

# KANTON FREIBURG UMWELTBERICHT

August 2006

Raumplanungs-, Umwelt- und Baudirektion  
Amt für Umwelt



## IMPRESSUM

### Kanton Freiburg | Umweltbericht

August 2006

### Herausgeber

Amt für Umwelt (AfU)

### Texte und Karten

AfU

### Fotos

Umschlag : © Christian Roux | [www.christian-roux.ch](http://www.christian-roux.ch)

Innenseiten : Kap. 3 | Usine d'incinération Saidef © J. Claude Mora

Kap. 5 | Erosion © Nicolas Rossier, IAG  
FRIBO © Nicolas Rossier, IAG

Kap. 9 | Accident gare de Lausanne © SEVEN, Service de l'environnement et de l'énergie, Etat de Vaud, Epalinges  
Salmonella enterididis © Dr. Dominique Fracheboud, Hôpital cantonal de Fribourg  
Poste de sécurité biologique © Dr. Dominique Fracheboud, Hôpital cantonal de Fribourg

Kap. 10 | 678 M7 Biotop © PRONAT, Schmitten

### Übersetzung

Transit TXT SA - Freiburg

### Konzept, Grafik und Realisation

Stéphane Schüler | Dotmedia Sàrl - Granges-Paccot

### Druck

Sankt-Paulus Druckerei - Freiburg

### Copyright

AfU

### Bestellung

#### AfU

Route de la Fonderie 2

1700 Freiburg

Stichwort : Umweltbericht 06

T +41 26 305 37 60

F +41 26 305 10 02

E-mail [sen@fr.ch](mailto:sen@fr.ch)

Internet [www.fr.ch/sen](http://www.fr.ch/sen)

Auflage : 500 Exemplare

Auf 100%-Recyclingpapier gedruckt

Dieser Bericht ist auch in französischer Version zu beziehen.





KANTON FREIBURG

# KANTON FREIBURG UMWELTBERICHT

August 2006

Raumplanungs-, Umwelt- und Baudirektion  
Amt für Umwelt











## Intakte Umwelt dank nachhaltiger Entwicklung

Viele Leute verbinden den Kanton Freiburg mit grünen Wiesen, Alpaufzügen, klangvollen alten Liedern und impressionistischen Landschaften. Dieses gefällige Bild entbehrt zwar nicht einer gewissen ländlichen Romantik; es entspricht aber sicher nicht der ganzen Realität unseres Kantons. Freiburg ist – vielleicht schneller als andere Kantone – voll und ganz im 21. Jahrhundert angekommen: mit einem Bevölkerungswachstum, das so hoch ist wie noch nie zuvor; der schweizweit jüngsten Bevölkerung, aber auch mit einer neuen, am 16. Mai 2004 angenommenen Kantons-

verfassung, welche mit der nachhaltigen Entwicklung und dem Umweltschutz zwei wichtige Staatsziele festlegt.

Die Entwicklungen der vergangenen Jahre sind das Samenkorn für die Zukunft des Kantons. Dank ihnen kann ein dichteres Industrienetz gesponnen werden, und sie kann der lange Zeit autark geprägten Wirtschaft neue Horizonte eröffnen. Mittlerweile dient der Kanton nicht mehr vorwiegend als Raumreservoir für Expansionsgelüste oder Ruhe- und Erholungssuchende aus den Agglomerationen des Genferseebeckens oder dem Bernbiet. Die wirtschaftliche Dynamik wurde in letzter Zeit durch ambitionöse Projekte in allen Kantonsteilen beschleunigt. Aber was waren die Auswirkungen des Aufschwungs des vergangenen Jahrzehnts auf die Umwelt? Ist sie in der Lage, die neuen Entwicklungen zu absorbieren, ohne daran Schaden zu nehmen? Kennen wir den qualitativen Zustand unserer Umwelt genügend gut?

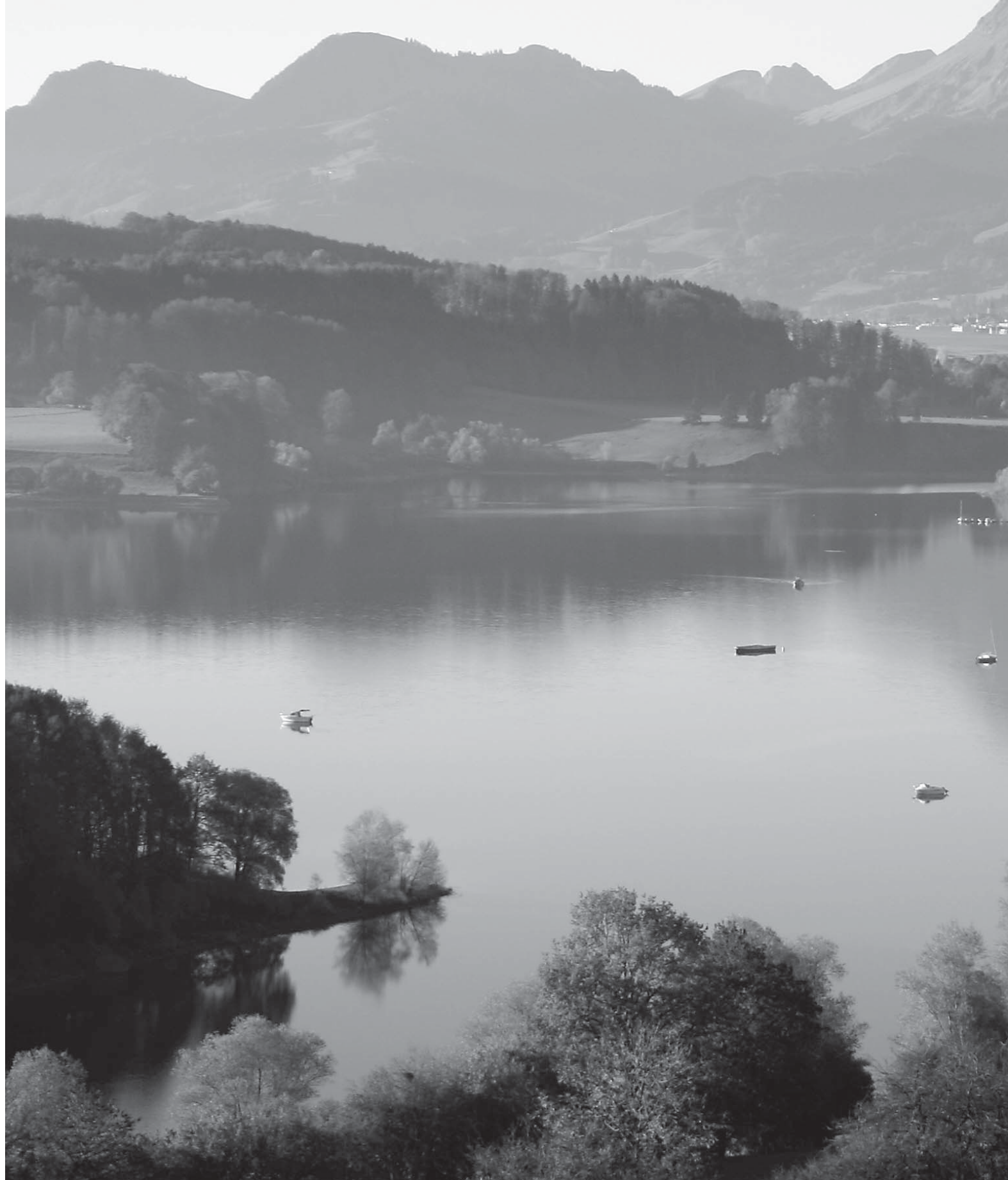
Diese Fragen stehen am Ausgangspunkt des vorliegenden Berichts. In allen Entwicklungsprozessen muss man in regelmässigen Zeitabständen innehalten und eine Standortbestimmung vornehmen, analog dem Navigator, der seinen Routenplan erstellt. Es ist zu überprüfen, ob nach wie vor alles im Gleichgewicht ist, ob die unternommenen Anstrengungen erfolgreich waren, oder ob allenfalls Korrekturmaßnahmen getroffen werden müssen. Der letzte Umweltbericht des Kantons Freiburg stammt aus dem Jahr 1998. Es ist somit an der Zeit, die kritische Situationsanalyse zu wiederholen, damit alle an der Entwicklung des Kantons Beteiligten ihre Handlungen auf solide Grundlagen stützen können.

Mit dem Umweltbericht 2006 stellen wir fest, dass zwar einerseits sowohl die Gewässer- als auch die Luftqualität verbessert wurden, dass aber andererseits neue Probleme aufgetaucht sind wie beispielsweise organische Mikroschadstoffe in Gewässern oder Feinstaub in der Luft. In der Abfallbewirtschaftung fand ein eigentlicher Paradigmenwechsel statt, indem die Abfälle verbrannt und vermehrt wiederverwertet statt deponiert werden. Die Fehler der Vergangenheit müssen behoben und die dadurch verursachten Altlasten saniert werden. Die Situation im Bereich des Lärmschutzes gibt nach wie vor Anlass zur Sorge, sind doch die Belastungen mit der Zunahme der Mobilität und des Verkehrs stärker geworden. Darüber hinaus tauchen im Bereich des Umweltschutzes neue Problemfelder auf: zum Beispiel die namentlich mit dem Betrieb von Mobilfunkantennen verbundene nichtionisierende Strahlung, oder der Umgang mit chemischen und technologischen Risiken.

Ich bin überzeugt, dass sich der Kanton Freiburg die nötigen Mittel geben wird, um den guten Zustand der Umwelt so zu erhalten, wie ihn frühere Generationen geschaffen und uns überlassen haben, bzw. dass wir in der Lage sind, eine intakte Umwelt an die nachfolgenden Generationen weiterzugeben. Die vorliegende Standortbestimmung stellt eine wichtige Grundlage dar. Mit diesem aufgeklärten Ansatz wird es uns gelingen, die hoch gesteckten Ziele unter Einbezug Aller zielgerichtet umzusetzen.!

Beat Vonlanthen

Staatsrat







## Von der neuen Landwirtschaft zur neuen Ökologie

François Dagognet hat in seinem Buch über die grüne Revolution dargelegt, wie Lavoisier im 18. Jahrhundert für die Landwirtschaft die gleichen Methoden anwandte, mit denen er kurz zuvor die Chemie revolutioniert hatte: beobachten, Gleichungen und Bilanzen über die Landwirtschaftsproduktion aufstellen, die Grundsätze des Fortschritts erforschen und damit die Tücken der damaligen Technik umgehen. Die durch ihn initiierte neue Landwirtschaft verdankt ihm neue Methoden zur Registrierung und Überprüfung; syntheseartige Darstellungen der Unters-

suchungsergebnisse, aber auch die Erstellung von Tabellen und Karten, welche einleuchtende Vergleiche erst ermöglichen.

Am Anfang des 21. Jahrhunderts übt sich auch die Umweltbeobachtung erst zögerlich in der Erstellung von Bilanzen und Vergleichen. Dank dem technologischen Fortschritt liegt das Problem kaum mehr in der Messung selber, sondern eher in deren Sinn, Häufigkeit und dem entsprechenden Aufwand. Die zentrale Frage dreht sich nicht so sehr um das Wie, sondern um das Warum und Wofür; während es gleichzeitig gilt, in einem immer komplexeren Gebiet den Überblick zu behalten. Die Fragen gelten hier nicht mehr den Triebfedern des quantitativen Fortschritts, sondern vielmehr dem Umgang mit den verschiedenen Gleichgewichten, dem Aushandeln zwischen legitimen Entwicklungsambitionen und Ressourcenschutz.

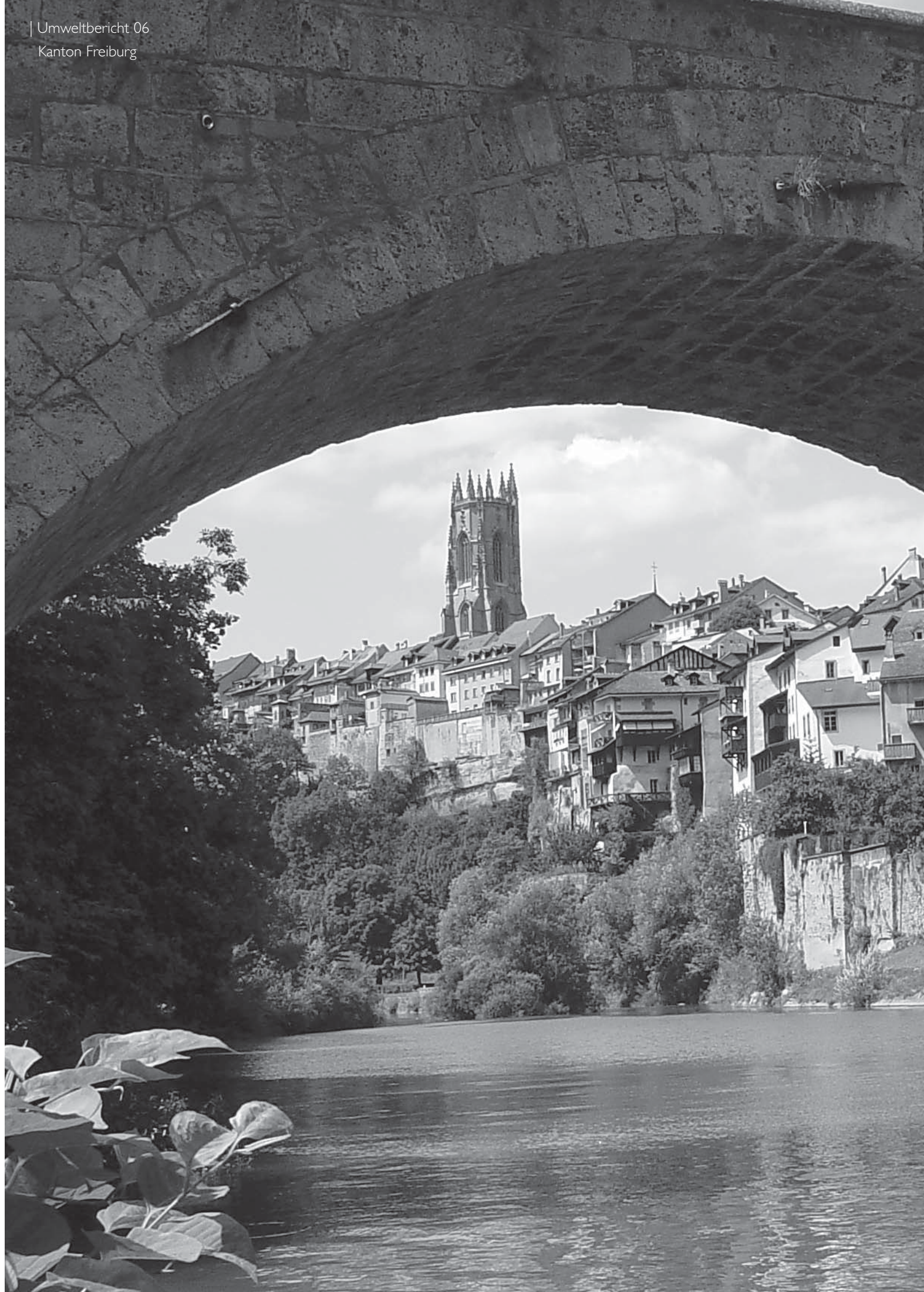
Je schneller der Wandel im Laufe der Zeit, desto wichtiger wird die Beobachtung, zumal der Mensch heute eher als Verursacher von Problemen gilt, während er im 18. Jahrhundert primär Pionier und Retter war. Die entsprechende Aufgabe verlangt Seriosität, Bescheidenheit und Offenheit. In diesem Sinn veröffentlichen wir den Umweltbericht 2006: Er versucht, den aktuellen Informationsstand und die getroffenen Massnahmen bezüglich der Umweltressourcen und Naturräume in den verschiedenen Regionen des Kantons festzuhalten und zu vermitteln. Dieser Zugang verlangt vernetztes Denken, welches wiederum bei jedem beteiligten Partner Verantwortungsgefühl und einen gewissen schöpferischen Geist voraussetzt. Es geht darum, dass jeder Einzelne mit seinen eigenen Überzeugungen dank der möglichst objektiv dargestellten Resultate die günstigen oder eher problematischen Entwicklungen unserer Umwelt als solche erkennen kann. Die neue Ökologie ist möglicherweise nichts anderes als diese demokratische Fähigkeit, jenseits der Partikularinteressen und Sofortansprüche zu erkennen, wie langfristig mit dem Erbe der Vergangenheit umgegangen werden soll.

Der Leiter der OECD-Delegation, die im März 2006 im Rahmen der Überprüfung der schweizerischen Leistungen im Umweltschutz den Kanton Freiburg besuchte, Herr Avérous, überraschte bezüglich seiner kurz davor erfolgten analogen Mission in China mit einer durchaus unerwarteten Überlegung. Trotz aller Unterschiede zwischen den beiden Ländern hob er vor allem die Ähnlichkeit der Anstrengungen zur Lösung der anstehenden Probleme hervor. Demzufolge ist zunächst durch eine detaillierte Beobachtung der festgestellten Phänomene zu bestimmen, was eigentlich auf dem Spiel steht, um dann den verschiedenen für eine Entwicklung sorgenden Akteuren, von den Behörden bis zu den Unternehmen, Empfehlungen zu geben, damit zielgerichtet gehandelt werden kann. Die in der besuchten chinesischen Provinz festgestellten Herausforderungen waren enorm: es galt, bei einem geradezu entfesselten Wachstum den wirtschaftlichen und sozialen Übergang für fünfzig Millionen Einwohner zu sichern, ohne dabei die Umweltressourcen zu gefährden. Die Zukunft wird zeigen, ob dies der besagten Provinz gelang; es ist allerdings unbestritten, dass ein entsprechender Erfolg immense Willensanstrengungen und gegenseitigen Respekt aller voraussetzt. Auch dies ist die neue Ökologie, jenseits der nackten Zahlen.

Chardonens Marc

Chef des Amtes für Umwelt









## INHALTSVERZEICHNIS

Der Kanton Freiburg	12
Gewässerschutz	18
Abfallbewirtschaftung	36
Belastete Standorte	48
Boden	56
Luft und Klima	68
Nichtionisierende elektro- magnetische Strahlung (NIS)	77
Lärmschutz	98
Risikomanagement	106
Vorsorge	118

# Abkürzungen

ABG	Kantonales Gesetz über die Abfallbewirtschaftung (ABG, SRF 810.2)	GELAN	Gesamtlösung EDV Landwirtschaft
ABR	Reglement über die Abfallbewirtschaftung vom 20. Januar 1998 (SRF 810.21)	GEP	Genereller Entwässerungsplan
AfU	Amt für Umweltschutz	GHz	Gigahertz
AGW	Anlagegrenzwert	GrEIE	Fachgruppe der kantonalen UVP-Verantwortlichen der Westschweiz und des Tessins
AICEG	Interkommunaler Verband zur Grundwassernutzung in Grandvillard (Association intercommunale pour le captage d'eau dans la nappe phréatique de Granvillard)	GSchG	Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz), SR 814.20
AOX	absorbierbare, organisch gebundene Halogene	GSchV	Verordnung vom 28. Oktober 1998 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzverordnung), SR 814.201
ARA	Abwasserreinigungsanlage	GSM	Global System for Mobile Communications
ARRPBG	Ausführungsreglement vom 18. Dezember 1984 zum Raumplanungs- und Baugesetz	GVO	genetisch veränderte Organismen
Au	Gewässerschutzbereich	GWh	Gigawattstunden (1 GWh = 1 Million kWh)
AW	Alarmwert	GWP	Klima-Erwärmungspotenzial (global warming potential)
BAFU	Bundesamt für Umwelt (ex BUWAL)	H <sub>2</sub> O	Wasser
BAG	Bundesamt für Gesundheit	HFCKW	teilweise halogenierte Fluorchlor-Kohlenwasserstoffe
BAKOM	Bundesamt für Kommunikation	HFKW	Fluorkohlenwasserstoffe
BAV	Bundesamt für Verkehr	Hz	Hertz
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt	IBGN	Indice biologique global normalisé
BFE	Bundesamt für Energie	IBS	Klärschlammverbrennungsanlage (usine d'incinération des boues de STEP)
BFS	Bundesamt für Statistik	ICNIRP	International Commission on Non Ionizing Radiation Protection
BIP	Bruttoinlandprodukt	ID	Inertstoffdeponie
BSB5	biochemischer Sauerstoffbedarf	IGW	Immissionsgrenzwert
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft	ISO 14000	Norm der International Standardisation Organisation bezüglich des Umweltmanagements
BRPA	Kantonales Bau- und Raumplanungsamt	KAP	Kantonale Abfallplanung vom 19. April 1994
BSE	Bovine Spongiforme Encephalopathie	KBK	Kantonale Bauwirtschaftskonferenz
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft	KBUV	Kurzberichten zur Umweltverträglichkeit
CartV	Verordnung vom 3. November 2004 über den grenzüberschreitenden Verkehr mit gentechnisch veränderten Organismen (Cartagena-Verordnung), RS 814.912.21	KGBo	Koordinationsgruppe für den Bodenschutz
CH <sub>4</sub>	Methan	kHz	Kilohertz
ChemRRV	Verordnung vom 18. Mai 2005 zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung), RS 814.81	KMU	Klein- und Mitterunternehmen
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid	Kt.	Kanton
CUTAF	Verkehrsverbund der Agglomeration Freiburg (Communauté urbaine des transports de l'agglomération fribourgeoise)	KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
dB	Dezibel	kWh	Kilowattstunden
DECT	Digital European Cordless Telecommunication	LIG	Landwirtschaftliches Institut von Grangeneuve
DGVE	Düngergrossvieheinheit	LRV	Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985, SR 814.318.142.1
DOC	gelöster organischer Kohlenstoff	LSV	Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986, SR 814.41
DS	Lärmempfindlichkeitsstufe (degré de sensibilité au bruit)	MHz	Megahertz
EDGE	Enhanced Data rate for GSM Evolution	MTBE	Methyl-tert-Butylether
EGW	Einwohnergleichwert	MW	Megawatt (10 <sup>6</sup> Watt)
Einw.	Einwohner	MWh	Megawattstunden (1 MWh = 1'000 kWh)
ERP	Equivalent Radiated Power	NABEL	Nationales Beobachtungsnetz für Luftschadstoffe
ES	Empfindlichkeitsstufe	NABO	Nationale Bodenbeobachtungsnetz
ESV	Verordnung vom 25. August 1999 über den Umgang mit Organismen in geschlossenen Systemen (Einschliessungsverordnung), RS 814.912	NAQUA	Nationale Netz zur Beobachtung der Grundwasserqualität
FCKW	Fluorchlor-Kohlenwasserstoffe	NFP	Nationale Forschungsprogramme
FEW	Freiburgischen Elektrizitätswerken	NH <sub>3</sub>	Ammoniak
FFF	Fruchtfolgeflächen	N-NH <sub>4</sub>	Ammonium
FIPO	Freiburgische Vereinigung der umwelt- und tiergerecht produzierenden Landwirte	NIS	nichtionisierende Strahlung
FRIBO	Kantonales Bodenbeobachtungsnetz	NISV	Verordnung vom 23. Dezember 1999 über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung, RS 814.710
FrSV	Verordnung vom 25. August 1999 über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsverordnung), RS 814.911	N <sub>2</sub> O	Lachgas
		NO	Stickstoffmonoxid
		NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
		NO <sub>3</sub>	Nitrat
		NO <sub>x</sub>	Stickoxide
		O <sub>2</sub>	Sauerstoff
		O <sub>3</sub>	Ozon
		ÖLN	ökologischer Leistungsnachweis
		ODP	Ozonabbaupotenzial (ozone depletion potential)
		öv	öffentlichen Verkehr



PAK	Polyaromatische Kohlenwasserstoffe
PARCHEM	Projekt Ausführungsrecht Chemikaliengesetz
PCB	polychlorierte Biphenyle
PET	Polyethylenterephthalat
PM10	lungengängige Feinstäube (kleiner als 10 Mikrometer)
POC	partikulärer organischer Kohlenstoff
POP	persistente organische Schadstoffe
Ptot	Gesamtphosphor
PW	Planungswert
RVP	regionaler Verkehrsplan
SAIDEF	Société Anonyme pour l'Incinération des Déchets du canton de Fribourg
S.A.I.O.D.	Société anonyme pour l'incinération des ordures et déchets, Colombier (NE)
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SLV	Verordnung vom 24. Januar 1996 über den Schutz des Publikums von Veranstaltungen vor Gesundheitsgefährdenden Schalleinwirkungen und Laserstrahlen (Schall- und Laserverordnung), SR 814.49
SNF	Schweizerischen Nationalfonds
SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
StFV	Verordnung vom 27. Februar 1991 über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung), SR 814.012
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
TOC	Gesamter organischer Kohlenstoff
TPF	Freiburgische Verkehrsbetriebe (transports publics fribourgeois)
TVA	Technische Verordnung vom 10. Dezember 1990 über Abfälle, SR 814.015
UIDEF	Kehrichtverbrennungsanlage von Freiburg (usine d'incinération des déchets de Fribourg)
UKW	Ultrakurze Wellen
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USG	Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz), SR 814.01
UV	Ultraviolett
UVB	Umweltverträglichkeitsbericht
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPV	Verordnung vom 19. Oktober 1988 über die Umweltverträglichkeitsprüfung, SR 814.011
VASA	Verordnung vom 5. April 2000 über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten, RS 814.681
VOC	flüchtige organische Verbindungen
VBBö	Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens, SR 814.12
VBS	Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport
VeVa	Verordnung vom 22. Juni 2005 über den Verkehr mit Abfällen, RS 814.610
VLE	Verordnung vom 14. November 2001 über die Lärmsanierung der Eisenbahn, RS 742.144.1
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WIFI	Wireless Fidelity
WLAN	Wireless Local Area Network
z. B.	zum Beispiel
Zu	Zuströmbereich



# Der Kanton Freiburg

1



## Politische und administrative Struktur

Der Kanton Freiburg ist in 7 Verwaltungsbezirke mit gegenwärtig 168 Gemeinden unterteilt. Namentlich dank der Aktion «Fusionen» der kantonalen Behörden haben die Gemeindefusionen in den letzten Jahren stark zugenommen, so dass seit dem Jahre 2000 insgesamt 77 Gemeinden verschwunden sind (von 284 Gemeinden im Jahre 1960 auf deren 250 im Jahre 1996 und seither kontinuierlich auf 168 seit dem 1.1.2006). Der Durchschnitt der Anzahl Einwohner pro Gemeinde ist damit von 910 im Jahre 1998 auf heute deren 1470 gewachsen.

Hatte es 1996 noch 60% der Gemeinden mit weniger als 500 Einwohnern (in den Gemeinden im Glane- und Broyebezirk lag dieser Prozentsatz sogar bei 80%), lag dieser Anteil im Jahre 2005 bei 32,4%. Dafür stieg im gleichen Zeitraum der Anteil der Gemeinden in der Kategorie mit 1000 bis 2000 Einwohnern und der Kategorie mit mehr als 5000 Einwohnern an. Die Bevölkerung konzentriert sich zunehmend in den grösseren Gemeinden:

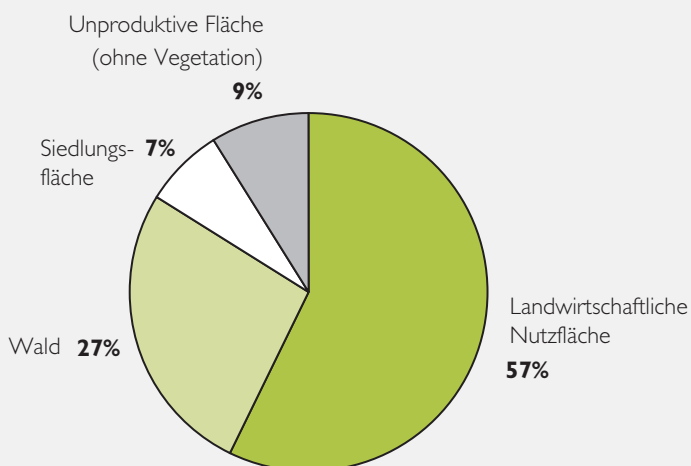
- 54% der Bevölkerung lebt in den 25 Gemeinden mit mehr als 2000 Einwohnern
- 7% der Bevölkerung lebt in den 64 Gemeinden mit weniger als 500 Einwohnern

## Lage und Bodennutzung

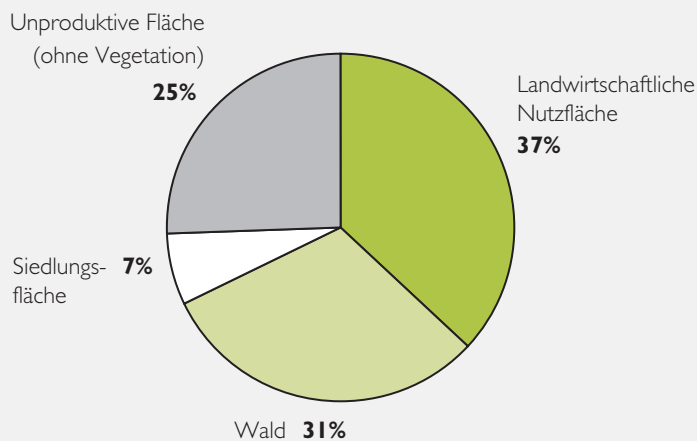
Der Kanton Freiburg nimmt zwischen den beiden städtischen Zentren Lausanne und Bern eine Scharnierposition ein. Er verfügt über ausgezeichnete Autobahn- und Zugverbindungen in der Nordost-Südwest-Richtung. Die Siedlungsstruktur des Kantons Freiburg verdeutlicht diese Eingliederung in das schweizerische Netz. Im Broyetal gehören mehrere Zentren und Pole ebenso zum waadtländischen wie zum freiburgischen oder sogar bernischen Siedlungsnetz. Lausanne, Bern und Vevey üben ausserdem eine gewisse Anziehungskraft auf verschiedene Teile des Kantons Freiburg aus, die ihrerseits wiederum von den wirtschaftlichen und demographischen Auswirkungen ihrer Nähe zu diesen ausserkantonalen Zentren profitiert haben.

Die Entwicklung der Bodennutzung im Kanton Freiburg in den letzten Jahrzehnten ist durch eine Verkleinerung der Landwirtschaftsfläche gekennzeichnet, hauptsächlich zugunsten von Wohnzonen und Infrastruktur sowie der Waldfläche. Schweizweit gingen zwischen den beiden Erhebungen von 1979/85 und 1992/97 pro Sekunde durchschnittlich 1,27 m<sup>2</sup> Landwirtschaftsfläche verloren. Dies entspricht knapp der Grösse des Kantons Obwalden (482 km<sup>2</sup>) bzw. einem Verlust von 3,1%. 64% dieser Fläche mussten, vor allem im Flachland, neuen Siedlungsflächen weichen; 36% wurden, vorwiegend in steilen und abgelegenen Lagen, zu Wald<sup>1</sup>. Die Bodennutzung im Kanton Freiburg entwickelt sich ähnlich: Die Landwirtschaftsfläche wird zugunsten von Wohnzonen, Infrastruktur und Waldfläche kleiner. Sie umfasst mit 957 km<sup>2</sup> noch etwa 57% der Gesamtfläche des Kantons.

Kanton Freiburg:  
Bodennutzung (Gesamtfläche : 167'078 ha)



Schweiz:  
Bodennutzung (Gesamtfläche : 4'128'476 ha)



## Bevölkerung und Siedlungsentwicklung

Die Bevölkerungsstruktur (Dichte, Alter, Familiengrösse usw.) beeinflusst den Lebensstandard und das Wohnverhalten einer Gesellschaft, welche wiederum auf das Produktions- und Konsumverhalten der Bevölkerung wirken. Je höher die Bevölkerungsdichte eines Gebietes ist, umso grösser ist die durch den Menschen verursachte Umweltbelastung<sup>2</sup>.

Seit den 1950er-Jahren weist der Kanton Freiburg ein ungebrochenes Bevölkerungswachstum auf: 158'000 Einwohner im Jahre 1950, 180'000 im Jahre 1970, 212'000 im Jahre 1990, 235'000 im Jahre 1997 und 255'000 Ende 2004.

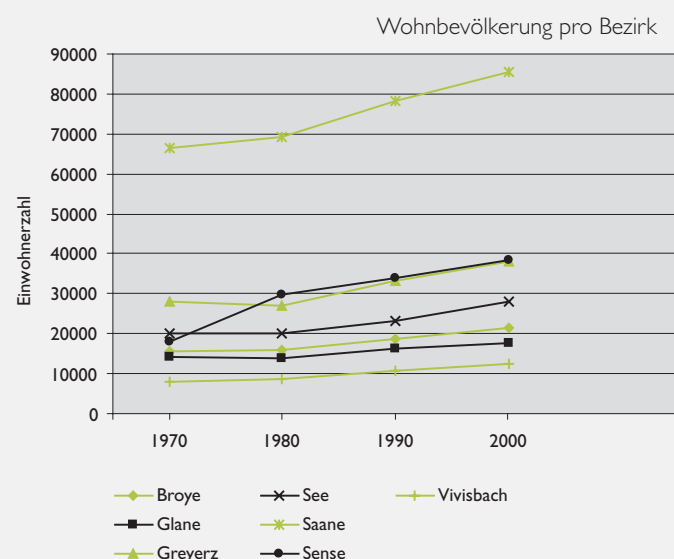
### Bevölkerungsindikatoren Kanton Freiburg

	2004
Anteil der unter 20-Jährigen	26,1 %
Anteil der 21-64-Jährigen	60,9 %
Anteil der 65-Jährigen und Älteren	13,0 %

### Bevölkerungsdichte (Einwohner pro km<sup>2</sup> im Jahre 2004)

Broye	130
Glane	110
Greyerz	83
See	212
Saane	392
Sense	148
Vivisbach	102
Kanton	150
Schweiz	178

Seit 1980 nahm die Bevölkerung in allen Bezirken zu, was in den vorangegangenen Jahren nicht der Fall war. Untersuchungen der Agglomeration<sup>3</sup> Freiburg zeigen, dass sie im



Vergleich mit den übrigen Gemeinden des Kantons als Wohnsitz an Bedeutung verliert. Im Jahre 1970 wies die Einwohnerzahl der Agglomeration 34% der Kantonsbevölkerung auf (61'571 Einwohner von 180'309), während dieser Anteil bis zum Jahr 2003 auf 30% gesunken ist (75'915 von 251'318). Dies bedeutet, dass die Bevölkerung ausserhalb des Kantonszentrums stärker wächst. Die Bezirke mit der höchsten Wachstumsrate zwischen 1990 und 2000 sind der See- (+22.4%), der Vivisbach- (+19%), der Greyerz- und der Broyebezirk (+ ca. 15%), bei einem kantonalen Durchschnitt von +13%. Innerhalb der Agglomeration ist das gleiche Phänomen zu beobachten: Es findet eine Abnahme der Einwohnerzahl in der Stadt Freiburg zugunsten der peripheren Gemeinden statt.

Einwohnerzahl	2003	Entwicklung 90-00	Entwicklung 90-00 %
Agglomeration	75'915	+3'483	+ 5 %
Gemeinde Freiburg	36'405	- 808	- 2.2 %
Matran	1'299	+252	+ 25 %
Kanton Freiburg	251'318	+28'135	+ 13 %

Diese Tendenz verstärkt den Pendlerverkehr, da sich viele Arbeitsplätze in der Agglomeration Freiburg befinden (46.9% des Sekundär- und des Tertiärsektors sind in der Agglomeration Freiburg angesiedelt). Diese differenzierte Entwicklung illustriert auch den Wohngebietscharakter der peripheren Bezirke, auf welche die benachbarten Zentren (Bern, Lausanne, Vevey) eine starke Anziehungskraft aufweisen<sup>4</sup>.

Parallel zur Bevölkerungszunahme steigt auch der Raumbedarf für Wohnen, Freizeit, Arbeit und Verkehr. Alle Indikatoren zeigen eine Zunahme der beanspruchten Fläche pro Einwohner. Die mittlere Wohnfläche und bebaute Fläche pro Einwohner steigen, während die Anzahl Bewohner einer Wohneinheit sinkt. Heute kommen auf jeden Schweizer 397 m<sup>2</sup> bebaute Fläche<sup>5</sup>. Diese Zahl variiert zwischen den verschiedenen Regionen stark, namentlich zwischen den urbanen Zentren und dem ländlichen Raum. Die entsprechende Spannweite geht von 131 m<sup>2</sup> für den Kanton Basel-Stadt bis zu 711 m<sup>2</sup> für den Kanton Jura. Im Kanton Freiburg beträgt die Siedlungsfläche pro Einwohner 556 m<sup>2</sup>. Der Bundesrat hat als eines seiner Ziele zur nachhaltigen Entwicklung eine schweizweite Stabilisierung dieses Durchschnittswertes auf 400 m<sup>2</sup> definiert<sup>6</sup>.





Tourismus, Natur und Umwelt

Bewegen wir uns nicht auf den ersten Blick in einem völlig utopischen Bereich? Wie lässt sich die Wirtschaft einer Region mit einer Umwelt in Einklang bringen, die häufig mit Gesetzen geschützt werden muss? Vielleicht sind solche Fragen, die unüberwindliche Hindernisse aufzutürmen scheinen, unsere Trümpfe für die Zukunft.

Sensible Regionen wie die unsrige kennen seit einigen Jahren Nutzergruppen, in denen Vorhaben und Projekte auf ihre Umweltverträglichkeit geprüft werden.

Programme und Angebote, die Pflanzen- und Vogelkunde mit Sensibilisierungsaktionen verbinden, sind vielleicht die «exotischen Safaris» von morgen. Die Bereitstellung solcher Dienstleistungen und die verstärkte Ausrichtung auf die Entdeckung und Erhaltung der Natur sind fraglos die «Wegen», die es künftig einzuschlagen gilt.

Nicolas Savoy  
Direktor des Verkehrsbüros Estavayer-le-Lac

## Wirtschaftsleben

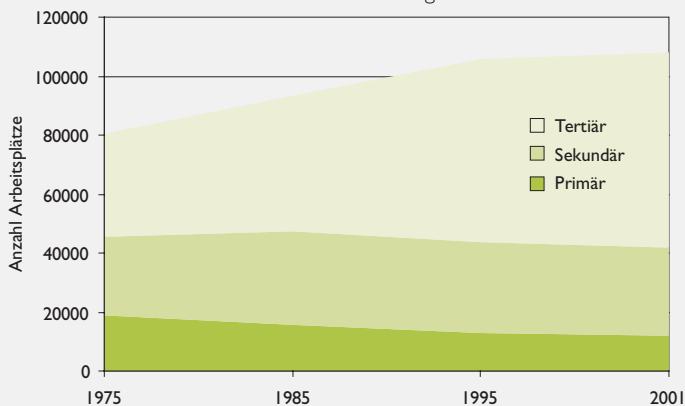
Während den letzten Jahren hat der Landwirtschaftssektor zunehmend an Bedeutung verloren. So ist die Zahl der Landwirtschaftsbetriebe im Kanton Freiburg von 5436 im Jahre 1985 auf 4264 im Jahre 1998 und auf 3546 im Jahre 2004 gesunken. Die durchschnittliche Grösse eines Landwirtschaftsbetriebes ist hingegen gestiegen: 18.4 ha im Jahre 1998 gegenüber 21.7 ha im Jahre 2004. Die Zunahme der Arbeitsplätze im Tertiärsektor setzt sich fort, jedoch weniger stark als in den Jahren zuvor.

Die Wirtschaftskrise Mitte der 90er Jahre führte zu Arbeitsplatzverlusten und zu einer Zunahme der Arbeitslosigkeit von 0.6% im Jahre 1990 auf 4.7% im Jahre 1997. Diese Zahl ist im September 2004 auf 2.8% gesunken; gegenwärtig ist jedoch wieder eine Verschlechterung der Beschäftigungssituation festzustellen. Im Dezember 2005 betrug die Arbeitslosenquote 3.3% der aktiven Bevölkerung gegenüber einem gesamtschweizerischen Mittel von 4.1%.

Das Bruttoinlandprodukt (BIP) pro Einwohner im Kanton Freiburg lag im Jahre 2005 auf Fr. 42'856.- (Fr. 39'496.- im Jahre 1998) gegenüber dem schweizerischen Mittel von Fr. 61'6332.- (Fr. 54'775.- im Jahre 1998). Dies bedeutet auf kantonaler Ebene eine Steigerung von 7.84% (schweizweit: 10.69%). Der durchschnittliche monatliche Bruttolohn pro Kopf beträgt im Kanton Freiburg Fr. 5036.- und im schweizerischen Mittel Fr. 5417.-.

Zusammenfassend wird die Periode zwischen 1998 und heute durch eine schwache Zunahme der Anzahl Arbeitsplätze und eine wesentliche Änderung der landwirtschaftlichen Strukturen gekennzeichnet.

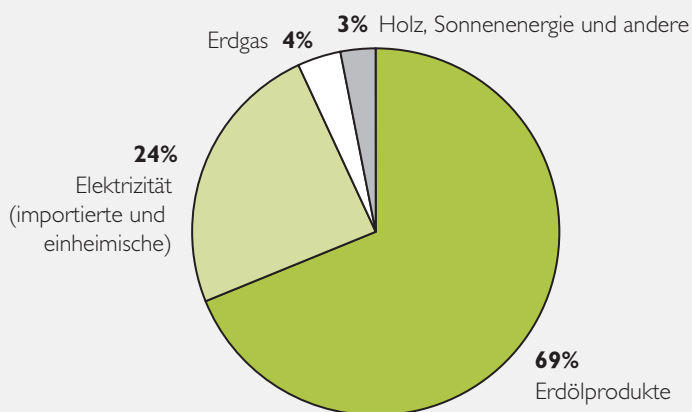
Entwicklung der Wirtschaftssektoren



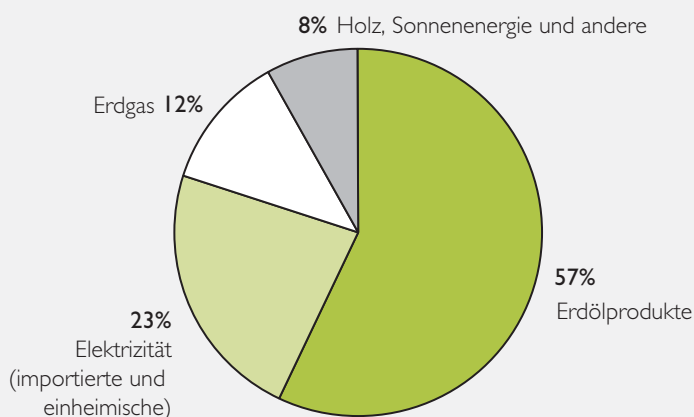
## Energie

Der jährliche Energieverbrauch des Kantons Freiburg liegt pro Kopf leicht über 30 MWh (Megawattstunden), was ca. 3000 Litern Erdöl entspricht. Die Energieversorgung des Kantons wird folgendermassen sichergestellt:

Quellen der Energieversorgung im Kanton Freiburg<sup>7</sup>



Quellen der Energieversorgung in der Schweiz<sup>8</sup>



### An das Erdgasnetz angeschlossene Gemeinden:

Belfaux, Corminboeuf, Courtepin, Düdingen, Estavayer-le-Lac, Freiburg, Formangueries, Givisiez, Granges-Paccot, Marly, Matran, Muntelier, Murten, Villars-sur-Glâne.

Im Vergleich zur übrigen Schweiz verbrennt der Kanton Freiburg prozentual mehr Erdölprodukte zur Energiegewinnung, während Erdgas und Wärmerückgewinnung unterdurchschnittlich genutzt werden.

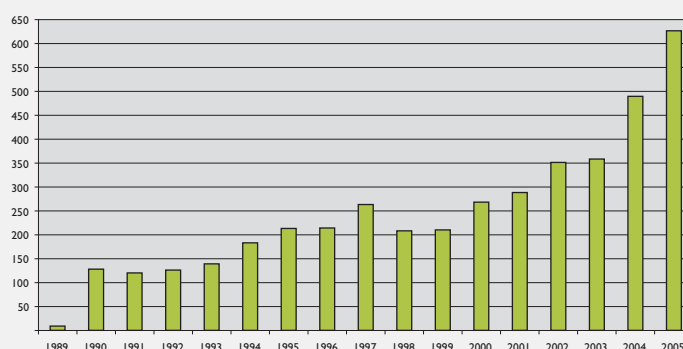
Es ist dennoch bemerkenswert, dass der Erdgasverbrauch mit 280 GWh (Gigawattstunden) im Jahre 2000 auf 495 GWh im Jahre 2004 massiv Anteile gewonnen hat<sup>9</sup>. Es ist damit zu rechnen, dass diese Energiequelle angesichts der vielen Erschliessungsmöglichkeiten entlang bestehender Leitungen sowie der Ausbaumöglichkeiten des Versorgungsnetzes in den nächsten Jahren noch erheblich an Bedeutung gewinnen wird.

Die erneuerbaren Energien haben zwar anteilmässig ebenfalls zugelegt, obwohl ihre Verwendung in absoluten Zahlen ausgedrückt nach wie vor eher wenig bedeutend ist. Anlagen, die auf erneuerbare Energien zurückgreifen, haben im Kanton Freiburg während den vergangenen Jahren zahlenmässig stark zugenommen, wie folgende Tabelle zeigt:

Anlagentyp	2001	2004
Holz	ca. 110 Anlagen oder 16.8 Millionen kWh (Kilowattstunden) produzierte Energie	ca. 460 Anlagen oder 50 Millionen kWh produzierte Energie
Solarwärme	ca. 50 Anlagen oder 950 m <sup>2</sup> installierte Flächen	ca. 240 Anlagen oder 2800 m <sup>2</sup> installierte Flächen
Solarstrom	2 Anlagen oder 75 m <sup>2</sup> installierte Flächen	14 Anlagen oder 460 m <sup>2</sup> installierte Flächen

Im Übrigen ist darauf hinzuweisen, dass Minergie-Häuser im Kanton immer beliebter werden: Von diesen Gebäuden mit einem geringen Energieverbrauch gab es im Jahre 2001 lediglich 25, während drei Jahre später schon deren 130 standen.

Entwicklung der Anzahl Baubewilligungen für Erdsonden



Letzten Endes ist noch die aus der Verbrennung von Siedlungsabfällen gewonnene Energie anzuführen. Durch den Betrieb der Abfallverbrennungsanlage von Châtillon kann über ihr Energierückgewinnungssystem Wärme und Elektrizität produziert werden. Im Jahre 2005 belief sich die Stromproduktion auf 72'600 MWh, wovon 62'000 MWh in das Stromnetz eingespeist wurden, was in etwa der Produktion des Wasserkraftwerks Broc (Turbinierung des Wassers aus dem Lac de Montsalvens) entspricht. 6'800 MWh wurden in Form von Wärmeenergie dem Landwirtschaftlichen Institut Grangeneuve und der eidgenössischen Forschungsanstalt für Tier- und Milchproduktion (Agroscope Liebefeld-Posieux) zugeführt, womit substantziell Heizöl eingespart werden konnte (960'000 Liter pro Jahr).

Der Selbstversorgungsgrad des Kantons mit Energie beträgt etwa 12%, welcher folgendermassen aufgeteilt ist:

- Elektrizität 9.0%
- Holz 1.8%
- Sonnenenergie, Biogas und andere 1.2%

## Erdsonden

Die Erdwärmesonden boomen in der Schweiz seit über 10 Jahren, wobei diesbezüglich der Kanton Freiburg in der Westschweiz an der Spitze liegt. Seit mehreren Jahren erfreuen sich diese Sonden vor allem bei neuen Einfamilienhäusern als Energielieferanten für Wärmepumpen einer steigenden Beliebtheit. Sie werden ausser in höheren Gebirgslagen überall im Kanton eingesetzt, wobei man die höchste Dichte im Norden und im Osten des Kantons feststellt. Gegenwärtig produzieren mehr als 5000 erdsondenverbundene Wärmepumpen jährlich 105 GWh Wärme, wovon 70 GWh durch den Untergrund geliefert werden. Aktuelle Untersuchungen zeigen ausserdem, dass aus der Sicht der rationellen Energienutzung nicht nur Erdwärmesonden interessant sind, sondern dass die Bedingungen im Kt. Freiburg auch für andere Wärmerückgewinnungssysteme, mit denen Wärme aus der Umwelt gesammelt werden kann, durchaus günstig sind (Geostrukturen-Wärmetauscher, Nutzung geeigneter tief gelegener Grundwasserträger, hochenergetische Erdwärme).



## Verkehr

Der Kanton ist durch die SBB-Linie Bern-Lausanne und das Netz der TPF gut erschlossen. Die Autobahn A12, welche den Kanton in der Nord-Süd Richtung strukturiert, und die durch die Broyeregion und das Murtenseegebiet führende A1 stellen den Anschluss ans Nationalstrassennetz sicher.

Die Entwicklung der Siedlungsstrukturen folgt den grossen Verbindungsachsen, welche wiederum die Entwicklungspole definieren. Wurden für einige Bezirke die regionalen Pole beibehalten, sind mit dem Bau der A1 im Broyebezirk neue Pole in den Kantonen Waadt und Bern leichter erreichbar.

Im Laufe der letzten Jahre nahm die Zahl der Motorfahrzeuge weiterhin stark zu; die jährliche Zuwachsrate ist trotz der Rezession nur geringfügig zurückgegangen. Aufgrund der Statistiken des Strassenverkehrsamtes stieg die Zahl der im Kanton immatrikulierten Personenwagen von 78'842 (oder 409 Autos auf 1000 Einwohner) im Jahre 1985 auf 118'283 (oder 517 Autos auf 1000 Einwohner) im Jahre 1996 und auf 145'636 (578 Autos auf 1000 Einwohner) im Jahre 2004. Betrachtet man die Verteilung nach Bezirken, weist nur der Saanebezirk einen tieferen Motorisierungsgrad auf als der kantonale Durchschnitt.

Auf Schweizer Ebene liegt der Kanton Freiburg diesbezüglich über dem schweizerischen Durchschnitt, aber hinter Kantonen wie dem Tessin, Zug oder dem Wallis. Gemäss den Zahlen des Bundesamtes für Statistik befindet sich unser Kanton im interkantonalen Vergleich auf dem neunten Rang.

## Zusammenfassung

Die wenigen an dieser Stelle kurz zusammengefassten kantonalen Eigenheiten wirken sich auf die Umwelt aus und beeinflussen die kantonale Umweltpolitik wesentlich. Insbesondere muss Folgendes beachtet werden:

- die Vergrösserung der Wohnzonen und der Infrastrukturf lächen;
- die weiterhin stattfindende relative Streusiedlungsbauweise, welche zu wachsender Mobilität und insbesondere zu einer Zunahme des motorisierten Individualverkehrs führt (sowohl um die Agglomerationen von Freiburg herum, als auch in Gemeinden ausserhalb der Zentren zu beobachten);
- die trotz stattgefundenem Fusionierungsboom immer noch relativ geringe Grösse der Gemeinden, welche die eidgenössischen und kantonalen Gesetze umsetzen müssen;
- die trotz der zunehmenden Nutzung erneuerbarer Energien nach wie vor hohe Energieabhängigkeit.

<sup>1</sup> Quelle: Bundesamt für Statistik, Arealstatistik

<sup>2</sup> Quelle: BAFU/BFS: Umweltstatistik Schweiz in der Tasche 2005

<sup>3</sup> Avry, Belfaux, Corminboeuf, Düdingen, Freiburg, Givisiez, Granges-Paccot, Grolley, Marly, Matran, Tafers, Villars-sur-Glâne

<sup>4</sup> Quelle: Statistischer Dienst des Kantons Freiburg, in: «Agglomeration Freiburg», internes Dokument

<sup>5</sup> Wohn- und Infrastrukturf läche

<sup>6</sup> Quelle: BFS/ESPOP

<sup>7</sup> Quelle: Amt für Verkehr und Energie, Sachplan Energie, 2002

<sup>8</sup> Quelle: Bundesamt für Energie, Energiestatistik Schweiz, 2003

<sup>9</sup> Quelle: Frigaz, Pressemitteilung vom 02.06.2005



# Gewässerschutz

# 2



## 2

## Gewässerschutz

## Das Wichtigste in Kürze

Wasser ist ein wertvolles Gut, dessen Wert in den kommenden Jahren noch steigen wird. Der Gewässerschutz stellt daher für alle eine echte Herausforderung dar.

Die Entwicklung der letzten Jahrzehnte im Kanton Freiburg ging mit einer starken Zunahme des Trinkwasserverbrauchs und der Abwassermenge einher. Angesichts des wachsenden Verbrauchs ist der Umgang mit dem Grundwasser und den Oberflächengewässern eine besonders heikle Problematik.

- ☺ Das künftige kantonale Gewässerschutzgesetz wird eine regionale Planung einführen und damit eine integrale Gewässerbewirtschaftung ermöglichen. Die Gewässer werden hauptsächlich nach Einzugsgebiet beobachtet und bewirtschaftet (Einzugsgebiet: Gebiet, dessen Gewässer in das gleiche Oberflächengewässer münden).
- ☺ Heute sind 80% der landwirtschaftlichen Betriebe im Kanton mit geeigneten Lagereinrichtungen für Hofdünger ausgestattet; im Jahr 1998 war dies hingegen lediglich bei einem Drittel der Fall.
- ☹ Die Verschmutzung durch Nitrate und Pflanzenschutzmittel gefährdet die Grundwasserreserven. Gegen diese Gewässerbelastung müssen zusätzliche Anstrengungen unternommen werden.
- ☹ Der Zustand der Oberflächengewässer im Kanton ist trotz der bereits unternommenen Bemühungen ungenügend. Dies ist hauptsächlich auf den Einfluss des Menschen zurückzuführen: die zunehmende Verstädterung, die intensive Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Böden, gewisse industrielle Tätigkeiten sowie die ungenügende Qualität der Abwasserableitungen einiger Abwasserreinigungsanlagen (ARA).

Die Abwasserreinigung ist eine der grössten Herausforderungen, die sich dem Kanton Freiburg stellen. Er verfügt zwar über ein gut ausgebautes Abwasserkanalisationsnetz mit zentralen Abwasserreinigungsanlagen; die Resultate dieser Anlagen lassen jedoch in vielen Fällen zu wünschen übrig.

- ☹ In die ARA gelangt immer noch sehr viel unverschmutztes Wasser, was das gute Funktionieren der Kläranlagen erheblich beeinträchtigt. Für die Trennung von nicht verschmutztem Abwasser (Sauberaabwasser) und verschmutztem Abwasser (Schmutzabwasser) sowie den Unterhalt der veralteten Gewässerschutzanlagen (Kläranlagen, Sonderbauwerke und Kanalisationsnetz) wird die öffentliche Hand grosse finanzielle Investitionen tätigen müssen.
- ☺ Mit der Umsetzung der GEP (Generelle Entwässerungspläne) werden die ARA bessere Ergebnisse erzielen.
- ☹ Nur 40% der Industrie- und Gewerbebetriebe sind mit Anlagen zur Abwasservorbehandlung am Produktionsort ausgestattet. Es gilt, Mittel und Wege zu finden, um diese Sanierungsmassnahmen zu beschleunigen.

## Problematik

**Stete Zunahme des Trinkwasserverbrauchs und der Abwassermenge**

Im Zuge der Entwicklung, die der Kanton Freiburg in den vergangenen Jahrzehnten erlebt hat, wuchs die Bevölkerung relativ stark an und Siedlungsflächen für Infrastruktur, Gewerbe, Industrie und Dienstleistungsunternehmen breiteten sich aus. Gleichzeitig stiegen ebenfalls die Komfortansprüche, und der Konsum wurde allgemein angekurbelt. Dies führte zu einem starken Anstieg des Trinkwasserverbrauchs sowie der nach erfolgter Behandlung in der Kläranlage in die Fliessgewässer und Seen eingeleiteten Abwassermenge, mit entsprechend höherer Schmutzfracht.

**Zu erneuernde Infrastruktur**

Parallel dazu hat der Kanton im Rahmen der Umsetzung der Massnahmen des Bundes bezüglich der Abwasserreinigung zentrale Abwasserreinigungsanlagen und ein Kanalisationsnetz errichtet. Diese in den 60er Jahren gebauten Anlagen bedienen den gesamten Kanton; das Netz ist praktisch fertig gestellt. Dem Unterhalt und der Erneuerung dieser Einrichtungen gebührt heute die grösste Aufmerksamkeit, da zu grosse Sauberwassermengen in die ARA gelangen und sich die dadurch verursachten Netzverluste negativ auf den Wirkungsgrad dieser Anlagen auswirken. Um die Qualität unserer Gewässer ist es somit noch nicht so gut bestellt, wie man erwarten dürfte.

**Landwirtschaft im Wandel**

Die auf Preisgarantien basierende Agrarpolitik des Bundes hat die Landwirte lange Zeit zu einer intensiven Produktion gedrängt, was wiederum den Einsatz von natürlichem und mineralischem Dünger sowie von Pflanzenschutzmitteln ankurbelte, die allesamt zur Verschmutzung des Grundwassers und der Oberflächengewässer beitragen können. Heute geht die Entwicklung in die umgekehrte Richtung. Der Gesetzgeber hat zur Förderung einer umweltschonenderen Landwirtschaft den ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) eingeführt, den die Betreiber erfüllen müssen, wenn sie Direktzahlungen erhalten wollen. Verlangt werden eine ausgeglichene Düngerbilanz, ein Mindestanteil an ökologischen Ausgleichsflächen, eine geregelte Fruchtfolge, ein geeigneter Boden- und Tierschutz sowie ein eingeschränkter und gezielter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Mit diesen Auflagen werden folgende Ziele verfolgt: Förderung der natürlichen Artenvielfalt, Senkung der Nitratbelastung im Grund- und Quellwasser; Reduktion der Phosphorbelastung in Oberflächengewässern und eine tiergerechte Haltung. Im Jahr 2004 haben 92% der landwirtschaftlichen Betriebe im Kanton Freiburg die Auflagen des ÖLN erfüllt; das sind fast 99% der landwirtschaftlichen Nutzfläche (ohne Alpweiden).

Die Umweltverschmutzung durch die Landwirtschaft stellt jedoch noch immer ein Problem dar. Es steht noch ein langer Weg bevor, bevor die gesetzten Qualitätsziele erreicht sind.



Seit Mitte der 1990er Jahre setzte sich das Umweltschutzdenken in der Landwirtschaft immer mehr durch. Finanzhilfen in Zusammenhang mit Umweltleistungen veranlassten die Landwirte, jede Intervention in ihrem Betrieb reiflich zu erwägen, was sich positiv auf den vernünftigen Einsatz der Hilfsstoffe auswirkte. Die Erträge und die Qualität unserer Wiesen und Äcker haben sich nicht verschlechtert, sondern eher verbessert.

Die zukünftige Landwirtschaftspolitik und die WTO-Abkommen könnten diesen seit zehn Jahren bestehenden Elan der Multifunktionalität um der Rentabilität willen in Frage stellen.

Vincent Grangier  
Landwirt

Im biologischen Landbau gelten verglichen mit dem ÖLN strengere Anforderungen hinsichtlich Schonung der Umwelt, artgerechter Tierhaltung und Gesamtbetrieblichkeit. Im Verhältnis zur gesamten Schweiz (6124 Biobetriebe im Jahr 2003 oder 9.3% der landwirtschaftlichen Betriebe) ist die Zahl der Biobetriebe im Kanton Freiburg aber relativ gering (116 Biobetriebe im Jahr 2004 oder 3.3% der landwirtschaftlichen Betriebe).

## Das Gewässerschutzkonzept

Die Ziele und die Strategie des Gewässerschutzes stehen im Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz), den dazugehörigen Verordnungen sowie im entsprechenden kantonalen Ausführungsgesetz. Das Hauptziel besteht nicht nur im qualitativen Schutz der Qualität der Gewässer (Schutz vor Verunreinigungen), sondern darüber hinaus in deren mengenmässigen Schutz. Die zur Verfügung stehenden Ressourcen sollen somit auch für künftige Generationen erhalten bleiben; gleichzeitig gilt es, den Fliessgewässern eine minimale Abflussmenge zuzusichern, damit diese ihre Rolle als Ökosysteme erfüllen können, und die Speisung des Grundwassers zu gewährleisten. Diese Ziele kommen in den nachfolgenden Grundsätzen zum Ausdruck:

- Wasser sparen: das dem Grundwasser und den Oberflächengewässern entnommene Wasser sparsam verwenden
- Wasservorräte schützen: der Verunreinigung der grossen Grundwasservorkommen vorbeugen
- Wasserressourcen erhalten: geeignete Massnahmen ergreifen, um das teilweise mit Nitrat oder weiteren möglichen Mikroschadstoffen belastete Grundwasser zu sanieren
- Verschmutzungen vorbeugen: Anlagen kontrollieren, welche Verschmutzungen unterschiedlichster Art verursachen können, auf Stufe Raumplanung die erforderlichen Massnahmen treffen
- Abwässer vor ihrer Einleitung in Gewässer behandeln: sie fassen und in geeigneten Anlagen reinigen
- Fliessgewässer und Seen in ihrer Gesamtheit schützen: Restwassermengen so bemessen und den Lauf der Fliessgewässer ausreichend berücksichtigen, damit diese alle ihre Funktionen erfüllen können
- Die Wasservorkommen wieder aufstocken: Die Versiegelung der Flächen einschränken und die Versickerung von Sauberabwasser fördern

Gemäss dem Entwurf für das kantonale Gewässergesetz sollen in diesem Gesetz die Bestimmungen zusammengefasst werden, die sich aus dem eidgenössischen Gewässerschutzgesetz und dem Bundesgesetz über den Wasserbau ergeben. Zudem greift das neue kantonale Gesetz auch Aspekte im Zusammenhang mit der Planung der Wasserversorgung. Dadurch wird ein ganzheitliches Gewässermanagement ermöglicht. Materiell führt der Gesetzesentwurf den Grundsatz einer Planung auf verschiedenen Stufen (Kanton, Region, Gemeinde) für das Gewässermanagement ein, wobei der Schwerpunkt auf die regionale Ebene gelegt wird: Die Gewässerbeobachtung und –bewirtschaftung wird hauptsächlich auf das Einzugsgebiet ausgerichtet sein (und nicht mehr nur auf die Gemeinde). Zudem setzt das Gesetz das Verursacherprinzip um; Subventionen sind nicht mehr vorgesehen.

Die Gliederung dieses Kapitels in drei Teile folgt dem Wasserkreislauf. Es beginnt beim Grundwasser und verfolgt dessen Verwendung und Behandlung durch den Menschen, bevor es wieder in die Oberflächengewässer zurückgeleitet wird.



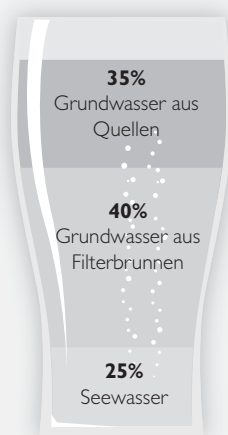
# 2

## Das Grundwasser

### Wichtigstes Trinkwasserreservoir des Kantons

Das Grundwasser deckt 75% des Trink- und Industriebrachwasserbedarfs des Kantons, wobei 35% aus Quellen stammen und 40% aus Grundwasserleitern entnommen werden; die restlichen 25% werden aus Seewasser gewonnen. Grundwasser wird in speziellen, den hydrogeologischen Verhältnissen und dem Wasserbedarf angepassten Anlagen gefasst<sup>1</sup>.

Der Trinkwasserverbrauch der Kantonsbevölkerung beträgt insgesamt schätzungsweise 20 Millionen m<sup>3</sup> pro Jahr, was etwa 230 Liter pro Einwohner und pro Tag (einschliesslich Industriebrachwasser) entspricht.

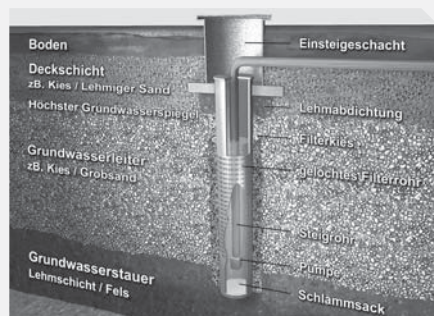


Die Trinkwasserversorgung in den Freiburger Gemeinden ist unterschiedlich organisiert:

- Versorgung durch gemeindeübergreifende Konsortien (70%)
- Versorgung durch ein gemeindeeigenes, unabhängiges Trinkwassernetz (oder vertraglich geregelter Anschluss an das Netz einer benachbarten Gemeinde) (20%)
- Versorgung durch private Wasserfassungen (Gemeinden ohne öffentliches Trinkwassernetz) (10%)

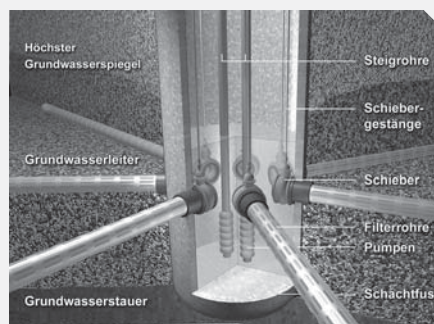
Insgesamt gibt es 8'600 registrierte Wasserfassungen und Quellen. Zehn Gemeinden mussten wegen der Verschmutzung des Grundwassers (Nitrat, bakterielle Belastung, schlechter Zustand der Fassungen) ihre Quellen aufgeben und sich anderen Versorgungsnetzen anschliessen. Seit 1998 können gefährdete Quellen dank der Strategie des Bundes mit Hilfe des Zu-Programms (Zuströmbereich) effektiver geschützt werden (s. weiter unten). Das aus Oberflächengewässern oder bestimmten Fassungen entnommene Wasser muss vorbehandelt werden, damit es den Anforderungen für den Verbrauch entspricht.

Grundwasserfassungstypen:



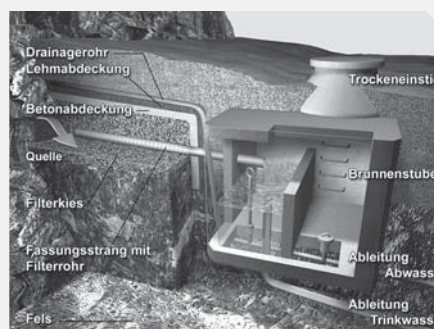
### Vertikalfilterbrunnen

Das Grundwasser wird in einem Filterbrunnen gefasst, welcher mit dem Filterrohr eine grössere vertikale Strecke im Grundwasserleiter erschliesst. Vertikalfilterbrunnen erfordern eine genügend grosse Grundwassermächtigkeit; das Wasser wird nach oben gepumpt. Sie sind in der Regel ohne grossen technischen Aufwand realisierbar und stellen im schweizerischen Mittelland den Normalfall einer Grundwasserfassung dar.



### Horizontalfilterbrunnen

Das Grundwasser wird durch Horizontalfilterstränge gefasst, welche von einem vertikalen breiten Fassungsschacht aus horizontal in den Grundwasserleiter gebohrt werden. Die Länge solcher Horizontalfilterstränge kann bis mehrere 10 m betragen.



### Quelfassung

In einer Quelfassung wird der natürliche Grundwasseraustritt in einem speziellen Bauwerk gefasst, zum Beispiel mit einem mehr oder weniger horizontal liegenden Fassungstrang aus gelochten Filterrohren, welcher in eine Brunnenstube mündet. Das Wasser tritt in der Regel in freiem Gefälle vom Grundwasserleiter in den Fassungstrang über und wird in die Brunnenstube geleitet.

[ Quelle: BAFU, Sektion Grundwasserschutz. Author: Raphael Volery ]

## Qualitativer und quantitativer Zustand

Die grossen Grundwasserleiter des Kantons stellen die wichtigsten heutigen und künftigen Trinkwasservorräte dar:

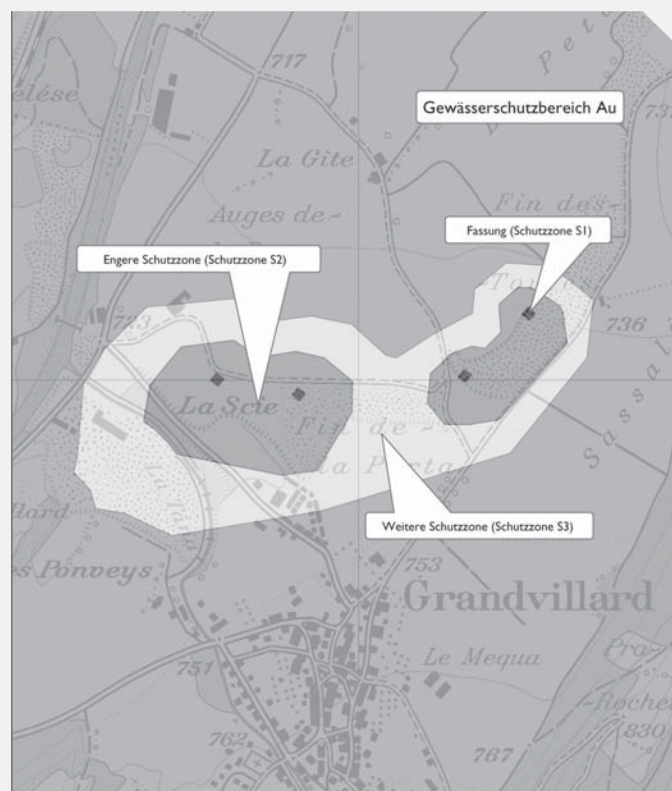
Die Schweiz gilt als das Wasserschloss Europas, und der Kanton Freiburg ist reich an Wasservorkommen. Man könnte durchaus behaupten, wir hätten keine Probleme mit der Wasserversorgung. Ende März 2006 waren die Niederschläge der vergangenen 30 Monate allerdings um etwa 30% weniger ergiebig als im langjährigen Durchschnitt. Dies hatte zur Folge, dass die Grundwasserspiegel und die Abflussmenge der Quellen gesunken sind. Obwohl wir uns noch nicht in einer kritischen Lage befanden, ist diesem Umstand in der Planung der Wasserversorgung des Kantons die gebührende Aufmerksamkeit zu widmen.

Die Qualität des verwendeten Grundwassers verursacht den meisten Gemeinden im Kanton keine grösseren Probleme. Allerdings werden die zulässigen Nitratgrenzwerte (40 mg NO<sub>3</sub> pro Liter) in einigen Gemeinden im nordwestlichen Teil des Kantons überschritten, was mit der intensiven Landwirtschaft und der geologischen Beschaffenheit des Untergrunds zusammenhängt. Diese Gemeinden mussten beträchtliche Summen für die Aufbereitung ihres Wassers investieren oder sich an andere Versorgungsnetze ohne derartige Probleme anschliessen, um ihre Bevölkerung mit Trinkwasser einwandfreier Qualität versorgen zu können. Andere Wasservorräte sind durch Nitratgehalte nahe des erlaubten Grenzwertes bedroht; die betroffenen Gemeinden müssen mit hohen finanziellen Belastungen rechnen, um die entsprechend notwendigen Schutzmassnahmen zu treffen.

## Das Grundwasser von Grandvillard: Alternativlösung und Trinkwasserreserve für den Kanton

In Grandvillard befindet sich das grösste Grundwasservorkommen des Kantons. Es wird künftig von der Aktiengesellschaft Eau Sud SA genutzt, die das Grundwasser mit 4 Filterbrunnen fasst.

Die Nominalkapazität dieses Grundwasservorkommens beträgt ca. 18'000 l/Min und würde ausreichen, um den Trinkwasserbedarf von etwa 100'000 Personen zu decken. Die der Eau Sud AG erteilte Konzession beschränkt jedoch die Fördermenge auf 12'000 l/Min, d.h. auf die Menge, die gegebenenfalls die Fassung von Pont du Roc in Charmey ersetzen könnte. Damit verfügt der Kanton in Grandvillard über eine gute Wasserreserve für die Entwicklung der Kantonsbevölkerung, was ganz im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung ist.





# 2

## Ergriffene Massnahmen

### Schutz der Wasserressourcen gegen krankheitserregende Mikroorganismen und Kohlenwasserstoffe: Gewässerschutzbereiche und -zonen

Das im Boden versickernde Niederschlagswasser kann durch verschiedene Substanzen verschmutzt werden und somit das Grundwasser langfristig verunreinigen. Die Erneuerung eines Grundwasserleiters kann mehrere Jahre dauern, je nach der Beschaffenheit des Untergrunds, welche die Wasserzirkulation verlangsamen kann. Deshalb müssen die Trinkwasserreservoirs geschützt werden. Zu diesem Zweck wird das Kantonsgebiet je nach geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen in Gewässerschutzbereiche aufgeteilt. Diese werden reglementiert und es werden Massnahmen ergriffen, um Verschmutzungen der Oberflächengewässer und des Grundwassers zu verhindern (Dünger, Kohlenwasserstoffe, Pestizide und andere Pflanzenschutzmittel). Ausserdem werden mittels gesetzlich geregelten Verfahren Schutzzonen (sogenannte S-Zonen) rund um die Wasserfassung und die nutzbaren Grundwasservorkommen geschaffen. Die Massnahmen und Nutzungsbeschränkungen sind in einem entsprechenden und ebenfalls zu legalisierenden Schutz-zonenreglement geregelt.

Bei den Schutz-zonen zeigt sich, dass seit 1998 bis heute deutlich mehr Fassungen legalisiert worden sind:

- 85 % der wichtigen öffentlichen Fassungen befinden sich in genehmigten oder im Genehmigungsverfahren begriffenen Grundwasserschutz-zonen S1 bis S3 (70% im Jahr 1998).
- Die restlichen 15% sind erst durch provisorische Schutz-zonen S gesichert.

### Schutz der Wasserressourcen gegen die Verunreinigung durch Nitrat und Pflanzenschutzmittel: die Zuströmbereiche Zu

Die Massnahmen zum Schutz der Fassunggebiete sind zwar wirksam gegen krankheitserregende Mikroorganismen und Kohlenwasserstoffe, können aber die Belastung des Grundwassers durch Nitrate und Pflanzenschutzmittel nicht verhindern. Die Verschmutzung durch Nitrate ist hauptsächlich auf das Versickern von mit Dünger belastetem Wasser zurückzuführen. Auf demselben Weg gelangen auch Pflanzenschutzmittel in das Grundwasser. Gegen diese Art der Verschmutzung hat der Bund Massnahmen ergriffen, die in Artikel 62a des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) geregelt sind: Es werden sogenannte «Zuströmbereiche Zu» ausgeschieden werden, in denen auf mindestens 90 % der Oberfläche besondere Massnahmen zu ergreifen sind (der Zuströmbereich Zu umfasst das Gebiet, aus dem etwa 90% des Grundwassers stammen, das zu einer Grundwasserfassung gelangt). Diese Massnahmen, die auch die Betriebsstruktur beeinflussen können, bewirken Nutzungseinschränkungen, vor allem für Düngestoffe und Pflanzenschutzmittel, und können Ertrags-einbussen zur Folge haben. Der daraus für die Landwirte resultierende Einkommensverlust wird vollumfänglich abgegolten, wobei der Bund 80 % der entsprechenden Kosten übernimmt.

Der Rest wird zu gleichen Teilen unter dem Inhaber der Wasserrechte und dem Kanton aufgeteilt.

Der Kanton ist diesem Programm spontan beigetreten und gilt in der Schweiz als beispielhaft. Er hat sich 2001 als vorläufiges Ziel gesetzt, 15 solche Standorte zu sanieren. Die damit geschützten Grundwassermengen entsprechen einem Viertel des gesamten jährlichen Wasserkonsums des Kantons. Bisher werden die strengeren Schutzmassnahmen an 7 Standorten angewendet und mehrere weitere werden derzeit geprüft.



Der Schutz des Grundwassers im Hinblick auf dessen Nutzung als Trinkwasser verfolgt unter anderem das Ziel, den Nitratgehalt überall unter den Grenzwert von 25 mg/l zu senken, wie es in den gesetzlichen Bestimmungen über den Gewässerschutz vorgesehen ist. Dieses ökologische Qualitätsziel geht weiter als der Grenzwert von 40 mg/l für Trinkwasser.

### Schutz der Wasserressourcen gegen den potenziellen Eintrag von organischen Schadstoffen

Der Bund hat lange Zeit die Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft gefördert. Diese im Kanton weit verbreitete Praxis unterlag stets einer strengen Kontrolle, vor allem wegen der Schwermetallbelastung. Die im Klärschlamm enthaltenen Nährstoffe dienen somit für zahlreiche landwirtschaftliche Böden als Zusatzdünger. Doch die Ausgangslage hat sich geändert und der Bund hat in Anwendung des Vorsorgeprinzips beschlossen, die entsprechenden gesetzlichen Grundlagen zu ändern. Die Ausbringung von Klärschlamm wird ab dem 1. Oktober 2006 verboten, da dieser pathogene Organismen wie etwa Prionen oder schwer bestimmbare Mikroschadstoffe enthalten könnte, über deren Langzeitwirkungen nichts bekannt ist (Reste von Arzneimitteln, Kosmetika usw.). Die Gemeinden haben ihre Entsorgungswege bereits vor der auf 2006 geplanten Inbetriebnahme der Klärschlammverbrennungsanlage (IBS) in Châtillon geändert: Wurde im Jahr 2000 noch 96% des Klärschlammes über die Landwirtschaft entsorgt, so war es im Jahr 2004 nur noch 38% von insgesamt 140'000 m<sup>3</sup> Klärschlamm.

### Überwachungsnetz

Der Kanton verfügt über ein breit angelegtes Programm zur Überwachung seiner Wasservorräte, welches das gesamte Kantonsgebiet und die verschiedenen geologischen Substrate umfasst.

NAQUA	18 Messstellen des nationalen Netzes zur Beobachtung der Grundwasserqualität (Temperatur, Leitfähigkeit, gelöster Sauerstoff, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Pestizide, MTBE, Wasserstand)
Wichtige Grundwasserleiter	30 Messstellen des kantonalen Beobachtungsnetzes (Temperatur, Leitfähigkeit, pH, gelöster Sauerstoff, Nitrat, Nitrit, Ammonium, DOC, Sulfat, AOX, Pestizide, Verhältnis Wasserstand/Abflussmenge)
Zu	7 Beobachtungsstandorte für Zuströmbereiche von öffentlichen Fassungen (beobachtete Parameter: Temperatur, Leitfähigkeit, Nitrat, Abflussmenge)

### Vorsorge in der Landwirtschaft: Lagerung des Hofdüngers

Gegenwärtig zählt der Kanton etwa 3'700 landwirtschaftliche Betriebe mit Nutztieren (gegenüber 4'600 im Jahr 1998). 80% davon wurden bis Ende 2005 mit passenden Anlagen zur Lagerung von Hofdünger ausgerüstet (insgesamt 800'000 m<sup>3</sup>, gegenüber 550'000 m<sup>3</sup> im Jahr 1998). Dank dieser Anlagen sind diese Betriebe in der Lage, den Dünger dann auszubringen, wenn die Pflanzen ihn aufnehmen können. Dadurch wird die Gefahr einer Gewässerverschmutzung auf ein Minimum reduziert.

Die diesbezüglichen Anstrengungen des Kantons und der Landwirtschaft sind von besonderer Bedeutung, wurden doch zwischen 1985 insgesamt Investitionen der Grössenordnung von 200 Mio Fr. getätigt, wovon der Anteil des Kantons 40% beträgt. Die Lagerkapazitäten für Hofdünger sind jedoch noch immer nicht genügend, so dass die Landwirte ohne korrekt bemessene Jauchegruben oder Mistplätzen die Jauche oder den Mist auch dann ausbringen, wenn die Verhältnisse ungünstig sind, etwa auf verschneitem, gefrorenem oder stark wassergesättigtem Boden oder während der Vegetationspause. Das führt zu einer Verschmutzung des Grundwassers (Versickern von Stoffen, die von den Pflanzen nicht assimiliert werden können) und der Oberflächengewässer (direkter Oberflächenabfluss oder indirekt über das Entwässerungsnetz).

Zur Lösung dieses Problems hat der Staatsrat Anfang 1998 Fristen für die Fertigstellung der noch zu bauenden Güllegruben festgelegt. Somit werden die Landwirte bis 2007 Jauchegruben mit einem Fassungsvermögen von insgesamt ca. 100'000 m<sup>3</sup> bauen. Allerdings werden noch grosse Anstrengungen zur Sensibilisierung für den Umweltschutz unternommen werden müssen, damit Dünger auch in Zukunft nicht bei ungünstigen Verhältnissen ausgebracht wird.

### Kontrolle der Lageranlagen für wassergefährdende Flüssigkeiten

In unserem Kanton gibt es etwa 49'000 Behälter oder Tanks, in denen ca. 830 Millionen Liter Mineralölprodukte und andere wassergefährdende Stoffe gelagert werden können (Heizöl- und Benzintanks, Grosslager für Mineralölprodukte usw.). Angesichts des hohen Gefährdungspotenzials dieser Stoffe für das Trinkwasser (1 Liter ausgelaufenes Heizöl reicht aus, um 1 Million Liter Trinkwasser ungeniessbar zu machen), werden diese Tanks alle 10 Jahre kontrolliert und revidiert. Dank dieser Kontrollen kommt es nur sehr selten zu einer Gewässerverschmutzung durch Mineralölprodukte.

### Die Düngerbilanz

Bevor Dünger in der Landwirtschaft ausgebracht werden kann, muss eine Düngerbilanz erstellt werden; diese gehört zu den ökologischen Leistungen, die für den Bezug von Direktzahlungen verlangt werden. Anhand der Düngerbilanz soll gezeigt werden, dass kein überschüssiger Phosphor und Stickstoff ausgebracht wird. Die zulässige Phosphor- und Stickstoffmenge bemisst sich nach dem Pflanzenbedarf und dem betrieblichen Produktionspotenzial (Hofdünger). Landwirte, die im Verhältnis zur düngbaren Fläche ihres Betriebs zu viele Nutztiere besitzen (zulässige Obergrenze für den Viehbestand im Talgebiet: 2.5 DGVE/ha), müssen mit anderen Landwirten, deren Viehbestand unter der zulässigen Obergrenze liegt, Verträge für die Abnahme von Hofdünger abschliessen.





# 2

## Bilanz und Ausblick

Für die Massnahmen im Grundwasserschutz kann kurzgefasst folgende Bilanz gezogen werden:

Grundwasser	Erfolge	Ungenügende Ergebnisse
<b>Bereiche und Zonen S</b>	85 % der wichtigen öffentlichen Fassungen befinden sich in einer Grundwasserschutzzone S1 bis S3, die genehmigt ist oder sich im Genehmigungsverfahren befindet; die restlichen 15 % sind durch provisorische Schutzzone S gesichert.	
<b>Nitrate und Pflanzenschutzmittel</b>	Die Resultate aus den sieben Einzugsgebieten (Zuströmbereiche Zu) des Kantons, in denen gezielte Massnahmen ergriffen wurden, lassen darauf schliessen, dass die Nitratbelastung in den Fassungen sinkt.	In einigen Gemeinden im nordwestlichen Teil des Kantons werden die zulässigen Grenzwerte für den Nitratgehalt noch überschritten.
<b>Klärschlamm</b>	Die Gemeinden werden ab 2006 den Klärschlamm aus den ARA in der neuen Verbrennungsanlage für Klärschlamm in Châtillon entsorgen können (Verbot der Ausbringung von Klärschlamm in der Landwirtschaft ab dem 1. Oktober 2006).	
<b>Lagerung des Hofdüngers</b>	80% der landwirtschaftlichen Betriebe sind mit geeigneten Anlagen zur Lagerung von Hofdünger ausgerüstet (gegenüber 33% im Jahr 1998).	Die Lagerkapazitäten für Hofdünger sind jedoch noch immer ungenügend, um sicherzustellen, dass der Hofdünger nur dann ausgebracht wird, wenn die Pflanzen ihn aufnehmen können.
<b>Wassergefährdende Flüssigkeiten</b>	Dank der Kontrollen, anlässlich derer allfällige technische Unzulänglichkeiten entdeckt und entsprechende Sanierungsmassnahmen getroffen werden können, lassen sich bedeutende Verschmutzungsrisiken verhindern.	Die technischen Unzulänglichkeiten sind noch zu zahlreich und müssen in den Schutzzone unbedingt behoben werden.

Die bisher ergriffenen Massnahmen müssen weitergeführt und folgendermassen ergänzt werden:

- Kantonale Planung der Bewirtschaftung der Wasservorkommen
- Fortsetzung der Abgrenzung der Zuströmbereiche Zu im Rahmen der Programme zur Senkung der Nitratbelastung
- Bis 2007 soll der angestrebte Schutz der Trinkwasserfassungen und der grossen Trinkwasservorkommen (Schutzzone S) realisiert sein
- Regelmässige Kontrolle der Tankanlagen für Kohlenwasserstoffe in besonders gefährdeten Gewässerschutzbereichen und in den Grundwasserschutzarealen und Grundwasserschutzzone S
- Sorgsamer Umgang mit dem Trinkwasser
- Öffentlichkeitsarbeit

## Abwasserreinigung und Vorsorgemassnahmen

### Die Klärung der Siedlungsabwässer

#### Die Abwasserreinigungsanlagen

Zur Klärung der Siedlungsabwässer hat der Kanton Freiburg ein Netz von 29 ARA aufgebaut. 19 ARA werden von überkommunalen Abwasserverbänden, die anderen von einer Gemeinde allein betrieben. Daneben sind einige Gemeinden an ARA angeschlossen, die sich auf dem Gebiet der Kantone Bern oder Waadt befinden.

Diese ARA sind so dimensioniert, dass sie alle Abwässer reinigen können, die im Kanalisationsbereich der Gemeinden anfallen. Bauernhöfe in der Landwirtschaftszone und einige Bauten ausserhalb der Bauzonen sind nicht an diese ARA angeschlossen und müssen die von ihren Bewohnern produzierten Abwässer selbst reinigen.

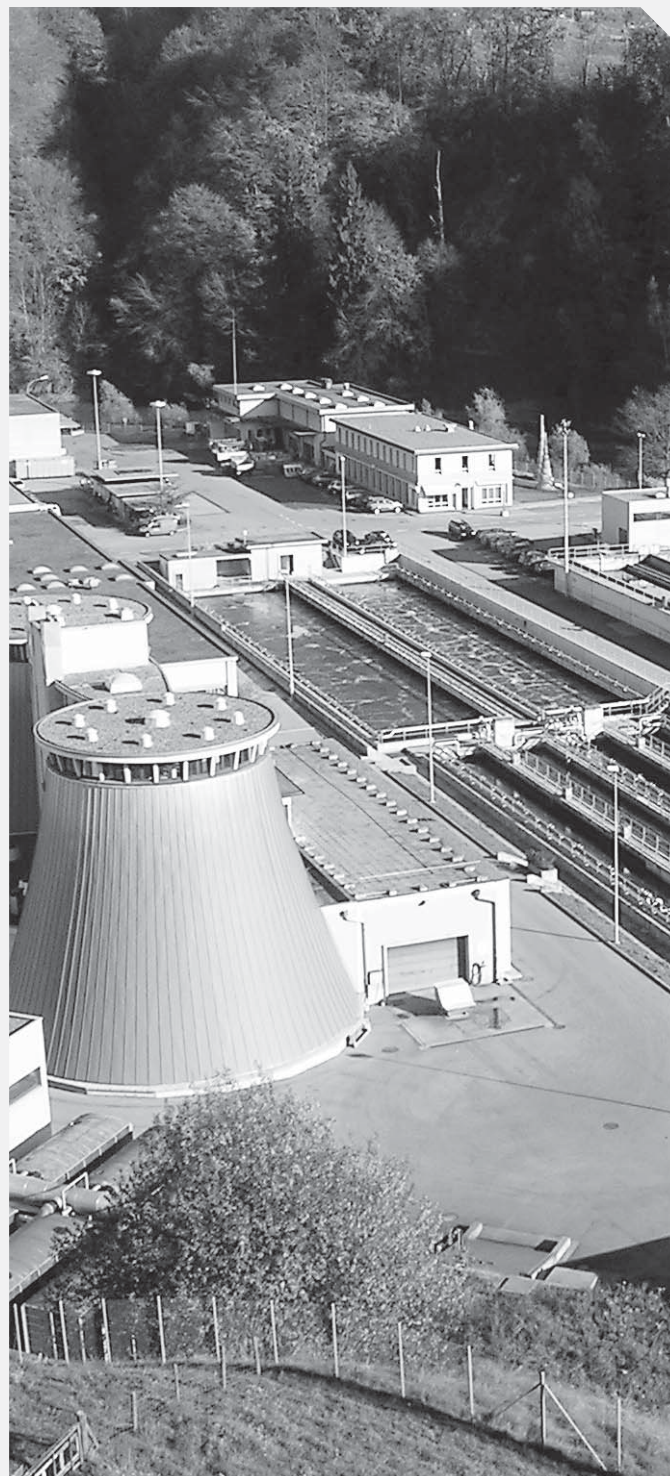
#### Das Kanalisationsnetz

Im Kanton Freiburg sind heute lediglich drei Gemeinden noch nicht an eine zentrale ARA angeschlossen (Autafond, Pierrafort-scha, Prévondavaux), während es im Jahr 1998 noch 36 Gemeinden waren. Somit wurden in den vergangenen Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen, um die Gemeinden an eine zentrale ARA anzuschliessen. Da die Subventionsbeiträge für Abwasserableitungsanlagen und ARA nach dem 30. September 1997 (letztes Datum für das Einreichen von Subventionsgesuchen) abgeschafft wurden, waren die Gemeinden daran interessiert, die nötigen Arbeiten vor diesem Stichdatum zu planen bzw. abzuschliessen.

Gegenwärtig sind etwa 93% der Bevölkerung an eine zentrale ARA angeschlossen. Industrie und Gewerbe erreichen einen höheren Anschlussgrad (ca. 98%), da die Unternehmen gewöhnlich in den Agglomerationen angesiedelt sind.

#### Sanierung der nicht anschliessbaren Wohnungen

Trotz aller Anstrengungen werden etwa 6% der Bevölkerung kaum je an eine zentrale ARA angeschlossen sein. Dabei handelt es sich zum einen um landwirtschaftliche Betriebe, die ihre Haushaltabwässer in die entsprechend bemessenen Jauchegruben einleiten (4%), und zum anderen um Wohnungen, die ausserhalb der Bauzonen liegen und deren Anschluss an eine ARA unverhältnismässig teuer zu stehen käme (2%). Diese Wohnungen müssen jedoch an private Kleinkläranlagen angeschlossen werden. Zurzeit gibt es rund fünfzig Kleinkläranlagen, die dem Stand der Technik entsprechen. Es müssten aber noch 2'000 dieser Anlagen eingerichtet werden, um das Sanierungsziel aus der Sicht des Gewässerschutzes erreichen zu können.



# 2

## Erneuerung der Anlagen

Die bis heute in unserem Kanton für den Gewässerschutz getätigten Investitionen (Abwasserreinigungsanlagen, spezielle Anlagen und Kanalisationsnetz) liegen in einer Grössenordnung von etwa 1.7 Milliarden Fr. Diese Anlagen altern - die meisten wurden bereits vor mehreren Jahrzehnten in Betrieb genommen -, was bedeutet, dass man ihren Betrieb durch einen sorgfältigen Unterhalt gewährleisten oder einen Ersatz in Betracht ziehen muss, wenn sie sich als veraltet erweisen.

Die Gemeindereglemente müssen übrigens schon heute entsprechend angepasst werden, damit die finanziellen Mittel für die Erneuerung der Gewässerschutzinfrastrukturen früh genug sichergestellt werden können.

## Der Wirkungsgrad der ARA

Damit gereinigte Abwässer in Fliessgewässer oder Seen eingeleitet werden können, müssen sie bestimmten Qualitätsanforderungen entsprechen. Für den einwandfreien Betrieb der ARA muss der Wirkungsgrad der Anlage und die Wasserqualität im Auslauf kontrolliert werden. Anhand der Eliminationsrate für die Belastung mit organischem Kohlenstoff (ausgedrückt durch den biochemischen Sauerstoffbedarf BSB<sub>5</sub>) und mit Gesamtphosphor lässt sich der Wirkungsgrad einer ARA gut beurteilen.

Aufgrund der durch das Amt für Umwelt (AfU) regelmässig durchgeführten Analysen der Abwässer, die in die ARA gelangen, lässt sich feststellen, dass es sich bei einem grossen Teil davon um unverschmutztes Wasser (Sauberabwasser) aus Drainagen, Brunnen, Reservoirüberläufen, Kühlkreisläufen und sogar aus dem Grundwasser, welches über undichte Kanalisationsleitungen einfließt, handelt. Dieses unverschmutzte Wasser beeinträchtigt den Wirkungsgrad der Abwasserreinigungsanlagen erheblich. Die Schmutzlast, die aus diesen ARA in die Gewässer gelangt, ist bedeutend grösser als erwartet und ist denn auch einer der Hauptgründe für den unbefriedigenden Zustand der Oberflächengewässer des Kantons (und, wenn auch in einem geringeren Masse, des Grundwassers).

Seit 1998 wird bezüglich dem Wirkungsgrad der ARA stets das gleiche Fazit gezogen. Die Bemühungen der Gemeinden und vor allem die Umsetzung der GEP-Resultate werden jedoch eine Verbesserung bringen, vor allem durch eine systematische Trennung von unverschmutztem und verschmutztem Abwasser.

## Die Generellen Entwässerungspläne (GEP)

Der GEP ist ein unverzichtbares Basisinstrument für die finanzielle und technische Planung und die Realisierung der Gewässerschutzinfrastrukturen. Der generelle Entwässerungsplan umfasst folgende Massnahmen:

- Ermittlung des Zustands der Kanalisationen und Abschätzung der Kosten für deren Reparatur sowie für den Werterhalt der Anlagen;
- Beurteilung des Verschmutzungsgrads der Fliessgewässer und Bestimmung der Massnahmen, die ergriffen werden müssen, damit der Schadstoffeintrag in die natürliche Umgebung möglichst gering ist;
- Planung der in den verschiedenen Bauzonen zu realisierenden Entwässerungsmassnahmen (Versickerung, Rückhaltung, Trenn- oder Mischsystem), mit Abschätzung der Kosten;
- Bestimmung der Art der Abwasserbehandlung bei Wohnbauten, die ausserhalb der Bauzonen liegen.

Die teilweise vom Bund und vom Kanton subventionierten GEP werden derzeit von den Gemeinden und Abwasserreinigungsverbänden erstellt: bisher wurden rund fünfzig GEP genehmigt oder stehen kurz davor; das AfU schätzt, dass alle GEP bis Ende 2008 genehmigt sein werden.

## Vorsorge und Vorbehandlung von Brauchwasser aus Industrie und Gewerbe

Viele menschliche Tätigkeiten können für das Wasser eine direkte oder indirekte Bedrohung darstellen, namentlich wenn dabei Produkte und Substanzen verwendet werden, die das Wasser verschmutzen. Deshalb überprüft das AfU im Rahmen der verschiedenen Bewilligungsverfahren die Einhaltung der vorsorglichen Bestimmungen zum Schutz der Gewässer.

Im Kanton gibt es ca. 3'000 Industrie- und Gewerbebetriebe, welche Abwässer produzieren, die nicht gleich wie die Abwässer aus privaten Haushalten behandelt werden können. Sie enthalten Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle und andere für die Wasserflora und -fauna schädliche Stoffe, die in den zentralen ARA nur zum Teil behandelt werden können. Diese Abwässer müssen somit am Produktionsort vorbehandelt werden. Dies erfolgt gegenwärtig erst bei etwa 40% der Betriebe (gegenüber 10% im Jahr 1998).



## Bilanz und Ausblick

Aus den im vorangegangenen Kapitel gemachten Feststellungen lässt sich schliessen, dass zwar seit 1998 zahlreiche Verbesserungen erfolgten, dass aber die Ziele noch nicht erreicht sind. Die Situation präsentiert sich kurzgefasst folgendermassen:

Abwasserreinigung	Erfolge	Ungenügende Ergebnisse
<b>Baulicher Gewässerschutz</b>	<p>Der Kanton Freiburg ist mit einem Netz von 29 Abwasserreinigungsanlagen ausgestattet.</p> <p>In den vergangenen Jahren wurden grosse Anstrengungen unternommen, um die Gemeinden an eine zentrale ARA anzuschliessen.</p>	<p>Die grosse Menge von unverschmutztem Wasser, welches in die ARA gelangt, beeinträchtigt deren Wirkungsgrad ganz erheblich.</p> <p>Das Anschlussnetz an die zentralen ARA ist noch nicht fertig gestellt.</p> <p>Die meisten nicht anschliessbaren Wohnungen müssen noch saniert werden.</p> <p>Da gewisse Gewässerschutzbauten (ARA, spezielle Anlagen und Kanalisationsnetz) veraltet sind, wird man für einen sorgfältigen Unterhalt oder gar deren Erneuerung sorgen müssen.</p> <p>Zu wenige Gemeinden haben den Wasserpreis den Bedingungen des Bundes angepasst (Äufnung von Reserven für die Erneuerung der Anlagen).</p>
<b>Industrieabwasser</b>	<p>Bei den Baubewilligungsverfahren für Industrieanlagen überwacht das AfU die Einhaltung der vorsorglichen Gewässerschutzbestimmungen.</p>	<p>60% der Industrie- und Gewerbebetriebe, welche Abwässer produzieren, die nicht gleich wie Abwässer aus privaten Haushalten behandelt werden können, sind nicht mit einer Anlage zur Abwasservorbehandlung ausgerüstet.</p>

Mehrere Massnahmen müssen ergriffen werden, damit diese Ziele langfristig, d.h. bis etwa ins Jahr 2030, erreicht werden können.

### Richtige Ableitung des Sauberabwassers

Mit Hilfe des GEP werden die Gemeinden in der Lage sein, über die Trennung von unverschmutztem und verschmutztem Abwasser und den Unterhalt der Kanalisationen zu entscheiden. Die damit verbundenen Investitionen werden auf mehrere Dutzend Millionen Franken geschätzt, die von den Gemeinden getragen werden müssen. Dieser nicht beträchtliche Aufwand ist nötig, um die Wirksamkeit der Anlagen langfristig zu sichern.

### Fertigstellung des ARA-Anschlussnetzes

In den an eine zentrale ARA angeschlossenen Gemeinden müssen die Arbeiten weitergeführt werden. Einige Quartiere oder sogar ganze Dörfer sind noch nicht am Kanalisationsnetz angeschlossen. Berücksichtigt man die laufenden und geplanten Arbeiten, so kann davon ausgegangen werden, dass der Anschlussgrad bis Ende 2010 ca. 94 % betragen wird.

### Finanzierung der Erneuerung von Anlagen

Gemäss Bundesrecht muss der Ersatz von Abwasserreinigungsanlagen zu 100% mit Gebühren oder Abgaben nach dem Verursacherprinzip finanziert werden. Da der grösste Teil der kommunalen Investitionen von den angeschlossenen Flächen abhängt, ist es angebracht, eine ebenfalls im Verhältnis zu den angeschlossenen Flächen bemessene Grundgebühr zu erheben, um die regelmässige Erneuerung dieser Anlagen zu gewährleisten.

### Vorbehandlung des Industrieabwasser

Bisher sind Industrie- und Gewerbebetriebe nur dann saniert worden, wenn Baugesuche eingereicht wurden. Das Ergebnis ist entsprechend unbefriedigend. Um den Sanierungsprozess zu beschleunigen, wird gegenwärtig die Möglichkeit geprüft, gewisse Arbeiten wie die Beratung und Kontrolle Privaten anzuvertrauen.



Ist es nicht seltsam, dass wir viele Dinge erst richtig sehen, wenn wir unsere Augen schliessen und manchmal ein dunkler Schatten etwas erst ins richtige Licht rückt? Oft gehe ich joggen, den Mühlebach entlang. Der Bau der nahen Autobahn hat die Verlegung und Vertiefung desselben durch riesige Erdverschiebungen notwendig gemacht. Ein Biber, der da seinen Bau erstellt und den Bach gestaut hat, ist für mich Sinnbild für die Kraft der Natur, sich auch in Mikronischen zu behaupten.

Schon frage ich mich, wer ihn wohl schützen hilft, wenn etwas weiter oben eine Überbauung realisiert wird ?

Solange eine Ader in mir schlägt, wird sich meine Zuversicht, trotz Vogelgrippe, Feinstaub, Mobilfunkstrahlen oder Rückgang der Biobauern, nähren durch den wichtigen Einsatz von Pro Natura, WWF, dem Wildhüter und zahlreichen anderen Naturfreunden, die erkannt haben, dass wir die Natur brauchen und nicht umgekehrt !

René Fürst  
Präsident Klub für Umwelt des Grossen Rates

## Oberflächengewässer: Fliessgewässer und Seen

Das Gewässernetz des Kantons besteht aus:

- 15 Haupt- oder Zwischeneinzugsgebieten;
- 8 Seen, davon 3 grössere (Murten-, Greyerzer- und Schifensee).

### Qualitativer Zustand der wichtigsten Fliessgewässer des Kantons

Der qualitative Zustand eines Fliessgewässers hängt von folgenden Faktoren ab:

- den Abwassereinleitungen
- diffusen Verschmutzungen
- der Wasserkraftnutzung
- der Siedlungsentwässerung
- dem Hochwasserschutz
- den Uferverbauungen

Ein Fliessgewässer gilt als Lebensraum, der zu schützen ist, und zwar nicht nur das Wasser selber, sondern auch das Fluss- oder Bachbett, das Ufer und die Fauna und Flora.

Bis 1998 erfolgte die Qualitätsbeurteilung der Fliessgewässer im Wesentlichen anhand der Prüfung ihres Gesundheitszustands mit Hilfe der Bioindikation, ergänzt mit herkömmlichen physikalisch-chemischen Analysen. 88 Fliessgewässer des Kantons wurden mit diesem Verfahren zweimal untersucht, nämlich von 1981 bis 1984 und von 1991 bis 1995. Eine dritte Messkampagne wurde 2004 gestartet, und bis Ende 2005 wurden die Daten aus 5 Einzugsgebieten auf den neusten Stand gebracht (Arbogne, Bibera, Chandon, Petite Glâne, Sonnaz-Crausa). Diese Fliessgewässer erreichen insgesamt eine Länge von 605 km, auf der 442 Messstellen verteilt sind. Die Resultate der Probenanalysen zeigten, dass trotz der umfangreichen Sanierungsarbeiten nach wie vor fast die Hälfte dieser Fliessgewässer einen schlechten bis sehr kritischen Zustand aufweist!

Der Zustand der Fliessgewässer hängt jedoch nicht allein von ihrer Verunreinigung durch Abwasser ab, sondern zu einem guten Teil auch von Veränderungen ihres Wasserhaushalts, beispielsweise in Zusammenhang mit der Wasserkraftnutzung, der Siedlungsentwässerung und dem Hochwasserschutz. Die Lebensgemeinschaften im Wasser reagieren empfindlich auf die Morphologie und die Hydrologie sowie auf die Gewässerqualität.

Um sämtliche Phänomene zu berücksichtigen, die bei der Beurteilung der Qualität eines Fliessgewässers eine Rolle spielen, hat der Bund im Jahr 1998 zur Handen der Kantone ein Modul-Stufen-Konzept entwickelt. Für dieses Konzept werden verschiedene Methoden bzw. verschiedene Module angewandt, um den Zustand der Bäche und Flüsse in den drei Bereichen Hydrody-

namik und Morphologie, Biologie sowie Chemie und Ökotoxikologie zu beurteilen.

Das Modul-Stufen-Konzept ist unterteilt in drei Stufen unterschiedlicher Untersuchungsintensität; somit können die Erhebungen je nach Bedarf und Zielsetzung mehr oder weniger detailliert ausgeführt werden:

F: Region	Flächendeckende Erhebung aller Fliessgewässer einer Region; wenige Schlüsselparameter; relativ geringe Untersuchungstiefe, geringer Aufwand pro Analyseprobe
S: Fliessgewässer	Systembezogen, d.h. ganze Fliessgewässer mit ihren Zuflüssen; grössere Anzahl an Parametern, weiter gehende Untersuchungstiefe; mittlerer Aufwand pro Analyseprobe
A: Abschnitte	Abschnittsbezogen, d.h. bestimmte Bereiche eines Fliessgewässers; gezielte Analysen für die Beantwortung von Detailfragen, lokal erheblicher Aufwand pro Analyseprobe.

Der Kanton Freiburg hat sich für 3 Module entschieden, die zwischen den Stufen F und S angesiedelt sind: die Ökomorphologie, die wirbellosen Kleinlebewesen am Gewässergrund (Makrozoobenthos) und der physikalisch-chemische Bereich in Form von Schadstoffbilanzen.

Stufe	Hydrodynamik und Morphologie	Biologie	Chemische und toxische Effekte
	Ökomorphologie	Makrozoobenthos	Wasserchemie
<b>F</b>	Erhebung der morphologischen Beeinträchtigungen mit wenigen aussagekräftigen Parametern, Identifikation der Durchgängigkeitsstörungen, abschnittsweise Beurteilung der Naturnähe	Einfache Erhebungen und Beurteilung auf feldtauglichem taxonomischem Niveau	Stichprobeweise Bestimmung anthropogener Belastungen mit wenigen Parametern
<b>S</b>	Systembezogene Defizitanalyse, Entwicklung von Massnahmenplänen mit Angabe von Prioritäten	Vergleich der vorkommenden Taxa mit Bezugsgewässern	Untersuchung einer Vielzahl von Belastungsparametern
<b>A</b>	z.B. detaillierte Untersuchungen von Auen	z.B. detaillierte Untersuchungen auf Artniveau einschliesslich der zeitlichen Dynamik	z.B. Spezialanalysen

### Ökomorphologische Erhebungen

Unter dem Begriff Ökomorphologie versteht man die strukturelle Ausprägung eines Gewässers und dessen Uferbereichs: die Morphologie der Gewässer, die wasserbaulichen Massnahmen und die Umgebungsbedingungen (Bauten, Vegetation). Die natürliche Beschaffenheit eines Fließgewässers wird anschliessend anhand von fünf ausgewählten Kriterien beurteilt:

- der Fluss- oder Bachsohlenbreite
- der Variabilität der Wasserspiegelbreite
- der Verbauung der Sohle
- der Verbauung des Böschungsfusses
- der Breite und Beschaffenheit des Uferbereichs

Diese Erhebungen erfolgen durch regelmässige Begehungen der Fließgewässer, vorzugsweise vom Frühjahr bis zum Herbst.

Aufgrund der ökomorphologischen Gegebenheiten wird das Fließgewässer in Abschnitte eingeteilt; innerhalb dieser Abschnitte bleiben die betrachteten Merkmale gleich. Sobald ein Merkmal wechselt, beginnt ein neuer Abschnitt.

Jedem Merkmal werden anschliessend je Abschnitt oder je Fließgewässer Punkte zugeteilt, jeweils entsprechend seinem mehr oder weniger naturnahen Zustand. Dabei werden sowohl das Merkmal wie auch seine Bedeutung gewichtet. Anhand der erreichten Gesamtpunktzahl werden dann die Abschnitte klassifiziert. Die Bewertungsklassen werden wie folgt bestimmt:

Punktesumme	Klasse	Ökologischer Zustand
0 et 1	I	natürlich / naturnah
2 à 5	II	wenig beeinträchtigt
6 à 9	III	stark beeinträchtigt
10 à 12	IV	naturfremd / künstlich

### Interpretation der Ergebnisse:

Die meisten Fließgewässer des Kantons, besonders jene im Talgebiet, wurden durch technische Eingriffe merklich verändert, wobei die Eindolung der Gewässer den stärksten Eingriff (ca. 600 km insgesamt) darstellt. Zudem verhindern Hindernisse im Bett der Fließgewässer häufig den Fischaufstieg.

Die heute im Kanton verwendeten Renaturierungstechniken sowie die systematische Bestimmung des Raumbedarfs haben die Situation zahlreicher Fließgewässer zweifellos verbessert.

Trotz allem verfügt der Kanton über zahlreiche naturnah gebliebene Flussabschnitte (etwa 90 km von deren 605 untersuchten).

### Erhebungen der wirbellosen Kleinlebewesen am Gewässergrund (Makrozoobenthos)

Mit dem IBGN (Indice biologique global normalisé) kann die biologische Gewässerqualität mittels einer Untersuchung der Wasserwirbellosen (Makroinvertebraten) global beurteilt werden. Die Makroinvertebraten reagieren sehr sensibel auf Umweltbelastungen; ihr Vorkommen, ihre Verbreitung und Dichte oder ihr Fehlen lassen auf den Gesundheitszustand eines Flusses an einer bestimmten Stelle schliessen.

Der IBGN wird für die jeweilige Messstelle (Gewässerabschnitt) bestimmt. Die Probenahme erfolgt entsprechend den hydrologischen Bedingungen und dem Zustand der durch die verschiedenen Substrate der Gewässersohle gebildeten Habitate.

Wird die Methode auf einen isoliert betrachteten Standort eines Fließgewässers angewendet, so kann mit ihr die globale biologische Gewässerqualität in einer allgemeinen Typologieskala (Qualitätsklassen) eingeordnet werden, mit Ausnahme des Quellbereichs, bestimmter unterer Abschnitte von grossen Fließgewässern und atypischer Lebensmilieus wie kanalisierten Bachläufen. Wendet man die Methode für Vergleichszwecke an (z.B. flussaufwärts und flussabwärts einer Einleitung), so kann man, soweit sich dies mit dieser Methode messen lässt, die Auswirkungen einer Störung im Zielgewässer (Vorfluter) ermitteln.

### Interpretation der Ergebnisse:

Die Erhebungsmethode wurde in den letzten zwanzig Jahren erheblich verfeinert. Sie ist heute repräsentativer für den untersuchten Lebensraum, da sie die Substrate des Fließgewässers mit einbezieht, was in den 80-90er Jahren noch nicht der Fall war. Die erhaltenen Ergebnisse sind aber dennoch vergleichbar. Sie zeigen allgemein eine Verbesserung namentlich dank:

- der Revitalisierung und der Neugestaltung gewisser Abschnitte von Fließgewässern,
- dem Ausbau des an die ARA angeschlossenen Kanalisationsnetzes.

Der verlangte Qualitätsstandard ist aber bei weitem noch nicht überall erreicht, weshalb weitere Anstrengungen unternommen werden müssen!



# 2

## Physikalisch-chemische Erhebungen

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Gewässer sind entscheidend für die die darin lebenden Arten; sie müssen daher gründlich und umfassend geprüft werden.

Mit Hilfe der durchzuführenden Studien will man in Erfahrung bringen, ob der Zustand der Gewässer den Zielen und Anforderungen des GSchG sowie den Bestimmungen seiner Ausführungsverordnung (GSchV) entspricht.

Auf der Stufe F sollen mindestens vier Messungen pro Jahr durchgeführt werden, und zwar gleichmässig verteilt über das Jahr. Für die Beurteilung werden mindestens zwölf gemessene Werte beigezogen. Pro Parameter müssen mindestens 80% der erhobenen Messwerte die Zielvorgaben oder Qualitätsanforderungen einhalten.

Die Auswahl der zu analysierenden Parameter beschränkt sich auf die wichtigsten Messgrössen für die Verschmutzung: Orthophosphat, Gesamtposphor, Nitrat, Nitrit, Ammonium und gelöster organischer Kohlenstoff. Parallel dazu ermöglichen die vor Ort gemessenen Parameter wie Temperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Sauerstoff eine erste Beurteilung des Fließgewässers.

Anhand der Analyseergebnisse wird eine Einteilung des Fließgewässers in eine der fünf folgenden Qualitäts- oder Zustandsklassen vorgenommen:

Bewertung	Ortho-P [mg P/l]	Ptot [mg P/l]	Nitrat [mg N/l]	Nitrit [mg N/l]
sehr gut	< 0.02	< 0.04	< 1.5	< 0.02
gut	0.02 < 0.04	0.04 < 0.07	1.5 < 5.6	0.02 < 0.05
mässig	0.04 < 0.06	0.07 < 0.10	5.6 < 8.4	0.05 < 0.075
unbefriedigend	0.06 < 0.08	0.10 < 0.14	8.4 < 11.2	0.075 < 0.10
schlecht	≥ 0.08	≥ 0.14	≥ 11.2	≥ 0.10

Bewertung	Ammonium [mg N/l]	Ammonium [mg N/l]	COD [mg C/l]
Bedingungen	> 10°C ou pH > 9	< 10°C	
sehr gut	< 0.04	< 0.08	< 2.0
gut	0.04 < 0.2	0.08 < 0.4	2.0 < 4.0
mässig	0.2 < 0.3	0.4 < 0.6	4.0 < 6.0
unbefriedigend	0.3 < 0.4	0.6 < 0.8	6.0 < 8.0
schlecht	≥ 0.4	≥ 0.8	≥ 8.0

Die 3 wichtigsten Verschmutzungsindikatoren

### Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)

Der gelöste organische Kohlenstoff kann ein Indikator für den Einfluss menschlicher Tätigkeiten sein. DOC kommt in Fließgewässern natürlicherweise als Folge des Abbaus von organischem Material und der Auswaschung aus Böden vor.

Im Herbst kann der DOC-Gehalt durch den Abbau des in die Gewässer gelangten Blattlaubes erhöht sein. Grössere DOC-Gehalte können somit rein natürliche Ursachen haben.

Entscheidend für eine Beurteilung der Belastung eines Fließgewässers ist dagegen der mitunter deutlich kleinere Anteil der abbaubaren, anthropogen bedingten Fraktion. Ist der natürliche Anteil gross oder weitgehend unbekannt, so wird die Einteilung in eine Beurteilungskategorie problematisch.

### Gesamtposphor (Ptot)

Phosphor gelangt diffus aus der Landwirtschaft und über Abwassereinleitungen und Regenüberläufe (Gewitter) in die Gewässer. Der Ausbau der Abwasserreinigung und das 1986 in Kraft getretene Phosphatverbot in Textilwaschmitteln haben zu einer bemerkenswerten Reduktion des Phosphateintrags in die Oberflächengewässer geführt.

Phosphor ist ein essentieller Nährstoff für die Wasserorganismen. Da er natürlicherweise nur in geringen Mengen in die Gewässer gelangt, ist die Zufuhr aus anthropogenen Quellen bestimmend für das Ausmass des Pflanzenwachstums im Wasser. Dies kann zu einer Eutrophierung des Gewässers führen, die sich in einem starken Wachstum der Wasserpflanzen äussert. Für den Abbauprozess dieser Biomasse wird Sauerstoff verbraucht, was auf Kosten der Tiere und die Wasserlebensgemeinschaften geht.

### Ammonium (N-NH<sub>4</sub>)

Die Ammoniumkonzentrationen geben Aufschluss über die Belastung eines Gewässers durch Haushaltabwässer und durch Einträge aus Erosion und Auswaschung landwirtschaftlich genutzter Gebiete. Für die Beurteilung der Ammoniumkonzentrationen sollten stets auch der pH-Wert und die Wassertemperatur berücksichtigt werden. Denn eine hohe Ammoniumkonzentration mit einem niedrigen pH-Wert wäre für die Wasserflora und fauna nicht gefährlich, wogegen eine schwache Konzentration in Kombination mit einem hohen pH-Wert (> 9) genügen würde, um toxisch zu wirken.

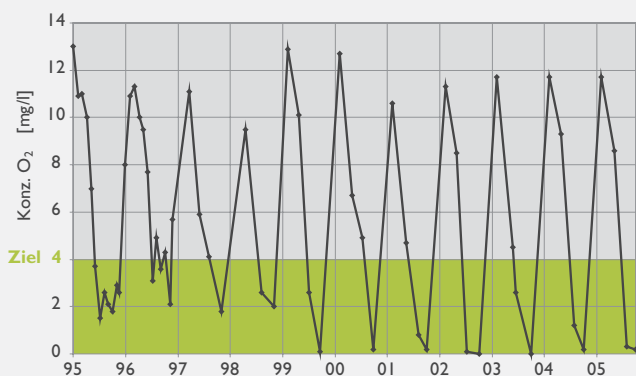
Besonders gefährdet sind auch Gewässerabschnitte, in denen das Wasser langsam fliesst, deren Ufer keinen Schutz vor Sonneneinstrahlung bieten und die eine grössere Primärproduktion aufweisen (Algenrasen, dichte Makrophytenbestände).

### Interpretation der Ergebnisse:

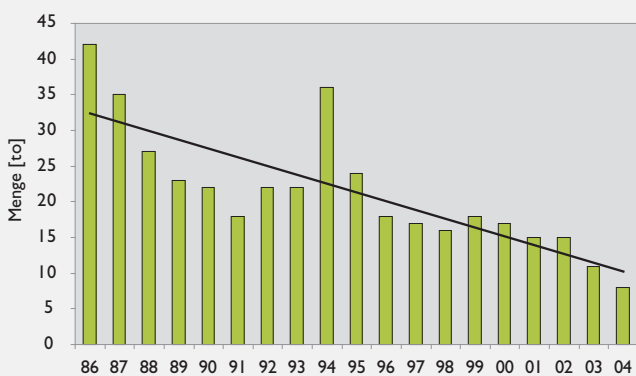
Die Karte 07 für die Gewässerqualität lässt erkennen, dass die Fließgewässer in den Voralpen (Jaunbach, Ärgera, Galternbach) eine zufriedenstellende bis gute Qualität aufweisen, während die Fließgewässer im Talgebiet (Glane, Petite Glâne, Arbogne, Chandon, Bibera) eine weniger gute, örtlich sogar schlechte Wasserqualität verzeichnen.

Dieser schlechte Zustand ist durch die zunehmende Siedlungsdichte, die intensive Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Böden, die Verwendung gewisser chemischer Produkte in der Industrie sowie die schlechte Qualität der Einleitungen einiger ARA hauptsächlich anthropogen bedingt.

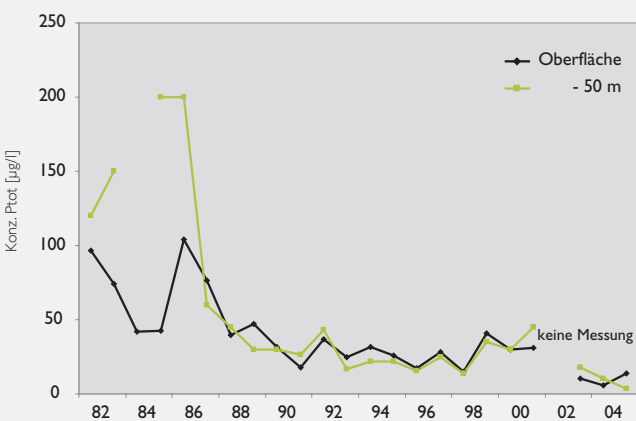
Gelöster Sauerstoff im Murtensee :Tiefe 40m



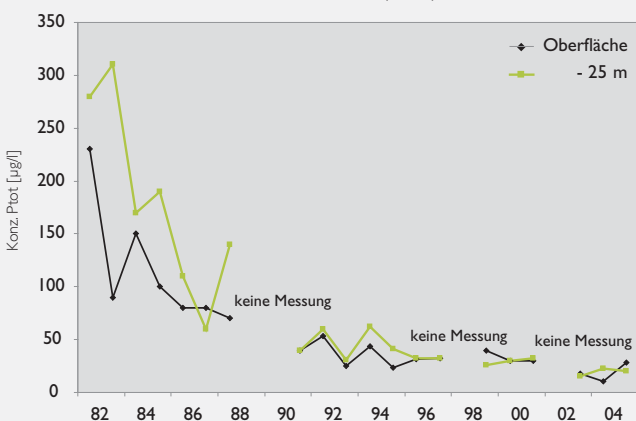
Gesamtphosphor im Murtensee



Gesamtphosphor im Greyerzersee



Gesamtphosphor im Schiftenensee



### Qualitativer Zustand der grössten Seen des Kantons

Der von den Fliessgewässern mitgeführte Überschuss an Phosphor und Stickstoff gelangt in die Seen, wo er das Wachstum der Wasserflora fördert (1 kg Phosphor lässt 1 kg Algen wachsen, deren Abbau den Sauerstoff von 15 m<sup>3</sup> Wasser verbraucht). Dabei handelt es sich um das Phänomen der Eutrophierung, die zu einer erheblichen Trübung des Wassers, einer Sauerstoffarmut in tiefen Wasserschichten und einem langsamen Verschwinden der Fische führt. Der See stirbt langsam.

In den Seen des Kantons ist der Phosphorgehalt von entscheidender Bedeutung. Seit dem Phosphatverbot in Waschmitteln im Jahre 1986 gelangt der grösste Teil des Phosphors durch die Auswaschung aus landwirtschaftlichen Böden (diffuse Verschmutzung) in die Seen. Diese Auswaschung hängt von den Niederschlägen ab und kann von Jahr zu Jahr stark schwanken. Der Sauerstoffgehalt in den tiefen Schichten spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle in der Phosphorproblematik. Er sollte nie den Grenzwert von 4 mg/l unterschreiten, da sonst der im Sediment abgelagerte Phosphor wieder remobilisiert wird und dadurch den Entrophierungsprozess fördert.

Die physikalisch-chemische Qualität der Seen im Kanton wird folgendermassen analysiert:

- Murtensee: 4x / Jahr
- Greyerzer- und Schiftenensee: 1x / Jahr
- andere Seen (Coudré, Lessoc, Montsalvens, Schwarzsee, Pérolles-See): 1x / 5 Jahre

Seit 1986 hat der Phosphoreintrag deutlich abgenommen, vor allem im Murtensee, in dessen Zuflüssen der Phosphorgehalt monatlich gemessen wird. Hingegen wird der Grenzwert von 4 mg/l für den Sauerstoffgehalt auf -40m nicht während des ganzen Jahres eingehalten. Dies ist zum Teil auf die starke Primärproduktion zurückzuführen, insbesondere beim Phytoplankton, die sehr viel höher ist als in den übrigen Juraseen (Bieler- und Neuenburgersee). Diese Primärproduktion resultiert zweifellos aus den beträchtlichen Einträgen an organischem Material infolge der Auswaschung und der Bodenerosion im Einzugsgebiet (siehe Kapitel über den Bodenschutz).

Um die Lage am Murtensee zu verbessern, sollte ein Massnahmenprogramm gegen die Auswaschung und Bodenerosion im gesamten Einzugsgebiet ergriffen werden. Angesichts der bedeutenden dafür notwendigen finanziellen Mittel kann ein solches Projekt aber nicht ohne finanzielle Unterstützung des Bundes realisiert werden.

## 2

Für die künstlich angelegten Greyerzer- und den Schiftenensee gelten nicht die gleichen Regeln wie für natürliche Seen, vor allem wegen der grossen saisonalen Schwankungen des Wasservolumens. Daher verzeichnet unter anderem ihr Phosphorgehalt keine lineare Entwicklung. Dank der Kontrolle dieser Seen kann man aber dennoch abschätzen (über die Einträge ihrer Zuflüsse), was insbesondere bezüglich der diffusen Verschmutzung in ihren Einzugsgebieten passiert. Auch bei diesen beiden Kunstseen ist eine erfreuliche Verbesserung bei der Belastung durch Gesamtphosphor zu beobachten.

Die alle fünf Jahre durchgeführte Beobachtung der übrigen Seen gibt ebenfalls Aufschluss darüber, wie sich ihre Qualität im Laufe der Zeit entwickelt.



### Fischpopulationen

Allgemein hat man in der Schweiz einen drastischen Rückgang der Fischpopulationen festgestellt, der auch im Kanton Freiburg beobachtet wird. Angesichts dieses besorgniserregenden Problems wurde ein landesweites Forschungsprogramm (Fischnetz) eingereicht, um den –zweifellos mannigfachen– Ursachen auf den Grund zu gehen. So wurde das Vorhandensein zahlreicher Mikroschadstoffe festgestellt, deren besonders verhängnisvolle Auswirkungen auf die Wasserorganismen nachgewiesen werden konnten. Auch die Pflanzenschutzmittel spielen eine Rolle. Daher gilt es, die Verwendung dieser Mittel in den besonders gefährdeten Einzugsgebieten konsequent zu verringern.

### Zustand des Badewassers

Die Wasserqualität ist eine wesentliche Voraussetzung für gefahrloses Baden. 1990 wurden neue Kontrollwerte eingeführt, die neben der bakteriologischen Qualität auch andere Kriterien wie Sicherheit, Hygiene und Umwelt mitberücksichtigen.

Im Kanton Freiburg entsprechen 9 Badeplätze den Sicherheits- und Hygienekriterien. Es sind diejenigen von Delley-Portalban, Estavayer-le-Lac (alte und neue Anlage), Murten, Muntelier, Löwenberg (Muntelier), Bas-Vully, Haut-Vully und Gumefens. Sie werden offiziell vom kantonalen Laboratorium kontrolliert.

Der bakteriologische Zustand des Wassers wird mit 4 Qualitätsklassen ausgedrückt: A - B - C - D (A beste, D schlechteste Qualität). Im Jahr 2006 entsprachen alle kontrollierten Badeplätze des Kantons der Klasse A, ausser die Badeplätze der Gemeinden Murten und Muntelier, die der Klasse B zugeordnet wurden. Bei den Klassen A und B sind keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch das Badewasser zu befürchten.

Gemeinden	Badeplätze	Qualität
Pont-en-Ogoz	Camping Gumefens	A
Estavayer-le-Lac	Neues Strandbad	A
	Altes Strandbad	A
Delley	Strandbad von Portalban	A
Haut-Vully	Strandbad von Môtier	A
Bas-vully	Strandbad von Sugiez	A
Muntelier	Strandbad	B
	Camping Löwenberg	A
Murten	Strandbad	B

Quelle: Kantonslabor



## Bilanz und Ausblick

Für den Schutz der Oberflächengewässer lässt sich die Situation wie folgt zusammenfassen:

Oberflächengewässer	Erfolge	Ungenügende Ergebnisse
<b>Fliessgewässer</b>	<p>Die angewandten Renaturierungstechniken haben die Situation vieler Fliessgewässer zweifellos verbessert.</p> <p>Für Eingriffe an Fliessgewässern werden die Anforderungen der naturnahen Gestaltung und des Raumbedarfs berücksichtigt.</p> <p>Die nötigen Sanierungen zur Sicherung der Restwassermengen werden durchgeführt.</p>	<p>Die Ergebnisse der durchgeführten Analysen haben gezeigt, dass fast die Hälfte der Fliessgewässer immer noch in einem schlechten bis sehr kritischen Zustand ist.</p> <p>Die Fliessgewässer im Talgebiet verzeichnen eine zu hohe Belastung durch DOC, Ammonium und Gesamtphosphor.</p>
<b>Seen</b>	<p>Dank dem Ausbau der Abwasserreinigung und dem Phosphorverbot in Waschmitteln im Jahr 1986 konnte der Phosphoreintrag in die Oberflächengewässer drastisch verringert werden.</p>	<p>Der in der Schweiz allgemein beobachtete Rückgang der Fischpopulationen ist auch im Kanton Freiburg festzustellen.</p> <p>Der Zustand des Murtensees bleibt besorgniserregend. Der Sauerstoffgehalt in den tiefen Schichten erreicht nicht während des ganzen Jahres den verlangten Grenzwert.</p>
<b>Badewasser</b>	<p>Im Jahr 2006 wiesen sämtliche Badeplätze des Kantons eine gute Qualität auf.</p>	

Auch wenn seit einigen Jahren eine langsame Verbesserung festgestellt werden konnte, ist die Qualität der Oberflächengewässer bei weitem noch nicht gut genug.

Daher müssen die Anstrengungen fortgeführt werden:

- zur Verbesserung der Qualität und des Wirkungsgrads der Abwasserreinigung in den ARA (Trennung von Sauberabwasser, Unterhalt der Kanalisation);
- um den diffusen Eintrag von Pflanzenschutzmitteln und Dünger in die Fliessgewässer und Seen zu verhindern (Massnahmen gegen die Erosion in der Landwirtschaft, Nutzungsbeschränkung solcher Produkte);
- um den Eintrag von Mikroschadstoffen in die Fliessgewässer zu unterbinden;
- um den Fliessgewässern den notwendigen Raum und die nötigen Lebensvoraussetzungen wiederzugeben (Stärkung der Selbstreinigungskraft).

## Kontroll- und Diagnostikinstrument, Pfeiler der Umweltbeobachtung

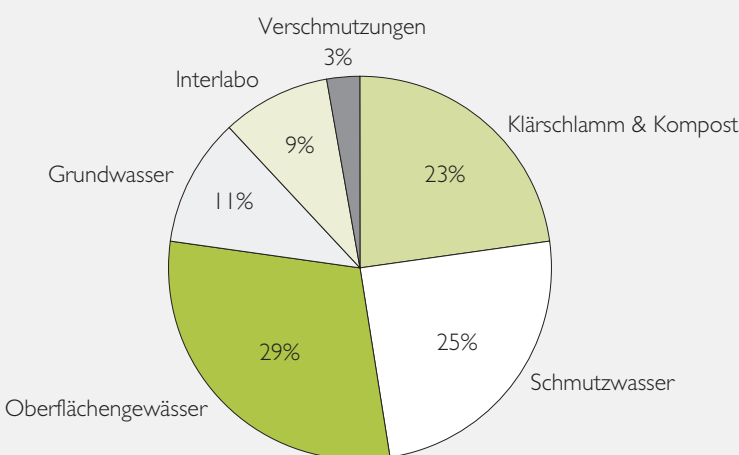
### Das Wichtigste in Kürze

Das Analytiklabor ist ein zentraler Dienst des Amtes für Umwelt und einer der Pfeiler im Bereich der Umweltbeobachtung und der Anlagenkontrolle. Ein grosser Teil der Handlungen des AfU stützt sich in der Tat auf die Ergebnisse stofflicher Analysen. Das Labor ist in die beiden Sektoren Analytik und Probenahmen unterteilt.

Seine Tätigkeit erfolgt in drei Bereichen. Für jeden dieser Bereiche werden spezifische Parameter gemessen:

- Analysebereich Schmutzabwasser (ARA, industrielle und gewerbliche Abwassereinleitungen)
- Analysebereich Sauberwasser (Oberflächengewässer und Grundwasser)
- Analysebereich Klärschlamm und Kompost

Die Analysen werden im Auftrag der verschiedenen Abteilungen des AfU aufgrund der gesetzlichen Bestimmungen oder der einschlägigen spezifischen Richtlinien des Bundes durchgeführt. Die entsprechenden Aufträge, etwa zur Analyse einer Wasserprobe oder für die Nachbehandlung eines Verschmutzungsfalls, werden vorgängig mit den betroffenen Abteilungen diskutiert, um die Modalitäten für die Probenahme und die zu analysierenden Parameter festzulegen. Die räumliche Nähe zwischen den Auftraggebern und dem Labor ist ein Schlüsselfaktor für dessen Effizienz. So können jährlich für 2000 Proben 16'000 Analyseparameter für eine Gesamtsumme von ca. Fr. 750'000.- bestimmt werden, die sich wie folgt auf die Analyseobjekte verteilen:



Die Grundwasser- und Oberflächenanalysen werden nicht fakturiert. Es werden nur die im Rahmen von Verschmutzungen oder der ARA-Kontrolle durchgeführten Analysen in Rechnung gestellt.

Um das insgesamt grosse anfallende Analysevolumen überhaupt bewältigen zu können (Analyse verschiedener Schadstoffe in komplexen Trägermilieus wie Sauberwasser, Schmutzabwasser, Klärschlamm oder Bodenproben), wurden leistungsfähige und den Anforderungen entsprechend moderne Analyseinstrumente angeschafft. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt bewirtschaftet das Labor einen Apparatpark für Probenahme und Analyse im Wert von ca. 1 Million Franken.

Zur Qualitätssicherung der angebotenen und erbrachten Leistungen hat sich das Labor nach der ISO-Norm 17'025, einem spezifisch auf das Mess- und Analysewesen ausgerichtete Qualitätsmanagementsystem, zertifizieren lassen. So entsprechen alle Handlungen und Leistungen den Anforderungen dieser internationalen Norm und verbinden Qualität, Effizienz, Wiederholbarkeit und Rückverfolgbarkeit.



## Abfallbewirtschaftung

3



## 3

## Abfallbewirtschaftung

## Das Wichtigste in Kürze

Die Abfallbewirtschaftung hat in den letzten fünfzehn Jahren grosse Veränderungen durchgemacht. Auslöser für die Entwicklung war die Absicht der Gesetzgeber auf Bundes- und Kantonsebene, die gravierenden Abfallprobleme zu lösen anstatt sie den kommenden Generationen zu überlassen, sowie das schnell wachsende Bewusstsein bei Gemeinden, Unternehmen und Privatpersonen um diese Problematik. Die diesbezügliche Politik versucht, die Umwelteinwirkungen zu minimieren und natürlichen Ressourcen zu schonen.

😊 Die wichtigsten Änderungen sind:

- Nach der Inbetriebnahme der Abfallverbrennungsanlage (UIDEF) von Châtillon (Hauterive) wurde die Ablagerung brennbarer Abfälle auf den Deponien eingestellt.
- Die stark verbesserte Wiederverwertung von Abfällen, die besonders der Einführung mengenabhängiger Abfallgebühren zu verdanken ist.
- Die Ablagerung von Inertstoffen wird auf neun ordnungsgemäss ausgerüstete Deponien konzentriert.
- Die illegale Verbrennung und das Vergraben von Abfällen auf Baustellen haben abgenommen, und das Mehrmuldenprinzip zur direkten Abfalltrennung beim Verursacher wird allgemein angewandt.
- Die Branchenverbände oder der Bund haben vorgezogene Entsorgungsabgaben eingeführt (z.B. für elektrische und elektronische Geräte, Glas).
- Es wurden zahlreiche leistungsfähige Anlagen für die Abfallentsorgung eingerichtet: Verbrennungsanlage für Siedlungsabfälle, Klärschlammverbrennungsanlage (IBS), Reaktordeponie, Inertstoffdeponien, Kompostieranlagen, Sortieranlagen, Sammelzentren für elektrische und elektronische Abfälle, Abfallsammelstellen der Gemeinden, Sammelstellen für tierische Abfälle. Der Kanton Freiburg verfügt über keine eigene Anlage für die Behandlung von Sonderabfällen, kann jedoch bei Bedarf auf Anlagen ausserhalb des Kantons zurückgreifen.
- Dank der Wiederverwertung der Klärschlämme der SAIDEF können die in den Abfällen enthaltenen Schwermetalle zurück gewonnen und wiederverwertet werden.
- Die aus den ARA anfallenden Klärschlämme werden anstelle ihrer Ausbringung in der Landwirtschaft in der IBS verbrannt.

☹️ Gewisse Probleme bleiben indes bestehen und mit dem Inkrafttreten der neuen Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVa) wird eine strengere Kontrolle der Entsorgung bestimmter Abfälle notwendig (Pneus, Altholz, Autowracks...). Zudem wird die Wiederverwertung von Inertstoffen in den nächsten Jahren besondere Aufmerksamkeit erfordern. Der Kanton muss demnächst seine Planung revidieren: Die kantonale Abfallplanung (KAP) muss namentlich unter Einbezug der Problematik rund um die Bewirtschaftung der Aushubmaterialien aktualisiert werden.

☹️ Weiter ist die Sammlung, Verwertung und Entsorgung gewisser Abfallkategorien (organische Abfälle, Batterien, Papier...) zu verbessern, da sie nach wie vor zu oft im Hausmüll landen. Es kommt noch zu häufig vor, dass Privatpersonen Abfälle und Kehricht, Altholz und anderen Abfall im Freien oder in ihren Cheminées verbrennen. Daher sollten die Informationskampagnen über die Luft- und Bodenbelastungen als Folge dieser illegalen Abfallverbrennung weitergeführt werden.



## Problematik

### Alles endet irgendwann einmal als Abfall

Jedes einmal benutzte Konsumgut wird zu Abfall, den es zu entsorgen gilt. Jeder Einzelne wird im Alltag mit dieser Tatsache konfrontiert. Vor einigen Jahren galt noch, dass alles in den Mülleimer geworfen werden soll, während heute die Abfalltrennung für die meisten von uns zur Gewohnheit geworden ist. Dennoch stehen die Gemeinden vor immer anspruchsvolleren Aufgaben: Sie müssen namentlich unter der Wahrung der Wirtschaftlichkeit die leistungsfähigen Abfallsammelinfrastrukturen und die verschiedenen Entsorgungswege verwalten.

### Abfall oder Rohstoff?

Bevor etwas weggeworfen und gemeinhin als Abfall bezeichnet wird, sollte man sich zuvor vergewissern, ob dieses mehr oder weniger schmutzige und sperrige Ding auch wirklich unbrauchbar geworden ist. So kann der Abfall aus der Produktion eines Verpackungsherstellers beispielsweise für ein Unternehmen auf dem Gebiet der Plastikherstellung durchaus als Rohstoff dienen.

Abfälle bestehen aus verschiedensten Materialien und unterscheiden sich zudem durch die Art, wie sie behandelt werden müssen, damit sie die Umwelt nicht gefährden. Daher müssen die Abfallkategorien klar festgelegt werden.

### Die Abfallkategorien

#### Siedlungsabfälle

Haushaltsabfälle und gleichartige Abfälle aus Unternehmen. Siedlungsabfälle umfassen sowohl solche, die definitiv entsorgt werden müssen (die in Kehrichtsäcken eingesammelten Abfälle), als auch die wiederverwertbaren Abfälle (Papier, Glas, Weissblech, Aluminium, kompostierbare Abfälle usw.).

#### Baustellenabfälle

Abfälle, die bei der Bautätigkeit anfallen. Sie bestehen hauptsächlich aus unverschmutztem Aushub und Abraum sowie aus Abfällen, die in Inerstoffdeponien definitiv abgelagert werden können, aber auch aus vermischten Abfällen und Sonderabfällen (Farben usw.). Baustellenabfälle sind entweder brennbar (Plastik, Holz, Karton) oder inert (Beton, Backsteine).

#### Sonderabfälle

Abfälle, die aufgrund ihrer Eigenschaften oder ihres Umweltrisikos eine besondere Behandlung erfordern. Namentlich gehören Medikamente, Lösungsmittel und Säuren zu dieser Kategorie.

#### Klärschlamm

Rückstände aus der Abwasserbehandlung in den Abwasserreinigungsanlagen.

#### Andere Abfälle

Andere ganz spezifische Abfälle wie Autowracks, Fleischabfälle, Elektronikschrott. Diese müssen alle getrennt behandelt werden.

# 3

## Grundsätze der Abfallbewirtschaftung

Bund und Kantone haben Rechtsgrundlagen ausgearbeitet, welche die Grundsätze der Abfallbewirtschaftung festlegen. Das Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) und die Technische Verordnung über Abfälle (TVA) sehen eine dreistufige Strategie vor:

- Verringerung der Abfallproduktion beim Verursacher;
- Wiederverwertung der Abfälle;
- umweltgerechte Entsorgung der Abfälle.

Umsetzung der Bewirtschaftungsgrundsätze in den verschiedenen Abfallkategorien.

Abfallarten	Verringerung der Abfallproduktion und Verminderung des Rohstoffverbrauchs	Wiederverwertung der Abfälle	Entsorgung der Abfälle
Siedlungsabfälle	Abfallproduktion bei der Herstellung oder beim Güterkonsum vermeiden: Schaffung von Anreizen, Appell an das Verantwortungsbewusstsein der Konsumentinnen und Konsumenten, Öffentlichkeitsarbeit.	Abfalltrennung bei deren Entstehung und Wiederverwertung: auf Gemeindeebene, Einrichtung von Systemen für die getrennte Sammlung von Abfällen (Abfallsammelstellen), Suche nach geeigneten Wiederverwertungsmöglichkeiten für Abfälle. Wiederverwertung der kompostierbaren Abfälle, wenn möglich am Ort ihrer Entstehung. Wenn dies nicht möglich ist, Kompostierung in einer zentralen Anlage. Einrichtung von Finanzierungssystemen zur Erleichterung der Abfallsammlung und -verwertung (z.B. vorgezogene Recyclinggebühr für Glas, Batterien, elektrische und elektronische Geräte, oder freiwillige Recyclingabgabe für PET, Aluminium)	Behandlung der nicht verwerteten Abfälle vor ihrer endgültigen Deponierung (z.B. Verbrennung der brennbaren Abfälle in einer leistungsfähigen Anlage).
Baustellenabfälle	Verringerung der Abfallproduktion: Wiederverwendung von Materialien, Wahl von Baumaterialien, die wenig Abfall verursachen, Verwendung von Recyclingmaterial.	Trennung der Baustellenabfälle vor Ort: Mehrmuldensystem, mit dem wieder verwendbare Materialien und Abfälle nach Kategorie getrennt und sortiert werden. Ist die Trennung vor Ort nicht möglich, sind die Abfälle in eine Sortieranlage zu bringen.	Deponierung der Inertstoffe in einer Inertstoffdeponie und Ablagerung von Aushubmaterial an einem bewilligten Standort. Die Wiederinstandstellung von Kiesgruben ist dabei prioritär.
Sonderabfälle	Eingeschränkte Verwendung oder sogar Verbot gewisser Schadstoffe bei der Produktion von Konsumgütern: z.B. beschränkte Verwendung von Quecksilber in Batterien oder Kadmium in Kunststoffen, Verbot gewisser halogenierter organischer Verbindungen.	Errichtung von Verwertungswegen, die dem Stand der Technik entsprechen. Information und Beratung der Industrie- und Gewerbebetriebe. Einsammeln der in den Haushalten anfallenden Sonderabfälle.	Aufbereitung der Sonderabfälle in geeigneten Anlagen, gemäss den interkantonalen Abmachungen und Vereinbarungen. Überwachung des Verkehrs von Sonderabfällen bis zu deren Entsorgung.
Klärschlamm			Vorbehandlung des Schlammes und Verbrennung in einer geeigneten Anlage (ab 2006 in der Klärschlammverbrennungsanlage von Châtillon).
Besondere Abfälle	Beeinflussung der Konzeption von Produkten in Richtung eines Minderverbrauchs von Rohstoffen und Energie und einer Förderung der Wiederverwendung von Materialien.	Anreize schaffen, damit die Bevölkerung gewisse besondere Abfälle in entsprechende Sammelzentren bringt. Wiederverwertung der verwertbaren Teile.	Entsorgung der Reststoffe in geeigneten Anlagen. Seit dem 1. Januar 2006 wird die Bewirtschaftung gewisser Abfallkategorien strenger kontrolliert. Dabei handelt es sich namentlich um alte Pneus, Autowracks, Altholz usw.



## Abfallproduktion und -entsorgung

### Siedlungsabfälle

#### Produktion von Siedlungsabfällen

Die Zahlen in der folgenden Tabelle umfassen sowohl die von den Kehrichtabfuhrern der Gemeinden eingesammelten Abfälle (Haushalt- und Sperrmüll) als auch diejenigen, die von den Unternehmen (Industrie, KMU, Baustellen) direkt in die Kehrichtentsorgung gebracht werden. Überdies dokumentieren diese Zahlen den Anteil der von den Gemeinden zwecks Wiederverwertung getrennt eingesammelten Abfälle (Papier, Glas usw.). Ein Teil der Abfälle taucht indes in den Statistiken nicht auf (illegale Entsorgung, von den Unternehmen wiederverwertete Abfälle).

	1992	1996	2000	2004
Produzierte Siedlungsabfälle	96'500 t/Jahr d.h. 450 kg/Einw.	104'700 t/Jahr d.h. 460 kg/Einw.	114'700 t/Jahr d.h. 496 kg/Einw.	124'450 t/Jahr d.h. 500 kg/Einw.
Verwertete Siedlungsabfälle	19'500 t/Jahr d.h. 91 kg/Einw. (20.2% der produzierten Siedlungsabfälle)	23'500 t/Jahr d.h. 105 kg/Einw. (22.5% der produzierten Siedlungsabfälle)	41'500 t/Jahr d.h. 180 kg/Einw. (36% der produzierten Siedlungsabfälle)	51'730 t/Jahr d.h. 208 kg/Einw. (42% der produzierten Siedlungsabfälle)
Entsorgte Siedlungsabfälle	77'000 t/Jahr d.h. 359 kg/Einw. (79.8% der produzierten Siedlungsabfälle)	81'200 t/Jahr d.h. 355 kg/Einw. (77.5% der produzierten Siedlungsabfälle)	73'200 t/Jahr d.h. 316 kg/Einw. (64% der produzierten Siedlungsabfälle)	72'720 t/Jahr d.h. 292 kg/Einw. (58% der produzierten Siedlungsabfälle)

Sowohl das Wirtschaftsleben als auch die demographische Entwicklung schlagen sich in der Produktion von Siedlungsabfällen nieder. Die in der oben dargestellten Tabelle aufgeführten Werte sind folgendermassen zu kommentieren:

- Ein nicht bezifferbarer Teil der Zunahme der erfassten Abfallmengen ist auf die Verbesserung der Datenerhebung in den Gemeinden zurückzuführen;
- Die starke Zunahme der wiederverwerteten Abfälle ist hauptsächlich auf die Sammlung der Grünabfälle zurückzuführen.

#### Verbrennung brennbarer Abfälle

Die Inbetriebnahme der UIDEF am 28. Mai 2001 machte der Ablagerung brennbarer Abfälle auf Deponien ein Ende. Diese Änderung in der Abfallbehandlung hat rechtliche, wirtschaftliche und umweltschützerische Gründe. Brennbarer Abfälle (Haushaltabfälle, Holz, Kunststoffe, organische Abfälle usw.) werden zwar mit der Zeit abgebaut. Auf den Abfalldeponien entstehen jedoch verunreinigte Flüssigkeiten (mit hohem Kohlen- und Schadstoffgehalt) und Gase, die gefasst und behandelt werden müssen. Die mit diesem Abbauprozess verbundene Volumenreduktion führen zudem oft zu einem problematischen Absinken der Deponien. Diese Probleme verschwinden auch dann nicht, wenn die Deponie endgültig gefüllt ist, sondern bleiben noch jahrelang bestehen, und ihre Behebung ist sehr kostspielig. Die Abfallverbrennung zerstört organische Schadstoffe, und Schwermetalle können dank leistungsfähiger Reinigungsanlagen angereichert und der Wiederverwertung zugeführt werden. Flüssige, gasförmige und feste Emissionen werden dem Stand der Umwelttechnik entsprechend behandelt.

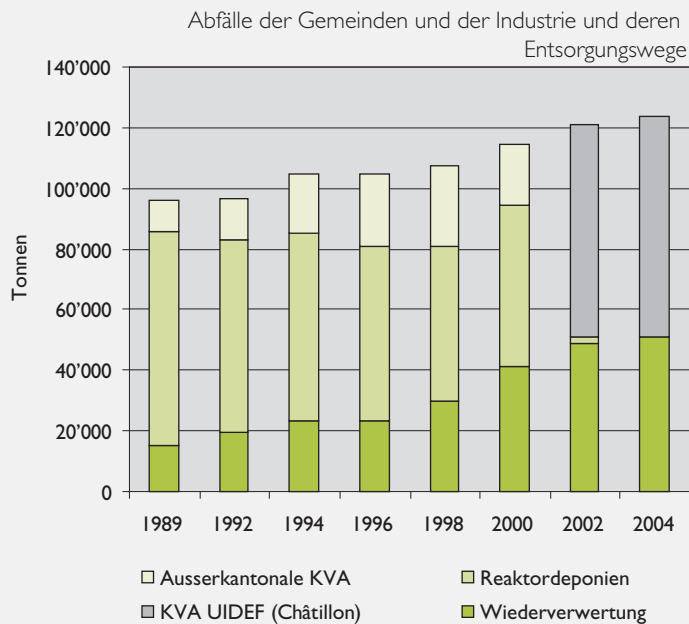
Künftig dienen die Reaktordeponien in erster Linie zur Ablagerung von Verbrennungsrückständen (Schlacken), leicht verunreinigter Erde, Rückständen aus der Strassenreinigung und brennbaren Abfällen, welche aus technischen Gründen nicht in den Verbrennungsanlagen zugelassen sind.



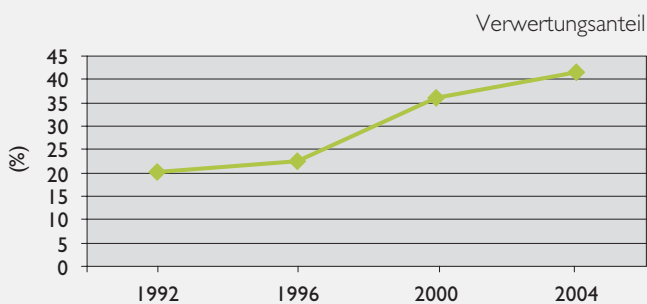
# 3

## Entsorgungswege

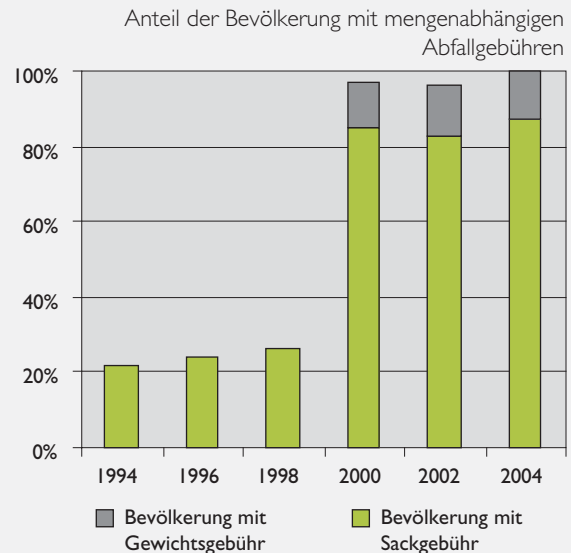
Die nachfolgenden Grafiken zeigen die Entsorgungswege für Siedlungsabfälle:



Der Anteil der Verwertung gemessen an der Gesamtmenge des produzierten Abfalls ist ein massgeblicher Parameter für die Analyse des Verhaltens der Abfallverursacher und ihres Recyclingbewusstseins.



Die nebenstehenden Grafiken sind zusammen mit der folgenden Grafik zu betrachten, welche aufzeigt, wie sich innerhalb des Kantons der Bevölkerungsanteil, deren Abfallgebühren mengenabhängig bemessen werden, entwickelt hat:

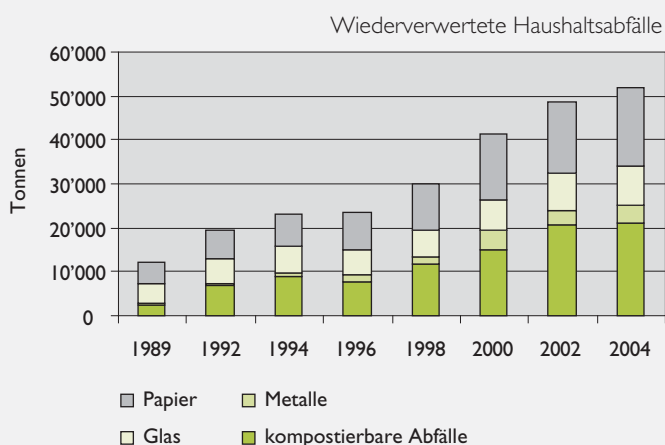


Die Analyse dieser Informationen streicht einige wichtige Hinweise hervor:

- Die Gesamtmenge der produzierten und in den Gemeinden eingesammelten Siedlungsabfälle (wiederverwertbar oder nicht) ist relativ stabil;
- Das kantonale Gesetz über die Abfallbewirtschaftung aus dem Jahr 1996 schrieb den Gemeinden vor, Mengengebühren (Abfallgebühren) einzuführen. Zwischen 1998 und 2004 stieg der entsprechende Bevölkerungsanteil, für welchen die Abfallentsorgung über diese Gebühren finanziert wurde, von 30% auf 100%. Die Erfolge liessen nicht auf sich warten: Heute werden 42% der jährlich 120'000 Tonnen Siedlungsabfälle (gegenüber 22% im Jahr 1996) in kompostierbare Abfälle, Metall, Glas und Papier getrennt; das macht 207 Kilogramm pro Einwohner und pro Jahr. Als weiterer Erfolg der mengenabhängigen Abfallgebühren ist zu werten, dass die Unternehmen grössere Mengen von Abfall direkt zu den Abfallbehandlungsanlagen bringen, statt die gemeindeeigene Entsorgung zu benutzen;
- Die nicht verwerteten Siedlungsabfälle wurden bis ins Jahr 2000 in der Regel deponiert, heute werden sie vollumfänglich verbrannt.

## Verwertung der Siedlungsabfälle

Die Mengen und die Zusammensetzung der von den Gemeinden gesammelten verwertbaren Abfälle haben sich in den letzten Jahren stark verändert:



- Nach der generellen Einführung der mengenabhängigen Abfallgebühren im Jahre 1996 stieg die von den Gemeinden des Kantons Freiburg gesammelten Mengen von verwertbarem Abfall auf das Doppelte an. Dieser Effekt wurde in der ganzen Schweiz festgestellt, die Verwertungsquote stieg von 26% im Jahr 1988 auf 48% im Jahr 2004. In den Gemeinden, welche Sackgebühren erheben, sank die Menge an entsorgtem Kehrort drastisch (50 bis 100 kg weniger pro Einwohner und pro Jahr) [Quelle: BUWAL, Schriftenreihe Umwelt Nr. 356 und 357].
- Die kompostierbaren Abfälle machen einen grossen Teil der verwerteten Abfälle aus. Im Kanton werden seit 1989 siebenmal mehr kompostierbare Abfälle eingesammelt und verwertet (12 kg/Einw. im Jahr 1989 und 84 kg/Einw. im Jahr 2004).
- Die im Kanton verwerteten Mengen an PET (Plastikflaschen) oder Aluminium sind nicht genau bekannt, da diese Verpackungen hauptsächlich in den verschiedenen Läden gesammelt werden.

Diese dargestellten Statistiken berücksichtigen die durch Gewerbe und Industrie direkt den Abfallbehandlungsanlagen zugeführten Abfälle nicht. Dies erklärt beispielsweise, weshalb der Anteil rezyklierten Papiers kleiner ist als der gesamtschweizerische Durchschnitt.

Die Statistiken des BAFU für das Jahr 2004 bezüglich der Verwertung von Haushalts- und Gewerbeabfällen der gesamten Schweiz bestätigen diese Entwicklung und zeigen für die verschiedenen Kategorien verwertbarer Abfälle ermutigende Recyclingquoten (in Prozent des Konsums):

- Papier: 70%
- Glas (Flaschen): 95%
- PET (Flaschen): 74%
- Weissblech (Konservendosen): 79%
- Batterien: 67%
- Aluminiumdosen: 88%

## Einrichtung von Abfallsammelstellen

Für die angestrebte Verringerung der Abfallproduktion und Reduktion der Entsorgungskosten müssen zunächst Systeme für die Separatsammlung eingerichtet werden. Es ist nicht möglich, die genaue Zahl der eingerichteten Abfallsammelstellen zu bestimmen, reichen diese doch von einer einfachen Mulde für Altglas bis hin zu komplexen Anlagen. Fast alle Gemeinden verfügen heute mindestens über einfache Einrichtungen für die Separatsammlung, und es entstehen vermehrt kontrollierte und grössere Sammelstellen, welche der Bevölkerung während festgelegten Öffnungszeiten zugänglich sind. Das Inkrafttreten des kantonalen Gesetzes über die Abfallbewirtschaftung (ABG), das die Gemeinden verpflichtete, bis zum 1. Oktober 1999 eine Sackgebühr einzuführen, beschleunigte die Einrichtung von Anlagen für die Sammlung verwertbarer Abfälle. Die Anzahl der erteilten Baubewilligungen für derartige Einrichtungen stieg von 27 im Jahr 1996 auf 129 im Jahr 2004.

### Rolle der Gemeinden bei der Bewirtschaftung der Siedlungsabfälle

Die Gemeinden müssen die Siedlungsabfälle aus den Haushalten und den industriellen und gewerblichen Betrieben auf eigene Kosten einsammeln, behandeln oder entsorgen (ausser es besteht eine spezielle Vereinbarung mit dem Betrieb). Sie stellen somit die Abfuhr der nicht wiederverwertbaren Abfälle sicher und richten die Infrastruktur für die Separatsammlung (Sammelstellen) ein.





# 3



Nachhaltige Entwicklung, Ökologie und Umwelt sind heute zu normalen Bestandteilen des Alltags geworden. Die Sika AG, die in sensiblen Bereichen der Chemie, des Bauwesens und der Industriekomponenten tätig ist, hat sehr rasch erkannt, dass Produktequalität stets mit Umweltfreundlichkeit verbunden ist. Vielleicht konnte sie diese Erkenntnis leichter umsetzen, weil ihr heute verstorbener Hauptaktionär, Dr. Romuald Burkard, bereits vor mehr als 25 Jahren Weitsicht bewies, als er seinen Chemikern verbot, Produkte mit Lösungsmitteln zu entwickeln. Im Werk Düdingen haben wir diesen Weg weiter beschritten und unsere Bemühungen auf folgende Bereiche konzentriert:

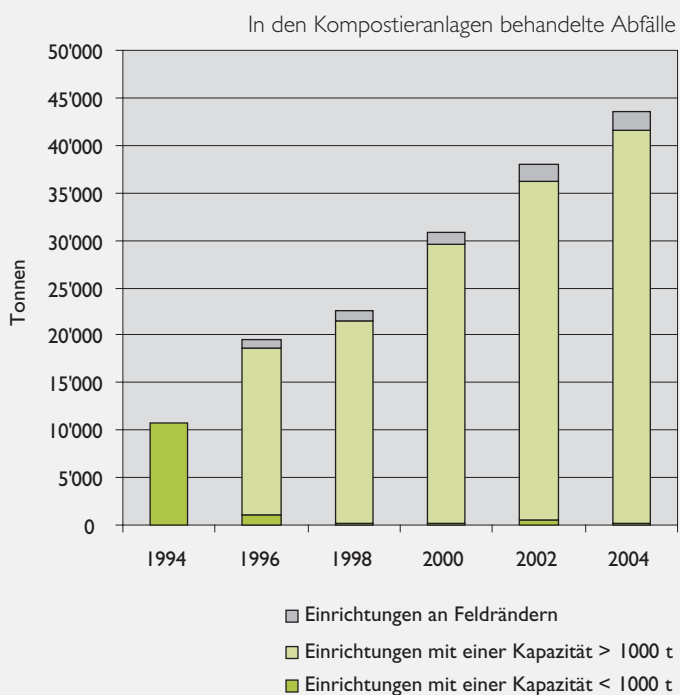
- Abfalltrennung;
- Reduktion der Abfälle pro produzierte Tonne;
- Abfallrecycling im geschlossenen Kreislauf;
- Verminderung des Wasserverbrauchs;
- Wechsel vom Erdöl zum Gas für unsere Fertigungslinien.

Unsere ökologischen Anstrengungen kosten zwar Geld, sind aber stets zweckmässig und tragen zur Sicherung der Arbeitsplätze bei.

Gabriel Nussbaumer, Direktor, Sika Schweiz AG / Werk Düdingen

## Kompostierbare Abfälle

Gegenwärtig verfügt der Kanton über drei regionale Kompostieranlagen (Galmiz, Hauterive, Vuisternens-en-Ogoz) und nutzt gleichzeitig diejenige von Avenches. Diese grossen Anlagen ergänzen die privaten Komposthaufen und die entsprechenden Quartiereinrichtungen sowie die Feldrand-Kompostierung.

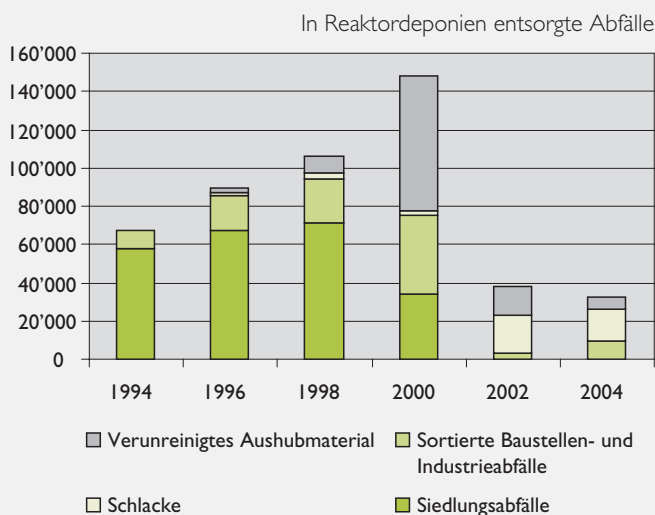


Nach der generellen Einführung der Mengengebühren und der Einrichtung von zentralen Kompostieranlagen hat die Menge kompostierter Abfälle stark zugenommen; zwischen 1996 und 2004 hat sie sich mehr als verdoppelt. Überdies wurden im Jahr 2004 an die 350 Tonnen organische Abfälle in einer Vergärungsanlage (Biogasanlage, Bösinggen) aufbereitet. Heute liegt die Produktion von Biogas (Abbau und Umwandlung organischen Materials unter sauerstoffarmen Bedingungen) namentlich bei Landwirtschaftsbetrieben durchaus im Trend.

## Reaktordeponien

Im Kanton sind zwei Reaktordeponien betrieben worden: Sorval in Châtel-St-Denis (von 1975 bis 2003) und Châtillon in Haute-rive (seit 1995, in Betrieb). Die in diesen Deponien definitiv abgelagerten Abfallmengen verzeichneten in den vergangenen Jahren starke Schwankungen:

- Das Volumen deponierter Abfälle hat seit 2001, als die Verbrennungsanlage von Châtillon in Betrieb genommen wurde, stark abgenommen. Diese Abnahme, welche hauptsächlich die Siedlungsabfälle betrifft, ist auch durch die Schliessung der Reaktordeponie Sorval (Châtel-St-Denis) zu erklären.
- Die Deponierung leicht verunreinigter Erde aus belasteten Standorten schwankt je nach den speziellen Baustellen.
- Seit 2001 werden hauptsächlich Schlacke aus der Verbrennungsanlage und leicht verunreinigte Erde in der Deponie abgelagert.
- Die Sanierung bestimmter belasteter Standorte einer gewissen Grösse erklärt die grosse Menge deponierten Aushubmaterials im Jahre 2000.



## Baustellenabfälle

### Produktion von Baustellenabfällen

Im Bauwesen muss zwischen gemischten Baustellenabfällen (normalerweise in Mulden abgeführt und mit wenig Inertstoffen) und Abbruchmaterialien (normalerweise in Lastwagen abgeführt), die teilweise sauberes Aushubmaterial sowie einen Teil an inertem Material (Beton, Steine usw.) enthalten, unterschieden werden. Der Kanton verfügt gegenwärtig nur über diejenigen Daten, die aus den Entsorgungsanlagen stammen.

### Entsorgungsanlagen

Im Jahr 1993 wurden die zwei ersten Feinsortieranlagen in Betrieb genommen (in Vuadens und Posieux). 2004 gab es bereits Sortieranlagen an 9 Standorten. Die in diesen Anlagen behandelten Mengen an gemischten Abfällen haben sich zwischen 1996 (ca. 30'000 m<sup>3</sup>) und 2004 (ca. 65'000 m<sup>3</sup>) mehr als verdoppelt.

1999 wurden neun Inertstoffdeponien (ID) eingerichtet. Damit können die nicht verwertbaren Inertstoffe an diesen Standorten konzentriert werden, statt sie wie in der Vergangenheit auf 140 Ablagerungsstandorte zu verteilen. In den vergangenen drei Jahren haben folgende ID die grössten Mengen an Inertstoffen entgegengenommen: Montet (Abfälle aus dem Genferseegebiet) und Tuffière (Abfälle aus der Agglomeration Freiburg).

Die ID unterliegen strengen technischen, bundesrechtlich verlangten Bau- und Betriebsvorschriften. Die grossen Schwankungen jährlich deponierter Mengen hängen mit der Menge an leicht verunreinigter Erde aus Baustellen zusammen. 2005 wurde das zur Verfügung stehende Volumen für die Ablagerung von Aushubmaterial neu erfasst. Dabei handelt es sich hauptsächlich um das Volumen für die Wiederinstandsetzung von Kiesgruben.

### Kontrolle der Abfallbewirtschaftung auf den Baustellen

Zur Überwachung der Abfallbewirtschaftung auf den Baustellen arbeitet der Kanton seit 1995 eng mit der Kantonalen Bauwirtschaftskonferenz (KBK) zusammen. So werden jedes Jahr etwa 600 Baustellen kontrolliert, und die entsprechenden Ergebnisse sind durchaus beeindruckend: 1996 wurden auf 80% der Baustellen illegale Abfallverbrennungen festgestellt, im Jahr 2004 war dies nur noch bei 20% der Baustellen der Fall. Zudem sind die durch die verbrannten Abfälle verursachten Probleme auf diesen Baustellen weniger schwerwiegend: 1996 wurden häufig Kunststoffe, Farbreste und behandeltes Holz verbrannt, während heute hauptsächlich um Holzabfälle verbrannt werden, was aber trotz allem verboten ist.



### Wiederverwertung von inertem Material

Die Inertstoffverwertung (Beton, Strassenunterbau) ist relativ neu, weshalb Informations-, Planungs-, Kontroll- und Sanierungsmassnahmen notwendig sind. Tatsächlich hat der Bund Richtlinien erlassen, welche die Bau- und Betriebsmodalitäten für die Verwertungsanlagen, die Qualität der Produkte und insbesondere die Nutzungsbedingungen näher erläutern. Die Umsetzung dieser Richtlinien bedeutet für die Entsorgungsmethoden im Bausektor zahlreiche Änderungen.

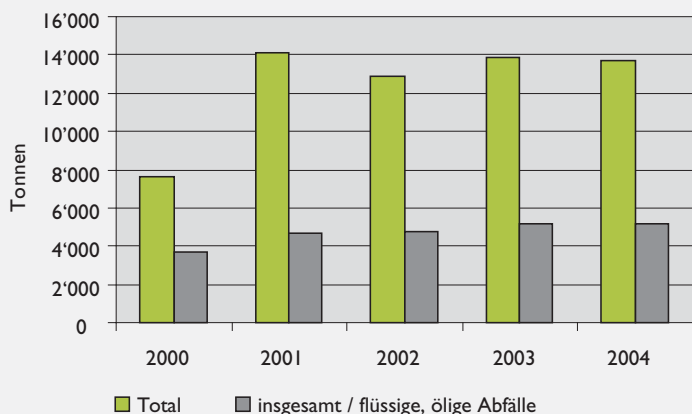
# 3

## Sonderabfälle

### Produktion von Sonderabfällen

Die Sonderabfälle sind in der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVa) definiert, welche die Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen (VVS) aus dem Jahre 1986 ersetzt. Die im Kanton produzierten Sonderabfälle bewegen sich in der Grössenordnung von 13'000-14'000 Tonnen pro Jahr. Der plötzliche Anstieg gegenüber dem Jahr 2000 hängt mit der Einführung neuer Kontrollen von Abfällen aus Strassenaufbrüchen zusammen. Entsprechende Abfälle, bei denen der Gehalt an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Bindemittel 20'000 mg/kg übersteigt, müssen als Sonderabfälle entsorgt werden. Weiter lässt sich feststellen, dass die Kategorie der flüssigen, öligen Abfälle den grössten Anteil der Sonderabfälle ausmachen; diese stammen hauptsächlich aus Garagen und Karosserien (etwas mehr als ein Drittel).

Produktion von Sonderabfällen im Kanton Freiburg



### Entsorgungswege

Die Verbrennungsanlage der SAIDEF und die Reaktordeponie in Châtillon sind anerkannte Anlagen für die Entsorgung von Sonderabfällen und garantieren deren umweltgerechte Behandlung im Einklang mit den gesetzlichen Bestimmungen. Sie werden durch die ganze Westschweiz genutzt, namentlich bezüglich der Behandlung schwach belasteter Bodenmaterialien.

## Klärschlamm

### Produktion von Klärschlamm

Die Abwasserreinigungsanlagen des Kantons Freiburg produzieren gegenwärtig ca. 140'000 m<sup>3</sup> stabilisierten flüssigen Klärschlamm, was ungefähr 7000 Tonnen Trockensubstanz entspricht. Bis ins Jahr 2004 wurden sie folgendermassen entsorgt:

- Wiederverwertung in der Landwirtschaft;
- Trocknung in der zentralen Anlage der S.A.I.O.D. in Colombier (NE), anschliessend Verbrennung in einem Zementwerk;
- Transport in die ARA Laupen (BE) zur Entwässerung und anschliessende Verbrennung in einer Anlage in Deutschland oder in Basel;
- Ausfuhr nach Deutschland zur Verbrennung in einem Wärmekraftwerk;
- Ablagerung auf der Reaktordeponie von Châtillon (bis März 2000).

### Entsorgung von Klärschlamm

Das Ausbringen von Klärschlamm in der Landwirtschaft wird ab dem 1. Oktober 2006 bundesrechtlich verboten. Die alte Abfallplanung, welche der landwirtschaftlichen Verwertung des Klärschlammes Priorität einräumte, wurde entsprechend angepasst. Im Jahr 2001 liess die Raumplanungs-, Umwelt- und Baudirektion eine Studie durchführen, welche die Entsorgungswege von Klärschlamm verglich. Diese kam zum Schluss, dass die für den Kanton Freiburg vorteilhafteste Schlamm Entsorgung die Verbrennung in einer Anlage nahe der Abfallverbrennungsanlage von Châtillon, die seit 2001 in Betrieb ist, sei. Tatsächlich können durch die räumliche Nähe Synergien genutzt werden, wie etwa die Wärmerückgewinnung und die Rauchgasreinigung. Die SAIDEF hat diese Anlage gebaut, welche im Jahre 2006 in Betrieb genommen wird.

Künftig wird der Klärschlamm über folgende Wege entsorgt:

- Der flüssige Schlamm wird in eine ARA transportiert, die über eine Entwässerungseinrichtung verfügt (Freiburg, Romont, Estavayer-Le-Lac, Ecublens, Vuippens, Autigny, Pensier, Villars-sur-Glâne, Marly, Broc, Laupen).
- Anschliessend wird der entwässerte Schlamm in die neue Anlage von Châtillon gebracht, wo er getrocknet und dann in einem Flüssigbett-Ofen verbrannt wird.
- Die aus der Verbrennung resultierenden Reststoffe werden in der Reaktordeponie Châtillon abgelagert.



## Bilanz und Ausblick

Die Abfallbewirtschaftung im Kanton Freiburg hat in den letzten fünfzehn Jahren tiefgreifende Änderungen erfahren. Aus der Situation in diesem Bereich kann kurzgefasst folgende Bilanz gezogen werden:

Abfallbewirtschaftung	Erfolge	Ungenügende Ergebnisse
<b>Siedlungsabfälle</b>	<p>Mit der Einführung der Mengengebühren konnte die Abfallverwertung markant gesteigert werden. Im Kanton hat sich die Menge der gesammelten und verwerteten kompostierbaren Abfälle seit 1989 versiebenfacht.</p> <p>Beinahe alle Gemeinden verfügen heute über Infrastrukturen für die Separatsammlung von verwertbaren Abfällen. Die Recyclingquote stieg von 22% im Jahre 1996 auf 42% im Jahre 2004.</p> <p>Die nicht verwertbaren Siedlungsabfälle werden heute alle verbrannt.</p>	<p>Privatpersonen verbrennen noch zu häufig Kehricht, Holzabfälle oder anderen Abfall im Freien oder in ihren Cheminées.</p> <p>Separatsammlung, Verwertung und Entsorgung gewisser Abfälle wie PET, Papier, Batterien usw. sind verbesserungsfähig.</p>
<b>Baustellenabfälle</b>	<p>Die Entsorgung von nicht verwertbaren Inertstoffen konzentriert sich auf neun Inertstoffdeponien.</p> <p>Aufgrund der zahlreichen auf den Baustellen durchgeführten Kontrollen sind die illegalen Verbrennungen und das Vergraben von Abfällen stark zurückgegangen.</p> <p>Die Menge an vermischten Baustellenabfällen, welche in den Sortieranlagen behandelt werden, hat sich zwischen 1996 und 2004 mehr als verdoppelt.</p>	<p>Zur Förderung der Verwertung von Inertstoffen sind gezielte Massnahmen zu ergreifen (bezüglich Öffentlichkeitsarbeit, Planung, Kontrolle und Sanierung). Im Bausektor werden zahlreiche Entsorgungsmethoden geändert werden müssen.</p> <p>Die Planung der Aushubmaterialien ist an die Hand zu nehmen.</p>
<b>Sonderabfälle</b>	<p>Der Kanton hat eine effiziente Infrastruktur (Verbrennungsanlage der SAIDEF, Reaktordeponie in Châtillon) aufgebaut und arbeitet mit anderen Kantonen zusammen, um eine umweltgerechte und rechtlich einwandfreie Entsorgung zu gewährleisten.</p>	
<b>Klärschlamm</b>	<p>Mit der Inbetriebnahme der neuen Schlammverbrennungsanlage im Jahr 2006 kann dem bundesrechtlichen Verbot der landwirtschaftlichen Wiederverwertung von Klärschlamm, das am 1. Oktober 2006 in Kraft tritt, entsprochen werden.</p>	
<b>Andere Abfälle</b>		<p>Die Entsorgung bestimmter spezieller Abfälle (Pneus, Holzabfälle, Autowracks) muss strenger überwacht werden, was seit der Inkraftsetzung der VeVa vorgesehen ist.</p>

# 3

Die bis heute eingeleiteten Massnahmen müssen folgendermassen weitergeführt werden:

## **Erreichtes beibehalten und Informations- und Zusammenarbeitsbemühungen weiterverfolgen**

Die Gesamtmenge der produzierten Abfälle bleibt stabil, die Privatpersonen und die Unternehmen sortieren jedoch immer mehr, so dass ein immer grösserer Teil verwertet werden kann. Damit diese Errungenschaften beibehalten und weiterhin Verbesserungen erreicht werden können, sind jedoch weitere Anreize erforderlich. Die auf der Verursacherseite getroffenen Massnahmen für eine Verringerung der Abfälle und für deren Verwertung sind weiterzuführen, und die Anstrengungen in den Bereichen Öffentlichkeitsarbeit, Beratung, Ausbildung sind zu intensivieren. Darüber hinaus muss nachdrücklich über das Verbot der Verbrennung von Abfällen im Freien informiert werden. Der Kanton verfügt gegenwärtig nur über geringe Mittel für die Informationsarbeit oder die Unterstützung von Vorsorgemassnahmen. Künftig muss er vermehrt in diesen Bereich investieren.

Die Verminderung der Abfallproduktion bedingt auch eine enge Zusammenarbeit aller Partner: Staat, Gemeinden, Branchenvereinigungen und Privatpersonen. Die Zusammenarbeit des AfU und der KBK für die Bewirtschaftung der Baustellenabfälle ist ein nachahmenswertes Beispiel.

## **Aktualisierung der Abfallplanung**

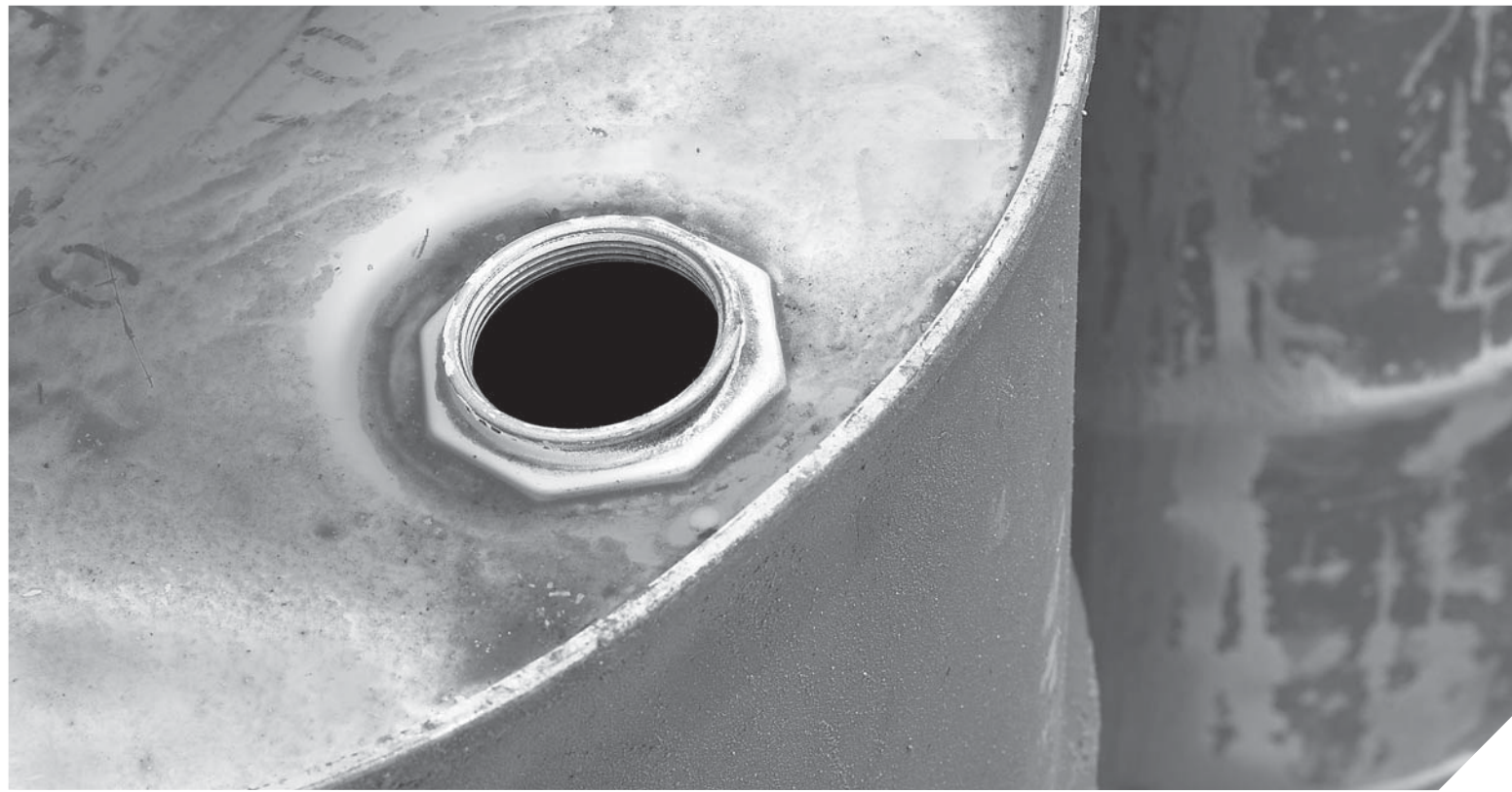
Die Analyse bestehender Situationen (produzierte Abfälle, bestehende Entsorgungswege, festgestellte Probleme, Umsetzung von Bewirtschaftungsgrundsätzen) und die Beurteilung künftiger Bedürfnisse sowie der zu ergreifenden Massnahmen erlauben es, Probleme (Mangel an geeigneten Anlagen, Belastung von Standorten, Verletzung des Gleichbehandlungsprinzips usw.) vorzusehen und vorsorglich zu vermeiden. Der Kanton kommt somit nicht darum herum, der Planung weiterhin Priorität einzuräumen und die notwendigen Mittel zur Beschaffung der entsprechenden Grundlageninformationen bereit zu stellen. Die Abfallplanung, deren erste Version aus dem Jahr 1994 stammt, ist in diesem Sinne zu aktualisieren.

Die Verwertung von Inertstoffen bleibt aktuell und verdient auch in den nächsten Jahren besondere Aufmerksamkeit (Konformität der Verwertungsanlagen, Kontrolle der Qualität der Recyclingprodukte und deren Verwendung). Information zu diesem Thema ist besonders wichtig, um Planer, Betriebe und Bauherren über die Notwendigkeit der Abfallverwertung nach genauen Regeln zu sensibilisieren, damit natürliche Rohstoffe geschont werden können und die Abfallberge wieder abnehmen.

Zu diesem Thema muss Informationsmaterial abgegeben werden, damit Planer, Unternehmen und Bauherren sensibilisiert werden und diese Abfälle nach genauen Regeln wiederverwerten, damit die natürlichen Ressourcen geschont und der Abfallberg abgetragen werden.

## **Aufrechterhaltung der Kontrollen**

Werden allfällige Probleme frühzeitig erkannt, können oft umfassende Sanierungen vermieden werden. Der Kanton als Aufsichtsbehörde hat auch in Zukunft durch die weitere Durchführung regelmässiger Kontrollen dafür zu sorgen, dass bestehende Konzepte umgesetzt und Bedingungen eingehalten werden, sei dies in den Abfallbehandlungsanlagen oder bei den Abfallverursachern (z.B. die Unternehmen).



Belastete Standorte

4



# 4

## Belastete Standorte

### Das Wichtigste in Kürze

In den vergangenen Jahren ist das Bewusstsein für die Gefahren, die von den Altlasten für die Umwelt ausgehen, gewachsen. Dadurch konnten namentlich im Bereich der Abfallbewirtschaftung eine Reihe präventiv wirkender Vorschriften aufgestellt werden. Die Erarbeitung des Katasters belasteter Standorte gibt dem Kanton einen guten Überblick über den diesbezüglichen Stand der Dinge.

Die grosse Herausforderung wird für den Kanton allerdings die Sanierung derjenigen Standorte darstellen, die gemäss diesem Kataster sanierungsbedürftig sind. Diese Aufgabe wird in den nächsten 20-25 Jahren vollzogen und die ungeteilte Aufmerksamkeit des Amtes für Umwelt (AfU) und der übrigen betroffenen Stellen erfordern.

- ☺ Die Einführung strengerer Vorschriften für den Betrieb von Deponien, den Bau und die Ausrüstung industrieller und gewerblicher Anlagen sowie striktere Sicherheitsmassnahmen bei der Verwendung umweltgefährdender Stoffe werden eine nachhaltige Abfallbewirtschaftung ermöglichen und die Verschmutzung neuer Standorte vermeiden.
- ☺ Anhand des kantonalen Katasters der belasteten Standorte können die Bewirtschaftung dieser Standorte geplant und allfällige Gefahren vorausgesehen werden. Die durch die Eigentümer belasteter Standorte zu befolgende Vorgehensweise ist klar festgelegt.
- ☹ Die Kosten für die Sanierung der Altlasten könnten beträchtlich sein.
- ☹ Die Sanierung der Altlasten wird lange Zeit in Anspruch nehmen und verlangt eine erhöhte Aufmerksamkeit.

### Problematik

In der Schweiz haben die Produktion, Verarbeitung und der Konsum von Industrie- und Gewerbeprodukten über einen Zeitraum von mehr als hundert Jahren deutliche Spuren im Boden und im Untergrund hinterlassen. Bis vor kurzem wurden Abfälle oft durch Vergraben entsorgt. Ohne die Folgen zu bedenken oder auf diese Rücksicht zu nehmen, liess man giftige Stoffe im Boden versickern. Alte Abfalldeponien und Betriebe können erhebliche Verschmutzungen verursachen und damit die Umwelt (insbesondere das Grundwasser und den Boden) und die Gesundheit der Bevölkerung gefährden (z.B. bei Gasentweichungen). Zudem liessen die Fabriken über ihre Kamine grosse Mengen umweltgefährdender Stoffe entweichen, die sich manchmal in starker Konzentration in der Umgebung niederschlugen.

Seit Ende der Achtziger Jahre hat das wachsende Bewusstsein für die Gefahren, welche diese Altlasten darstellen, dazu geführt, dass strengere Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb von Deponien, den Bau und die Ausrüstung gewerblicher und industrieller Anlagen eingeführt, strengere Sicherheitsmassnahmen bei der Verwendung von umweltgefährdenden Stoffen erlassen oder die Verwendung gewisser Substanzen sogar verboten wurden. Allerdings sind diese neuen gesetzlichen Bestimmungen erst seit kurzem in Kraft. Sie werden momentan schrittweise vollzogen, damit in Zukunft keine Altlasten mehr entstehen können. Neben diesen präventiven Bestimmungen müssen die mit den bestehenden Altlasten verbundenen Risiken beseitigt werden. In der Schweiz gibt es schätzungsweise zwischen 40'000 und 50'000 belastete Standorte, von denen etwa 3'000 im Laufe der nächsten 20 bis 25 Jahren saniert werden müssen und die per definitionem Altlasten darstellen (Quelle: BUWAL, Umwelt Schweiz 2002: Politik und Perspektiven).



## Arten belasteter Standorte

Belastete Standorte sind Orte, die durch Abfälle belastet werden und deren flächenmässige Ausdehnung relativ eng beschränkt ist. Sie umfassen:

- Ablagerungsstandorte: stillgelegte oder noch in Betrieb stehende Deponien und andere Abfallablagerungen; ausgenommen sind Standorte, an denen ausschliesslich unverschmutztes Aushub- oder Abraummaterial abgelagert wurde.
- Betriebsstandorte: Standorte, deren Belastung von stillgelegten oder noch in Betrieb stehenden Anlagen oder Betrieben stammt, in denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist.
- Unfallstandorte: Standorte, die wegen ausserordentlicher Ereignisse, einschliesslich Betriebsstörungen, belastet sind.

Altlasten sind mit Abfällen belastete Standorte, für die nachgewiesen ist, dass sie schädliche oder lästige Einwirkungen verursachen oder bei denen die konkrete Gefahr besteht, dass solche Einwirkungen entstehen können. Solche Standorte sind sanierungsbedürftig.

## Schritte für die Untersuchung eines belasteten Standorts

Die Kantone müssen gemäss den bundesrechtlichen Vorschriften in einem ersten Schritt belastete Standorte erheben und eine Erstbewertung vornehmen. Zu diesem Zweck wird ein Kataster der belasteten Standorte erstellt.

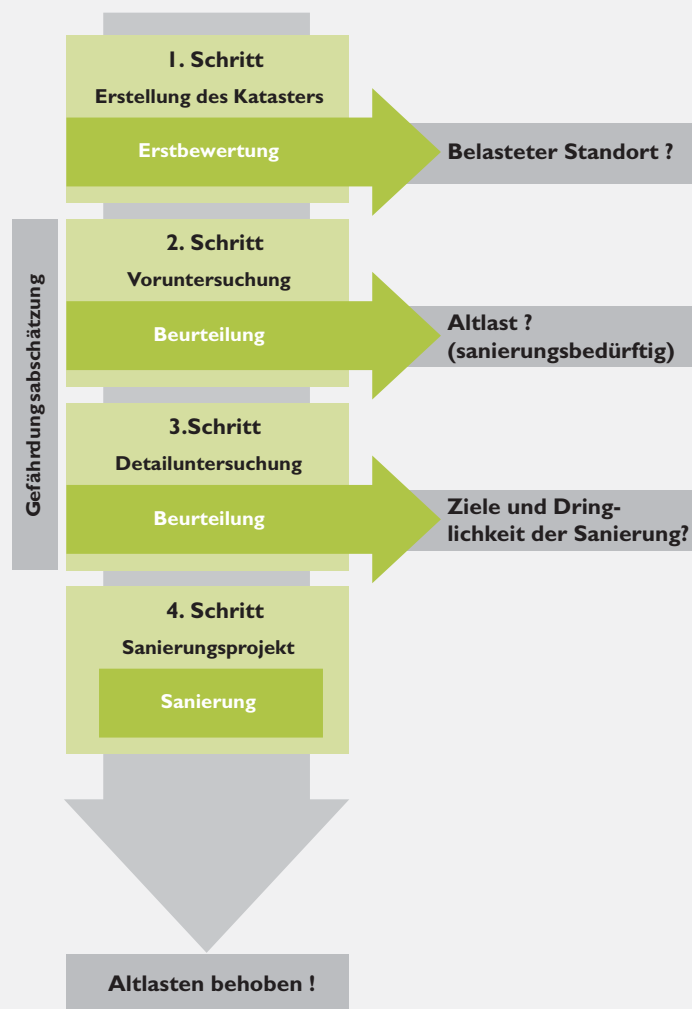
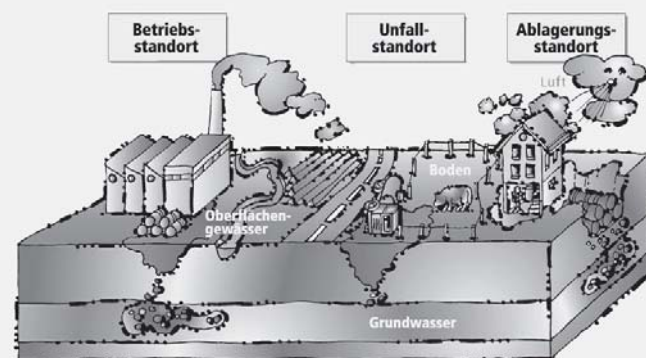
Im Kataster der belasteten Standorte sind diejenigen Standorte verzeichnet, bei denen eine Verschmutzung feststeht oder sehr wahrscheinlich ist. Hierzu stützt sich der Kanton auf die vom Bund festgelegten Kriterien. Die Standorte werden in zwei Kategorien eingeteilt:

- Standorte, bei denen keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten sind;
- Standorte, bei denen untersucht werden muss, ob sie überwachungs- oder sanierungsbedürftig sind.

Eigentümer von Standorten der zweiten Kategorie müssen aufgrund einer durch den Kanton festgelegten Prioritätenordnung eine Voruntersuchung ihres Standortes durchführen. Beim Bau oder der Änderung von Bauten oder Anlagen, die den Standort betreffen, müssen diese Abklärungen auf jeden Fall getroffen werden.

Falls die Voruntersuchung den Standort als sanierungsbedürftig ausweist, ist eine Detailuntersuchung vorzunehmen und anschliessend ein Sanierungsprojekt auszuarbeiten.

Die verschiedenen Etappen der Behandlung eines belasteten Standortes sind im nachstehenden Schema des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) dargestellt.



# 4

## Kataster der belasteten Standorte

### Grundsätzliches zur Finanzierung

Die Kantone finanzieren die Erstellung des Katasters der belasteten Standorte.

Die Standortinhaber haben die in den nachfolgenden Schritten vorgesehenen Massnahmen auszuführen (Untersuchung, Überwachung und Sanierung). Handelt es sich um eine Altlast (öffentliches Interesse an deren Sanierung vorhanden), haben die Inhaber die Möglichkeit, von der Behörde eine Verfügung über die Aufteilung der Kosten zwischen den Verursachern zu verlangen. Sind mehrere Verursacher beteiligt, so tragen sie die Kosten entsprechend ihren Verursacheranteilen. In erster Linie muss aber derjenige zahlen, der die Sanierung durch sein seinerzeitiges Verhalten notwendig gemacht hat (Verhaltensstörer). Ist dieser unbekannt oder zahlungsunfähig, muss der Staat die Kosten tragen.

Der Inhaber eines belasteten Standorts, der nicht saniert werden muss (keine Altlast), kann von den Verursachern der Belastung und von den vorgängigen Standortinhabern verlangen, dass sie zwei Drittel der durch die Untersuchung und durch eine allfällige Materialentsorgung (bei der Durchführung baulicher Massnahmen) verursachten Mehrkosten übernehmen. Die entsprechenden Bedingungen sind in Art. 32b<sup>bis</sup> USG festgehalten.

Das BAFU schätzt den Mittelbedarf für die Sanierung der 3'000 Altlasten gesamtschweizerisch auf mindestens fünf Milliarden Franken [Quelle: BUWAL, Umwelt Schweiz 2002: Politik und Perspektiven].

Der Bund hat einen Entschädigungsfond für die Deckung gewisser Sanierungskosten geschaffen. Die Bestimmungen zur Speisung des Fonds (Gebühren für die Deponierung von Abfällen) sowie zu dessen Verwendung sind in der Verordnung vom 5. April 2000 über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten (VASA) geregelt. Der Bundesbeitrag beträgt 40% der Sanierungskosten.

Der Kanton Freiburg arbeitet derzeit an der Fertigstellung seines Katasters der belasteten Standorte gemäss den Vorgaben der Altlastenverordnung des Bundes und dessen Richtlinien. Dieser Kataster dient:

- als Informationsinstrument, welches über bestehende oder voraussichtliche Umweltbelastungen Auskunft gibt und verhindert, dass mit Abfällen belastete Standorte übersehen werden und die Umwelt gefährden;
- als Planungsgrundlage der kantonalen Umweltbehörden (z.B. Altlastenbearbeitung, Gewässerschutz, Raumplanung)
- der Einteilung der erfassten Standorte in unbedenkliche Standorte und solche, die weiter untersucht werden müssen;
- der Erkennung allfälliger akuter Umweltgefährdungen, bei denen Sofortmassnahmen getroffen werden müssen;
- der Beschleunigung der Massnahmen bei untersuchungsbedürftigen Standorten, wobei es das Schadstoff- und Freisetzungspotenzial sowie die betroffenen Schutzgüter zu berücksichtigen gilt;
- zur Orientierung der Eigentümer der betroffenen Standorte, Bauherren, Promotoren, Banken, Versicherungen und Nachbarn. Dies dient der objektiven Bewertung eines Grundstücks; Bauprojekte lassen sich frühzeitig den lokalen Gegebenheiten anpassen und Überraschungen, die möglicherweise zu Baustopps oder -verzögerungen führen, können so vermieden werden.





## Ablagerungsstandorte

Im Rahmen der Vorarbeiten (Sortierung und Auswertung der in der Verwaltung vorhandenen Daten, Kontakt mit den Gemeinden) wurden 1'649 Ablagerungsstandorte geprüft und in eine der folgenden Kategorien eingeordnet:

- zweitrangige oder irrelevante Fälle;
- belastete Standorte, bei welchen nicht mit einer schädlichen oder lästigen Einwirkung gerechnet werden muss;
- belastete Standorte, für die weitergehende Untersuchungen durchgeführt werden müssen, damit bestimmt werden kann, ob eine Überwachung oder Sanierung notwendig ist.

Die Ergebnisse sind in nachfolgender Abbildung aufgeführt:



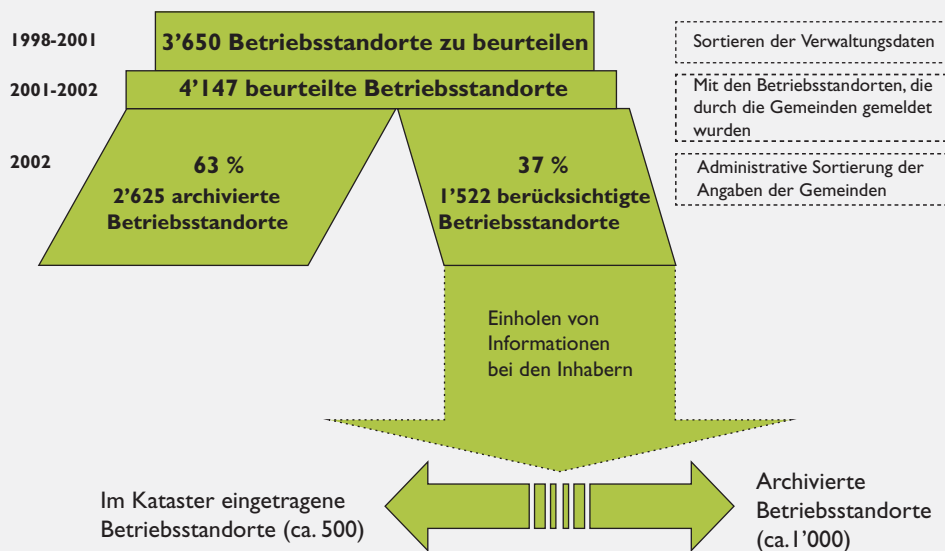
In den Kataster werden ungefähr 500 Ablagerungsstandorte oft kleinen Umfangs aufgenommen. Davon könnten ungefähr 100 Standorte weitergehende Untersuchungen (sofern das Risiko schädlicher Auswirkungen mit dem heutigen Wissensstand nicht völlig ausgeschlossen werden kann) erfordern.

Bis heute haben die Untersuchungen bestätigt, dass von keinem Ablagerungsstandort im Kanton gravierende oder unmittelbare Gefahren ausgehen.

# 4

## Betriebsstandorte und Unfallstandorte

Bei den Betriebsstandorten wurden im Rahmen der Vorarbeiten 24'000 Dossiers überprüft und 3'650 davon für eine weitergehende Analyse berücksichtigt. Ein administratives Einstufungsverfahren ermöglichte die Archivierung oder die Berücksichtigung dieser Standorte auf der Grundlage von Kriterien wie: effektive Tätigkeit am Standort, Aktivität vor dem Jahr 1985, Tätigkeit eines gewissen Umfangs, Verschmutzungen und andere besondere Vorkommnisse usw. Das Ergebnis dieser Einstufung wird in untenstehender Tabelle zusammengefasst:



Unfallstandorte gibt es im Kanton Freiburg nur wenige, weshalb sie zusammen mit den Betriebsstandorten behandelt werden.

Die Standorte wurden anschliessend evaluiert und je nach Belastungspotenzial und Nähe zu einem Schutzgut (Grundwasser, Oberflächengewässer, Boden usw.) in drei Kategorien eingeordnet:

- unbelastete Standorte (Archivierung ohne weitere Folgen, kein Eintrag im Kataster der belasteten Standorte);
- belastete Standorte, bei welchen nicht mit einer schädlichen oder lästigen Einwirkung gerechnet werden muss (für diese werden weitergehende Untersuchungen oder ein Abfallbeseitigungskonzept nur im Falle einer Änderung der Nutzungszone oder eines Bauprojekts verlangt);
- belastete Standorte, für die weitergehende Untersuchungen durchgeführt werden müssen, damit bestimmt werden kann, ob eine Überwachung oder eine Sanierung notwendig ist (in diesen Fällen wird gemäss einer vorher festgelegten Prioritätenordnung eine Voruntersuchung verlangt, ebenso in allen Fällen einer Änderung der Nutzungszone oder eines Bauprojekts).

Die beiden letzten Kategorien werden in den Kataster eingetragen. Es handelt sich dabei um ungefähr 500 Standorte.

Bei den Standorten, für die weitergehende Untersuchungen durchgeführt werden müssen, ermöglicht diese Voruntersuchung, den belasteten Standort in eine der vier folgenden Klassen einzustufen:

- nicht belastete Standorte (diese werden aus dem Kataster gestrichen);
- belastete Standorte, die weder einer Überwachung noch einer Sanierung bedürfen;
- zu überwachende Standorte;
- zu sanierende Standorte (Altlasten).

Die zu überwachenden und die zu sanierenden Standorte werden Gegenstand einer Detailuntersuchung und gegebenenfalls eines Sanierungsprojekts.

## Bilanz und Ausblick

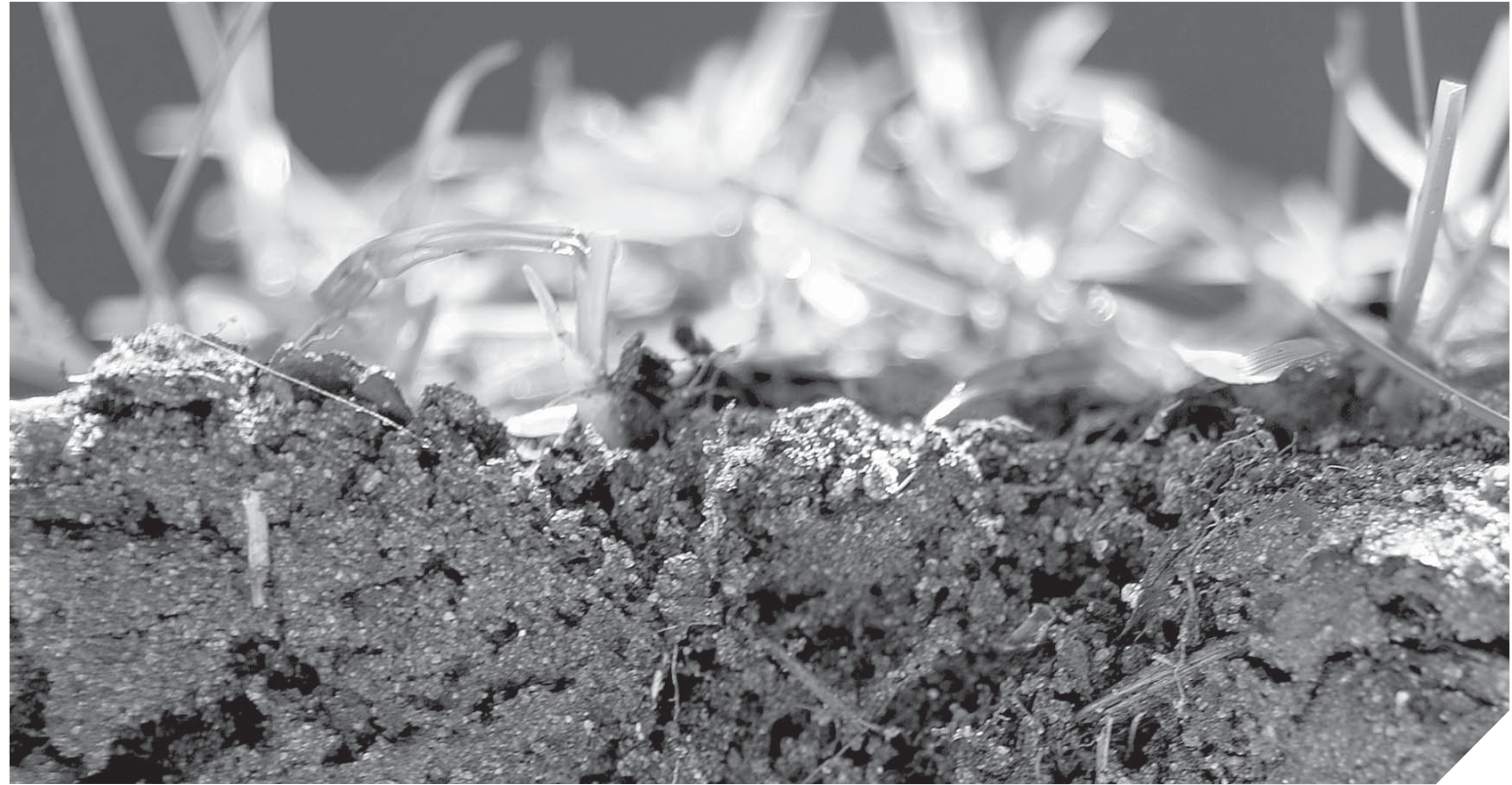
Anhand der im Bereich belasteter Standorte unternommenen Anstrengungen kann folgende Bilanz gezogen werden:

Belastete Standorte	Erfolge	Ungenügende Ergebnisse
<b>Prävention</b>	Die heutigen Bedingungen für die Standortwahl, die Errichtung und den Betrieb der Abfalldeponien und Betriebe reduzieren die Umweltrisiken dieser Anlagen beträchtlich.	
<b>Kataster der belasteten Standorte</b>	<p>Die Erstellung des Katasters ermöglichte die Einschätzung der Gesamtsituation und der Massnahmen, die ergriffen werden müssen, um die Verunreinigung von Wasser, Luft und Boden zu vermeiden.</p> <p>Die bisher unternommenen Schritte haben bestätigt, dass es in unserem Kanton keine Ablagerungsstandorte (Deponien, Aufschüttungen) gibt, welche eine akute und unmittelbare Gefährdung darstellen.</p>	Bis zum heutigen Zeitpunkt wurden nur einige wenige Standorte, bei welchen ein starker Verdacht bezüglich des Vorhandenseins von Altlasten bestand oder reale Probleme namentlich bei Baustellen auftraten, einzelfallweise saniert.

Nach Fertigstellung des Katasters der belasteten Standorte wird der Kanton auf verschiedenen Ebenen aktiv werden:

- Die zu ergreifenden vorsorglichen Massnahmen zur Vermeidung von Standortbelastungen bleiben prioritär:
- Hingegen kann das Erbe problematischer Situationen, welche aus dem Verhalten in früherer Zeit entstanden sind, heute zu schwierigen Situationen führen. Alte Abfalldeponien und Betriebe können erhebliche Belastungen verursachen und damit die Umwelt und die Gesundheit der Bevölkerung gefährden. Nach der Veröffentlichung des Katasters der belasteten Standorte wird der Kanton Prioritäten für die Untersuchung der Standorte festlegen, bei denen nicht ausgeschlossen werden kann, dass sie eines Tages schädliche oder lästige Einwirkungen generieren werden.
- Die Sanierung der Altlasten wird zu einem prioritären Bereich für den Umweltschutz. Diese Arbeit wird sich über einen Zeitraum von mindestens 20 Jahren erstrecken, und es ist mit hohen Kosten für die Sanierung aller Standorte zu rechnen.
- Für die Sanierung von Standorten, deren Finanzierung der Kanton übernehmen muss, ist ein geeignetes und in etwa mit den anderen Kantonen vergleichbares Finanzierungssystem einzurichten (z.B. Kanton Bern).





Boden

5

## Das Wichtigste in Kürze

Substanzen wie Schwermetalle und organische Schadstoffe gelangen unter anderem über belastete Luft, Mineral- und Hofdünger und Pflanzenschutzmittel in den Boden. Diese nicht oder nur schwer abbaubaren Schadstoffe reichern sich im Boden an und schädigen die Bodenfruchtbarkeit. Sie können von dort in die Nahrungskette oder über das Grundwasser in das Trinkwasser gelangen.

- 😊 In den letzten fünfzehn Jahren wurden die Böden im Kanton Freiburg beobachtet. Dabei zeigte sich, dass die Landwirtschaftsböden insgesamt gesund sind.
- 😞 Im Kanton gibt es aber gleichwohl viele saure Landwirtschaftsböden, darunter sogar einige sehr saure Böden, vor allem auf den Alpweiden und in den Wäldern.
- 😞 Die Bodenanalysen aus Freiburger Familiengärten bestätigen die Beobachtungen anderer Kantone: Die Familiengärten weisen einen viel höheren Gehalt an Nährstoffen und Schwermetallen auf als alle anderen Bodenarten.

Erosion und Bodenverdichtung haben zur Folge, dass fruchtbarer Boden verloren geht und die Bodenstruktur zerstört wird. Diese Belastungen werden durch eine unangepasste Bodenbearbeitung und die Verwendung von schweren Maschinen und Fahrzeugen auf durchnässtem Boden verursacht.

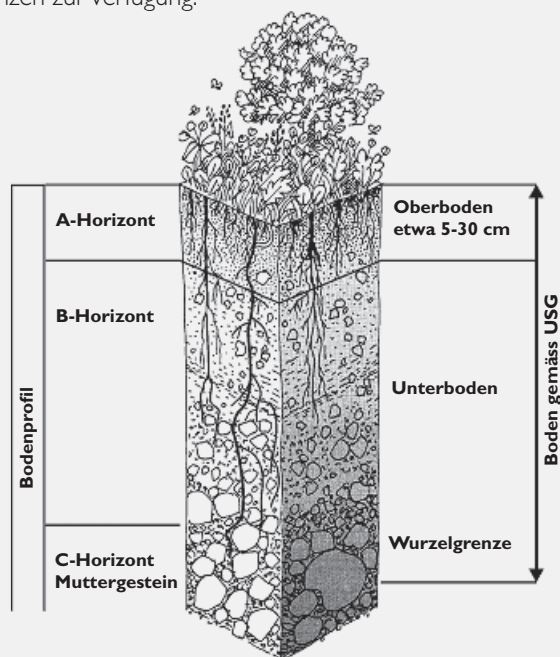
- 😞 Heute erreicht der Anteil der von der Erosion betroffenen Ackerfläche in der Schweiz je nach Region bis zu 40%. Im Kanton Freiburg könnten schätzungsweise 10 bis 15% der landwirtschaftlichen Nutzfläche von Erosion betroffen sein.
- 😊 Der Kanton Freiburg hat ein Konzept zur Bekämpfung der Erosion von Landwirtschaftsböden umgesetzt. Dieses basiert auf der Beobachtung der Schäden infolge der Erosion und auf der Beratung der Landwirte.
- 😞 Waldpflegearbeiten mit immer schwereren Maschinen fügen den Waldböden infolge der Verdichtung bedeutende Schäden zu.

## Problematik

### Der Boden erfüllt wichtige Aufgaben

Der Boden bildet die Oberfläche der Erdkruste und lässt sich mit einer Hautschicht vergleichen, welche die Atmosphäre von dem felsigen Untergrund trennt. Diese Erdschicht, auf welcher je nach Region wenige Zentimeter bis mehrere Meter grosse Pflanzen wachsen, entstand im Laufe der Jahrtausende durch den langsamen Abbau des Muttergesteins. Sie war den Klimaeinflüssen (Unwetter, Sonne, Frost usw.) ausgesetzt und wurde durch die Beschaffenheit des Terrains und durch das Wasser geformt. Nach und nach siedelten sich Pflanzen auf dieser Bodenschicht an, welche die darin enthaltenen Nährstoffe nutzten, den Boden ihrerseits bearbeiteten und fruchtbar machten und so einen lebendigen Boden entstehen liessen.

In einer Handvoll fruchtbarer Erde finden sich bis zu mehreren Milliarden lebende Organismen der unterschiedlichsten Art, die ihrerseits namentlich tote Organismen (Laub usw.) zersetzen. Die Produkte dieser Arbeit gelangen anschliessend wieder in den Kreislauf zurück und stehen danach anderen Lebewesen wie den Pflanzen zur Verfügung.



Der so im Laufe der Zeit geformte Boden hat sich zu einem komplexen Ökosystem entwickelt, das für unseren Planeten lebenswichtige Funktionen erfüllt! Das Leben der Pflanzen, der Tiere und letztlich auch des Menschen hängt ganz und gar vom Boden ab. Er

- sorgt für die Regulierung der natürlichen Kreisläufe des Wasser, der Luft sowie der organischen und anorganischen Stoffe: er filtert, reinigt, baut ab und speichert;
- bildet den Lebensraum für Mikroorganismen, Pflanzen, Tiere und Menschen;
- ist die Grundlage der land- und forstwirtschaftlichen Produktion;

- dient als Unterlage für alle möglichen Gebäude und Anlagen;
- fungiert als historisches und kulturelles Gedächtnis (vom Menschen im Laufe der Jahrtausende gestaltetes Landschaftsbild).

Zudem liefert der Boden im weiteren Sinne Rohstoffe: Ton, Sand, Kies, mineralische und pflanzliche Rohstoffe.

Der Schutz des Bodens bedeutet: die Multifunktionalität der Böden gewährleisten, die guten Landwirtschaftsböden erhalten, neue Schädigungen vermeiden (stoffliche Belastungen, Erosion, Bodenverdichtung usw.), bestehende Schäden beheben und/oder Gesundheitsrisiken für Menschen, Tiere oder Pflanzen beseitigen.

## Bodenbelastungen

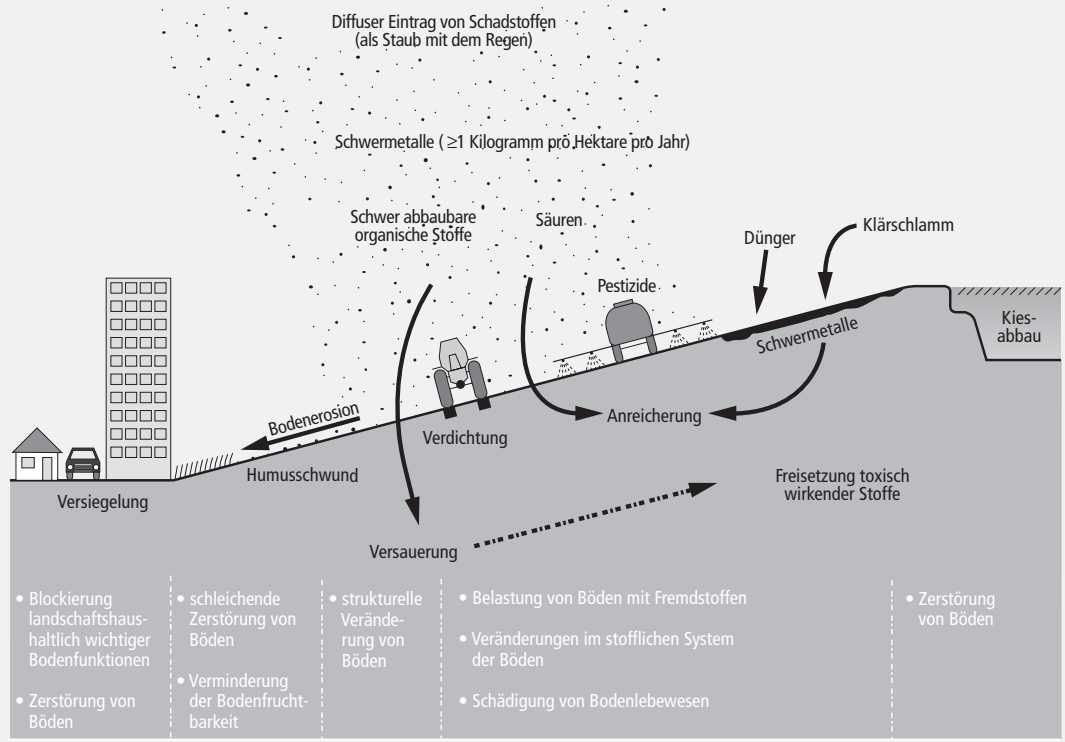
Unter Bodenschutz versteht man:

- den Schutz des Bodens vor Versiegelung (quantitativer Schutz); dafür ist in erster Linie die Raumplanung verantwortlich;
- den Schutz des unversiegelten Bodens vor Veränderungen seiner natürlichen Beschaffenheit (qualitativer Schutz). Der qualitative Schutz soll die Fruchtbarkeit des Bodens langfristig erhalten; dies soll mit Hilfe von Schutzmassnahmen gegen schädliche Stoffe und Organismen (chemische und biologische Belastungen) sowie gegen übermässige mechanische Einwirkungen (physikalische Belastungen) erreicht werden.

	Hauptursachen	Folgen
<b>Chemische Belastungen</b> Schwermetalle Schwer abbaubare organische Stoffe	Diffuser Eintrag von Schadstoffen (als Staub aus dem Regen): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrie</li> <li>• Verkehr</li> <li>• Heizungen</li> </ul> Dünger, Pestizide, Pflanzenschutzmittel Belastete Standorte, Abfälle	Nachhaltige Verminderung der Bodenfruchtbarkeit Anreicherung von Schadstoffen in der Nahrungskette Verschmutzung des Trinkwassers
<b>Physikalische Belastungen</b> Erosion Bodenverdichtung	Unangepasste Bodenbearbeitung in der Landwirtschaft Unangemessener Umgang mit Erde auf den Baustellen	Mögliche Verminderung der Bodenfruchtbarkeit (Humusschwund) Ertragseinbussen in der Landwirtschaft Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen und Infrastruktureinrichtungen (Kanalisation usw.) Nährstoffzufuhr in Gewässer und Biotope Veränderung der Bodenstruktur Blockierung wichtiger Bodenfunktionen (z.B. Versickern des Wassers) Erhöhte Hochwassergefahr
<b>Biologische Belastungen</b>	Einführung von Fremdorganismen, z.B. GVO mit teilweise unbekanntem Folgen.	Mögliche Destabilisierung des Ökosystems «Boden» Noch kaum bekannte Risiken
<b>Quantitativer Bodenverlust</b>	Bauliche Entwicklung Bau von Strassen usw.	Bodenzerstörung Erhöhte Hochwasserrisiken



# 5





## Grundsätze und Strategien des Bodenschutzes

Ziel des Umweltschutzgesetzes (USG) ist die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit.

Bei der Bodenschutzstrategie geht es darum, mit direkten Massnahmen auf den Boden einzuwirken und darüber hinaus langfristig auch eine vorbeugende Begrenzung der Schadstoffeinträge und eine Vermeidung der physikalischen Belastungen anzustreben.

Entsprechend dem Grundsatz der Verhältnismässigkeit sieht die Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo) ein vierstufiges Vorgehen zur Feststellung und Vermeidung von Bodenbelastungen vor:

	Richtwert	Prüfwert	Sanierungswert
	Er dient dem langfristigen und vorsorglichen Schutz des Ökosystems Boden und seiner Funktion im Naturhaushalt  Keine Unterscheidung nach Bodennutzung	Er weist auf eine mögliche gesundheitliche Gefährdung hin, die im Einzelfall zu verifizieren ist  Unterscheidung nach: Nahrungspflanzen Futterpflanzen orale Bodenaufnahme	Er gibt die chemische Belastung des Bodens an, welche die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen gefährden  Unterscheidung nach: Landwirtschaft und Gartenbau Haus- und Familiengärten Kinderspielplätze
	<b>Zunehmende Bodenbelastung</b>		
Bodenfruchtbarkeit langfristig gewährleistet	Bodenfruchtbarkeit nicht langfristig gewährleistet aber keine Nutzungsgefährdung	Nutzungsgefährdung möglich	Nutzungsgefährdung vorhanden
<b>Vorsorgliche Emissionsbegrenzung durch Bundesrecht</b>			
<b>Weitergehende Emissionsbegrenzung durch Kantone</b>			
		<b>Nutzungsbeschränkung, evtl. Sanierung</b>	
			<b>Nutzungsverbot und Sanierung</b>



Die Schweizer Landwirtschaft leistet durch ihre nachhaltige und multifunktionale Wirtschaftsweise einen wichtigen Beitrag zu Gunsten der Allgemeinheit. Sie versorgt die Bevölkerung mit Nahrungsmitteln von hoher Qualität, und leistet einen wichtigen Beitrag zur Landschaftspflege, zum Ressourcen- und Tierschutz.

Sich nachhaltig zu verhalten heisst aber auch, einen Ausgleich zwischen Wirtschafts-, Sozial- und Umweltanliegen anzustreben. Dies insbesondere in einem Umfeld, das zunehmend durch internationale Abkommen geprägt ist.

Jacques Bourgeois  
Directeur de l'Union Suisse des Paysans

## Zustand der Böden im Kanton Freiburg

### Die Qualität der Böden im Kanton Freiburg

Seit dem Jahr 1987 unterhält das Landwirtschaftliche Institut von Grangeneuve (LIG) das Kantonale Beobachtungsnetz für Landwirtschaftsböden FRIBO. Der Hauptzweck dieses Netzes besteht darin, pedologische, agronomische und umweltrelevante Informationen zu sammeln. Zu Beginn umfasste das Netz 250 Landwirtschafts-Standorte im ganzen Kanton; im Jahr 2004 wurde es mit 54 städtischen Standorten und 15 Standorten in Wäldern ergänzt.

Die Entnahme von Bodenproben erfolgt alle 5 Jahre, das LIG befindet sich also im 4. Überwachungszyklus der Landwirtschaftsböden. Anhand dieser Daten ist es möglich, die langfristige Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit zu verfolgen und die entweder natürlich oder aufgrund von Bearbeitungsmethoden in der Landwirtschaft, im Gartenbau oder in der Forstwirtschaft erfolgten Veränderungen der Böden festzustellen.

Nach Abschluss des dritten Überwachungszyklus und nach 15 Jahren Analyse zog das LIG im Jahr 2001, in seinen zwei Berichten über die Entwicklung der landwirtschaftlichen Kenngrössen, der Schwermetallgehalte (LIG, 2002) sowie über die Entwicklung der bodenbiologischen Kenngrössen (LIG, 2003) der freiburgischen Landwirtschaftsböden, eine Bilanz über die Entwicklung der physikalischen, chemischen und biologischen Kenngrössen der Landwirtschaftsböden.

Im Allgemeinen sind die Landwirtschaftsböden im Kanton gesund. Der Gehalt an organischer Substanz ist auf den Ackerflächen und den Naturwiesen stabil, auf den Alpweiden ist er sogar gestiegen. Auch der pH-Wert ist stabil; viele Böden sind jedoch sauer und es sollten insbesondere im Voralpengebiet Gegenmassnahmen ergriffen werden. Bei den Nährstoffen nimmt der kurzfristig verfügbare Phosphor ab, es sind indes ausreichend, auf den Ackerflächen sogar erhebliche Reserven vorhanden, so dass kein Phosphormangel zu befürchten ist. Die Landwirtschaftsböden sind relativ schwach mit Schwermetall belastet, ausgenommen einige punktuelle Belastungen (z.B. Rebberge) und einige natürliche Anreicherungen aus dem Muttergestein (vor allem Cadmium und Zink in den Voralpen). Die Böden des Kantons weisen die für ihre Nutzung, Lage und geologische Entstehung typischen Merkmale auf und sind hinsichtlich Fruchtbarkeit und Schwermetallgehalt mit den Böden des Schweizer Mittellandes vergleichbar.

Die Ergebnisse des freiburgischen Bodenbeobachtungsnetzes ergänzen die Resultate der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) und liefern aufgrund der grossen Dichte der untersuchten Standorte sowie der entsprechenden Analysen (Schwermetalle, physikalisch-chemische und biologische Parameter) ein genaueres Bild der Situation und erlauben das Treffen zielgerichteter Massnahmen.

Seit dem Jahr 2005 wird die Bodenerosion näher beobachtet. Schätzungsweise können 10 bis 15% der landwirtschaftlichen Nutzfläche von der Erosion betroffen sein. Betrachtet man die gesamte Schweiz so kann der Anteil der von der Erosion betroffenen Ackerfläche je nach Region 40% erreichen. Durch die Bodenverdichtung wird das Erosionsrisiko zusätzlich erhöht. Die Erosion und die Verdichtung der Landwirtschaftsböden, deren Ursache häufig in einer unangepassten Bodenbearbeitung zu suchen ist, stellen demnach mittelfristig eine reale Gefahr für die Bodenqualität dar.



## Analysen der Böden im Siedlungsgebiet sowie der Waldböden vervollständigen das FRIBO

Im Jahr 2004 wurden erstmals Böden im Siedlungsgebiet in den grössten Agglomerationen des Kantons, sowie 15 Standorte in Wäldern analysiert. Das Ziel war, für die Böden im städtischen Gebiet Informationen über die Art und den Zustand der Böden auf besonders empfindlichen Flächen (Familiengärten, Spielplätze) zu erhalten. In den Agglomerationen des Kantons geht es darum, Informationen allgemeiner Natur (diffuse Belastung) zu sammeln und die Entwicklung langfristig zu verfolgen. Diese Analysen vervollständigen die Informationen des FRIBO-Netzwerkes, welches Ackerflächen, Naturwiesen und Alpweiden umfasst. Die im Jahr 2004 untersuchten Standorte werden in Karte 09 dargestellt.

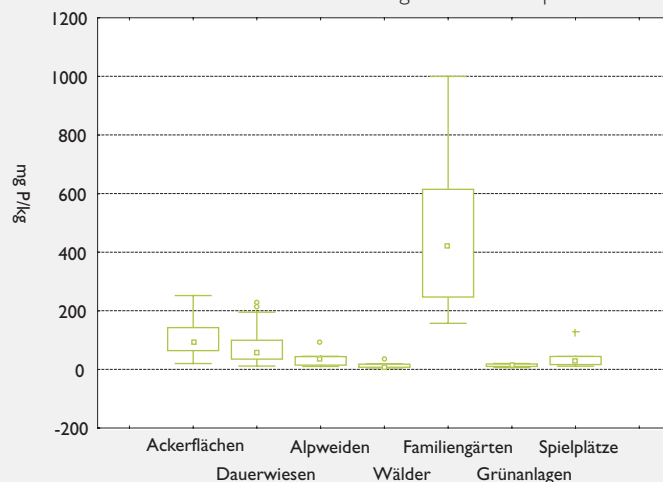
In der Karte 10 werden die gleichen Standorte nach ihrem pH-Wert abgebildet. In unserem Kanton sind viele Böden sauer und einige – vor allem auf den Alpweiden und in den Wäldern – sogar sehr sauer. Die Landwirte wurden über die Aufkalkung der Anbauflächen beraten. Da eine Aufkalkung der Alpweiden und der Wälder nicht möglich ist, müssen diese Böden weiter beobachtet und analysiert werden; besondere Aufmerksamkeit ist der vorsorglichen Bekämpfung der Versauerung durch Einträge aus der Luft zu widmen (Luftverschmutzung).

Die Ergebnisse aus dem Jahr 2004 zeigen am Beispiel der zwei untenstehenden Grafiken deutlich, dass der Gehalt an Nährstoffen (Phosphor, Kali, Magnesium) und an Schwermetallen (Kupfer, Blei, Zink) in den Familiengärten weit höher ist als in allen anderen Bodenarten. Diese Anreicherung ist dem mehr als grosszügigen Düngereinsatz der Hobbygärtnerinnen und Hobbygärtner und dem bisweilen hohen Nährstoff- und Schwermetallgehalt der verwendeten Mittel (organische Bodenverbesserungsmittel, Dünger, Kompost, Asche usw.) zuzuschreiben. Die analysierten Schwermetallbelastungen stellen indes keine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar, da der Prüfwert gemäss VBBo in keinem Fall überschritten wird. Den Gärtnerinnen und Gärtnern wurden jedoch Empfehlungen abgegeben, damit diese Werte nicht weiter ansteigen.

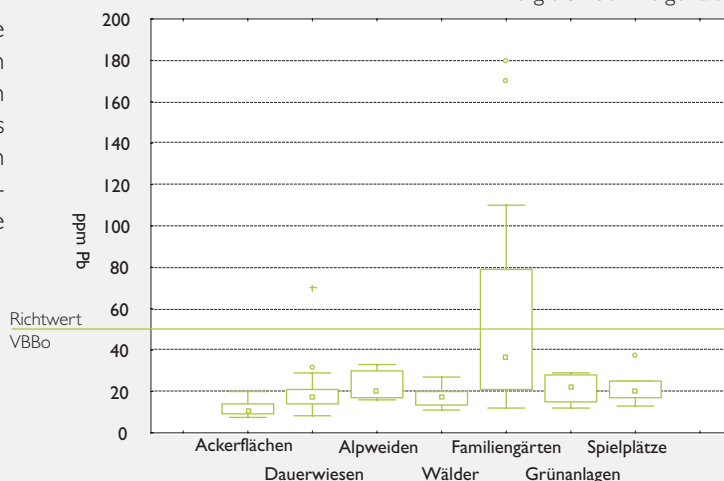
In den Wäldern verdichten die immer schwereren Maschinen, die für forstwirtschaftliche Arbeiten verwendet werden, den Boden und fügen ihm daher bedeutende Schäden zu. Solche Schäden wurden auf 4% der Gesamtfläche des Freiburger Mittellandes beobachtet. Dabei ist aber zu betonen, dass 60% der Schäden nach dem Sturm 'Lothar' entstanden sind. In den vom Sturm verwüsteten Gebieten weisen in der Regel 20 bis 30% der Fläche Bodenverdichtungschäden auf.



Vergleich der Phosphorreserven



Vergleich der Bleigehalte





# 5

## Ergriffene Massnahmen

Die Vorsorge, die Beobachtung und die Umsetzung der Massnahmen für die belasteten Böden stellen die Eckpfeiler des Bodenschutzes dar.

Die Vorsorge spielt eine entscheidende Rolle, da die Belastungen häufig irreversibel sind. Und selbst wenn eine Sanierung in Frage kommt, ist diese in der Regel sehr kostspielig. Vorschriften über die Vorbeugung von Bodenbelastungen finden sich in den gesetzlichen Bestimmungen zur Luftreinhaltung (Begrenzung der Emissionen), zu den umweltgefährdenden Stoffen oder Organismen. Diese bodenschutzrelevanten Umweltschutzmassnahmen müssen somit mit Vorsorgemassnahmen aus den verschiedenen Bereichen der Bodennutzung (Landwirtschaft, Tiefbau, usw.) ergänzt werden.

Dank der Bodenbeobachtung ist es möglich, Informationen über die Art und den Zustand der Böden des Kantons zu erhalten und so gezielt Vorsorge zu betreiben sowie Massnahmen zu ergreifen für Böden, deren Fruchtbarkeit gefährdet ist. Zudem kann damit die Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit langfristig verfolgt werden.

Schliesslich müssen dort, wo belastete Böden nachgewiesen werden, je nach Fall und Belastungsgrad Massnahmen wie Nutzungseinschränkungen oder Sanierungen in Betracht gezogen werden, damit jegliches Risiko für die Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanzenwelt vermieden werden kann.

Die Massnahmen im Bereich des Bodenschutzes sind demnach rund um diese drei Eckpfeiler angeordnet und können wie folgt zusammengefasst werden:

### Bekämpfung der chemischen und biologischen Belastungen

#### Landwirtschaftliche Beratung und Ausbildung der Landwirte

Der Bodenschutz ist fester Bestandteil der Bodenkunde, die an Berufs- und Landwirtschaftsschulen unterrichtet wird. Zudem wird er in Beratungsgruppen, Interessengruppen und anlässlich von Flurbegehungen thematisiert.

#### Kontrollstellen für ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN)

Landwirtschaftsbetriebe, welche Direktzahlungen erhalten, müssen sich an klare Kriterien halten: geeigneter Bodenschutz, ausgeglichene Düngerbilanz, regelmässige Fruchtfolge, gezielte Anwendung der Pflanzenschutzmittel usw. Dieser ÖLN wird im Kanton Freiburg durch die Freiburgerische Vereinigung der umwelt- und tiergerecht produzierenden Landwirte (FIPO) kontrolliert.

#### Bodenbeobachtung

Die Bodenqualität wird über das FRIBO-Beobachtungsnetz überwacht; die entsprechenden Unterlagen werden nachgeführt und aktualisiert. Die Ergebnisse der Bodenbeobachtung werden unter anderem zur besseren Beratung der Landwirte genutzt. Seit dem Jahr 2004 werden zusätzlich städtische Standorte (54 Standorte: Spielplätze, Familiengärten, Parks usw.) und Standorte im Wald (gegenwärtig 15 Standorte) getestet.

#### Bonitierung der landwirtschaftlichen Böden

Bei Bodenarbeiten, welche landwirtschaftliche Nutzflächen betreffen und bei denen eine spätere Wiederherstellung der Anbaufläche vorgesehen ist (Landumlegungen, grosse Baustellen, Materialgewinnung), nimmt das LIG eine Bonitierung der Böden vor. So kann nachgeprüft werden, ob die dem Landwirt nach Abschluss der Arbeiten zurückgegebenen Böden die gleiche Qualität aufweisen wie vor Beginn der Arbeiten.

#### Kartierung der Waldstandorte und der Waldbestände

Jedes Jahr werden 2000 bis 3000 ha Wald kartiert, um die seltenen und anfälligen Waldgesellschaften sowie jene, die für den Kanton repräsentativ sind, zu erfassen. Anhand dieser Angaben können die anzuwendenden waldbaulichen Massnahmen bestimmt werden.

#### Kantonales und eidgenössisches Forstinventar

Im Rahmen der nationalen und kantonalen Forstinventarisierung wurden in verschiedenen Wäldern Beobachtungsflächen eingerichtet. Sie liefern wertvolle Hinweise über die Entwicklung der Waldverjüngung sowie andere Beobachtungsdaten zur Vegetation und zum Boden.

## Massnahmen gegen die physikalischen Belastungen

### Landwirtschaftliche Beratung und Ausbildung der Landwirte

Der Kampf gegen die Bodenerosion und Bodenverdichtung wird in der Ausbildung der Landwirte sowie in der landwirtschaftlichen Beratung thematisiert (Beratung, Interessengruppen usw.).

### Förderung von pfluglosen Anbaumethoden

Kantonale Beiträge, die durch ein Dekret im Jahr 2003 eingeführt worden sind, fördern die Direktsaat, die Streifenfrässaat, die Mulchsaat und das Belassen bzw. Anlegen von Grasstreifen. Diese pfluglosen Anbaumethoden beugen erosionsbedingten Schäden vor und wirken der Verdichtung landwirtschaftlicher Böden entgegen.

### Monitoring der Erosion

Im Jahr 2005 wurde in den Freiburger Gemeinden ein Projekt zur Erhebung der Erosionsflächen gestartet. Die dabei gesammelten Daten dienen der Erarbeitung eines Konzepts zur Bekämpfung der Erosion von Kulturböden darstellen. Anhand der Erhebung können zudem die Massnahmen zur Bekämpfung der Erosion gezielt ausgerichtet und die Bemühungen auf die erosionsgefährdeten Parzellen konzentriert werden. Die Landwirte, die mit solchen Erosionsproblemen konfrontiert sind, werden beraten. Gemeinsam mit ihnen werden dann die erforderlichen Massnahmen festgelegt.

### Entwicklung von GELAN

Mit der Datenbank GELAN (welche Daten der Kantone FR, BE und SO enthält) werden sämtliche direktzahlungsrelevanten Informationen über Landwirtschaftsbetriebe verwaltet. Gegenwärtig wird die Entwicklung eines Moduls zum Bodenschutz geprüft, vor allem für die Speicherung der Daten bezüglich der Erosion.

### Präventive und korrigierende Massnahmen bei Landumlegungen

Bei Landumlegungen können auf Gemeindeebene Vorsorge- und Korrekturmassnahmen gegen die Erosion ergriffen werden (z.B. Einteilung der Parzellen und Wege, um die hangparallele Bodenbewirtschaftung zu fördern).

### Bodenschutz bei grossen Erdaufschüttungen

Bei der Prüfung von Baugesuchen misst der Kanton den verschiedenen Aspekten des Bodenschutzes besondere Bedeutung zu. Für grosse Baustellen und Materialausbeutungen (z.B. Kiesgruben) verlangt er die Durchführung einer ökologischen Baubegleitung durch eine entsprechend ausgebildete Fachperson. Damit wird gewährleistet, dass alle wesentlichen Aspekte des Bodenschutzes sinnvoll in die Arbeit miteinbezogen werden.

## Massnahmen gegen den Siedlungsdruck

### Aktualisierung der landwirtschaftlichen Bodeneignungskarte und der Karte der genehmigten Bauzonen

Die landwirtschaftliche Bodeneignungskarte teilt die landwirtschaftlichen Böden in 5 Kategorien ein (A, ABI, B1, B2, C) und zwar nach ihrem Ertragspotenzial, das von der Höhe über Meer, dem Gefälle, dem lokalen Klima usw. abhängt. Die Kategorien A und ABI stellen die besten landwirtschaftlichen Böden, Fruchtfolgeflächen genannt, dar. Das Amt für Landwirtschaft und das Bau- und Raumplanungsamt sind für die Aktualisierung dieser Inventare zuständig.

### Erhaltung der Fruchtfolgeflächen und der Waldflächen

Bei der Prüfung der Raumplanungs- und Baudossiers sorgt das Amt für Landwirtschaft zusammen mit dem Bau- und Raumplanungsamt dafür, dass die Ausdehnung der Bauzonen nicht zu Lasten der guten landwirtschaftlichen Böden und entsprechend den im Kantonalen Richtplan festgeschriebenen Grundsätzen geschieht. Das Amt für Wald, Wild und Fischerei sorgt seinerseits für den Schutz des Waldes.

### Kontrolle der Neubemessung der Bauzonen

Das Bau- und Raumplanungsamt sorgt für eine haushälterische Bodennutzung. Es prüft, ob die Neubemessung der Bauzone nach den Grundsätzen des kantonalen Richtplans erfolgt.

### Bericht über den Stand der Raumplanung und der Fruchtfolgeflächen FFF

Alle 5 Jahre unterbreitet der Staatsrat dem Grossen Rat einen bilanzierenden Bericht über die stattgefundenen und stattfindenden Tätigkeiten mit Auswirkungen auf die Raumplanung. Zudem legt der Kanton dem Bund periodisch Rechenschaft über den Zustand der FFF ab.

# 5

## **Koordination des Bodenschutzes**

Für den Vollzug der Aufgaben, die der Kanton gemäss der Gesetzgebung zu erfüllen hat, sind die personellen wie auch finanziellen Mittel für den Bodenschutz sehr knapp bemessen. Es ist daher wichtig, die technischen und wissenschaftlichen Kompetenzen der im Bodenschutz aktiven Amtsstellen durch eine gute Koordination der verschiedenen Aktivitäten zusammenzulegen. Im Unterschied zu anderen Kantonen verfügt der Kanton Freiburg über keine eigentliche Bodenschutzfachstelle, sondern über mehrere Instanzen, die verschiedene Aspekte dieses Bereichs behandeln. Die kantonale Verordnung über den Bodenschutz (2002) teilt dem Amt für Umwelt (AfU) das Präsidium der dienststellenübergreifenden Koordinationsgruppe für den Bodenschutz (KGBo) zu, die sich überdies aus Vertretern des Amtes für Landwirtschaft, des landwirtschaftlichen Instituts Grange-neuve, des Meliorationsamtes, des Amtes für Wald, Wild und Fischerei, des Bau- und Bauplanungsamtes und des Amtes für Umwelt zusammensetzt.

Zur besseren Nutzung der vorhandenen Mittel und zur Sicherstellung eines koordinierten Vollzugs des Bodenschutzes erarbeitete die Koordinationsgruppe im Jahr 2004 ein Bodenschutzkonzept.

## Bilanz und Ausblick

Die Bilanz der Aktivitäten zum Bodenschutz kann wie folgt zusammengefasst werden:

Bodenschutz	Erfolge	Unzureichende Ergebnisse
<b>Massnahmen gegen die chemische und biologische Belastung</b>	<p>Der Bodenschutz wird in der Ausbildung der Landwirte behandelt.</p> <p>Das kantonale Bodenbeobachtungsnetz wurde auf Böden im Siedlungsgebiet und auf Waldböden ausgedehnt, um sich ein allgemeines Bild über den Bodenzustand zu verschaffen.</p> <p>Insgesamt sind die landwirtschaftlichen Böden im Kanton in einem guten Zustand.</p> <p>Der Gehalt an organischer Substanz ist auf den Ackerflächen und Naturwiesen stabil.</p> <p>Der Gehalt an Reservephosphor bleibt auf den Ackerflächen hoch bzw. sehr hoch.</p>	<p>Das Bewusstsein um die Risiken in Verbindung mit einem übermässigen Einsatz chemischer Düngemittel und anderer, Schadstoffe enthaltender Produkte ist bei den Hobbygärtnern und Hobbygärtnerinnen ungenügend.</p> <p>In den Familiengärten wurden relativ hohe Nährstoff- und Schwermetallwerte entdeckt.</p> <p>Viele Böden sind sauer; einige auf den Alpweiden und in den Wäldern sogar sehr sauer.</p>
<b>Massnahmen gegen die physikalische Belastung</b>	<p>Die Bekämpfung der Erosion und der Bodenverdichtung wird in der Ausbildung der Landwirte behandelt.</p> <p>Einführung von kantonalen Beiträgen zur Förderung der pfluglosen Anbaumethoden.</p> <p>Umsetzung einer kantonalen Strategie zur Bekämpfung der Erosion, welche vor allem die Beobachtung der Schäden und die Beratung der Landwirte beinhaltet.</p>	<p>Einige Berufsbranche (Landwirtschaft, Bauwesen, Forstwirtschaft usw.) müssen besser über die Risiken in Verbindung mit der Bodenerosion und Bodenverdichtung informiert werden.</p> <p>Unangebrachte landwirtschaftliche Bearbeitungsmethoden verursachen die Erosion und die Verdichtung der Böden. Schätzungsweise können 10-15% der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Kantons von der Erosion betroffen sein.</p> <p>In den Wäldern werden immer schwerere Maschinen für die forstwirtschaftlichen Arbeiten benützt. Diese haben insbesondere nach dem Sturm Lothar infolge der Bodenverdichtung grosse Schäden verursacht.</p>
<b>Massnahmen gegen den Siedlungsdruck</b>	<p>Die Dimensionierung der Bauzonen erfolgt gemäss den Grundsätzen des Kantonalen Richtplanes, welcher eine Verdichtung der bestehenden Siedlungsstrukturen anstrebt.</p> <p>Die Neubemessung der Bauzonen erfolgt nach den Grundsätzen des kantonalen Richtplans; dessen Ziel ist eine Verdichtung bestehender städtischer Strukturen.</p>	<p>Die Ausdehnung der Bauzonen erfolgt zum Teil ohne Berücksichtigung der guten Landwirtschaftsböden.</p>



Für den Bodenschutz im Kanton zeichnen sich in Zukunft folgende Prioritäten ab:

### **Ausbau der Information über den Bodenschutz**

Der Bodenschutz hat bei weitem noch nicht die Bedeutung erreicht, die er verdient. Da die Bodenbelastungen häufig irreversibel sind, ist für die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit die Vorsorge durch die Sensibilisierung der breiten Öffentlichkeit von entscheidender Bedeutung. Daher müssen bei den Direktbetroffenen, namentlich den bodenbearbeitenden Kreisen verschiedene Informationskampagnen zu spezifischen Themen durchgeführt werden, vor allem:

- bei den Landwirten,
- im Bauwesen (Unternehmer, Maschinenführer usw.),
- in der Forstwirtschaft, bei Unternehmern und Waldarbeitern
- bei Hobbygärtnern und Händlern von Dünger und Pflanzenschutzmitteln.

Ebenso sollte die Zusammenarbeit mit den Branchenverbänden der bodenbearbeitenden Berufe ausgebaut werden.

### **Fortsetzung der Bodenbeobachtung durch das FRIBO-Beobachtungsnetz**

Das FRIBO-Beobachtungsnetz wurde auf die Böden im Siedlungsgebiet und auf die Waldböden ausgeweitet. Diese unerlässlichen Analysen müssen fortgesetzt und zu Informationszwecken für die betroffenen Kreise und zur Festlegung von Massnahmen verwendet werden. Zum andern können anhand der Beobachtung der chemischen Belastungen in Zonen, die in der Nähe von Schadstoffquellen liegen, vor allem in Industrienähe, bei Grenzwertüberschreitungen Massnahmen ergriffen werden.



### **Verstärkte Bekämpfung der Bodenerosion und der Bodenverdichtung**

Die Erosion und die Verdichtung der landwirtschaftlichen Böden werden über die landwirtschaftliche Beratung und die Kontrolle des ÖLN bekämpft; diese Massnahmen müssen jedoch verstärkt werden. Die Verordnung vom 7. Dezember 1998 über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (Änderung am 26. November 2003) fordert neu die Erstellung von Mehrjahresplänen zur Bekämpfung der Erosion, wenn regelmässig Schäden festgestellt werden. Das im Jahr 2003 in Kraft gesetzte Dekret des Amtes für Landwirtschaft zur Förderung von pfluglosen Anbaumethoden (Direktsaat, Streifenfrässaat, Mulchsaat, Grasstreifen) leistet ebenfalls einen Beitrag zur Bekämpfung der Erosion und Verdichtung von landwirtschaftlichen Böden. Zudem ist die Entwicklung eines Konzeptes zur Erosionsbekämpfung einschliesslich der entsprechenden Schadensbeobachtung, der Beratung der Landwirte und der Erstellung von Mehrjahresplänen für den Schutz der Landwirtschaftsböden im Kanton prioritär weiterzuverfolgen.

Die Verdichtung der Waldböden infolge von Unterhaltsarbeiten wird seit 2004 überwacht. Die Kreisförster wurden über die Belastungsrisiken der Böden informiert; die entsprechende Informationsarbeit wird wiederholt. Dieser Aspekt wird fortan auch in der Berufsausbildung behandelt.

### **Weiterführung eines quantitativen Bodenschutzes**

Der Kanton will in erster Linie die Wälder und die besten landwirtschaftlichen Böden bewahren, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Bedürfnisse der Siedlungsentwicklung und der wirtschaftlichen Entwicklung auf kantonaler und regionaler Ebene. Der Schutz fruchtbarer Flächen muss über die Raumplanung geschehen, namentlich über eine korrekte Dimensionierung der Bauzonen, verdichtetes Bauen innerhalb bestehender Bauzonen und über eine bessere Berücksichtigung des Bodenschutzes in den Interessenabwägungen.



# Luft und Klima

6

# 6

## Luft und Klima

### Das Wichtigste in Kürze

Bei den meisten Luftschadstoffen ist in den letzten Jahren ein Rückgang zu verzeichnen. Beim Ozon ( $O_3$ ) und beim lungengängigen Feinstaub (PM10) werden immer noch regelmässig zu hohe Werte gemessen. Die Luftbelastung wirkt sich direkt auf die menschliche Gesundheit sowie auf die Ökosysteme aus.

😊 Dank technischer Massnahmen bei Feuerungen, Fahrzeugen und in der Industrie konnten die Emissionen vieler Luftschadstoffe gesenkt werden.

☹️ Beim Ozon, lungengängigem Feinstaub und Stickstoffdioxid ( $NO_2$ ) werden die Grenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung regelmässig überschritten.

Die Klimaänderung ist ein globales Umweltproblem. Dabei spielt der Treibhauseffekt eine zentrale Rolle. Dieses an sich natürliche Phänomen wird durch die vom Menschen emittierten Treibhausgase (vor allem Kohlendioxid ( $CO_2$ ), Methan ( $CH_4$ ) und Freone) beeinflusst.

☹️ Die Kohlendioxidemissionen verharren auf hohem Niveau, was in der Schweiz und im Kanton Freiburg überwiegend auf die Verkehrszunahme zurückzuführen ist.

😊 Die Methanemissionen in der Schweiz haben im letzten Jahrzehnt abgenommen.

☹️ In den vergangenen hundert Jahren sind die Durchschnittstemperaturen auf der Erde um 0.3 bis 0.6 Grad und in der Schweiz um rund 1 Grad gestiegen. Dabei wird angenommen, dass der Mensch erheblich zu dieser Erwärmung beiträgt.

### Problemstellung

Die Luft, die wir einatmen, ist ein Gemisch aus Stickstoff (79%), Sauerstoff (20%), Edelgasen (ca. 1%) und aus  $CO_2$  (ca. 0.035%). Weitere Substanzen kommen in sehr geringen Konzentrationen vor. Man spricht von Luftverschmutzung, wenn eines der Gase in einer ungewöhnlich hohen Konzentration vorkommt oder wenn neue Gase oder Partikel dazu gelangen. Die je nach Ort mehr oder weniger stark verschmutzte Gasmischung, die wir einatmen, kann unsere Gesundheit und die Umwelt gefährden. Sie ist das Ergebnis eines durch den Menschen veränderten natürlichen Kreislaufs.

Seit der Industrialisierung haben die Emissionen von Luftschadstoffen beträchtlich zugenommen, vor allem aufgrund der rasanten Entwicklung der Wirtschaft und des Verkehrs. Die daraus resultierenden Immissionen haben zunächst vor allem direkte, lokal begrenzte Auswirkungen. Sie wirken aber auch an der Entstehung globaler Probleme mit wie der Zerstörung der Ozonschicht und der Zunahme des Treibhauseffekts.

### Grundbegriffe

#### Emissionen

Von Anlagen, Fahrzeugen oder Produkten an die Umwelt abgegebene Luftverunreinigungen.

#### Immissionen

Luftverunreinigung am Ort ihres Einwirkens auf Menschen, Tiere, Pflanzen, Böden und Sachgüter.

#### Verdünnung, Transport, Umwandlung

Die ausgestossenen und durch den Wind transportierten Schadstoffe sind sogenannte «primäre» Schadstoffe. Sie können chemisch umgewandelt werden und so neue, sogenannte «sekundäre» Schadstoffe entstehen lassen.

#### Deposition

Durch Ablagerung und Auswaschung (Regen, Schnee) werden die Schadstoffe aus der Luft entfernt. Sie gelangen auf Pflanzen, in Böden und Gewässer.

## Treibhauseffekt

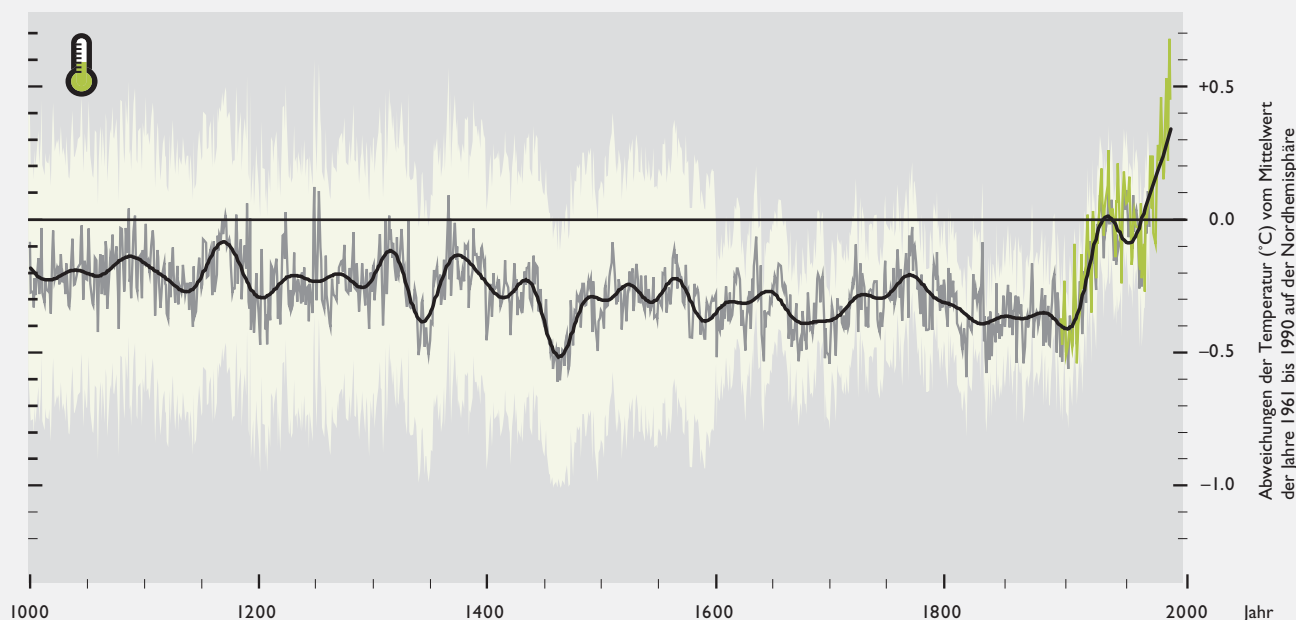
Die Sonne schickt Strahlen zur Erde und erwärmt dadurch die Erdoberfläche. Diese gibt daraufhin Energie in Form langwelliger Infrarotstrahlung ab. Treibhausgase in der Atmosphäre begrenzen – ähnlich dem Glasdach eines Treibhauses – die vollständige Abstrahlung in den Weltraum. Ein Teil der Infrarotstrahlung wird durch die Treibhausgase zur Erde reflektiert, wodurch eine zusätzliche Erwärmung erfolgt. Dank diesem natürlichen Treibhauseffekt ist auf der Erde überhaupt Leben möglich. Andernfalls läge die mittlere Temperatur auf der Erde bei etwa -18 Grad Celsius.

Zu den wichtigsten natürlichen Treibhausgasen gehören Wasserdampf (H<sub>2</sub>O), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O) und das Ozon (O<sub>3</sub>) der untersten Atmosphärenschicht. Durch menschliche Aktivitäten – vor allem durch die Verbrennung fossiler Energieträger und die Abholzung der Tropenwälder – ist die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre in den letzten Jahrzehnten immer rascher angestiegen. Heute wird

z.B. über 30% mehr CO<sub>2</sub> gemessen als zu Beginn des Industriezeitalters. Die Folge davon ist eine zusätzliche Erwärmung der Erdoberfläche und der unteren Atmosphäre.

Messdaten belegen, dass die Durchschnittstemperaturen auf der Erde im Laufe der letzten hundert Jahre um 0.6 Grad Celsius zugenommen haben, und dass die Jahre 1990, 1991, 1994, 1995, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 und 2003 die weltweit wärmsten seit Beginn der Temperaturmessungen waren. Zahlreiche Indikatoren lassen darauf schliessen, dass die Temperaturen der letzten Jahre höher lagen als jemals zuvor in den letzten 1'000 Jahren. Klimamodelle sagen voraus, dass die mittlere Temperatur bis zum Jahr 2100 weltweit um 1.4 bis 5.8 Grad Celsius ansteigen wird, wenn keine wirksamen Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen ergriffen werden.

Entwicklung der Temperatur in den letzten tausend Jahren in der nördlichen Hemisphäre



Quelle: Das Klima in Menschenhand, BAFU

## Stratosphärisches Ozon

Die Ozonschicht befindet sich in 10 bis 50 km Höhe und schützt die Lebewesen vor der schädlichen UV-Strahlung der Sonne. Stabile und langlebige Gase steigen in die Stratosphäre auf, wo sie in einem komplexen chemischen Prozess die Ozonschicht zerstören.



# 6

## Die wichtigsten Luftschadstoffe

Luftschadstoffe	Wichtigste Quellen	Bildung, Auswirkungen
<b>Ammoniak (NH<sub>3</sub>)</b>	Tierhaltung in der Landwirtschaft	Emission: bei der Lagerung und Ausbringung von Hofdünger.  Auswirkungen: Versauerung und Überdüngung der Böden mit schädlichen Folgen für die Ökosysteme.
<b>Flüchtige organische Verbindungen (VOC)</b>	Industrie und Gewerbe, Strassenverkehr	Emission: beim Verdunsten von Lösungsmitteln und Treibstoffen oder bei der unvollständigen Verbrennung.  Auswirkungen: Das Spektrum reicht von nicht toxischen bis zu hochtoxischen und Krebs erzeugenden Verbindungen (z.B. Benzol); zusammen mit den Stickoxiden wichtige Vorläuferschadstoffe für die Bildung von Photooxidantien (Ozon/Sommersmog).
<b>Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)</b>	Industrie- und Hausfeuerungen, Strassenverkehr	Emission: bei jeder Verbrennung  Auswirkungen: bei normaler Immissionskonzentration unschädlich für Mensch und Tier; hauptverantwortlich für den Treibhauseffekt.
<b>Feinstaub (PM10)</b>	Verkehr (inner- und ausserhalb des Strassennetzes), Industrie, Gewerbe, Verbrennung im Freien	Emission: bei industriellen und gewerblichen Produktionsprozessen, bei Verbrennungsprozessen, durch Abrieb der Reifen und der Strassenbeläge; sekundärer Schadstoff aus NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> und VOC.  Auswirkungen: Feinstaub und Russ verursachen Erkrankungen der Atemwege, erhöhen die Mortalität und das Krebsrisiko; Sedimentstaub belastet die Böden, die Pflanzen und – über die Nahrungskette – auch den Menschen durch im Staub enthaltene Schwermetalle (z.B. Cadmium, Blei) und Dioxine.
<b>Stickoxide (NO<sub>x</sub>)</b> Dieser Begriff umfasst Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	Verkehr (inner- und ausserhalb des Strassennetzes)	Emission: beim Verbrennen von Brenn- und Treibstoffen, insbesondere bei hohen Verbrennungstemperaturen.  Auswirkungen: Erkrankung der Atemwege, vielfältige Schädigung der Pflanzen und empfindlicher Ökosysteme bei kombinierter Einwirkung mehrerer Schadstoffe, Überdüngung von Ökosystemen, wichtige Vorläufersubstanzen für die Bildung von sauren Niederschlägen, Feinstaub und - zusammen mit den flüchtigen organischen Verbindungen - von Photooxidantien (Ozon/Sommersmog).
<b>Ozon (O<sub>3</sub>)</b>	Verkehr, Industrie und Gewerbe (Vorläuferschadstoff)	Bildung: Bodennahes Ozon ist ein Sekundärschadstoff und entsteht in der Troposphäre unter Einwirkung von Sonnenlicht aus Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen.  Auswirkungen: Ozon reizt die Schleimhaut der Atemwege, verursacht Druck auf die Brust, vermindert die Leistungsfähigkeit der Lungen, schädigt Pflanzen.
<b>Freone und in der Luft stabile Stoffe (FCKW, HFCKW, HFKW)</b>	Industrie, Haushalte	Bildung: Freisetzung bei Lecks oder bei der Demontage von Kühlanlagen oder von Isolationsmaterial.  Auswirkungen: Abbau des stratosphärischen Ozons und Treibhauseffekt.

### Je stärker die Luftverschmutzung, desto häufiger treten Krankheiten auf

Verschmutzte Luft beeinträchtigt die Gesundheit. Bei erhöhten Schadstoffbelastungen treten häufiger Beschwerden wie Atemnot, chronischer Husten und Auswurf sowie Erkrankungen der Atemwege auf. Bestehende Leiden verschlimmern sich. Ausserdem nimmt die Lungenfunktion ab, und Notfallkonsultationen und Spitaleintritte wegen Atemwegproblemen sowie Todesfälle häufen sich. Es ist normalerweise nicht möglich, anhand der Auswirkungen auf einen bestimmten Schadstoff zu schliessen (verantwortlich ist eine Kombination verschiedener Stoffe).

Dieselmotoren, Benzol, Cadmium und Asbest zählen zu den krebserregenden Luftschadstoffen. Sie sind für den Menschen bereits in kleinsten Konzentrationen schädlich. Aus diesem Grund existiert bei diesen Schadstoffen keine Schwelle, unterhalb derer keine Gefahr für die Gesundheit besteht.

### Folgen für Pflanzen und Böden

Der atmosphärische Eintrag von Stickstoff- und Schwefelverbindungen versauert den Boden und bringt die Nährstoffzufuhr in den Wäldern und anderen empfindlichen Ökosystemen aus dem Gleichgewicht. Er schädigt die Bildung und die Funktion der Wurzeln und stört die Nährstoffbilanz der Bäume. Das Ozon wirkt vor allem über die Blätter und greift so nicht nur die Wälder an, sondern auch die Landwirtschaftskulturen, wo es Ertragsseinbussen verursacht.

### Verbrennen von Abfall im Freien: eine schädliche Gewohnheit!

Das Verbrennen von Siedlungsabfällen, Altholz und anderen Abfällen belastet die Umwelt und erzeugt giftige Schadstoffe. Aus diesem Grund ist die Entsorgung von Siedlungsabfällen durch Verbrennen im Freien oder in hauseigenen Cheminees strikte verboten. In der Schweiz durchgeführte Studien haben nämlich gezeigt, dass die beim Verbrennen von Abfällen im Freien entstehenden Dioxinbelastungen bis zu 1'000 x höher sein können als bei der Entsorgung in einer mit den obligatorischen Filtern ausgestatteten Kehrichtverbrennungsanlage. Es wird jedoch nicht nur die Luft belastet: Die Asche aus solchen Abfällen enthält Schwermetalle, die wiederum die Böden verunreinigen und sich direkt auf die Nahrungskette auswirken.

### Luftreinhalte-Konzept

Das Luftreinhalte-Konzept basiert auf dem Umweltschutzgesetz und der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) des Bundes. Dieses baut auf den folgenden Elementen auf:

- Anwendung des Vorsorgeprinzips durch die Kontrolle neuer Anlagen und die Schaffung von Anreizen für alle beteiligten Akteure, damit diese Luftverschmutzungen vermeiden, einschränken oder auf das strikte Minimum begrenzen;
- Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für alle stationären und mobilen Anlagen; das AfU ist zuständig für die Erfassung, die Kontrolle und gegebenenfalls für die Anordnung einer Sanierung der stationären Anlagen (vorsorgliche Emissionsbegrenzung und Sanierung);
- Überwachung der Luftqualität; die maximal zulässigen Werte für die Schadstoffbelastung sind einzuhalten (Immissionsgrenzwert). Bei einer Überschreitung dieser Grenzwerte sind die Behörden verpflichtet, den Verursacher der Überschreitung anzuweisen, eine zusätzliche Sanierung vorzunehmen. Sind mehrere Verursacher beteiligt, muss ein Massnahmenplan ausgearbeitet werden.

### Gesetzgebung im Klimabereich

Mit dem Bundesgesetz vom 8. Oktober 1999 über die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen (CO<sub>2</sub>-Gesetz), das am 1. Mai 2000 in Kraft trat, sollen die auf die energetische Nutzung fossiler Energieträger (Brenn- und Treibstoffe) zurückzuführenden CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert werden. Nach Artikel 3 soll das Reduktionsziel in erster Linie durch energie-, verkehrs-, umwelt- und finanzpolitische Massnahmen erreicht werden. Der Bundesrat hat im Jahre 2005 festgestellt, dass die Schweiz die Ziele des Kyoto-Protokolls nicht ohne zusätzliche Massnahmen einhalten können.

Die Umweltpolitik unterstützt und ergänzt die Klima- und Energiepolitik bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen. Ihre wichtigsten Bereiche sind:

- die Reduktion der verkehrsbedingten Emissionen: Die im Jahre 2004 eingeführten schwefelfreien Treibstoffe ermöglichen den Einsatz verbrauchsärmerer Benzinmotoren sowie den Einsatz von Partikelfiltern in Dieselfahrzeugen. Zudem wird gegenwärtig die Förderung von Treibstoffen wie Erdgas und Biotreibstoffen vorbereitet.
- Ein Deponieverbot für brennbare Abfälle gilt seit dem 1. Januar 2000: Dadurch können die Methanemissionen deutlich verringert werden.
- Die Regulierung des Einsatzes von synthetischen Treibhausgasen: In den 90er Jahren haben die Emissionen solcher Gase rasch zugenommen, besonders die HFKW-Emissionen aus Kühlmitteln, Schäumstoffen, Lösungsmitteln usw. Die Verwendung dieser Stoffe wird nun überwacht, einige dieser Stoffe sind gänzlich verboten.

Wenn man von einer Umwelt träumt, die ohne menschliche Eingriffe auskommt, gibt es keine Medizin.

Die Medizin ist eine Tätigkeit des Menschen, die einen natürlichen biologischen Prozess aufhalten soll. Sie gehört folglich zu den zahlreichen Aktivitäten, mit denen der Mensch sein Umfeld zu verändern sucht. Das Ökosystem, in dem wir leben, hat nichts mehr mit jenem unserer Vorfahren vor 20'000 oder 30'000 Jahren zu tun. Unsere Lebensweise hat Verschmutzungen bewirkt und gewaltige klimatische und biosphärische Veränderungen ausgelöst. Heute soll die Medizin unsere umweltschädlichen Eingriffe rückgängig machen. Wir bekämpfen die Auswirkungen unseres Erdendaseins und produzieren mit unserer medizinischen Aktivität weitere Nebenfolgen, in der Art der Katze, die sich in den eigenen Schwanz beisst. Dabei hat sich der Mensch stets gerne in der Rolle des Zauberlehrlings gesehen. Wenigstens ist es tröstlich zu wissen, dass die Erde genügend Widerstandskraft besitzt, um uns zu überleben, und dass das Leben auf dem blauen Planeten weitergeht.

Dr Richard Nyffeler  
Präsident der Ärztesellschaft des Kantons Freiburg (AGKF)

## Emissionen

### Stickoxide (NO<sub>x</sub>)

Mittels spezieller Emissionsfaktoren wurden auf der Grundlage der Fahrleistungen des Strassenverkehrs sowie statistischer Daten aus der eidgenössischen Volkszählung die Stickoxidemissionen für den Kanton berechnet. Die Annahmen für das Jahr 2010 beruhen auf verschiedenen Studien des Bundes.

Übersicht über die NO<sub>x</sub>-Emissionen in Tonnen/Jahr für den Kanton Freiburg.

Quellen	2000	%	2010	%
Strassenverkehr	2'408	56%	1'356	43%
Industrie + Gewerbe	646	15%	493	16%
Baumaschinen	646	5%	278	9%
Hausfeuerungen	238	6%	184	6%
Landwirtschaft + Forstwirtschaft	762	18%	827	26%
<b>Total</b>	<b>4'281</b>	<b>100%</b>	<b>3'138</b>	<b>100%</b>

Es zeigt sich, dass der Strassenverkehr noch immer für etwa die Hälfte der Stickoxid-Emissionen verantwortlich ist. Gegenüber den 1980er Jahren, wo der Anteil des Strassenverkehrs noch bei 90% lag, konnte jedoch ein Fortschritt erzielt werden. Die neuen EU-Normen (Abgasnormen Euro 4 und Euro 5) lassen hoffen, dass es möglich sein wird, die Emissionen in den kommenden Jahren noch wesentlich zu vermindern. Wie stark diese Reduktion ausfallen wird, wird noch stärker als heute von der Wartung und vom Zustand der Fahrzeuge abhängen; denn die Abgasnachbehandlungssysteme werden derart effizient sein, dass sich Mängel ziemlich stark auf die Emissionen auswirken werden.

Dank den bereits beschlossenen Massnahmen sollte es möglich sein, in den nächsten Jahren auch die Emissionen von stationären Anlagen, besonders von Feuerungsanlagen, zu senken. Bei den mobilen Anlagen und dem Verkehr ausserhalb der Strassen («Offroad») hingegen sollten die Emissionen in Zukunft stärker eingeschränkt werden. So ist auf dem Bau sowie in der Land- und Forstwirtschaft mit einer Zunahme der Emissionen zu rechnen. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass die aktuellen Stickoxid-Emissionsgrenzwerte der EU für Traktoren rund zweimal so hoch sind wie für Lastwagen; zum andern steigt die Leistung der Maschinen und Fahrzeuge kontinuierlich an, was sich ebenfalls in höheren Emissionen niederschlägt.



### Partikelfilter

Mit Partikelfiltern können die ultrafeinen Feststoff-Partikel (Dieselruss) in den Abgasen um mindestens 95% reduziert werden. Würde man alle Lastwagen, Busse, Traktoren und Baumaschinen mit Partikelfiltern ausrüsten, könnte man jedes Jahr Hunderte vorzeitiger Todesfälle verhindern und Gesundheitskosten in Milliardenhöhe einsparen.

### durchschnittliche Emissionen eines Personenwagens im Jahr 2005.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen verhalten sich proportional zum Treibstoffverbrauch.

Emissionen (2005)	Dieselfahrzeuge	Dieselfahrzeuge mit Partikelfilter	Benzinfahrzeuge
NO <sub>x</sub> (mg/km)	490	490	230
PM 10 (mg/km)	40	<1	<1
CO <sub>2</sub> (g/km)	183	183	203

## Immissionen : Luftqualität

### Emissionen aus Kohlenwasserstoffen und Feinstaub aus dem Verkehr

Auch für andere Schadstoffe wurde eine kantonale Bestandesaufnahme vorgenommen. Aus den beiden folgenden Tabellen zum Strassenverkehr wird ersichtlich, dass die Kohlenwasserstoff- und Feinstaub-Emissionen in den nächsten Jahren ebenfalls zurückgehen dürften. Bei den Feinstaub-Emissionen ist der Grossteil der Reduktion lediglich bei den Partikeln aus dem Auspuff zu erwarten. Im Strassenverkehr führt aber auch der Abrieb von Reifen, Bremsen und Strassenbelägen zu Feinstaub-Emissionen.

Entwicklung der Stickoxid- (NO<sub>x</sub>) und Kohlenwasserstoff-Emissionen des Strassenverkehrs in Tonnen/Jahr im Kanton Freiburg.

Strassenverkehr	Stickoxide (NO <sub>x</sub> )			Kohlenwasserstoffe (HC)		
	1993	2000	2010	1993	2000	2010
Personenwagen	1'671	897	480	1'723	701	250
Lieferwagen	140	168	118	95	62	17
Zweiräder	8	18	19	143	226	147
Lastwagen & Busse	1'091	1'325	739	133	78	51
<b>Total</b>	<b>2'910</b>	<b>2'408</b>	<b>1'356</b>	<b>2'094</b>	<b>1'067</b>	<b>465</b>

Entwicklung der Feinstaub-Emissionen mit/ohne Abrieb von Reifen, Bremsen und Strassenbelägen in Tonnen/Jahr im Bereich des Strassenverkehrs im Kanton Freiburg.

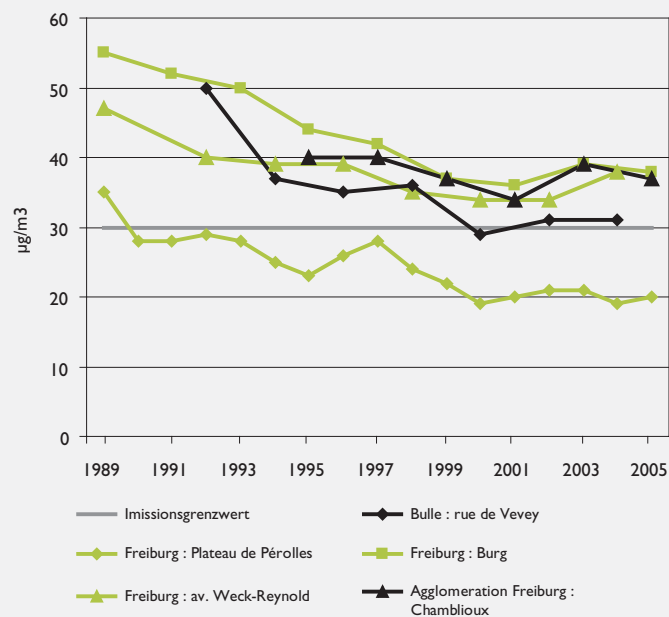
Strassenverkehr	Feinstaub (nur Abgase)			Feinstaub (PM10) (inkl. Abrieb von Reifen, Bremsen usw.)	
	1993	2000	2010	2000	2010
Personenwagen	12	17	15	82	89
Lieferwagen	8	11	118	15	13
Zweiräder	~ 0	2	3	3	4
Lastwagen & Busse	68	38	14	64	38
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>68</b>	<b>40</b>	<b>164</b>	<b>144</b>

Da die Reduktion der Emissionen aus den Auspuffen mit Hilfe der Partikelfilter erzielt wird, ist der gesundheitliche Nutzen weit grösser, als es die Zahlen der Tabelle vermuten lassen. Die gesundheitsschädlichen Auswirkungen hängen nämlich von der Anzahl der Feinpartikel in der eingeatmeten Luft ab. Wird die Feinstaubmasse mit innermotorischen Massnahmen begrenzt, nimmt die Zahl der grossen Partikel ab, diejenige der lungengängigen kleinen Partikel hat die Tendenz zu steigen. Nur mit der Technologie der Partikelfilter können gleichzeitig Anzahl und Masse der Feinpartikel verringert werden.

### Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

Die längsten Messreihen für NO<sub>2</sub> wurden in einer permanenten und in zwei mobilen Messstationen erhoben: Die permanente Station befindet sich auf der Pérolles-Ebene und zeichnet die städtische Hintergrundbelastung auf. Die zwei mobilen Messstationen werden abwechselnd an vier Orten aufgestellt: In der Stadt Freiburg sind dies alle zwei Jahre das Burgquartier und die Avenue Louis-Weck-Reynold. Diese Standorte sind repräsentativ für stark belastete Standorte. Die beiden andern Messstandorte sind direkt dem Strassenverkehr ausgesetzt: In Bulle befindet sich die Messstation an der Rue de Vevey, und die andere befindet sich in der Agglomeration Freiburg in der Nähe der A12 nahe der Grenze zwischen den Gemeinden Freiburg, Givisiez, Granges-Paccot und Villars-sur-Glâne.

NO<sub>2</sub> - Immission in µg/m<sup>3</sup> zwischen 1989 und 2005 an verschiedenen typischen Standorten des Kantons Freiburg.



Die Grafik lässt zwei Tendenzen erkennen: erstens eine generelle Abnahme der Jahresmittel in den vergangenen Jahren, zweitens bisweilen recht unregelmässige Schwankungen von Jahr zu Jahr. Die aus diesen Kurven ersichtliche Verbesserung der Luftqualität ist in erster Linie auf die Erneuerung des Fahrzeugparks und – in geringerem Masse – auf die Sanierung der Feuerungsanlagen zurückzuführen. Zu dieser allgemeinen Tendenz kommt der Einfluss der Meteorologie auf die Verteilung der Schadstoffe hinzu: Wintermonate mit wenig Wind begünstigen die Ansammlung von Schadstoffen und führen zu einem Anstieg des Jahresmittels; damit beeinflussen die Klimaschwankungen von Jahr zu Jahr die gemessene Schadstoffbelastung.



# 6

Die Immissionskonzentrationen entlang stark befahrener Strassen übersteigen den Grenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  noch immer deutlich. An diesen Orten trägt hauptsächlich der Strassenverkehr zur Stickstoffdioxid-Belastung bei, wie aus der hierneben abgebildeten Grafik deutlich ersichtlich ist (Modellrechnung der Belastungsquellen an repräsentativen Standorten des Kantons Freiburg).

Dagegen hat die Hintergrundbelastung, wie sie von der Messstation auf der Pérolles-Ebene gemessen wird, in den letzten Jahren abgenommen und liegt nun deutlich unter dem Immissionsgrenzwert. Daraus kann heute geschlossen werden, dass die Belastung abseits der Hauptachsen die Immissionsgrenzwerte nicht mehr überschreiten sollte.

Die mit Passivsammlern vorgenommenen Messungen bestätigen diesen Befund zu den  $\text{NO}_2$ -Immissionen. Diese wurden für das Kalibrieren des Modells, das die Grundlage für Immissionskarten bildet, benutzt (s. Karten 11 bis 14).

## Ozon ( $\text{O}_3$ )

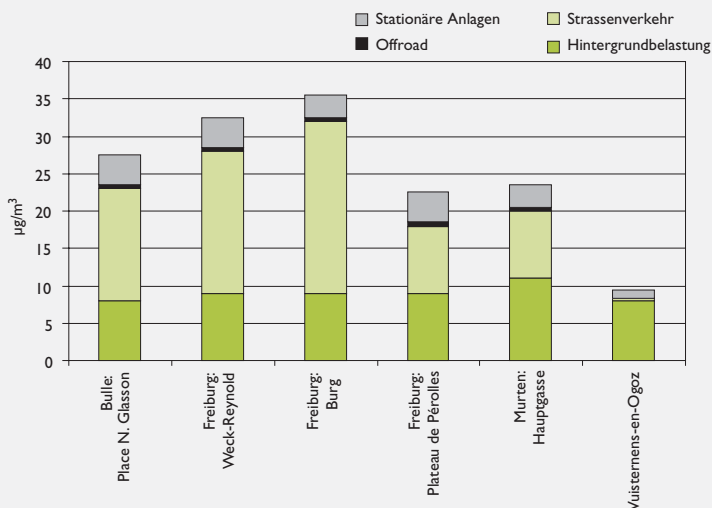
Ein Vergleich zwischen mehreren Stationen im Kanton Freiburg hat gezeigt, dass die auf der Pérolles-Ebene gemessenen Ozonwerte repräsentativ sind für alle Gebiete, die nicht unmittelbar in der Nähe von Emissionsquellen liegen – mit andern Worten für den überwiegenden Teil des Kantons. Daraus kann geschlossen werden, dass es im Kanton Freiburg keine Regionen gibt, die deutlich höhere Immissionswerte aufweisen.

Die Resultate der Messungen zeigen, dass die Immissionsgrenzwerte noch immer deutlich überschritten werden. So stellt man fest, dass seit Beginn der systematisch durchgeführten Messungen im Jahre 1989 der Monatswert (für Fachleute: der 98-Perzentilwert) den Grenzwert von  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mindestens einmal jährlich um 30 bis 60% überschreitet. Die extremen Belastungen der 80er Jahre (der monatliche Wert vom Juni 1986 im Freiburger Guintzet-Quartier überstieg  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sind in den vergangenen zehn Jahren allerdings nicht mehr erreicht worden.

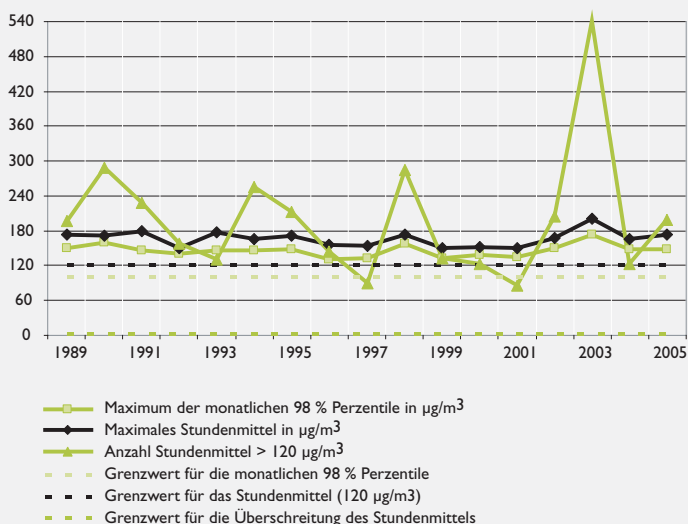
Ein zweiter, als Stundenwert definierter Grenzwert darf gemäss LRV höchstens ein einziges Mal im Jahr überschritten werden. Die Grafik zeigt, dass dieses Ziel bei weitem nicht erreicht wurde: Die jährliche Anzahl Stunden mit einer Ozonkonzentration von mehr als  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  schwankt zwischen 80 und 540 und lässt keine deutliche Tendenz erkennen. Die von Jahr zu Jahr festgestellten Schwankungen sind hauptsächlich auf das Wetter zurückzuführen. Dies gilt insbesondere für den Sommer 2003, in welchem aussergewöhnlich lange Hitzeperioden verzeichnet wurden.

Die Reduktion der gasförmigen Emissionen, die zur Ozonbildung beitragen (Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen), hat sich also noch nicht in den Messresultaten niedergeschlagen. Entsprechend werden noch zusätzliche Anstrengungen zur Verringerung der Vorläuferschadstoffe nötig sein, um die Ozonbelastung zu senken.

Anteil der einzelnen Verursacher an den  $\text{NO}_2$ -Immissionen gemäss Modellrechnung für das Jahr 2000 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Ozon-Immissionen ( $\text{O}_3$ ) zwischen 1989 und 2005 bei der Messstation auf der Pérolles-Ebene in Freiburg.



## Feinstaub (PM10)

Das kantonale Messsystem für Feinstaub ist seit August 1998 in Betrieb. Die Messungen erfolgen hauptsächlich an Standorten, an denen hohe NO<sub>2</sub>-Werte gemessen wurden.

Die für den Kanton Freiburg verfügbaren Daten zur Schwebstaubbelastung sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Die Messungen in den Städten Freiburg und Bulle zeigen, dass sowohl die Jahres- als auch die Tagesgrenzwerte deutlich überschritten werden. Auch in ländlichen Gebieten sind die Feinstaubbelastungen zu hoch: Der an einer Messstation des Bundes (ausserhalb von Payerne) ermittelte Jahresdurchschnitt bewegt sich nahe beim Grenzwert (20 µg/m<sup>3</sup>), und einige Tagesmittelwerte liegen klar über dem Tages-Grenzwert.

Schwebstaub-Immissionen in Form von PM10 zwischen 1998 und 2004 an mehreren für den Kanton Freiburg typischen Standorten. Die Daten für die ländlichen Gebiete stammen von einer Messstation, die Teil des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftschadstoffe (NABEL) ist.



Schwebstaub PM10	Jahres-durchschnitt (µg/m <sup>3</sup> )	Tagesmittel-grenzwert (µg/m <sup>3</sup> )	Anzahl Überschrei-tungen des Tages-mittelgrenzwerts
<b>Immissionsgrenzwert LRV</b>	20	50	1
<b>Ländliche Gebiete</b> (Peripherie von Payerne)			
1997	26	112	39
1998	23	102	31
1999	21	65	9
2000	20	72	12
2001	19	68	9
2002	21	71	13
2003	25	122	21
2004	20	59	9
2005	21	70	6
1.1-5.2.2006	*	146*	21*
<b>Freiburg: Burgquartier</b>			
1999	28	79	29
2001	25	61	9
2003	31	134	43
2005	27	80	27
<b>Freiburg: Av. Weck-Reynold</b>			
1998	*	105*	*
2000	24	79	18
2004	25	76	17
<b>Bulle: Rue de Vevey</b>			
2002	23	72	17
1.1-5.2.2006	*	158*	19*

\*keine Daten fürs ganze Jahr verfügbar

# 6

Laut einer kürzlich durchgeführten Studie des Bundes sollte die Entwicklung der Feinstaub-Emissionen (primäre PM<sub>10</sub>) sowie der Emissionen der gasförmigen Schadstoffe (Vorläuferstoffe der sekundären PM<sub>10</sub>) dazu führen, dass der Jahresdurchschnitt der PM<sub>10</sub>-Immissionen zwischen 1995 und 2010 um 3 bis 5 µg/m<sup>3</sup> sinkt. So kann davon ausgegangen werden, dass die Grenzwerte in den ländlichen Gebieten über kurz oder lang eingehalten werden. In den Agglomerationen dürften indes die in der LRV festgelegten Grenzwerte wohl auch im Jahr 2010 überschritten werden: Die Aussichten für die Feinstaub-Immissionen sind weniger erfreulich als für die Stickstoffdioxid-Immissionen.

## **Stickstoffeintrag**

Wissenschaftliche Untersuchungen im Rahmen der internationalen Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen haben aufgezeigt, dass zahlreiche sensible Ökosysteme ausserhalb der Landwirtschaftszonen (Wälder, Hochmoore, Magerwiesen usw.) auf Stickstoffeinträge aus der Luft empfindlich reagieren. Die Umsetzung des Modells der kritischen Belastungsgrenzen («Critical Loads») in der Schweiz hat für den Zeitraum 1993-1995 ergeben, dass rund zwei Drittel der Stickstoffeinträge aus reduzierten Stickstoffverbindungen bestehen. Diese Einträge haben grösstenteils ihren Ursprung in den Ammoniak-Emissionen (NH<sub>3</sub>) der Landwirtschaft, die anschliessend verfrachtet, teilweise umgewandelt und schlussendlich trocken oder nass deponiert werden. Mitte der 90er-Jahre wiesen rund 90% der Waldstandorte in der Schweiz und rund 70% der halbnatürlichen (naturnahen) Ökosysteme übermässige Stickstoffeinträge auf. Je nach Region und Ökosystem werden die sogenannten Critical Loads, das heisst die aus ökologischer Sicht maximal zulässigen Stickstoffeinträge, unterschiedlich stark überschritten, teilweise um mehr als 200%.

Die Stickstoffeinträge sind auch im Kanton Freiburg hoch. Da diese Einträge hauptsächlich durch Stickstoff-Emissionen in Form von Ammoniak verursacht werden, ähnelt die räumliche Verteilung derjenigen der Ammoniakquellen. Die Emissionen sind in den Regionen mit einer hohen Dichte an Viehzuchtanlagen besonders hoch (Rinder-, Schweine- oder Geflügelzucht).

Die Ammoniakquellen in der Landwirtschaft verursachen zudem erhebliche Geruchsemissionen, die sich besonders bei der Schweine- und Geflügelzucht stark bemerkbar machen. Diese Geruchsbelästigungen beschränken sich indes auf die unmittelbare Nachbarschaft der Anlage (höchstens bis zu einigen hundert Metern von der Quelle entfernt).

## Ergriffene Massnahmen

### Prävention

Im Zuge des Vollzugs der Luftreinhalte-Gesetzgebung umfassen die präventiven Massnahmen des AfU:

- die Prüfung von Projekten im Rahmen von Plangenehmigungsverfahren und von Baugesuchen (stationäre Anlagen, Verkehrsplanung, Strassen usw.);
- Sanierung der Hausfeuerungen (Überwachung der Kontrolleure, Festlegung von Fristen);
- Sanierung der Industrie-, Gewerbe- und der landwirtschaftlichen Anlagen (Kontrolle der Anlagen, Festlegung von Fristen).

Die nachfolgende Tabelle fasst die Bilanz über die ergriffenen Massnahmen zusammen:

Prävention	Erfolge	Ungenügende Ergebnisse
<b>Emissionen der Heizungen</b>	Effizientes Kontroll- und Verwaltungssystem der Gas- und Ölheizungen, Sanierungsfristen eingehalten.	Illegales Verbrennen von Abfällen (inkl. Holzabfälle) in Anlagen, die für das Verbrennen von Holzbrennstoff (naturbelassenes Holz) konzipiert sind.
<b>Emissionen aus Industrie und Gewerbe</b>	Alle grossen Schadstoffemittenten konnten saniert werden (Industriefeuerungen, grosse Lösungsmittelimittenten usw.).	Verzug bei der Sanierung anderer Anlagen.  Die Frequenz der Kontrollen ist ungenügend.
<b>Emissionen der Landwirtschaft</b>	Die grosse Mehrheit der Neuanlagen konnte ohne nachteilige Folgen für die Umgebung erstellt werden.	In zahlreichen Situationen leiden Wohngebiete unter Geruchsbelästigungen. Es werden neue Bauzonen geschaffen, ohne auf vorhandene Geruchsquellen genügend Rücksicht zu nehmen.  Die Ammoniakemissionen (NH <sub>3</sub> ) werden bei Bauvorhaben (Ställe, Jauchegruben) noch zu wenig berücksichtigt. Keine Emissionsbegrenzungen für das Ausbringen von Hofdünger.
<b>Emissionen des Verkehrs</b>	In mehreren Gemeinden des Kantons wurden Konzepte zur Beruhigung und Begrenzung des motorisierten Verkehrs verwirklicht. Zwischen 1994 und 2003 hat der Bund mit insgesamt 9.6 Millionen Franken Projekte für einen Gesamtbetrag von 22.7 Millionen Franken subventioniert.  Zahlreiche Ortsdurchfahrten des Typs «Valtralong» wurden verwirklicht, was eine Geschwindigkeitsreduktion des motorisierten Verkehrs bewirkte.	Grosse Schwierigkeiten, eine Verkehrspolitik umzusetzen, die den schädlichen Auswirkungen der steigenden Mobilität entgegenwirkt; die unkoordinierte Siedlungsentwicklung begünstigt den motorisierten Individualverkehr; ungenügende Begrenzung der Schwerverkehrsemissionen – namentlich bei den Feinpartikeln.  Die kantonale und regionale Planung der grossen Verkehrserzeuger ist ungenügend.



# 6

## Übermässige Immissionen

Artikel 11 Absatz 3 USG verlangt, dass die Emissionsbegrenzungen verschärft werden, wenn die Umweltbelastungen lästig oder schädlich werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Immissionsgrenzwerte in einzelnen oder mehreren Fällen überschritten werden. Wenn diese Immissionen von einer Verkehrsanlage oder von mehreren ortsfesten Anlagen herrühren, muss ein Massnahmenplan ausgearbeitet werden.

Wenn hingegen feststeht, dass eine einzelne stationäre Anlage alleine für diese übermässigen Immissionen verantwortlich ist, müssen die Behörden dem Besitzer der Anlage zusätzliche oder strengere Emissionsbegrenzungen auferlegen; in einem solchen Fall ist kein Massnahmenplan nötig. In der Praxis ist dies vor allem bei Geruchsbelästigungen wegen einer industriellen Anlage oder wegen landwirtschaftlicher Tierhaltung der Fall. In diesem Bereich sieht die Bilanz folgendermassen aus:

Übermässige Immissionen einer einzelnen Anlage	Erfolge	Ungenügende Ergebnisse
<b>Emissionen der Industrie und des Gewerbes</b>	Alle grossen industriellen Emittenten konnten saniert werden.	Die öffentlichen Gaststätten bereiten regelmässig Probleme für die unmittelbare Umgebung (Geruchsbelästigungen, störender Rauch), welche nicht immer einfach zu lösen sind (z.B. in Altstadtquartieren).
<b>Emissionen der Landwirtschaft</b>	Die Mehrheit der Besitzer von Tierhaltungsanlagen sind sich inzwischen der Sorgen der Bevölkerung bewusst.  Der kantonale Richtplan legt Bedingungen fest, damit die Tierhaltungsanlagen bei der Einzonung von nahe gelegenen Flächen in die Bauzone berücksichtigt werden.	In zahlreichen Situationen leiden Wohngebiete unter Geruchsbelästigungen. Es werden neue Bauzonen geschaffen, ohne auf das Vorhandensein von Geruchsquellen zu achten, was die Inhaber von Tierhaltungsanlagen zu Sanierungsmassnahmen zwingt (die Vorschriften des kantonalen Richtplans konnten ihre Wirkung noch nicht überall entfalten).

## Bestehende Massnahmenpläne

Der erste Massnahmenplan im Kanton Freiburg trat am 1. Januar 1994 in Kraft. Dieser wurde erstellt, weil im Raum Grossfreiburg (umfasst die Gemeinden Freiburg, Givisiez, Granges-Paccot, Marly, Villars-sur-Glâne) übermässige Immissionen festgestellt wurden. Da die Schadstoffbelastung auch von ausserhalb dieses Raums stammte, enthielt der Plan Massnahmen, die für den gesamten Perimeter des Verkehrsverbands der Agglomeration Freiburg (CUTAF) bzw. für die zwölf folgenden Gemeinden gültig waren: Avry, Belfaux, Cominboeuf, Düdingen, Freiburg, Givisiez,

Granges-Paccot, Matran, Marly, St. Ursen, Tafers, Villars-sur-Glâne. Für die Agglomeration Bulle (umfasst die Gemeinden Bulle und La Tour-de-Trême) wurde ein zweiter Massnahmenplan erstellt. Dieser trat am 1. Juli 1995 in Kraft.

Die Situation in Bezug auf die Umsetzung dieser beiden Massnahmenpläne, insbesondere im Verkehrsbereich, kann folgendermassen zusammengefasst werden:

Massnahmenpläne	Erfolge	Ungenügende Ergebnisse
<b>Verkehrsplanung</b>	Genehmigung des regionalen Verkehrsplans (RVP) der Agglomeration Freiburg durch den Staatsrat (5. Januar 1999); Erarbeitung des Rahmenentwurfs in den Jahren 2001/02. Es wurden Teilrichtpläne (Verkehr) für die beiden Projekte Poyabrücke und Umfahrung von Bulle (HI89) ausgearbeitet. Letzterer wurde angenommen. Die TPF haben neue Busse mit Partikelfiltern angeschafft und 2003 zusätzliche Busse mit Elektroantrieb (Trolleybusse) in Betrieb genommen.	Ende 2002 waren erst ein paar Massnahmen des RVP für den öffentlichen Verkehr umgesetzt (Tarifverbund, Ausbau einiger Buslinien). Das Projekt für den Bau der Poyabrücke, das für die Umsetzung gewisser Massnahmen für die Luftreinhaltung unabdingbar ist, erlitt Verzögerungen gegenüber dem in der ersten öffentlichen Auflage aufgestellten Zeitplan. In der Agglomeration Freiburg ist der Anteil der elektrisch angetriebenen Fahrzeuge an den gefahrenen Kilometern stetig gesunken.
<b>Verkehrsregime</b>	Auf den Hauptachsen der Agglomerationen wurde die Höchstgeschwindigkeit auf 50 oder 60 km/h beschränkt; der Verkehr konnte dank zahlreicher Kreisel beruhigt werden. Dank der Überholverbote für den Schwerverkehr auf der A12 (zwischen Freiburg-Nord und Freiburg-Süd) wurde der Verkehrsfluss verbessert.	Die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf der A12 zwischen den beiden Anschlüssen Freiburg-Nord und Freiburg-Süd wurde nicht gesenkt. Dank dieser Massnahme hätten die Stickoxidemissionen spürbar gesenkt werden können.
<b>Nahverkehr (Rad- und Fusswegnetze)</b>	Es wurden punktuelle Ausbaurbeiten durchgeführt. Am 30. Mai 1995 hat der Staatsrat die kantonale Zweiradplanung genehmigt.	In den Agglomerationen gibt es noch keine durchgehenden, sicheren und attraktiven Rad- und Fusswegnetze.
<b>Öffentlicher Verkehr</b>	Am 1. Januar 1995 traten das kantonale Verkehrsgesetz und eine Bestimmung in Kraft, wonach neue Zonen mit intensiver Nutzung durch den öffentlichen Verkehr (öV) erschlossen sein müssen. Im Busbahnhof wurde der Komfort für die Benutzer des regionalen öV verbessert.	Es ist nicht gelungen, den öV deutlich attraktiver zu machen. In der Agglomeration Freiburg ist der Gebrauch des öV nach wie vor zu oft und zu stark mit einem Zeitverlust verbunden; der öV ist entsprechend zu leistungsschwach. In der Agglomeration Bulle befindet sich die Agglomerationsverkehrsplanung noch im Stadium der Studien.
<b>Parkierung</b>	Am 1. Juli 1999 traten neue Bestimmungen über die Parkierung in Kraft (Art. 25a und 25b des Ausführungsreglements zum Raumplanungs- und Baugesetz, ARRFBG). Seit 1993 verfügt die Stadt Freiburg über ein modernes Instrument zur Parkplatzbewirtschaftung. Mehrere Gemeinden der Agglomeration arbeiten gegenwärtig Parkplatzkonzepte aus.	Im grössten Teil der Agglomeration Freiburg werden die Parkplätze noch in ungenügender Weise bewirtschaftet. Der motorisierte Individualverkehr ist deshalb im Vorortsbereich kaum Schranken unterworfen, was zu einer Ungleichbehandlung der Investoren im Vergleich zur Situation im Stadtzentrum führt.

# 6

## Revision des Massnahmenplans

Die gegenwärtig geltenden Massnahmenpläne wurden seit ihrer Verabschiedung in den Jahren 1993 und 1995 nicht mehr geändert. Obwohl sie sich bewährt haben, sollten sie inhaltlich überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht werden und zwar aus folgenden Gründen:

- Anlässlich der Revision des Umweltschutzgesetzes (USG), die am 1. Juli 1997 in Kraft getreten ist, wurde das Instrument des Massnahmenplans ins Gesetz aufgenommen (zuvor befand es sich in der LRV). Der Bundesgesetzgeber sieht mit dem neuen Artikel USG im Besonderen vor, dass der Massnahmenplan für die Behörden, die von den Kantonen mit Vollzugsaufgaben betraut sind, verbindlich ist. Zudem müssen die Kantone dem Bundesrat entsprechende Anträge stellen, wenn ein Plan Massnahmen vorsieht, die in die Zuständigkeit des Bundes fallen. Mit der Anpassung der LRV nach der Revision des USG wurden die Kantone verpflichtet, die Wirksamkeit der Massnahmen regelmässig zu überprüfen und bei Bedarf die Massnahmenpläne anzupassen (Art. 33 Abs. 3 LRV). Zudem wurde ein neuer Immissionsgrenzwert für den lungengängigen Feinstaub (PM10) eingeführt;
- Bezüglich der Luftqualität konnten die Immissionen mehrerer Luftschadstoffe dank der unternommenen Anstrengungen zur Verringerung der entsprechenden Emissionen beträchtlich verringert werden. Leider sind die Ergebnisse für die Stickstoffdioxide, das Ozon, den Feinstaub sowie für die Stickstoffeinträge (vor allem auf die Ammoniakemissionen zurückzuführen) noch ungenügend;
- Die Analyse der beiden gegenwärtig geltenden Pläne zeigt, dass einige Massnahmen in der Planung gestrichen werden können, weil sie entweder erfolgreich umgesetzt worden sind oder weil sie nicht die erhoffte Wirkung gezeigt haben. Andere Massnahmen sind immer noch zweckmässig, bedürfen aber einer Aktualisierung. Schlussendlich müssen neue Massnahmen vorgeschlagen werden, weil einige Schadstoffquellen bis heute unterschätzt wurden oder weil sich neue Möglichkeiten zur Emissionsreduktion ergeben haben;
- Weitere Planungen, die eng mit der Luftreinhaltung verbundene Aspekte beinhalten, sind verabschiedet worden, insbesondere der neue kantonale Richtplan und die kantonale Verkehrsplanung. Diese müssen mit dem Massnahmenplan, vor allem bezüglich (Bau)Vorhaben, welche grossen Verkehr erzeugen, koordiniert werden.

Da also zahlreiche Änderungen notwendig sind, wurde entschieden, die aktuellen Pläne vollständig zu überarbeiten. Nach einer Analyse der Situation kam man überein, künftig nur noch einen einzigen, alle Massnahmen umfassenden Plan für den gesamten Kanton vorzusehen.

Der Entwurf ist 2006 in die Vernehmlassung gegangen (s. <http://www.fr.ch/sen>); der neue Massnahmenplan wird voraussichtlich im Jahre 2007 in Kraft treten.

## Bilanz und Ausblick

Im Bereich der Luftreinhaltung kann folgende Bilanz gezogen werden:

Luftreinhaltung	Erfolge	Ungenügende Ergebnisse
<b>Emissionen der Heizungen</b>	Das AfU hat ein effizientes System für die Kontrolle und die Verwaltung der Emissionen eingeführt. Die Sanierungsfristen werden eingehalten.	
<b>Emissionen der Industrie und des Gewerbes</b>	Alle grossen Emittenten konnten saniert werden.	Verzug bei der Sanierung anderer Emittenten.
<b>Emissionen des Verkehrs</b>	In den Agglomerationen von Freiburg und Bulle wurden Verkehrsplanungen erstellt; die CUTAF hat einen ersten Schritt in deren Umsetzung realisiert.	Die Umsetzung einer Verkehrspolitik, die den schädlichen Auswirkungen der steigenden Mobilität entgegenwirkt, erweist sich als schwierig; die Begrenzung der Schwerverkehrsemissionen ist ungenügend.
<b>Luftqualität</b>	In den letzten Jahren konnte eine generelle Verringerung der NO <sub>2</sub> -Immissionen verzeichnet werden.	Die Grenzwerte für NO <sub>2</sub> , Feinstaub und Ozon werden immer noch überschritten; beim Ozon ist keine Verbesserung in Sicht.

### Künftige Entwicklung der Belastung

Die Daten über die kantonalen Stickoxid-Emissionen lassen eine Verbesserung der Luftqualität in den kommenden Jahren erwarten. Da die Stickstoffdioxid-Konzentration in der Luft nicht in einem direkten Verhältnis zu den Emissionen steht, sind Modellrechnungen unter Berücksichtigung der physikalischen und chemischen Abläufe nötig, um die künftigen Immissionswerte ermitteln zu können. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind auf den Immissionskarten für das gesamte Kantonsgebiet oder für die Agglomeration Freiburg ersichtlich. Sie wurden für die Jahre 2000 und 2010 berechnet.

Bei der Interpretation dieser Immissionskarten muss jedoch berücksichtigt werden, dass das Resultat von verschiedenen Annahmen (Verkehrsaufkommen, Anteil des Schwerverkehrs, Anteil der Fahrzeuge mit defektem Katalysator usw.) abhängt, die für die Berechnung der zu erwartenden Emissionen getroffen werden mussten. Ausserdem ist die Auflösung des Modells auf einen Hektar beschränkt, was bedeutet, dass lokale Belastungsspitzen (z.B. in einer Strassenschlucht) nicht berechnet werden können.

Vorbehaltlich dieser Einschränkungen kann Folgendes festgestellt werden: Bezüglich der Stickstoffdioxid-Immissionen ist bis zum Jahr 2010 mit einer deutlichen Verbesserung der Luftqualität zu rechnen. Die Immissionsgrenzwerte werden praktisch überall im Kanton eingehalten werden. Eine Ausnahme bilden gewisse Gebiete in der Agglomeration Freiburg (insbesondere Freiburg, Düdingen, Givisiez, Granges-Paccot, Matran und Villars-sur-Glâne), wo die entsprechenden Konzentrationen im Bereich des Grenzwertes liegen oder diesen überschreiten werden.





# 6

## Künftige Herausforderungen

Die Anstrengungen zur Verringerung der Emissionen müssen weiterverfolgt werden. Es gilt, den Ausstoss von Stickoxiden, flüchtigen organischen Verbindungen, Feinstaub sowie  $\text{CO}_2$  zu senken. Bei der Feinstaubbelastung hat sich erwiesen, dass ein grosser Teil der Bevölkerung Konzentrationen ausgesetzt ist, die schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit haben. In diesem Bereich steht die Umsetzung von Massnahmen, die sich aus dem Stand der Technik ergeben (z.B. Einbau von Partikelfiltern in Fahrzeuge und Maschinen mit einem Dieselmotor), erst am Anfang.

Die bis heute erzielten Erfolge bei den gasförmigen Schadstoffen wurden dank technischer Massnahmen erreicht (z.B. Katalysator, Brenner-Technologie). Diese Massnahmen sind jedoch für sich allein unzureichend, da die Entwicklung der Mobilität, der Produktion und des Konsums einen Teil ihrer Erfolge wieder zunichte macht. Aus wirtschaftlicher Sicht gibt es beinahe keine Anreize, sich umweltfreundlicher zu verhalten. Dieses Problem ist bei den  $\text{CO}_2$ -Emissionen besonders ausgeprägt.

Künftig müssen die Interessen der Luftreinhaltung in der Verkehrs-, Energie-, Raumplanungs-, Landwirtschafts- und der Finanzpolitik vermehrt berücksichtigt werden, damit die Schadstoff-Emissionen ernsthaft gesenkt werden können und der Idee der «nachhaltigen Entwicklung» besser entsprochen werden kann. Daraus würden sich weitere positive Auswirkungen ergeben, vor allem in Bezug auf den Gewässer- und Bodenschutz sowie bezüglich der Lärmbekämpfung.





# Nichtionisierende elektromagnetische Strahlung (NIS)

7

# 7 Nichtionisierende elektromagnetische Strahlung (NIS)

## Das Wichtigste in Kürze

Mobilfunk, Hochspannungsleitungen, Radio- und Fernsehsender, Fahrleitungen von Strassen- und Eisenbahnen haben eines gemeinsam: All diese mittlerweile selbstverständlichen Bestandteile unseres täglichen Lebens erzeugen elektromagnetische Strahlen, die sogenannte nichtionisierende Strahlung (NIS).

Über die Langzeitwirkungen der von neuen Technologien wie dem Mobilfunk erzeugten NIS ist noch wenig bekannt. Die wachsende Besorgnis der Bevölkerung hinsichtlich einer möglichen Gesundheitsgefährdung verdient jedoch eine Antwort. Aus diesem Grund hat der Bundesrat beschlossen, ein neues Nationales Forschungsprogramm «Nichtionisierende Strahlung, Umwelt und Gesundheit» zu lancieren.

- ☺ Die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) stellt ein zweistufiges Schutzkonzept dar, das sowohl Gefahrenabwehr (Schutz gegen abschliessend bekannte Risiken) als auch Vorsorge (Schutz gegen potenzielle Risiken) umfasst. Die Emissionsgrenzwerte der Verordnung sind restriktiv: Sie sind 10x tiefer als die entsprechenden Empfehlungen auf internationaler Ebene.
- ☺ Die NISV gilt für neue und bestehende Anlagen. Bestehende Anlagen müssen saniert werden, wenn sie den Vorschriften der NISV (Immissionsgrenzwerte) nicht entsprechen. Neue Anlagen dürfen die vorsorglich einzuhaltenden Grenzwerte nicht überschreiten.
- ☹ Nach heutigen wissenschaftlichen Kenntnissen können allfällige schädliche Auswirkungen einer Langzeitbelastung durch nichtionisierende Strahlung weder nachgewiesen noch ausgeschlossen werden.
- ☹ Aufgrund der Entwicklung von Angebot und Nachfrage im Mobilfunkbereich werden die Antennen immer zahlreicher und die Sendeleistungen stärker.

## Problematik

Der Begriff «nichtionisierende Strahlung» (NIS) bezeichnet elektromagnetische Strahlung, die – im Gegensatz zur ionisierenden Strahlung – nicht genügend Energie hat, um die Bausteine von Materie und Lebewesen (Atome, Moleküle) zu verändern. Dazu gehören elektrische und magnetische Felder; Wärmestrahlung, sichtbares Licht und Ultraviolettstrahlung. Der Begriff NIS wird in diesem Kapitel im engeren Sinn für elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich von 0 bis 300 Gigahertz (GHz) verwendet. Dabei wird zwischen niederfrequenter Strahlung (0 bis 100 Kilohertz (kHz)) und hochfrequenter Strahlung (100 kHz bis 300 GHz) unterschieden. Zur Illustration: die von elektrischen Leitungen erzeugte Strahlung ist niederfrequent, wogegen von Mobilfunkantennen eine hochfrequente Strahlung ausgeht.

### Physikalische Grössen:

- Die wichtigsten Messgrössen für elektrische und magnetische Felder sind die Frequenz und die Feldstärke.
- Die Frequenz entspricht der Anzahl der Schwingungen pro Sekunde, gemessen in Hertz (Hz). Ein Hertz entspricht einer Schwingung pro Sekunde.
- Die elektrische Feldstärke (E) wird in Volt/Meter (V/m) gemessen.
- Die magnetische Feldstärke (H) wird in Ampere/Meter (A/m) gemessen.
- Für Magnetfelder verwendet man neben der Feldstärke auch die magnetische Flussdichte (B), gemessen in Tesla (T) oder in Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ )

## Emissionen und ihre Quellen

Elektromagnetische Felder treten vor allem in der Nähe von Objekten auf, die unter elektrischer Spannung stehen oder durch die elektrische Ströme fließen. Sie sind untrennbar verbunden mit der Produktion, dem Transport und der Nutzung von elektrischer Energie. In der Telekommunikation dienen von Antennen abgestrahlte elektromagnetische Wellen als Informationsträger. Neben diesen künstlich erzeugten umgeben uns auch natürliche elektromagnetische Felder, etwa das Erdmagnetfeld oder das luftelektrische Feld zwischen Erdoberfläche und Ionosphäre (Region der Erdatmosphäre zwischen rund 50 km und 600 km Höhe). Im Unterschied zu den meisten technisch erzeugten Feldern sind diese aber statische Gleichfelder (können zeitlich nicht oder nur schwach verändert werden).

### Niederfrequente Emissionen

Das Stromnetz der Elektrizitätsversorgung verwendet eine Netzfrequenz von 50 Hertz (Hz). Mit dem steigenden Elektrizitätsverbrauch und der zunehmenden Nutzung elektrischer Geräte in Haushalt und Industrie breiten sich auch die elektromagnetischen Felder in der Umwelt entsprechend aus.

Die Stromversorgung der Eisenbahn arbeitet mit einer Frequenz von  $16 \frac{2}{3}$  Hz und erzeugt entsprechende Felder:

Strassenbahnen, Trolleybusse und viele Schmalspurbahnen fahren hingegen mit Gleichstrom. Die dabei erzeugten statischen Felder sind gemäss heutigem Kenntnisstand unproblematisch.

### Hochfrequente Emissionen

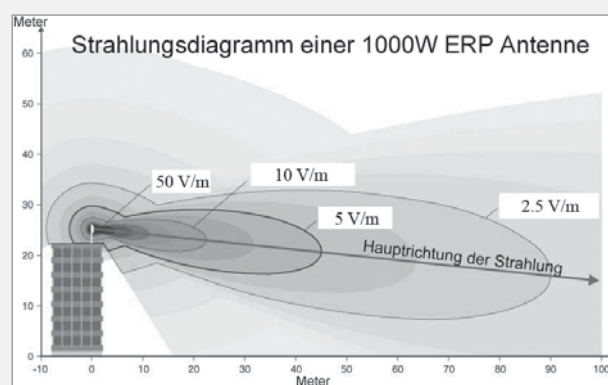
Die Telekommunikation benötigt Sender im Hochfrequenzbereich zur Übermittlung von Nachrichten. Dazu gehören Radio- und Fernsehsender, Sprechfunk, schnurlose Telefone (DECT), Mobiltelefone und die zugehörigen Basisstationen sowie die drahtlosen Netzwerke (WLAN, WIFI, Bluetooth). Schiffs- und Flugnavigation verwenden Hochfrequenzstrahlung für Radar und Funkfeuer.

Während heute kaum mehr neue Radio- oder Fernsehsender gebaut werden, ausser vielleicht für das digitale terrestrische Fernsehen (TNT), verzeichnet die Mobilkommunikation gegenwärtig ein rasches Wachstum. Diese Entwicklung hat einen entsprechenden Ausbau der Infrastruktur zur Folge: In den letzten Jahren sind in der Schweiz mehrere tausend Mobilfunk-Basisstationen installiert worden, und mit dem weiteren Netzausbau und der bevorstehenden Einführung einer neuen Generation von Mobiltelefonen (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS) werden in den nächsten Jahren voraussichtlich noch einmal etwa gleich viele dazukommen. Zurzeit sind in der Schweiz rund 6500 Mobilfunkantennen installiert. Deren verwendete Leistungen reichen von wenigen Watt (W) bis zu mehreren hundert Watt pro Trägerfrequenz und zu bedienendem Sektor:

Sendertypen	Sendeleistung (in Watt ERP (Equivalent Radiated Power))
Drahtlose Netzwerke (WLAN, WIFI, Bluetooth)	~ 0,1 W
Mobiltelefone und schnurlose Telefone	< 2 W
Mobilfunk-Basisstation	50 bis 10'000 W
UKW-Radiosender	10'000 bis 50'000 W
TV-Sender	> 50'000 W
Schiffverkehr (Radar, Funkfeuer)	10'000 bis 100'000 W

Für Hochfrequenz-Sender gilt, dass sich die Feldstärke mit zunehmendem Abstand verringert; eine Verdoppelung des Abstands reduziert die Feldstärke auf die Hälfte. Zur optimalen Versorgung einer Funkzelle strahlen Mobilfunkantennen (wie auch TV- und UKW-Radiosender) gerichtet ab. Direkt unterhalb der Antennen oder hinter ihnen sind deshalb die Feldstärken weit geringer als im gleichen Abstand vor der Antenne.

Die Strahlung hängt somit von der Sendeleistung der jeweiligen Antenne, deren Abstand, aber auch vom Neigungswinkel (Tilt) der Antenne ab.





# 7

## Immissionen

### Niederfrequente Felder (hauptsächlich elektrische Leitungen)

Niederfrequente elektrische Felder werden durch leitende Gegenstände (Boden, Gebäude, Bäume) abgeschirmt und geerdet und haben nur eine relativ kurze Reichweite. Die Magnetfelder werden hingegen kaum abgeschirmt, haben eine grössere Reichweite und stellen daher für die Bevölkerung eine stärkere Belastung dar: Die typische Belastung der Schweizer Bevölkerung durch 50-Hz-Magnetfelder lag 1993/1994 bei 0.05 Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ). 95 Prozent aller Messwerte waren kleiner als 0.65  $\mu\text{T}$ . Der typische Hintergrund des 50-Hz-Magnetfeldes in Wohngebäuden mit Anschluss an das Elektrizitätsnetz lag im Bereich 0.02 bis 0.04  $\mu\text{T}$  (zum Vergleich: Der Immissionsgrenzwert der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung für 50-Hz-Magnetfelder beträgt 100  $\mu\text{T}$ ). In Europa ist man im Wohnungsinern im Mittel einem Magnetfeld von schätzungsweise 0.1  $\mu\text{T}$  ausgesetzt.

Die höchsten Feldstärken (30  $\mu\text{T}$ ) wurden in unmittelbarer Nähe von netzbetriebenen Geräten wie Schweissapparaturen, Bohrmaschinen, Radioweckern, Kochherden registriert.





### Hochfrequente Felder

#### (Telekommunikationsantennen, TV- und Radiosender)

Für die Immissionen sind in erster Linie die Nähe zu einem Sender, dessen Leistung sowie die Umgebung des Standortes massgebend. Die Gebäudestruktur, aber auch beispielsweise eine Schneedecke können die räumliche Ausbreitung der Strahlung durch Absorption und Reflexion beeinflussen. Daneben variieren die Immissionen auch mit der zeitlichen Auslastung der Anlagen: Mobilfunksender beispielsweise verursachen während den Spitzenzeiten (11-13 Uhr; 17-20 Uhr) höhere Werte. Bei einem Mobilfunksender passt sich die emittierte Leistung ständig dem tatsächlich stattfindenden Gesprächsaufkommen in seinem Versorgungsgebiet (Zelle) an. Dabei überschneiden sich die kreisförmigen Zellen (meist als Sechsecke dargestellt) und decken so einen geographischen Raum ab.

Die durchschnittlichen Immissionen (über die Fläche gemittelt) werden vor allem von leistungsstarken Sendern (Fernsehen und Radio) bestimmt, da diese grosse Gebiete versorgen. Lokal begrenzt tragen auch Mobilfunksender zu den Immissionen bei. Dabei ist zu beachten, dass ein Mobiltelefon mit 1 Watt ERP (Equivalent Radiated Power) in 1 Meter Abstand, eine Mobilfunksendeantenne mit 900 Watt ERP in 30 Meter Abstand und ein Fernsehsender mit 250'000 Watt ERP in 500 Meter Abstand in der Hauptstrahlrichtung dieselben Feldstärken erzeugen.

Frequenzbereich für verschiedene Arten und Quellen elektromagnetischer Wellen:

	Ionisierende Strahlung	Nichtionisierende Strahlung				
		Ultraviolett (UV)	Sichtbares Licht	Infrarot	Hochfrequente Strahlung	Elektromagnetische Felder mit niederfrequenter Strahlung
<b>Wellenlänge</b>	< 10 nm	10 nm-380 nm	380 nm -780 nm	780 nm -1 mm	1 mm-3 km	3 km-unendlich
<b>Frequenz</b>	> 300 GHz	> 300 GHz	> 300 GHz	> 300 GHz	100 kHz-300 GHz	0 Hz-100 kHz
<b>Strahlungsquelle</b>	Roentgenaufnahme-Gerät Radioaktive Quelle Kernkraftwerk	Sonne UV-Lampe Laser			Radio- und Fernsehsender Mobiltelefon Basisstation Mikrowellengerät Radar	Eisenbahn Stromversorgungsanlage Haushaltselektrogeräte
<b>Anwendung</b>						

## Auswirkungen

Bei der Beurteilung der gesundheitlichen und biologischen Wirkungen von nichtionisierender Strahlung gilt es einerseits zwischen akuten Wirkungen durch starke Felder und der Langzeitbelastung durch schwache Felder sowie andererseits zwischen den Auswirkungen von niederfrequenten und hochfrequenten Feldern zu unterscheiden.

### Akute Auswirkungen intensiver Strahlung

Intensive niederfrequente Felder erzeugen im Körper elektrische Ströme. Diese Ströme können erregbare Zellen (Nerven- oder Muskelzellen) beeinflussen. Die Auswirkungen hängen von der im Körper induzierten Stromdichte ab. Bei sehr starken Feldern ( $> 10$  mT) können sie zu Störungen des zentralen Nervensystems, Herzrhythmusstörungen oder Blutdruckerhöhungen führen.

Hochfrequente Strahlung wird vom Körpergewebe absorbiert und erwärmt dieses (thermische Wirkung). Die Wirkung ist abhängig von der Intensität, der Dauer und der Frequenz der Strahlung. Bei einer Erwärmung des Körpers um mehr als 1 bis 2 Grad Celsius tritt die gleiche Wirkung wie bei Fieber oder Hitze ein; dies führt zu einer Verringerung der gesitigen Aktivität und zur Störung von Körperfunktionen.

Schlecht durchblutete Organe wie das Auge sind von der Erwärmung besonders betroffen. Unterhalb einer bestimmten Strahlungsintensität treten thermische Wirkungen nicht mehr auf, da der Körper geringfügige Temperaturschwankungen ausgleichen kann.

Es wurden Experimente über die Wahrnehmung elektrischer Felder durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass 10% der Erwachsenen Felder ab einer Stärke von 10-15 kV/m wahrnehmen können.

Blutbild, biochemische und hormonale Parameter werden durch Feldstärken von bis zu 20 kV/m nicht messbar beeinflusst. Ebenso konnten für gleiche Werte keine Störungen von Gehirnfunktionen festgestellt werden. Hingegen stellte man in einem Experiment leichte Herzrhythmusstörungen bei Feldstärken von unter 9 kV/m fest.

### Auswirkungen von schwacher Strahlung

Bekannt sind biologische Auswirkungen von schwachen Feldern, im niederfrequenten Bereich vor allem von Magnetfeldern in der Umgebung von 50-Hz-Stromversorgungen. Allerdings ist zurzeit noch unklar, ob dadurch die menschliche Gesundheit gefährdet werden kann. Nachgewiesen ist eine Beeinflussung der Durchlässigkeit von Zellmembranen und ein Einfluss auf den Stoffwechsel des lichtabhängigen Hormons Melatonin, welches den biologischen Tag-Nacht-Rhythmus (zirkadianer Rhythmus, der ungefähr 24 Stunden umfasst) reguliert und ausserdem eine krebshemmende Wirkung hat.

Unter Elektrosensitivität versteht man ferner eine Reihe von Beschwerden wie Unwohlsein, Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Müdigkeit oder ungewöhnliche Nervosität, welche von den betroffenen, auf elektromagnetische Felder sehr empfindlich reagierenden Personen auf Auswirkungen von elektrischen Leitungen und Geräten und von Sendeanlagen aller Art zurückgeführt werden.

Mit dem heutigen Wissensstand kann die Wissenschaft schädliche Auswirkungen von langandauernder Exposition mit schwachen elektromagnetischen Feldern weder nachweisen noch ausschliessen. Es existieren allerdings Verdachtsmomente, dass auch schwache nichtionisierende Strahlung unterhalb der Immissionsgrenzwerte die Gesundheit beeinflussen könnte. Solche Effekte sind aber schwierig nachzuweisen, da oft mehrere Ursachen in Frage kommen und Individuen unterschiedlich sensitiv sind. Sie bleiben weiterhin Gegenstand der aktuellen Forschung.

## 7

## Rechtsgrundlagen

### Eine Verordnung zur Regelung des Problems

Mitte der Neunziger Jahre machte sich das BAFU daran, die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) vorzubereiten. Der Bundesrat hat sie Ende 1999 verabschiedet und auf den 1. Februar 2000 in Kraft gesetzt. Die NISV ist ein zweistufiges Schutzkonzept, das sowohl Gefahrenabwehr (gegen abschliessend bekannte Risiken) als auch Vorsorge (gegen potenzielle Risiken) umfasst.

### Geltungsbereich

Die NISV regelt nur die von ortsfesten Anlagen ausgehende nichtionisierende Strahlung, insbesondere von elektrischen Leitungen, Transformatorstationen, Eisenbahnanlagen sowie Sende- und Radaranlagen. Ursprünglich war vorgesehen, auch mobile elektrische Geräte wie z.B. Mobiltelefone und elektrische Haushaltgeräte in die NISV aufzunehmen. Von der NIS-Belastung her wäre dies gerechtfertigt gewesen, tragen doch auch diese Geräte in erheblichem, unter gewissen Umständen sogar überwiegendem Masse zur Belastung bei. Insbesondere Mobiltelefone belasten den Kopf der telefonierenden Person während kurzer Zeit um ein Vielfaches stärker als Mobilfunk-Basisstationen.

Trotzdem wurden mobile Geräte aus dem Geltungsbereich der NISV ausgeklammert, wofür es mehrere Gründe gibt: Einerseits stellen sie nicht wirklich eine Umweltbelastung dar, sondern exponieren in erster Linie diejenige Person, die ein solches Gerät benutzt und damit einen direkten Nutzen daraus zieht. Sie wären daher, wenn überhaupt, auf der Basis anderer gesetzlicher Grundlagen als dem USG zu regeln. Andererseits ist zu bedenken, dass diese Geräte international gehandelt werden. Allfällige technische Auflagen und Emissionsbegrenzungen müssen daher sinnvollerweise in der internationalen Normung eingebracht werden.

### Gefahrenabwehr

Gesundheitliche Gefährdungen gilt es zu verhindern. Um diesen Grundsatz in die Tat umzusetzen, ging man von denjenigen Gesundheitsrisiken aus, über deren Existenz und Bedeutung innerhalb der Wissenschaft Konsens herrscht. Das BUWAL konnte sich dabei auf Vorarbeiten und Empfehlungen internationaler Gremien stützen. So hatte die ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection), eine Partnerorganisation der Weltgesundheitsorganisation (WHO), im Jahr 1998 auf der Basis des wissenschaftlichen Kenntnisstands Grenzwerte empfohlen, welche in die NISV übernommen wurden. Es handelt sich um die so genannten Immissionsgrenzwerte, die zwingend und an allen Orten einzuhalten sind, an denen sich Menschen – auch nur kurzfristig – aufhalten können. Diese Grenzwerte sind international einheitlich festgesetzt.

### Vorsorge

Mit den Immissionsgrenzwerten allein werden aber potenzielle Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden, über die wissenschaftlich noch keine Klarheit herrscht, nicht berücksichtigt. Der vom Umweltschutzgesetz verlangte Schutz ist daher möglicherweise nicht voll gewährleistet, selbst wenn die Immissionsgrenzwerte eingehalten werden.

Hier kommt nun dem im Zweckartikel des Umweltschutzgesetzes statuierten Vorsorgeprinzip eine besondere Bedeutung zu: «Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen». Ein Nachweis einer Gefährdung muss demnach nicht vorliegen, um Belastungen vorsorglich zu begrenzen; es genügt der Verdacht, dass ein Agens potenziell unerwünschte Wirkungen haben könnte.

Da potenzielle Gesundheitsrisiken vor allem bei Langzeitbelastung befürchtet werden, erschien es naheliegend, die vorsorglichen Massnahmen auf die Reduktion der Langzeitbelastung zu konzentrieren. So entstand die Definition der «Orte mit empfindlicher Nutzung», für die ein höheres Schutzniveau angestrebt wird als für die übrigen Aufenthaltsorte. Orte mit empfindlicher Nutzung sind in der Regel Innenräume, in denen sich Menschen während längerer Zeit aufhalten (Wohnungen, Arbeitsplätze, Schulräume etc.). Für diese Orte mit empfindlicher Nutzung wurden sogenannte Anlagegrenzwerte festgelegt, die angeben, wie hoch die von einer einzelnen Anlage stammende NIS-Belastung sein darf – daher der Begriff Anlagegrenzwert. Diese Werte wurden nicht aufgrund konkreter medizinischer Verdachtsschwellen festgelegt, sondern einzig aufgrund der Erfahrungen oder der technischen und betrieblichen Machbarkeit einer Reduktion der Strahlung sowie deren wirtschaftlichen Tragbarkeit.

Wenn der Anlagegrenzwert eingehalten ist, dann gilt das Vorsorgeprinzip als erfüllt und es müssen keine weitergehenden Forderungen erfüllt werden. Vorsorgliche Begrenzungen dürfen allerdings das Funktionieren einer Anlage nicht verhindern. Für die meisten Anlagekategorien sieht die NISV daher vor, dass der Anlagegrenzwert im Einzelfall ausnahmsweise überschritten werden darf, wenn alle zumutbaren Massnahmen zur Verminderung der NIS-Belastung getroffen werden.

## Massnahmen zur Begrenzung der NIS

### Immissionsgrenzwerte (IGW)

	Frequenz	Flussdichte	Feldstärke
Eisenbahnen	16 2/3 Hz	300 µT	10000 V/m
Hochspannungsleitungen	50 Hz	100 µT	5000 V/m
Radiosender	10–400 MHz		28 V/m
Mobilfunk GSM	900 MHz		41 V/m
	1800 MHz		58 V/m
Mobilfunk UMTS	2100 MHz		61 V/m

### Anlagegrenzwerte (AGW)

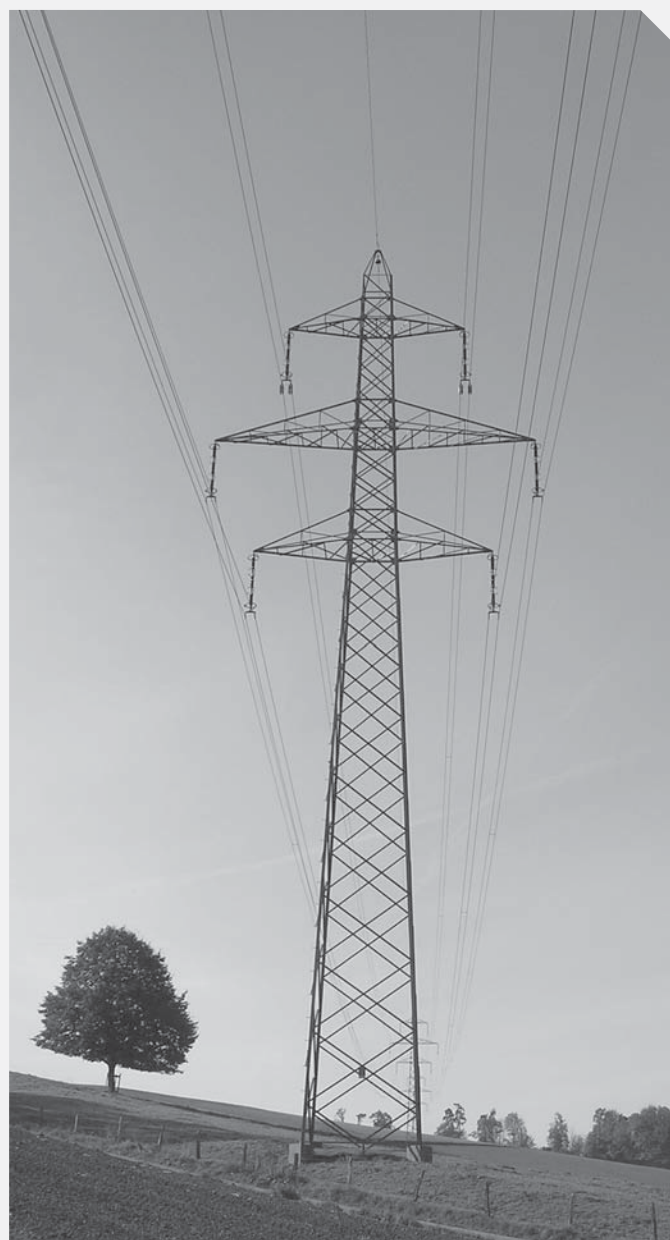
	Frequenz	Flussdichte	Feldstärke
Eisenbahnen	16 2/3 Hz	1 µT	10000 V/m
Hochspannungsleitungen	50 Hz	1 µT	5000 V/m
Radiosender	10–400 MHz		3 V/m
GSM Mobilfunk	900 MHz		4 V/m
	1800 MHz		6 V/m
UMTS Mobilfunk	2100 MHz		6 V/m
GSM und UMTS Mobilfunk	900-2100 MHz		5 V/m

Aus den Grundsätzen der Gefahrenabwehr und der Vorsorge lassen sich zwei Richtlinien ableiten, um eine akzeptable Situation zu erreichen:

**Sanierungen:** Die von einer bestehenden Anlage erzeugten Immissionen dürfen den Immissionsgrenzwert keinesfalls übersteigen, andernfalls müssen zwingend Sanierungsmassnahmen ergriffen werden.

**Vorsorgemassnahmen:** Alle neuen Anlagen müssen relativ restriktive Auflagen erfüllen, sofern dies nach dem technischen Stand oder den betrieblichen Kriterien machbar und wirtschaftlich tragbar ist. An Orten mit empfindlicher Nutzung müssen die Emissionen unter dem Anlagegrenzwert bleiben.

Beim Risikomanagement wird künftig zwischen Prävention und Vorsorge unterschieden. Nach dem Grundsatz der Prävention müssen Regeln angewendet und Vorkehrungen getroffen werden, um jede Schädigung der Umwelt vorwegzunehmen. Das Vorsorgeprinzip bezieht sich auf die Massnahmen, die ergriffen werden können, wenn die Auswirkungen der Umweltrisiken wissenschaftlich nicht gesichert sind. Das USG verwendet für beide Grundsätze den gleichen Begriff: «im Sinne der Vorsorge». In Zusammenhang mit der NIS handelt es sich aber um das Vorsorgeprinzip.





# 7

## Der Stand der Dinge

Die NISV ist ein völlig neues Regelwerk, für das sich zuerst eine Vollzugspraxis hat herausbilden müssen, welche heute noch nicht abgeschlossen ist. Für den Vollzug sind je nach Anlagekategorie unterschiedliche Behörden auf Bundes- oder Kantonsebene zuständig.

Zuständige Behörden	Aufgaben in Zusammenhang mit der NISV	Auskunft über
Bundesamt für Umwelt (BAFU)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fachstelle für nichtionisierende Strahlung auf Bundesebene</li> <li>Empfehlungen von geeigneten Mess- und Berechnungsmethoden</li> <li>Unterstützung des Vollzugs der NISV</li> <li>periodische Neubeurteilung der Risiken für Mensch und die Umwelt aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>allgemeine Fragen zur NISV</li> <li>die gesundheitlichen Auswirkungen der NIS</li> </ul>
Kantone und Gemeinden	Vollzug der NISV bei: <ul style="list-style-type: none"> <li>Mobilfunkanlagen und drahtlosen Teilnehmeranschlüssen</li> <li>Amateurfunkanlagen</li> <li>Betriebsfunk- und Rundfunkanlagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standorte der Mobilfunkanlagen, Expositionsgrad</li> </ul>
Eidgenössisches Starkstrominspektorat (ESTI)	Vollzug der NISV bei: <ul style="list-style-type: none"> <li>Frei- und Kabelleitungen</li> <li>Transformatorstationen</li> <li>Unterwerken und Schaltanlagen der allgemeinen Stromversorgung</li> <li>Mobilfunkanlagen auf Hochspannungsmasten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fragen zu den oben stehenden Anlagen</li> </ul>
Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)	Vollzug der NISV bei: <ul style="list-style-type: none"> <li>Sende- und Radaranlagen der zivilen Luftfahrt</li> </ul>	
Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS)	Vollzug der NISV bei: <ul style="list-style-type: none"> <li>militärischen Send- und Radaranlagen</li> </ul>	
Bundesamt für Kommunikation (BAKOM)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Standorte von Sendeanlagen (Antennenkataster)</li> <li>elektromagnetische Verträglichkeit bei Geräten</li> </ul>
Bundesamt für Gesundheit (BAG)		<ul style="list-style-type: none"> <li>gesundheitliche Auswirkungen von elektrischen Geräten</li> <li>gesundheitliche Auswirkungen von Handys und schnurlosen Telefonen</li> <li>Schutz von Patienten bei der medizinischen Anwendung von NIS</li> </ul>
Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor nichtionisierender Strahlung, die am Arbeitsplatz erzeugt wird</li> </ul>

Das BUWAL ist derzeit daran, für die einzelnen Anlagekategorien detaillierte Vollzugshilfen und Messempfehlungen zu erstellen. Bereits erstellt sind die Beurteilungsverfahren für Mobilfunksendeanlagen. Für elektrische Leitungen, Transformatorstationen und Rundfunksendeanlagen sind die entsprechenden Praxishilfen in Vorbereitung.

Ein wichtiges neues Element, das mit der NISV eingeführt wurde, ist die Emissionserklärung des Anlagebetreibers. Wer eine NIS-emittierende Anlage neu errichten oder ändern will, muss vorgängig der Bewilligungs- oder Plangenehmigungsbehörde ein sogenanntes Standortdatenblatt einreichen, auf dem die relevanten technischen Daten der Anlage und die nähere Umgebung der Anlage beschrieben und die NIS-Belastung an den relevanten Aufenthaltsorten von Personen prognostiziert werden. Diese Unterlagen sind öffentlich und schaffen so Transparenz für interessierte und betroffene Anwohner.

Die NISV gilt sowohl für neue als auch für bestehende Anlagen, wobei bei letzteren die Anforderungen in der Regel etwas milder sind. Bestehende Anlagen, welche die Anforderungen der NISV nicht erfüllen, müssen saniert werden. In einem ersten Schritt gilt es den Sanierungsbedarf zu ermitteln. Diese Abklärungen sind im Gang. Gestützt auf die Ergebnisse verfügt die zuständige Behörde anschliessend die Sanierung der Anlagen.

### Radio, Fernsehen

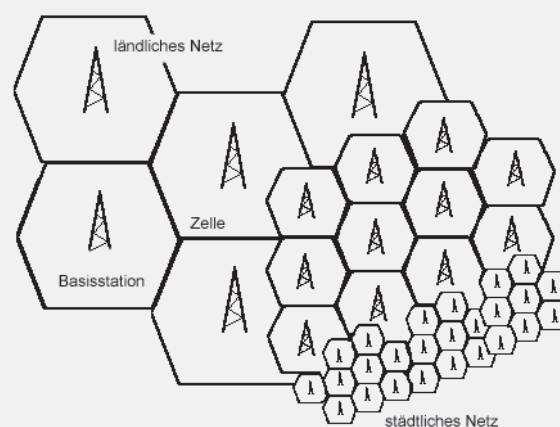
Mit einer minimalen Anzahl von relativ leistungsstarken Antennen versucht man, möglichst viele Einwohnerinnen und Einwohner mit elektromagnetischen Wellen zu versorgen, die in der Lage sind, den Empfängern Informationen in akzeptabler Qualität zu liefern. Achtet man darauf, die Antennen optimal zu platzieren, so kann man dieses Ziel leicht erreichen, ohne Wohngebäuden zu nahe zu kommen.

Die verschiedenen Sender, die sich auf dem Gebiet des Kantons befinden, erzeugen elektromagnetische Immissionen, welche den gesetzlichen Grenzwert (3 V/m) deutlich unterschreiten (Werte von weniger als 1 V/m).

### Mobilfunk und digitale Datenübertragung

Die für den Datenaustausch bestimmten Systeme werden durch ein wabenförmiges Netz aus nebeneinander liegenden Zellen gebildet. Im Kern jeder Zelle befindet sich eine Relais-Antenne oder Basisstation, bestehend aus einer in der Regel relativ kleinen Baute mit technischen Anlagen und einem Antennenmast, auf dem eine Reihe von Antennen angebracht sind, welche die Verbindung mit den Benutzern sicherstellen. Jeder Funkzelle ist eine eigene Frequenz zugeordnet, die sich von den Frequenzen der angrenzenden Zellen unterscheiden muss, um Interferenzen zu vermeiden.

Die Grösse der Zellen wird durch die maximale Zahl der Benutzer vorgegeben. Die Sendeleistung wiederum hängt von der Grösse der Zelle ab – an den Rändern der Zelle muss das Niveau der elektromagnetischen Welle über der Sensibilitätsschwelle des mobilen Geräts liegen – darf aber einen gewissen Wert nicht übersteigen, da sonst weiter entfernte Zellen gestört würden.



In diesem Telekommunikationsbereich gibt es mehrere Betreiber, von denen drei über ein eigenes Netz verfügen. Dieser Rahmen, mit dem die mit einer Monopolstellung verbundenen Probleme vermieden werden können, erweist sich unter anderen Gesichtspunkten als sehr ungünstig.

Analog zur gesamtschweizerischen Entwicklung hat auch in unserem Kanton die Zahl der in Betrieb stehenden Antennen stetig zugenommen. Der Kanton Freiburg zählt derzeit 360 Relais-Antennen (oder Basisstationen), verteilt auf 270 Standorte. Die Basisstationen, die bereits vor dem Inkrafttreten der Verordnung in Betrieb waren, sind inzwischen alle saniert und alle neuen entsprechen von Anfang an den Normen. Unter dem Gesichtspunkt der NIS ist es von Vorteil, wenn die Basisstationen ausserhalb der Bauzone aufgestellt werden, da dadurch die Strahlungsbelastung für die Bevölkerung stark verringert werden kann. Solchen Bauten ausserhalb der Bauzone steht die restriktive Bundesgesetzgebung im Bereich der Raumplanung unter anderem aus Gründen des Landschaftsschutzes gegenüber; soll also eine solche Anlage ausserhalb der Bauzone erstellt werden, hat der Gesuchsteller zwingend nachzuweisen, dass ihre Realisierung in einer Bauzone nicht möglich ist.

# 7

Befindet man sich genau gegenüber einer Antenne, kann man davon ausgehen, dass der Immissionsgrenzwert (Anlagewert) ab einem Abstand von etwa 50 Metern eingehalten wird. Zum Vergleich: Das Telefonieren mit einem mobilen Gerät erzeugt eine Belastung, die 10-mal oder sogar 40-mal höher ist als die Strahlungsbelastung in 50 Meter Abstand zu einer Antenne. Im letzteren Fall wird die Bundesnorm – die in diesem konkreten Fall nicht zur Anwendung kommt – bei weitem überschritten. Die Belastung liegt in einem Bereich, in dem die erzeugte Erwärmung manchmal sogar den tolerierbaren Wert übersteigt. Zur Lösung dieses Problems empfiehlt sich die Verwendung einer Freisprecheinrichtung.

Beim gegenwärtigen Stand der Dinge und bis zu einer allfälligen Änderung der NISV aufgrund der laufenden Studie auf nationaler Ebene werden die Bewilligungsgesuche positiv begutachtet, sofern die einschlägigen Bestimmungen eingehalten werden. Zu jedem Baugesuchsdossier muss eine Studie erstellt werden, die eine Prognose für die künftige Situation beinhaltet. Damit die Einwohnerinnen und Einwohner in der näheren Umgebung der Antenne voll und ganz die Gewähr haben, dass die Immissionen die gesetzlich festgelegten Werte nicht überschreiten werden, sind nach der Inbetriebnahme Kontrollen durchzuführen, wenn die Berechnung zeigt, dass die künftig zu erwartenden Immissionen zwischen 80 und 99% des kritischen Werts erreichen werden.

Wird aber ein Baugesuch für eine neue Basisstation eingereicht, so stösst dies in der Bevölkerung derzeit praktisch immer auf Widerstand. In diesen Reaktionen zeigen sich die Befürchtungen der Bevölkerung gegenüber dieser neuen Technologie, über deren Langzeitwirkungen man in der Tat wenig weiss.

## Transport und Umwandlung der elektrischen Energie

Die Leitungen, die für den Transport elektrischer Energie bestimmt sind, durchziehen den Kanton in einem relativ dichten Netz. Zuständige Behörde für diese Leitungen ist das Eidgenössische Starkstrominspektorat, das derzeit einen Kataster erstellt. Werden die Werte überschritten, sind Sanierungen vorzunehmen. Im bereits überbauten Siedlungsgebiet liegen die Belastungen, denen die Freiburger Bevölkerung ausgesetzt ist, unter den Immissionsgrenzwerten. Dies gilt auch für die Transformatorstationen.

Zur Einschränkung der von den Hochspannungsleitungen erzeugten NIS eignen sich folgende Massnahmen:

- Begrenzung des transportierten Stromes (Massnahme an der Quelle), was natürlich im Widerspruch zum angestrebten Ziel steht;
- Optimierung der Leitungsführung (vorsorgliche Massnahme);
- Erhöhung des verlangten Abstands für den Bau neuer Orte mit empfindlicher Nutzung;
- Optimierte Anordnung der Kabel: Dies ist gewiss eine bisweilen kostspielige Massnahme, die aber in den meisten Fällen verhältnismässig bleibt.

## Eisenbahnen und Trams

Elektrische Eisenbahnen werden entweder mit Gleichstrom oder mit Wechselstrom betrieben. In der Schweiz fahren die meisten Eisenbahnen mit Wechselstrom, dessen Frequenz  $16\frac{2}{3}$  Hertz (Hz) beträgt. Die Fahrleitungen dieser Bahnen erzeugen elektrische und magnetische Felder mit dieser Frequenz und fallen somit in den Geltungsbereich der NISV.

Zum einen müssen die Immissionsgrenzwerte und zum anderen bestimmte vorsorgliche Emissionsbegrenzungen eingehalten werden. Für den Vollzug der NISV bei Eisenbahnen ist das Bundesamt für Verkehr (BAV) zuständig. Im Kanton ist der Einfluss der Eisenbahnanlagen aufgrund der relativ schwachen Dichte des Bahnverkehrs beschränkt.

## Neue Technologien und neue Quellen für NIS

Aufbau des UMTS-Netzes –  
neue Technologie für neue Möglichkeiten

UMTS ist die Abkürzung von Universal Mobile Telecommunications System und steht für die sehr leistungsfähige dritte Mobilfunkgeneration in Europa. Im Vergleich zu GSM, der zweiten Generation im Mobilfunk, ermöglicht UMTS die schnelle Übertragung von grösseren Datenmengen (384 KBit/s) und dadurch neue Anwendungen wie z.B. Video Streaming und Video-Telefonie (Streaming ist, grob vereinfacht, ein Informatiksystem, welches das Senden von Echtzeitaufnahmen ermöglicht, ohne dass vor deren Visualisierung ein Videofile geladen werden muss, also ein Audio-Video-Flux von einem Streaming-Server zu mehreren Kunden). Die Struktur des UMTS-Netzes weist vom Aufbau grosse Ähnlichkeit mit dem GSM-Netz auf. Die Betreiber können daher das UMTS-Netz aus der bestehenden GSM-Infrastruktur heraus entwickeln.

Die EDGE-Technologie (Enhanced Data rate for GSM Evolution) ist eine Weiterentwicklung des heutigen GSM-Standards. Das EDGE-Netz, auch «UMTS für Randregionen» genannt, gilt als Generation 2.75 und dient als Ergänzungslösung oder Zwischenstufe zum UMTS-Netz (3G), das in Europa noch auf sich warten lässt. Nach den jüngsten Ankündigungen einiger Telekom-Unternehmer und -Betreiber scheint die EDGE-Technologie durch ihre einfache Installation und ihren hybriden Charakter zwischen der zweiten und der dritten Generation zu überzeugen. Der Grund ist einfach: EDGE kann ohne besondere Probleme bestehendes GSM-Material nutzen und benötigt lediglich eine Änderung der Betriebssoftware.





# 7

## Bilanz und Ausblick

Für die nichtionisierende Strahlung kann in den verschiedenen Bereichen folgende Bilanz gezogen werden:

NIS	Erfolge	Ungenügende Ergebnisse
Radio und Fernsehen	Die verschiedenen Sender, die sich auf dem Gebiet des Kantons befinden, erzeugen elektromagnetische Immissionen, welche die gesetzlichen Grenzwerte deutlich unterschreiten.	
Mobilfunk	<p>Zu jedem Bewilligungsgesuch muss eine Studie erstellt werden, die eine Prognose für die künftige Situation beinhaltet.</p> <p>Die Basisstationen, die bereits vor dem Inkrafttreten der Verordnung in Betrieb waren, sind inzwischen alle saniert und alle neuen entsprechen von Anfang an den gesetzlichen Anforderungen.</p> <p>Damit die in der näheren Umgebung der Antenne wohnende Bevölkerung die Gewähr hat, dass die Immissionen die Normen nicht überschreiten werden, sind nach der Inbetriebnahme Kontrollen durchzuführen.</p>	<p>Die Zahl der in Betrieb stehenden Antennen hat in unserem Kanton stetig zugenommen. Der Ausbau der UMTS-Technologie UMTS in den kommenden Jahren wird die Nachfrage nach zusätzlichen Einrichtungen sicherlich weiter ankurbeln.</p> <p>Nach dem heutigen wissenschaftlichen Wissensstand können allfällige schädliche Auswirkungen einer Langzeitbelastung durch nichtionisierende Strahlung weder nachgewiesen noch ausgeschlossen werden.</p> <p>Der Boom der Mobilfunkantennen lässt die Besorgnis der Bevölkerung anwachsen.</p> <p>Unter dem Gesichtspunkt der NIS ist es von Vorteil, wenn die Basisstationen ausserhalb der Bauzone aufgestellt werden. Die entsprechend notwendige Sonderbewilligung muss sich bau- und planungsrechtlich gebührend begründen lassen, was bisweilen die Betreiber abschreckt.</p>
Transport und Umwandlung der elektrischen Energie	Im bereits überbauten Siedlungsgebiet liegen die Belastungen, denen die Freiburger Bevölkerung ausgesetzt ist, unter den Immissionsgrenzwerten. Dies gilt auch für die Transformatorstationen.	Die Leitungen, die für den Transport elektrischer Energie bestimmt sind, durchziehen den Kanton in einem relativ dichten Netz. Dadurch entstehen konflikträchtige Situation im Bereich der Raumplanung.
Eisenbahnen und Trams	Im Kanton spielten Anlagen dieser Art nur eine beschränkte Rolle.	

Trotz der NISV ist es aber bisher nicht gelungen, die Kritik seitens der Bevölkerung zum Verstummen zu bringen. Nach wie vor vertreten einige Gruppierungen die Meinung, die Schutzbestimmungen seien zu wenig streng und würden die Anlagebetreiber einseitig bevorzugen. Diese Kritik findet mittlerweile landesweit Resonanz in Form von Bürgerinitiativen, die sich gegen konkrete Anlageprojekte zur Wehr setzen – in der Regel chancenlos, wenn die Anforderungen der NISV erfüllt sind. Diese Kritik kann nur dann zum Schweigen gebracht werden, wenn die Erforschung gesundheitlicher Auswirkungen vorangetrieben wird, vor allem der schwer fassbaren Phänomene Krebs und Elektrosensitivität, welche die Bevölkerung besonders beschäftigen. Ohne solide wissenschaftliche Ergebnisse bleibt dieses Feld offen für Spekulationen und eine gewisse Dramatisierung.

Das BAFU und das BAG verfolgen die wissenschaftliche Forschung weltweit und werden dem Bundesrat eine Änderung der Immissionsgrenzwerte beantragen, falls neue Ergebnisse dies erfordern. Ebenso halten sich das BAFU und das BAKOM über den technischen Fortschritt bei den emittierenden Anlagen auf dem Laufenden. Gerade beim Mobilfunk und Rundfunk besteht durchaus die Möglichkeit, dass die Technologien der Zukunft mit weniger NIS-Belastung auskommen könnten. Diese Entwicklungen sollen nicht nur dazu genutzt werden, den Komfort und das Angebot zu verbessern, sondern auch die NIS-Belastung zu reduzieren. Diesbezüglich wird auch die Eigeninitiative der Wirtschaft begrüsst, die heutigen Standards freiwillig zu unterbieten und technische Lösungen, Netzkonzepte, Gerätedesigns etc. zu entwickeln, die zu einer weiteren Verringerung der NIS-Belastung beitragen. Angesichts der offenen Fragen bezüglich der gesundheitlichen Risiken dürfte eine solche Investition im Eigeninteresse der Industrie liegen.

### **Neues Nationales Forschungsprogramm «Nichtionisierende Strahlung, Umwelt und Gesundheit»**

Ende 2002 hat das BUWAL dem Bundesamt für Bildung und Wissenschaft vorgeschlagen, ein Nationales Forschungsprogramm «Nichtionisierende Strahlung, Umwelt und Gesundheit» durchzuführen. Der Bundesrat hat am 11. März 2005 die Lancierung eines neuen Nationalen Forschungsprogramms beschlossen. Entsprechende Forschungsprojekte konnten bis Ende Februar 2006 eingereicht werden; die Forschungsarbeiten werden voraussichtlich im November 2006 beginnen.

Gestützt auf die Forschungsverordnung beschliesst der Bundesrat auf Antrag des Eidgenössischen Departements des Innern periodisch über die Durchführung von Nationalen Forschungsprogrammen (NFP). Mit den vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) durchgeführten NFP werden interdisziplinäre Forschungsvorhaben gefördert, die einen aktuellen Fragenkomplex von nationaler Bedeutung betreffen und deren Ergebnisse geeignet sind, einen wissenschaftlich fundierten und innovativen Beitrag zur Lösung dringender gesellschaftlicher oder wirtschaftlicher Probleme zu liefern.

Das Nationale Forschungsprogramm «Nichtionisierende Strahlung; Umwelt und Gesundheit» geht auf Vorschläge im Rahmen der NFP-Prüfrunde 2002/2003 zurück. Es wird vom Bundesrat insbesondere als Antwort auf verschiedene parlamentarische Interventionen, aber auch unter Berücksichtigung des starken Interesses seitens der Kantone lanciert.

In seiner Zielsetzung konzentriert sich das neue NFP hauptsächlich auf die wissenschaftliche Klärung der Wirkung der nichtionisierenden Strahlung (NIS). Die NIS hat sich vor allem im Zusammenhang mit der Ausbreitung der Mobilfunktechnik zu einem aktuellen Thema entwickelt. Die Untersuchungen konzentrieren sich u.a. auf die Bestimmung und Erfassung der Gefährdung von Organismen durch nichtionisierende Strahlung verschiedener Herkunft und Intensitäten, auf epidemiologische und zellbiologische Studien sowie auf den Themenkreis Risikomanagement und Risikokommunikation.



Lärmschutz

8

## Das Wichtigste in Kürze

Der Lärm ist unter den verschiedenen Umweltbelastungen diejenige, die jeden von uns in unserem Alltagsleben mehr oder weniger stark betreffen kann. Um der betroffenen Bevölkerung eine akzeptable Lebensqualität bieten zu können, ist daher die Lärmbekämpfung für die Behörden eine wichtige Aufgabe.

- 😊 Dank der Präventionsmassnahmen entsprechen alle neuen Anlagen (Strassen, Industrie, Schiessanlagen, usw.) seit ihrer Inbetriebnahme den Vorgaben der Lärmschutzverordnung (LSV).
- ☹️ Mehr als 18'000 Personen im Kanton, d.h. über 8% der Bevölkerung, sind einem Lärmpegel ausgesetzt, der den Immissionsgrenzwert (IGW) überschreitet.

Gegenwärtig verursacht der Strassenverkehr weitaus die stärksten Lärmbelastungen. Die Lärmsanierung des Strassennetzes stellt den Kanton Freiburg in den nächsten zehn Jahren vor eine grosse Herausforderung. Die übrigen Lärmquellen wie Bahnlinien, Flugplätze, Industrie, Gewerbe sowie Schiessanlagen werden vom Kanton ebenfalls genau kontrolliert.

- 😊 Beim Bau des Freiburger Teilstücks der Autobahn A1 wurden sämtliche Lärmschutzmassnahmen berücksichtigt, damit die Bundesvorschriften eingehalten werden.
- ☹️ Aus wirtschaftlichen Gründen hat die Sanierung der Kantonsstrassen seit dem Inkrafttreten der Lärmschutzverordnung im Jahr 1987 kaum Fortschritte gemacht, obwohl die Frist für die Durchführung der Sanierungsarbeiten ursprünglich auf das Jahr 2002 festgelegt worden war. Daher wurde eine neue Frist auf den 31. März 2018 angesetzt. Damit die Sanierungsarbeiten bis zu diesem Datum abgeschlossen werden können, sind die verschiedenen einzuhaltenden Schritte sehr sorgfältig zu planen.
- 😊 Während im Jahr 1990 nur gerade 30% der Schiessanlagen den gesetzlichen Vorschriften entsprachen, wird die heutige Situation dank einer konsequenten Sanierung aller Anlagen als sehr zufriedenstellend beurteilt. Die Anzahl Personen, welche Lärmimmissionen aus dem Schiesslärm ausgesetzt sind, die die Immissionsgrenzwerte überschreiten, wird auf deren 650 geschätzt.

## Problemstellung

### Der Lärm... eine ganz besondere Belastung

Unser Gehör ist praktisch ununterbrochen Lärmereignissen ausgesetzt. Es ist unumstritten, dass das Lärmempfinden subjektiv ist. So kann je nach Bedingungen, unter denen uns eine „akustische Botschaft“ erreicht, diese entweder positiv (Freude, Interesse) oder negativ (Ablenkung, Störung, Unruhe) empfunden werden. Dieser Umstand erschwert ganz erheblich die Arbeit des Gesetzgebers und der Personen oder Behörden, welche mit dem Vollzug der gesetzlichen Grundlagen betraut sind, da sie sich zur Entscheidungsfindung auf mitunter komplexe Modelle stützen müssen, um die Belästigung, welche eine bestimmte Situation tatsächlich verursacht, quantifizieren zu können.

Im Gegensatz zu den meisten anderen Umweltbelastungen wird Lärm vom Menschen direkt wahrgenommen. Dieser zeichnet sich einerseits dadurch aus, dass er vergänglich ist; andererseits ist er nur für die unmittelbar betroffenen Personen schädlich. Daher wird durch die Beseitigung (oder üblicher: die Abschwächung) von Immissionen eine wesentliche Verbesserung der Situation erreicht, ohne bleibende Schäden für die Umwelt. Trotzdem dürfen die Folgen länger anhaltender hoher Lärmbelastungen auf Personen nicht unterschätzt werden.

Die Auswirkungen einer mässigen Lärmbelastung auf den Menschen hängen hauptsächlich vom Geräuschpegel und dessen Dauer ab. Derartiger Lärm kann Ablenkung verursachen oder aber Stressreaktionen auslösen oder Schlafstörungen zur Folge haben.

Wird das menschliche Gehör einer übermässigen Lautstärke ausgesetzt, setzt es als Reaktion vorübergehend seine Empfindlichkeit herab. Dauert die Belastung jedoch an und wiederholt sich in kurzen Zeitabständen, wird dieser Verlust an Empfindlichkeit endgültig. Eine langdauernde übermässige Lärmexposition beschleunigt den Alterungsprozess des Gehörs und führt zu Schwerhörigkeit (Altersschwerhörigkeit).



### Wann wird ein Geräusch als Störung empfunden?

«Ich wohne lieber neben einer Bahnlinie als neben einer Strasse!» Wer hat diese Aussage nicht schon einmal gehört? Sie veranschaulicht den subjektiven Aspekt des Lärms.

Mit teilweise komplexen Geräten (Sonometer) werden Schallpegel gemessen, in der Regel der äquivalente Mittelungspegel (Leq, Dauerschallpegel), manchmal auch der maximale Schalldruckpegel (Lmax).

Um die von den betroffenen Personen empfundene Belästigung zu erfassen, müssen zusätzlich zur Intensität auch die spezifischen Besonderheiten des fraglichen Lärms berücksichtigt werden: z.B. Dauer und Zeitpunkt der Einwirkung, Art des Einwirkens (Tonhaltigkeit, Impulshaltigkeit) oder auch die mit der Lärm möglicherweise verbundene Botschaft. Anhand der verschiedenen durch die Gesetzgebung vorgesehenen Modelle kann die durch einen bestimmten Lärm verursachte Störung mehr oder weniger exakt gemessen werden.

### Gesetzliche Grundlagen

Aufgrund der mannigfachen Auswirkungen des Lärms auf den Menschen, der vielen verschiedenen Wege der Lärmausbreitung sowie der betroffenen Aktivitäten mussten mehrere gesetzliche Grundlagen geschaffen werden. Diese befinden sich gegenwärtig alle in Revision.

**Die Lärmschutzverordnung (LSV)** dient dem Schutz vor Lärmbelastungen, denen der Mensch an Wohn- und Arbeitsort ausgesetzt ist, und die ausserhalb der entsprechenden Gebäude entstehen.

**Die Schall- und Laserverordnung (SLV)** schützt das Publikum an Veranstaltungen sowie die Gäste öffentlicher Gaststätten vor Schäden, welche dem Gehör durch übermässige Schallpegel zugefügt werden können.

**Die SIA-NORM I81** legt die Kriterien für die Isolation fest, welche neu errichtete oder umgebaute Gebäude einhalten müssen, um deren Bewohner vor Lärmbelastungen aus dem Innern des Gebäudes oder von ausserhalb zu schützen.

**Die Richtlinie des Cercle Bruit** (Vereinigung der kantonalen Lärmschutzverantwortlichen) zur Ermittlung und Beurteilung der Lärmbelastung im Zusammenhang mit dem Betrieb öffentlicher Lokale erläutert die von den Gaststättenbetreibern einzuhaltenen Vorschriften, damit die Nachbarschaft keinen übermässigen Lärmbelastungen ausgesetzt wird.

Daneben gibt es noch ein spezielles Gesetzeswerk, welches von der SUVA vollzogen wird; dieses soll die Mitarbeitenden eines Unternehmens am Arbeitsplatz vor einer dauerhaften Schädigung des Gehörs schützen, die sich aus einer übermässigen und während längerer Zeit stattfindenden Lärmbelastung ergeben kann.

### Strategien zur Lärmbekämpfung

Damit langfristig ein wirksamer Lärmschutz gewährleistet werden kann, gilt es nach Möglichkeit zu vermeiden, dass sich lärmempfindliche Räume in der Nähe grosser Lärmquellen befinden. Dank der LSV kann sowohl bei neuen oder umgebauten Anlagen, die in der Nähe lärmempfindlicher Räume errichtet werden, als auch bei lärmempfindlichen Räumen, die in schon vorbelasteten Gebieten erstellt werden sollen, wirksam eingegriffen werden (Ausscheidung von Bauzonen, Ausstattung, Baubewilligung).

Dafür stellt die LSV geeignete Instrumente zur Verfügung:

Anhand der Zuordnung von Lärmempfindlichkeitsstufen (ES) wird zuerst für jeden Bauzonentyp eine Verbindung zwischen der dort vorgesehenen Nutzung und dem entsprechenden Lärmschutzbedürfnis hergestellt. Als genereller Grundsatz gilt: «Wer Lärm verursacht, muss auch Lärm ertragen können».

Die Lärmempfindlichkeitsstufen reichen von I bis IV

DS	Zoneneigenschaften
I	Erholungszone; erhöhtes Lärmschutzbedürfnis
II	Wohnzone; keine störenden Betriebe zugelassen
III	Mischzonen; mässig störende Betriebe sind zugelassen
IV	Industriezone; stark störende Betriebe sind zugelassen

# 8

Um der Bevölkerung einen minimalen akustischen Komfort zu gewährleisten, werden anschliessend Lautstärken festgelegt, die nicht überschritten werden dürfen. Es gibt drei kritische Werte, die jeweils für eine besondere Situation geeignet sind:

- Eine Überschreitung des Alarmwerts (AW) lässt auf eine ausgesprochen kritische Situation schliessen. Es sind dringend Sanierungs- oder Schutzmassnahmen zu ergreifen.
- Der Immissionsgrenzwert (IGW) entspricht der Schallstärke, unterhalb welcher der Anteil der Personen, die sich durch den Lärm deutlich gestört fühlen, als «akzeptabel» erachtet wird. Dieser Grenzwert ist das Ergebnis einer Interessenabwägung, bei der vor allem wirtschaftliche Aspekte sowie die technische Machbarkeit berücksichtigt wurden. Tatsächlich verhält es sich zwischen Sanierungskosten und akustischem Komfort so, dass eine geringfügig bessere Situation sehr hohe Investitionen zur Folge haben kann. Die entsprechende Schwelle ist für den entsprechenden Schallpegel repräsentativ und sollte nicht überschritten werden. Die von bestehenden lärmigen Anlagen erzeugten Lärmimmissionen dürfen diesen Wert nicht überschreiten, und neue Wohnungen dürfen nur gebaut werden, wenn dieser Wert eingehalten wird.
- Um später eine leichte Verbesserung in einem gegebenen Gebiet erreichen zu können, wurde der Planungswert (PW) eingeführt. Dieser ist um 5 dB tiefer als der IGW. Neue Bauten, seien dies potenziell lärmige Anlagen oder lärmempfindliche Räume (namentlich bei Einzonierungen), haben diesen Wert einzuhalten.

Zudem unterscheiden sich die entsprechenden Werte je nach Zeitpunkt (Tag, Nacht) oder Empfindlichkeitsstufe.

Wie in den anderen Bereichen des Umweltschutzes steht auch hier die Vorsorge im Vordergrund. Unabhängig vom Ausmass der Lärmbelastung, muss alles wirtschaftlich Zumutbare und technisch Machbare unternommen werden, um die Störungen auf ein striktes Minimum zu beschränken.

Erweist sich eine bestehende Situation als nicht konform (Überschreitung des IGW), muss die Lärmquelle saniert werden. Dabei haben die Massnahmen am Ort der Entstehung Vorrang (Verkehrs- und Geschwindigkeitsbeschränkung, sinnvolle Gerätewahl usw.), da sie das beste Kosten/Nutzen-Verhältnis aufweisen und da sich mit diesen Massnahmen das gesamte betroffene Gebiet schützen lässt.

An zweiter Stelle stehen Massnahmen, welche bei der Lärmausbreitung ansetzen (Erhöhung des Abstands, Lärmschutzmauer oder -damm usw.). Obwohl sie weniger wirkungsvoll sind als die Massnahmen an der Quelle, können damit grosse Flächen geschützt werden, so auch die unmittelbare Umgebung der betroffenen Gebäude.

Gibt es keine andere Möglichkeit, werden schliesslich direkte Massnahmen an den lärmempfindlichen Räumen ergriffen (Gebäude mit Zweitfassaden, Verandas, Schallschutzfenster usw.). Massnahmen dieser Art sind indes nur behelfsmässig, da sie nur dem Gebäude selber Vorteile bringen. Bei den Schallschutzfenstern ist der Schutz nur bei geschlossenen Fenstern wirksam.

In begründeten Fällen können Erleichterungen gewährt werden. Konkrete Massnahmen (z.B. Ersatz herkömmlicher durch Schallschutzfenster) müssen also nur unbedingt bei der Überschreitung eines kritischen Wertes -in der Regel des Alarmwertes- ergriffen werden.

Die Fristen für die Durchführung der Sanierungen werden entsprechend der Art der Anlage festgelegt.

Bei den Verkehrsanlagen (Strassen, Bahnlinien, Flugplätze) sind Lärmbelastungskataster zu erstellen, um über genaue Informationen verfügen zu können. Auf der Grundlage dieses Katasters werden gegebenenfalls Sanierungspläne, die die Dringlichkeit und die Prioritäten der Sanierungsmassnahmen festlegen, erstellt.



## Stand der Dinge

Dank der Vorsorgemassnahmen bei den Bauprojekten entsprechen die neuen Anlagen bereits bei ihrer Inbetriebnahme den Vorschriften. Dasselbe gilt auch bei Änderungen bestehender Anlagen. Parallel dazu wird alles unternommen, dass neue lärmempfindliche Räume bei deren Bezug den Bundesvorschriften entsprechen.

In vielen Fällen entspricht hingegen die bestehende Situation nicht dem eidgenössischen Recht und erfordert daher Sanierungen.

In der ganzen Schweiz sind schätzungsweise 30% der Bevölkerung Lärmbelastungen ausgesetzt, welche die Immissionsgrenzwerte übersteigen. Wie in anderen Regionen ist auch im Kanton Freiburg der Verkehr der Hauptverursacher für diese Grenzwertüberschreitungen. Schätzungsweise 18'000 Personen bzw. über 8% der Bevölkerung haben im Kanton aus den verschiedensten Lärmquellen Belastungen zu ertragen, die den IGW übersteigen.

### Strassen

Generell werden die Lärmsanierungskosten für das Strassennetz im Kanton Freiburg um die 50 Millionen Franken veranschlagt.

Dank vorsorglicher Massnahmen entspricht das Freiburger Teilstück der A1 – das lange nach dem Inkrafttreten der LSV (1987) fertig gestellt wurde – den Bundesvorschriften. Bereits bei der Wahl der Linienführung wurde der Lärmschutz stark berücksichtigt. Zur Lösung einiger punktueller Probleme wurden Lärmschutzpalisaden und -dämme errichtet, insbesondere entlang des Trassees und vereinzelt auch bei einigen betroffenen Häusern.

Entlang der vor dem Inkrafttreten der LSV gebauten A12 wurden auf den Fassaden von ungefähr 120 Gebäuden Überschreitungen der Grenzwerte der Empfindlichkeitsstufe III gemessen. Die durchgeführten Sanierungsmassnahmen wiesen das beste Kosten/Nutzen-Verhältnis auf. Solange der Grundsatz der Verhältnismässigkeit eingehalten wird, kämen noch ein paar weitere, punktuellere Schutzmassnahmen in Frage. Für wenige Restbelastungen verursachende Abschnitte (vor allem sind davon einzeln stehende Gebäude betroffen) muss danach noch über allfällige notwendige Erleichterungen entschieden werden. Die Frist für die Sanierung der National- und Hauptstrassen ist auf Ende März 2015 angesetzt.

Die Kantonsstrassen verursachen lärmässig die meisten Probleme. Aus dem Lärmbelastungskataster der Kantonsstrassen, dessen Hauptteil (Festlegung der Schallpegel) bereits im Jahr 1992 fertig gestellt wurde, geht hervor, dass mindestens 1500 Gebäude Belastungen ausgesetzt sind, welche die Immissionsgrenzwerte überschreiten. Um sich ein klares Bild über den tatsächlichen Stand der Dinge machen zu können, muss der letzte Teil des Katasters unter Miteinbezug der Empfindlichkeitsstufen noch erstellt werden.

Aufgrund fehlender Mittel hat die Sanierung der Kantonsstrassen in den 18 Jahren seit dem Inkrafttreten der LSV kaum Fortschritte gemacht. Ursprünglich legte die Verordnung eine erste Frist von fünfzehn Jahren (2002) für die Sanierung aller Lärmquellen fest, namentlich der Sanierung der Kantonsstrassen.

Gemeindestrassen führen fast ausschliesslich in den grösseren Gemeinden des Kantons zu Überschreitungen der bundesrechtlich festgelegten Grenzwerte. Davon sind schätzungsweise 900 Wohnungen betroffen.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass am 1. Oktober 2004 neue Bundesvorschriften in Kraft getreten sind. Es wurde eine letzte Sanierungsfrist für die Kantons- und Gemeindestrassen bis zum 31. März 2018 festgelegt, und der Bund hat ganz klar angekündigt, dass nach Ablauf dieser Frist sämtliche Subventionen für die Lärmsanierung gestrichen würden. Dies macht eine sorgfältige Planung der verschiedenen einzuhaltenen Schritte unumgänglich, damit den Einwohnerinnen und Einwohnern unseres Kantons die ihnen zustehende Lebensqualität geboten werden kann.

### Bahnlinien

Die Bestimmungen zur Sanierung der Bahnlinien werden in einem Gesetz und einer Verordnung (Verordnung vom 14. November 2001 über die Lärmsanierung der Eisenbahn, VLE) behandelt. Die neue Gesetzesgrundlage sieht eine zweistufige Sanierung der problematischen Bereiche vor:

Bis ins Jahr 2009 sind alle Massnahmen am Rollmaterial umzusetzen. Studien haben beispielsweise aufgezeigt, dass neue Technologien ein grosses Verbesserungspotenzial bieten, vor allem bei den Bremsen, da die Art der verwendeten Bremsklötze offenbar einen Einfluss auf die Rauheit der Räder oder der Gleise und somit auf die Lärmentstehung haben.

Werden alle Massnahmen am Rollmaterial umgesetzt, könnten die Lärmemissionen um ungefähr 10 Dezibel gesenkt werden. Trotzdem werden diese Verbesserungen nicht ausreichen, damit alle Streckenabschnitte die gesetzlichen Normen erfüllen. Entsprechend müssen Massnahmen bei der Lärmausbreitung und als letzte Möglichkeit an den betroffenen Häusern ergriffen werden. Die entsprechende Frist wurde auf das Jahr 2015 festgelegt.



Musik ist die schönste Neben- oder gar Hauptsache der Welt. Genau so schön wie sie ist, kann sie auch als störend empfunden werden. So sehen sich Konzertveranstalter immer mehr mit Auflagen konfrontiert. Lärmimmissionen sind unausweichlich, nichts desto trotz haben auch diese Anlässe einen gewichten Stellenwert in der Lebensqualität von uns allen.

Musik ist verbindend und weckt Lebensfreude. Kulturveranstaltungen bringen Leute aus den verschiedensten sozialen Schichten zusammen und haben eine verbindende Funktion im soziokulturellen Bereich.

Wir wünschen uns für 2006 weniger Verordnungen, sondern viel mehr Toleranz.

Patrick Boschung  
Verein Bad Bonn, Verantwortlicher des Kilbi Festival, Düringen

# 8

## Flugplätze

Unser Kanton hat zwei zivile Flugplätze und leidet zudem unter Lärmbelastungen des Militärflugplatzes von Payerne.

Die zivilen Flugplätze verzeichnen einen eher beschränkten Flugverkehr und die meisten Flugzeuge, welche diese anfliegen, sind geräuscharm. Der Flugplatz von Epagny entspricht den massgeblichen Bundesbestimmungen. Der Flugplatz von Ecuivillens verursacht hingegen Immissionen, die an wenigen einzelnen Orten die IGW leicht überschreiten.

Der militärische Betrieb des Flugplatzes von Payerne, auf dem gegenwärtig auch ein vernachlässigbar kleiner Anteil zivilen Flugbetriebs stattfindet, betrifft unseren Kanton stark. Für die sehr hohen Lärmbelastungen sind in erster Linie die teilweise sehr lauten Flugzeuge (Düsenflugzeuge) verantwortlich. Es sind grosse Flächen betroffen und viele Gebäude leiden unter der Überschreitung der kritischen Werte, insbesondere des Alarmwertes. Aufgrund der spezifischen Besonderheiten der Lärmquelle können nur Sanierungsmaßnahmen an der Quelle (Flugzeugtypen und Zahl der Flugbewegungen) oder an den betroffenen Gebäuden in Betracht gezogen werden. Angesichts der starken Lärmbelastung haben die Militärbehörden die betroffenen Gebäude bereits saniert. Ungefähr fünfzig Wohnungen sind mit optimal schallgeschützten Fenstern ausgestattet. Der Betrieb des Militärflugplatzes Payerne hat negative Auswirkungen auf die Raumplanung mehrerer Gemeinden und kann diese durchaus völlig durcheinander bringen. Der Lärmbelastungskataster stammt aus dem Jahr 1998. Er wird gegenwärtig aktualisiert, wobei dem sinkenden Flugverkehr, den im Rahmen des neuen Stationierungskonzeptes der Schweizer Armee getroffenen neuen Orientierungen und der vermehrten Öffnung für Zivilflüge Rechnung getragen wird.

## Industrie und Gewerbe

Dank einer sorgfältigen Erstellung der Ortsplanungen wird die Situation im Kanton Freiburg als sehr zufriedenstellend beurteilt. Zwar gibt es gewisse Konflikte zwischen bestimmten Tätigkeiten und Wohnzonen, die aber nur punktuell auftreten. Der entsprechende Bereich betrifft häufig Anlagen unterschiedlicher Art (Industrie, Gewerbe, Landwirtschaftsbetriebe, öffentliche Gaststätten, Heizungs- oder Kühlanlagen usw.) und wurde nicht systematisch untersucht.

Die öffentlichen Gaststätten verursachen Lärmbelastungen, die sich in den vergangenen Jahren immer stärker bemerkbar gemacht haben. Die Hauptursache dieser negativen Entwicklung ist sicherlich in der Aufhebung der Bedürfnisklausel zu suchen. Diese hatte zur Folge, dass vor allem diejenigen Gaststätten, die ihren Erfolg und ihr Weiterbestehen einem verlockenden Musikangebot oder attraktiven Öffnungszeiten verdanken, zahlenmässig stark zugenommen haben.

Neben den unmittelbaren betriebsbedingten Belastungen, gegen die ziemlich einfache Massnahmen ergriffen werden können, liegt das Kernproblem im Verhalten der Kundschaft auf den Terrassen oder in der unmittelbaren Umgebung der Gaststätte.

## Schiessanlagen

Der in einem Schiessstand verursachte Lärm zeichnet sich durch einen momentan sehr hohen direkten Schallpegel aus. Dafür beschränken sich die Schiessaktivitäten auf oft sehr kleine Zeiträume. Die Störung wird von der Nachbarschaft trotzdem sehr subjektiv empfunden. So kommen zu den effektiven, vom Schallpegel und von der Aktivität abhängigen Belastungen sehr viel subjektivere Faktoren hinzu, wie z.B. das Verhältnis zwischen der Schützengesellschaft und den potenziell betroffenen Personen, oder auch die Einstellung Letzterer gegenüber der Armee.

Im Jahr 1990 wurden im Kanton Freiburg 116 300-Meter-Schiessanlagen gezählt. Nach der Erstellung eines Lärmbelastungskatasters wurde festgestellt, dass nur ungefähr 30% der Anlagen den gesetzlichen Normen entsprachen.

Einige Schiessanlagen, vor allem die eher schlecht als recht betriebenen und entsprechend geringe Überlebensaussichten aufweisenden, wurden sofort geschlossen. Ende 1995 wurden noch 111 300m-Schiessanlagen gezählt. Durch die neuen Betriebsbedingungen konnte der Anteil der nicht konformen Anlagen stark verringert werden. Dies geschah vor allem, indem das Stgw 57 durch das Stgw 90 ersetzt wurde, dessen Lärmemissionen ungefähr 3 Dezibel unter derjenigen seines Vorgängers liegen, sowie durch die generell sinkenden Schiessaktivitäten und den konsequenten Einsatz von Schiessstunnels, die in einigen Fällen eine Reduktion um bis zu 25 Dezibel bringen können. Im Jahr 2000 wurde ein neuer Schiesslärnkataster erstellt. In den Fällen, wo die Grenzwerte überschritten wurden, erfolgte eine Sanierung, die unter anderem eine Einschränkung der Schiessaktivität nach sich zog.

Diejenigen Anlagen, die bis heute nicht den Vorschriften entsprechen, wurden bereits oder werden in Kürze geschlossen.

In diesem Bereich wird die Situation generell als sehr zufriedenstellend beurteilt.



## Bilanz und Ausblick

Die Bundesverordnung sah ursprünglich eine Frist bis ins Jahr 2002 für die Sanierung aller Lärmquellen vor. Aus in erster Linie wirtschaftlichen Gründen hat sich dieser optimistische Plan fast nirgends in der Schweiz realisieren lassen. Die Bilanz der Aktivitäten im Bereich des Lärmschutzes kann folgendermassen zusammengefasst werden:

Lärmschutz	Erfolge	Ungenügende Ergebnisse
<b>Strassen</b>	Dank vorsorglicher Massnahmen entspricht das Freiburger Teilstück der A1 den Lärmschutzbestimmungen des Bundes.	Entlang der A12 wurden bei ungefähr 120 Gebäuden Grenzwertüberschreitungen gemessen.  Der Lärmbelastungskataster der Kantonsstrassen zeigt, dass mindestens 1500 Gebäude Belastungen ausgesetzt sind, welche die IGW überschreiten.  Aufgrund fehlender Mittel hat die Sanierung der Kantonsstrassen seit dem Inkrafttreten der LSV kaum Fortschritte gemacht.
<b>Bahnlagen</b>	Die Massnahmen zur Verbesserung des Rollmaterials (Bremsen, Räder usw.) haben zur Reduktion der Emissionen beigetragen.	Es müssen Massnahmen ergriffen werden, die bei der Lärmausbreitung und subsidiär bei den Gebäuden ansetzen. Die Frist wurde auf das Jahr 2015 festgelegt.
<b>Flugplätze</b>	Den ca. 50 durch den militärischen Betrieb des Flugplatzes Payerne über die Alarmwerte hinaus belasteten Wohnungen wurden Schallschutzfenster eingebaut, die sich durch eine optimale Schallisolation auszeichnen.	Der militärische Betrieb des Flughafens von Payerne verursacht beträchtliche Lärmbelastungen. Grosse Flächen und zahlreiche Gebäude sind von Überschreitungen der kritischen Werte betroffen.
<b>Industrie und Gewerbe</b>	Dank einer sorgfältigen Erarbeitung der Ortsplanungen kann die Situation im Kanton als zufriedenstellend beurteilt werden.	Die öffentlichen Gaststätten verursachen insgesamt Lärmbelastungen, die in den vergangenen Jahren stark angestiegen sind.
<b>Schiessanlagen</b>	Der im Jahr 2000 erstellte Kataster ermöglichte eine systematische Sanierung der Anlagen. Schiessanlagen mit geringen Überlebenschancen wurden sofort geschlossen.	

Für die Sanierung aller Lärmquellen müssen in den kommenden Jahren beträchtliche Mittel aufgewendet werden, und zudem braucht es diesbezüglich eine sorgfältige Planung. Es ist festzuhalten, dass ca. 18'000 Personen von Lärmimmissionen betroffen sind, die die Immissionsgrenzwerte übersteigen. Für die Eisenbahn und vor allem für den Strassenverkehr, den Hauptverursacher der Lärmbelastungen, wurden Fristverlängerungen beschlossen.

Einige Kantone haben die nötigen Mittel für die teilweise Lärmsanierung ihres Strassennetzes beschafft und bereitgestellt. Interessanterweise stellen die Subventionen, welche die Westschweizer Kantone im Rahmen dieses Vorgehens zwischen 1998 und 2003 erhalten haben, nur 1.6% der Gesamtsumme dar, welche der Bund zu diesem Zweck bewilligt hat.

Die Beitragssätze des Bundes an die Kantone für die Strassenlärmsanierungen wurden vor kurzem um die Hälfte gekürzt, womit der Satz für den Kanton Freiburg von 59% auf 29.5% gesunken ist. Damit der betroffenen Bevölkerung eine annehmbare Lebensqualität geboten werden kann, ist es wichtig und dringend, dieser Arbeit die entsprechend notwendige Bedeutung zuzugestehen. Dabei soll jedoch die finanzielle Belastung für den Kanton auf ein striktes Minimum beschränkt werden.



# Risikomanagement

9

## Das Wichtigste in Kürze

Das Risikomanagement ist ein wesentlicher Bestandteil einer umweltverträglichen Politik, die des Menschen Sicherheit und Schutz gewährleisten soll. Im Rahmen der Zuständigkeiten des Amtes für Umwelt (AfU) umfasst das Risikomanagement vier Hauptaspekte: umweltgefährdende Stoffe, Schutz vor Störfällen, biologische Sicherheit und die Bereitstellung eines Pikettdienstes für die Bekämpfung von Umweltschäden infolge von Unfällen.

- ☺ Die Problematik der Risikobewältigung wird durch die betroffenen Anlagebetreiber ernst genommen. Bei 75% der Anlagen, welche der Störfallverordnung (StfV) unterstellt sind, wurden die nötigen Vorkehrungen und Sanierungen realisiert.
- ☺ Bei keiner der Anlagen im Kanton Freiburg, in welchen biosicherheitsrelevante Tätigkeiten stattfinden, wurden anlässlich der durch das AfU vollzogenen Kontrollen gravierende Mängel festgestellt, die für die Sicherheit von Mensch und Umwelt eine Gefahr darstellen könnten.
- ☺ Zur Bewältigung der Folgen von Unfällen, die trotz der getroffenen Vorsichtsmassnahmen geschehen können, hat das AfU einen Pikettdienst für Ereignisfälle eingerichtet, um die Einsatzkräfte nach Bedarf beraten zu können.
- ☹ Ein besserer Schutz für Mensch, Tier, Pflanzen und Umwelt wird durch den Vollzug der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung gewährleistet. Für den Vollzug der am 1. August 2005 in Kraft getretenen neuen bundesrechtlichen Bestimmungen sind die entsprechenden Verantwortlichkeiten der verschiedenen betroffenen staatlichen Dienststellen zu klären.
- ☹ Auch wenn der Risikoaspekt seit kurzem systematisch im Rahmen der Raumplanung berücksichtigt wird, gibt es trotz allem konfliktträchtige Situationen.

## Stoffe

### Problemstellung

Weltweit gibt es ungefähr 18 Millionen verschiedene Stoffe; die Zahl der in Europa im Handel erhältlichen Produkte wird auf etwa 80'000 geschätzt. Dies ist das Ergebnis der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung, die unsere Gesellschaft im vergangenen Jahrhundert erlebt hat, und des damit verbundenen technologischen Fortschritts. Seit fast 50 Jahren sind die häufig unterschätzten direkten und indirekten Auswirkungen dieser Stoffe auf unser gesamtes Ökosystem wissenschaftlich nachgewiesen. Um die entsprechenden Folgen möglichst gering zu halten, hat der Gesetzgeber die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) eingeführt, welche das Inverkehrbringen dieser Stoffe regelt und Bedingungen für deren Verwendung festlegt. Ein Teil der Verordnung wird durch das Kantonslabor vollzogen, welches insbesondere für die Marktkontrollen zuständig ist. Das Amt für den Arbeitsmarkt befasst sich mit dem Schutz des Arbeitspersonals an seinem Arbeitsplatz. Das vorliegende Kapitel handelt von Stoffen, für deren Verwendung das AfU zuständig ist.

### Einige problembehaftete Stoffe

#### Asbest

Asbest ist ein natürliches Silikatgestein faseriger Struktur. Es ist hitzebeständig bis 1000°C, resistent gegenüber einer Reihe aggressiver Chemikalien und weist hohe Elastizität und Zugfestigkeit auf. Diese einzigartigen Eigenschaften sind der Grund dafür, dass Asbest seit ca. 1930 in Industrie und Technik breite Anwendung fand. So findet man asbesthaltige Produkte in Platten, Teppichen oder Formmassen für Brandschutz und Wärmeisolation, als Brems- und Kupplungsbeläge im Fahrzeugbau sowie als Dichtungen in Öfen und Heizkesseln.

Asbest ist zwar nicht akut toxisch, doch der kristalline Feinstaub, aus dem dieses Material besteht, kann durch die Atmung in die Lungenbläschen gelangen und dort – manchmal erst viele Jahre später – die Entstehung von Lungenkrebs und anderen bösartigen Tumoren des Brustfells fördern. Nach langen und intensiven klinischen Studien wurde die Asbestose (Lungenfibrose, aus der sich ein Tumor entwickeln kann) 1953 in die Liste der Berufskrankheiten aufgenommen.

#### Freone

Zu den Freonen gehört eine breite Palette von Chemikalien, die je nach ihrer chemischen Zusammensetzung in drei Gruppen eingeteilt werden. Man unterscheidet die vollständig halogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) wie etwa das R12, die teilweise halogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffe (HCFKW, z.B. R22) und die ebenfalls teilweise halogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffe (HFKW), eine Familie, zu der die R134a gehören. Aufgrund der ausgezeichneten physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Stoffe, die zudem für den Menschen nicht toxisch sind, werden Freone im Kälte- und Klimabereich und in anderen Bereichen wie der industriellen Reinigung massiv eingesetzt.

Die FCKW und in geringerem Masse die HFCKW sind ozon-schichtabbauende Stoffe. Denn diese Chlorgase zerfallen in der Stratosphäre in diverse Bestandteile, die die Zerfallreaktionen des stratosphärischen Ozons katalysieren. Gleichzeitig tragen sämtliche Freone und die HFKW (welche nicht auf die Ozon-schicht wirken) erheblich zu einem anderen globalen Umweltphänomen, nämlich der Klimaerwärmung (Treibhauseffekt) bei. Die folgende Tabelle vergleicht die ozonabbauende Wirkung verschiedener Stoffe sowie deren Treibhauspotenzial.

Typ	Gas	ODP (Ozonabbau- potenzial) <sup>1</sup>	GWP (Klima - Erwär- mungspotenzial) <sup>2</sup>
FCKW	R 11	1	3'800
	R 12	1	8'100
	R 502	0.7	5'500
HFCKW	R 22	0.05	1'500
HFKW	R 134a	0	1'300
	R 404a	0	3'260
andere	CO <sub>2</sub>	0	1

1 Ozone Depletion Potential (ODP): Relatives Mass für das Potenzial einer Substanz, stratosphärisches Ozon abzubauen. Als Referenzsubstanz wird das FCKW verwendet, dem man den Referenzwert 1 zuweist.

2 Global Warming Potential (GWP): Relatives Mass für das Potenzial einer Substanz, zum Treibhauseffekt beizutragen, wenn die Substanz in die Troposphäre gelangt. Als Referenzgrösse ist das GWP von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) mit 1 festgelegt.

### PAK

Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) sind Schadstoffe, die bei der Verbrennung von organischem Material unter sauerstoffarmen Verhältnissen (unvollständige Verbrennung) entstehen. Diese Stoffgruppe ist schlecht abbaubar, für Wasserorganismen toxisch und reichert sich in der Nahrungskette an. Einige dieser Stoffe, wie das in verschiedenen bitumenhaltigen Produkten enthaltene Benzo(a)pyren, sind für den Menschen krebserregend.

### POPs

Die persistenten organischen Schadstoffe (POPs) sind für Mensch und Tier hochgiftig. Zu diesen Schadstoffen, die das sogenannte «dreckige Dutzend» bilden, gehören unter anderem die polychlorierten Biphenyle (PCB), die Dioxine und die Furane.

Die PCB sind eine Gruppe von 209 Stoffverbindungen, die seit den 1930er Jahren in der Industrie eingesetzt werden, beispielsweise für die Isolation von Transformatoren und Kondensatoren oder als Weichmacher für Kunststoffe. Hohe PCB-Belastungen können bei den Betroffenen Leberschäden oder Hautkrankheiten verursachen. Klinische Studien liefern zudem Hinweise, dass die PCB krebserregend und für die deutliche Verringerung der Fruchtbarkeit verantwortlich sind.

Die Dioxine und Furane bilden die Gruppe der aromatischen halogenierten Kohlenwasserstoffe. Insgesamt gibt es 75 verschiedene Dioxine und 135 Furane, von denen insgesamt deren 17 extrem giftig wirken. Ihr Auftreten in der Umwelt ist anthropogener Herkunft: Diese Schadstoffe entstehen bei der Herstellung von Pestiziden und der Verbrennung von Material und Abfällen. Dioxine und Furane sind biologisch sehr schlecht abbaubar; sie reichern sich in der Bodenschicht an und werden auf der Pflanzenoberfläche abgelagert, wodurch sie in die Nahrungskette eintreten können. Spektakuläre Beispiele für die Auswirkungen dieser Stoffe sind die schweren Missbildungen bei Menschen, die nach dem Versprühen eines dioxinhaltigen Herbizids «Agent Orange» im Vietnamkrieg zwischen 1965 und 1971 auftraten. Im Jahr 1971 ereignete sich in Seveso (Italien) eine Chemiekatastrophe, als ein Reaktorkessel mit Chemikalien explodierte und mehrere Kilogramm Dioxin entwichen, die schwere Gesundheitsschäden bei der Bevölkerung und schwere Umweltschäden in der Umgebung zur Folge hatten.



## Stand der Dinge und ergriffene Massnahmen

### Sanierung von Asbestbauten

Die ChemRRV schreibt zwar ein allgemeines Verbot der Verwendung von Asbest vor, sieht jedoch keine Regelung für bestehende Produkte oder Gegenstände vor, die solche Fasern enthalten. So gibt es keine Sanierungspflicht für Gebäude mit asbesthaltigen Isolationsplatten. Der Kanton hat über den Bund Zugriff auf Daten über Gebäude, die mit diesem Material isoliert wurden. Da es sich bei diesen Gebäuden überwiegend um Arbeitsräume handelt, befasst sich die Sektion Arbeitsmarkt des Amtes für den Arbeitsmarkt mit dieser Problematik. Bei jedem festgestellten Fall wurden die Eigentümer über die potenziellen Gefahren der verwendeten Materialien und über die mit allfälligen Renovierungsarbeiten verbundenen Auflagen informiert. Dank dieser Informationsarbeit konnten 14 Gebäude SUVA-konform saniert und eine vorschriftsmässige Abfallentsorgung gewährleistet werden. Im Jahr 2005 enthielten lediglich noch 12 Gebäude im Kanton Asbest.

### Kühlanlagen (Freone und in der Luft stabile Stoffe)

Kühlanlagen nutzen die mit einer Zustandsänderung des Kältemittels verbundenen Temperaturunterschiede (Verdampfung mit Wärmeverlust, Kondensation mit Wärmeerzeugung). Damit dieses Verfahren funktioniert, müssen spezielle Flüssigkeiten verwendet werden. Erste Prototypen wurden bereits in der Mitte des 19. Jahrhunderts entwickelt, doch erst mit dem Auftreten der fluorierten Kohlenwasserstoffe in den 1930er Jahren funktionierten die Kühlanlagen zuverlässiger und wurden vermehrt produziert. Mitte der 1980er Jahren trat in der Verwendung ozonschichtabbauender Stoffe eine Wende ein, da man sich zunehmend des Problems der Zerstörung der Ozonschicht in der Stratosphäre bewusst wurde. Nach der Ratifizierung des Montrealer Protokolls wurden die geltenden Rechtsbestimmungen in den Jahren 1991, 1995 und schliesslich 2004 geändert, um die Verwendung der die Ozonlöcher verursachenden Stoffe schrittweise zu unterbinden.

Um die Emissionen von Treibhausgasen weiter zu verringern und die Ursachen der Klimaerwärmung noch stärker zu bekämpfen, zog das Kyoto-Protokoll eine weitere Anpassung der rechtlichen Grundlagen nach sich: es wurde die Produktklasse der «in der Luft stabilen Stoffe» eingeführt. Tatsächlich führte das Verbot der ozonschichtabbauenden Stoffe zur Verwendung von Alternativprodukten, welche wiederum den Nachteil aufwiesen, dass sie in nicht vernachlässigbarem Mass zum Treibhauseffekt beitragen. So können heute in der Luft stabile Stoffe gemäss den neuen Bestimmungen nur dann verwendet werden, wenn keine Alternativen existieren.



Die am 1. August 2005 in Kraft getretene ChemRRV verbietet generell die Verwendung von FCKW (seit 1995 galt dieses Verbot bereits für neue Anlagen). Zudem ist auch für den Gebrauch der teilweise halogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffe (HFCKW), die zwar für die Ozonschicht etwas weniger schädlich sind, aber wesentlich zur Klimaerwärmung beitragen, ein Ende absehbar. So dürfen Flüssigkeiten dieser Art seit dem 1. Januar 2002 nicht mehr in neue Kältemaschinen eingesetzt werden und die Verwendung von HFCKW wird bis 2015 schrittweise verboten. Als Ersatzmittel kommen schliesslich noch die teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW) zum Einsatz. Diese letzte Gruppe von Stoffen hat zwar kein Chlor in ihrer chemischen Zusammensetzung und trägt daher nicht zum Abbau der Ozonschicht bei. Aufgrund ihrer chemischen Stabilität in der Luft weisen sie jedoch ein erhebliches Klimaerwärmungspotenzial auf. Um ihren diesbezüglichen Effekt möglichst gering zu halten, muss jede Anlage (ob neu oder alt) mit über 3 kg HFKW gemeldet und regelmässig auf ihre Dichtigkeit überprüft werden. Für neue Anlagen, bei denen HFKW verwendet werden, hat der Inhaber beim AfU ein Ausnahmegesuch einzureichen. Aufgrund dieses Gesuchs wird abgeklärt, ob nach dem Stand der Technik in diesem speziellen Kältebereich kein umweltverträglicheres Ersatzmittel existiert. Gibt es keine Alternative oder wäre diese aus Sicherheitsgründen problematisch (zum Beispiel der Einsatz von Ammoniak in Einkaufszentren), wird eine Ausnahmegewilligung erteilt.

Dieses neue Verfahren wurde im Kanton Freiburg erst kürzlich eingeführt. Inzwischen wurden die ersten Gesuche behandelt. Seit der Einführung der gesamtschweizerischen technischen Weisungen behandelt das AfU jeden Monat 5 bis 15 Ausnahmegesuche. Man schätzt, dass der Kanton Freiburg inskünftig jährlich um die 200 Bewilligungsgesuche zu behandeln haben wird.

Substanz	Status	Ozonloch	Treibhaus- effekt
FCKW	verboten	×	×
HFCKW	schrittweiser Ausstieg, dann völliges Verbot ab 2015	×	×
HFKW	Bewilligung erforderlich		×

#### Eisenbahnschwellen (PAK)

Alte Eisenbahnschwellen waren bei Hobbygärtnern als Einfassungen für Beete oder Sandkästen sehr beliebt und werden auch von Fachleuten für den Bau von Stützmauern verwendet. Diese Schwellen wurden jedoch mit teeröhlhaltigen Produkten behandelt, die polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), darunter das krebserregende Benzo(a)pyren, enthalten. Am 1. Oktober 2001 hat der Bundesrat die erlaubte Zusammensetzung von Holzschutzmitteln neu geregelt: Der Gehalt von problematischen Stoffen in diesen Ölen wurde gesenkt und der Verkauf von gebrauchten Eisenbahnschwellen an Privatpersonen untersagt. Mit diesen neuen Bestimmungen kann der Eintrag krebserzeugender Stoffe in die Umwelt verringert werden, und es wird zudem dafür gesorgt, dass dieses stark belastete Material gesetzeskonform entsorgt wird. Diese neuen Auflagen wurden in mehreren Schritten eingeführt, wobei einerseits der Benzo(a)pyren-Gehalt in den Teerölen und andererseits der Verwendungszweck und die Nutzungsbedingungen der Schwellen berücksichtigt wurden. Seit dem 1. Juli 2005 sind sämtliche Übergangsbestimmungen ausser Kraft, so dass nur noch Schwellen mit geringem PAK-Gehalt zulässig sind. Ihre Verwendung beschränkt sich auf Bahngleise und einige andere, genau bestimmte Bauten ausserhalb von Wohnzonen, beispielsweise Lawinenverbauungen.

#### Transformatoren und Kondensatoren (PCB)

Wie es nach den Bundesbestimmungen über Kondensatoren und Transformatoren vorgesehen ist, hat der Kanton im Jahr 1984 eine erste Bestandsaufnahme der Anlagen erstellt, die Öle mit chlorierten Aromaten wie polychlorierte Biphenyle (PCB) enthalten können. Um die Sanierung des gesamten Transformatoren- und Kondensatorenbestands in die Wege zu leiten, hat das AfU die Zusammenarbeit mit den Freiburgerischen Elektrizitätswerken (FEW; heute: Groupe E) gesucht und die Erhebung, Kontrolle und Sanierung der bestehenden Anlagen an dieses Unternehmen delegiert. So wurden nicht weniger als 2'700 Transformatorenanlagen und über 800 Kondensatoren anhand der Bestimmungen des Bundes überprüft und gegebenenfalls entsprechend den Bestimmungen der TVA entsorgt. Vereinzelt werden bei Ortsbesichtigungen Kontrollen durchgeführt, um nachzuprüfen, ob die Anlagen auf der von der Groupe E erstellten Positivliste aufgeführt sind. Falls erforderlich, werden Sanierungsverfahren eingeleitet.

#### Verbindungen (PCB)

In den Jahren 1955 bis 1975 war die Verwendung von PCB als Weichmacher in den Dichtungsmassen weit verbreitet, vor allem in Betonfugen. Bei Gebäuden in Betonskelettbauweise, die während dieser Zeit erbaut wurden, kann man daher mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass sie PCB enthalten. Um das Ausmass dieses Problems zu erfassen, wurde im Jahr 2001 eine gesamtschweizerische Messkampagne durchgeführt. Das AfU hat sich zusammen mit dem Amt für Ressourcen der Direktion für Erziehung, Kultur und Sport an dieser Untersuchung beteiligt und 12 öffentliche Gebäude, vorwiegend Schulhäuser, geprüft. Die Ergebnisse dieser Nachforschungen haben gezeigt, dass von 15 entnommenen Fugenproben lediglich 2 Dichtungstypen (die in der gleichen Anlage verwendet wurden) einen signifikanten PCB-Gehalt aufwiesen. Diese Studie brachte aber auch klar zu Tage, wie schwierig es ist, Kausalzusammenhänge herzustellen: PCB in Fugendichtungen hat nicht unbedingt eine höhere PCB-Belastung in der Umgebungsluft zur Folge. Die Luftqualität hängt stark davon ab, ob und wie stark die Verbindungen der Sonne ausgesetzt sind (Verdunstung und Freisetzung von PCB) und ob allenfalls Schutzschichten wie Farbe oder Lack vorhanden sind. Daher bleibt die regelmässige Lüftung der Räume die am besten geeignete Massnahme. Aufgrund dieser Feststellungen hat der Kanton darauf verzichtet, ein vollständiges Inventar der potenziell belasteten Gebäude zu erstellen und die Luftqualität in diesen Gebäuden mit kostspieligen Verfahren zu messen.



## Schutz vor Störfällen

### Ausblick

In der Geschichte der Industrie gibt es genügend Beispiele, um bestimmte Gefahren für die menschliche Gesundheit und für die Umwelt, die direkt auf die Verwendung gewisser und im Handel erhältlicher Produkte und Stoffe zurückzuführen sind, aufzuzeigen. Auch wenn diese anlässlich ihrer Entwicklung durchaus einem technischen oder gesellschaftlichen Bedürfnis entsprach, ist es (aus heutiger Sicht) nicht abzustreiten, dass ihre möglichen negativen Folgen für Mensch und Umwelt oft schlecht oder nur ungenügend abgeklärt wurden. Angesichts dieser Tatsache wäre es verantwortungslos, vor den möglichen Gefahren gewisser chemischer Produkte die Augen zu verschliessen.

In diesem Sinne prüft die Europäische Union die Erarbeitung einer gesetzlichen Grundlage über die Reglementierung chemischer Produkte, nach welcher Hersteller und Exporteure verpflichtet wären, über die von diesen Produkten ausgehenden Umweltgefahren und den Umgang mit den Erzeugnissen genau zu informieren.

Die Schweiz nimmt die Fragen rund um die chemischen Produkte sehr ernst. So ist am 1. August 2005 ein Verordnungspaket zum Chemikaliengesetz in Kraft getreten. Dieses sogenannte PARCHEM-Paket (Projekt Ausführungsrecht CHEMikaliengesetz) stimmt unsere Rechtsgrundlagen mit dem EU-Recht besser ab und garantiert einen besseren Schutz für Mensch, Tier und Ökosysteme. Darüber hinaus wird das Wissen über Stoffe laufend erweitert und verbessert, was eine Anpassung unserer gesetzlichen Bestimmungen an jene unserer wichtigsten EU-Partner erfordert, da diese Stoffe vor keinen Grenzen Halt machen. Der Kanton wird die bestehenden kantonalen Ausführungsbestimmungen den neuen bundesrechtlichen Bestimmungen anpassen müssen.

### Problemstellung

Die Folgen eines Unfalls mit Chemikalien (Chemieunfall), sei es in einem Betrieb, auf einem Verkehrsweg oder bei Rohrleitungsanlagen (Gas/Brennstoffe/Treibstoffe), sind oft spektakulär und schädlich für Bevölkerung und Umwelt. Das Risikomanagement ist daher zu einem wichtigen Vorsorgeinstrument des Umweltschutzes geworden. Im USG und in der Verordnung vom 27. Februar 1991 über den Schutz vor Störfällen (StFV) ist daher Folgendes vorgesehen:

- Erstellung einer Liste der betroffenen Anlagen, hauptsächlich auf der Basis gewisser Mengenschwellen für die verwendeten gefährlichen Stoffe,
- Verpflichtung der Betreiber zur Wahrnehmung ihrer Eigenverantwortung,
- Festlegung der nötigen Schritte für die Risikobewertung und -bewältigung.

Das Vorgehen erfolgt in vier Schritten:

- das AfU erfasst die Betriebe, die den Kriterien der StFV entsprechen,
- jeder Inhaber eines betroffenen Betriebs liefert dem AfU einen Kurzbericht ab,
- entsteht aufgrund der Beurteilung des Kurzberichts der Eindruck, dass das Ausmass einer möglichen Schädigung eine gewisse Schwelle übersteigen kann, verlangt die Behörde vom Inhaber eine Risikoermittlung,
- ist das Risiko nicht tragbar oder liegt es im Übergangsbereich zwischen dem akzeptablen und nicht akzeptablen Risiko, so muss der Inhaber Massnahmen ergreifen.

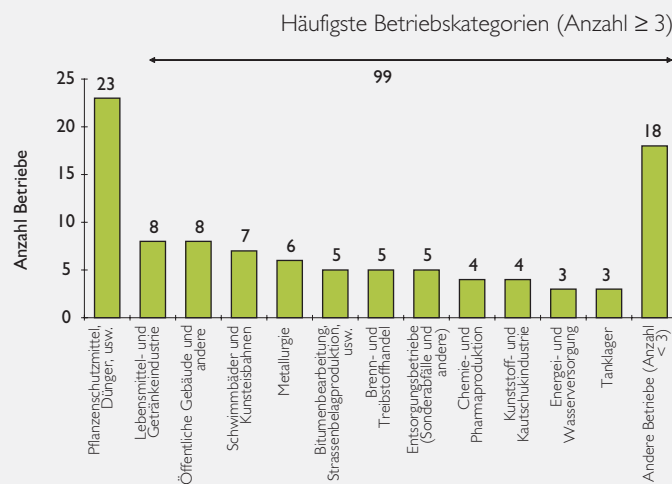
### Die Art der betroffenen Anlagen

Es handelt sich um Unternehmen, die bedeutende Mengen gefährlicher Stoffe verwenden, Sonderabfälle produzieren oder verwenden, mit genetisch veränderten oder pathogenen Organismen arbeiten, und um die hauptsächlichlichen Transportwege, auf denen diese gefährlichen Produkte transportiert werden können, sowie um andere Anlagen (Gasleitungen, militärische Einrichtungen usw.), für die eine andere Vollzugsbehörde als der Kanton zuständig ist.

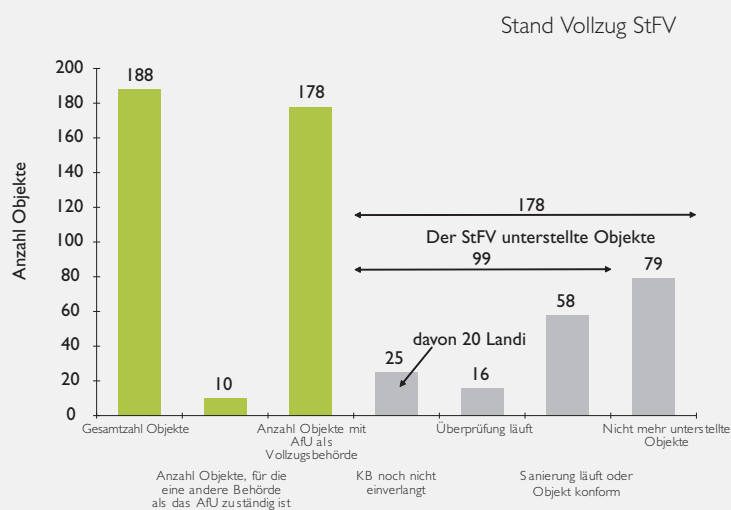
Der Störfallverordnung sind folgende Anlagen unterstellt:

- stationäre Anlagen,
- Kantons- und Gemeindestrassen,
- Autobahnen,
- Eisenbahnlinien,
- Hochdruckgasleitungen.

In der nebenstehenden Abbildung sind die wichtigsten Kategorien der stationären Anlagen des Kantons aufgeführt, die der StfV unterstellt sind; die zweite Grafik zeigt den Stand des Vollzugs der StfV. Seit der Grundlagenerhebung, bei der 178 Betriebe überprüft wurden, sind 79 der damals erfassten Anlagen nicht mehr der StfV unterstellt, da die Mengen der gefährlichen Produkte reduziert wurden und nun unter den Schwellenwerten liegen, oder weil sie ihren Betrieb eingestellt haben. Es bleiben daher noch 99 stationäre Anlagen, die einen Kurzbericht erstellen müssen. Ein Viertel dieser Fälle konnte noch nicht behandelt werden. Bei den behandelten Anlagen wurden in sieben Fällen Risikoermittlungen durchgeführt.



Die Sanierung des kantonalen Strassennetzes unter dem Aspekt der Störfallvorsorge schreitet ebenfalls voran: Vom gesamten kantonalen Strassennetz sind 26% nicht der StfV unterstellt. Für 56% des Strassennetzes wurde ein vereinfachter Kurzbericht verfasst; letzten Endes müssen nur für 18% der Strassen Kurzberichte, die den üblichen Anforderungen genügen, erstellt werden. Ausschlaggebend für die Beantwortung der Frage, ob ein Kurzbericht erstellt werden muss, sind häufig der Gewässerschutz und der Bevölkerungsschutz.



Bei der Planung und beim Bau der Autobahn A1 wurden die Grundsätze der StfV berücksichtigt; so wurden bedeutende Rückhalteanlagen für Strassenabwasser und ein Rückhaltesysteme für die Sammlung von Flüssigkeiten bei Unfällen eingerichtet. Die A12 wird vom Bundesamt für Strassen schrittweise auf den aktuellen Stand der Technik gebracht. Seit den tragischen Unfällen, die sich in den vergangenen Jahren auf den Strassennetzen Europas und der Schweiz ereignet haben, wird darüber hinaus auch der Ausrüstung der Tunnel besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Für den Vollzug der StfV bei Bahnlinien ist der Bund zuständig. Diesbezüglich ist lediglich anzumerken, dass der Bahntransport gefährlicher Güter eher auf der Jurasüdfusslinie erfolgt und der Kanton Freiburg somit vor möglichen Gefahren verschont bleibt.

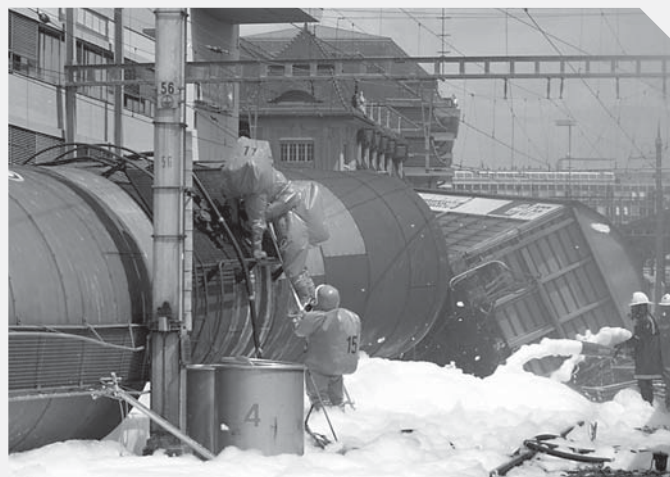
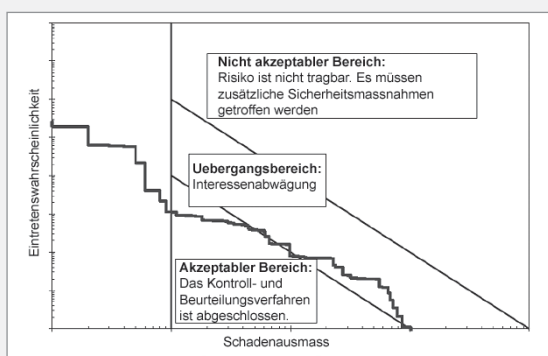
Die Hochdruckgasleitungen (ca. 60 km) werden im Rahmen der Raumplanungsverfahren ebenfalls durch das AfU beobachtet. Das Bundesamt für Energie (BFE) als Kontrollbehörde bezüglich Bau, Unterhalt und Betrieb der Anlagen arbeitet dabei mit dem AfU zusammen.



## Darstellung des Risikos

Die Darstellung des von einer Anlage ausgehenden Risikos wird durch ein Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagramm dargestellt (Eintretenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit eines gewissen Schadensausmasses). Aufgrund der ermittelten hauptsächlichen Störfallszenarien kann die anlagenspezifische Summenkurve gezeichnet werden.

Das Diagramm umfasst 3 Bereiche (inakzeptabel – Übergangsbereich – akzeptabel). Ob ein Risiko akzeptiert werden kann oder nicht, hängt von der Position der Summenkurve in Bezug auf diese Bereiche ab:



## Bilanz und Ausblick

Auch wenn sich der Kanton Freiburg aufgrund der eher geringen Dichte von Störfallbetrieben bezüglich der Risikosituation in einer günstigen Lage befindet, kann nach 13 Jahren Vollzugserfahrung der StfV bilanziert werden, dass das Problem der Risikobewältigung ernst genommen wird. Die Inhaber stationärer Anlagen und der Verkehrswege sowie die Behörden haben die nötigen Schritte und Sanierungsarbeiten unternommen. Das AfU hat die Beurteilung der Kurzberichte auf mehrere Schritte aufgeteilt und dabei den Anlagen, die ein erhöhtes Risikopotenzial aufweisen oder sich an dichter besiedelten Orten befinden, Priorität eingeräumt. So wurden die Schwimmbäder und Eisbahnen sehr rasch behandelt. Entsprechende Erfolge sind der Verzicht auf Chlorgas in den meisten Schwimmbädern und die Reduktion der für die Eisproduktion verwendeten Ammoniakmengen. Ein weiterer Schwerpunkt wurde auf die Einsatzplanung gelegt. Dank diesem Instrument verfügen die Einsatzkräfte bei Unfällen über alle nötigen Informationen für einen optimalen Einsatz. Die Zusammenarbeit mit der Kantonalen Gebäudeversicherung trägt ihre Früchte, und die Einsatzpläne wurden inzwischen gestützt auf die Weisungen der Gebäudeversicherung erstellt und ausgearbeitet.

Der kantonale Richtplan wurde mit einem Kapitel über die Berücksichtigung des chemischen Gefahrenpotenzials im Rahmen der Ortsplanungen ergänzt. Damit will man vermeiden, dass in der Nähe bestehender risikoträchtiger Anlagen keine Nutzungen mit hoher Bevölkerungsdichte eingerichtet werden. Weiter soll überlegt werden, wie auf engerem Raum kumulierte Risiken (Strasse, Tankstellen, der StfV unterstellte Anlagen usw.) bewältigt werden können. In Zukunft werden diese Vorsorgeaspekte, die ganz im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung wirken, noch mehr an Bedeutung gewinnen.

## Biosicherheit

### Rechtsgrundlagen

Zur Gen- und Biotechnologie, die als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts angesehen wird, zählen Forschungs- oder Produktionstätigkeiten, bei denen gentechnisch veränderte Organismen verwendet werden, die zur Vermehrung oder zur Weitergabe von Erbmateriale fähig sind (Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen, Viren usw.). Diese Organismen werden hauptsächlich in der Landwirtschaft und der Medizin genutzt.

Wie bei jeder (relativ) neuen Technologie gibt es auch hier Befürworter und Gegner: Ihre Anwendung bringt der Gesellschaft Vorteile, hat aber auch Folgen, die stark umstritten sind. So weiss man, dass gentechnisch veränderte, pathogene oder umweltgefährdende Organismen (z.B. gewisse exotische Pflanzen) die Umwelt schädigen oder zumindest schädliche Auswirkungen haben können. Angesichts dieser Problematik hat die Bundesversammlung im Rahmen der Änderung des Umweltschutzgesetzes (USG) im Jahr 1995 beschlossen, den Umgang mit gentechnisch veränderten oder pathogenen Organismen zu reglementieren. Dazu wurden die Artikel 29a bis 29h neu in das USG eingefügt.

Die Richtlinien, die sich aus diesen Gesetzesbestimmungen ergeben, wurden in der Verordnung über den Umgang mit Organismen in geschlossenen Systemen (Einschliessungsverordnung, ESV) und in der Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsverordnung, FrSV) präzisiert. Diese beiden Verordnungen sind am 1. November 1999 in Kraft getreten. Sie werden durch ein Paket von Rechtstexten ergänzt: Gentechnikgesetz (GTG), die Verordnung über den Schutz vor Störfällen (StfV), die Cartagena-Verordnung (CartV) und die Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen (SAMV). Die Verwendung solcher Organismen in geschlossenen Systemen (Forschungslabors, Diagnostikbetrieben, Biotechnologieindustrie) oder in offenen Systemen (Inverkehrbringung, kontrollierte Freisetzung) ist somit umfassend reglementiert.

### Problemstellung und Bewilligungsverfahren

Die Verwendung pathogener oder gentechnisch veränderter Organismen in geschlossenen oder offenen Systemen ist bewilligungs- und meldepflichtig. Zuständig für die Bewilligungs- und Meldeverfahren ist der Bund.

Wie bei vielen anderen Bereichen fällt die Überwachung der Tätigkeiten mit Organismen gemäss der ESV oder der FrSV in die Zuständigkeit der Kantone. Im Kanton Freiburg wird diese Kontrolle durch das AfU ausgeübt.

### Organismen und Gruppen von Organismen

Organismen sind zelluläre (Pflanzen, Tiere oder Mikroorganismen) und nichtzelluläre (z.B. Viren) biologische Einheiten, die zur Vermehrung oder zur Weitergabe von Erbmateriale fähig sind. Ihnen gleichgestellt sind Gemische und Gegenstände, die solche Einheiten enthalten, sowie Prionen (spezielle Proteine, z.B. BSE-Erreger).

Nicht alle Organismen stellen für Menschen, Tiere oder Pflanzen eine gleich grosse Gefahr dar; daher werden sie je nach dem Risiko, das sie beinhalten, in vier Gruppen unterteilt:

Gruppe	Risiko	Beispiele
1	kein oder vernachlässigbar kleines	Joghurtbakterien, Bierhefe
2	geringes	Salmonellen, Grippevirus, Tollwuterreger
3	mässiges	HI-Virus (Aidsvirus), Pesterreger, Erreger der Tuberkulose
4	hohes	Pockenviren, Ebola-Virus

Diese Klassifizierung ist international gültig, doch kann die Zuteilung eines Organismus zu einer bestimmten Gruppe von Land zu Land variieren. In der Schweiz wird die Zuordnung der Organismen in die verschiedenen Gruppen durch das BAFU vorgenommen, das die Organismenliste veröffentlicht.



## 9

**Tätigkeitsklassen**

Die Tätigkeiten mit diesen Organismen werden nach ihrem Risiko für Menschen, Tiere und die Umwelt in vier Klassen eingeteilt:

Tätigkeitsklasse	Risiko für Mensch, Tiere oder Umwelt
<b>1</b>	keines oder vernachlässigbar kleines
<b>2</b>	geringes
<b>3</b>	mässiges
<b>4</b>	hohes

Die Zuteilung einer Tätigkeit mit Organismen zu einer dieser vier Klassen ergibt sich aus der vom Betreiber einer Anlage erstellten Risikobewertung; dabei schätzt dieser anhand der verwendeten Organismen die Risiken für Mensch, Tier und Umwelt ein. Zu dieser Risikobewertung gehört auch das Abwiegen sämtlicher Faktoren, die das Risiko positiv oder negativ beeinflussen. Bei der Bewertung spielen zudem ebenfalls die Eigenschaften der verwendeten Organismen, aber auch die verwendeten Ausrüstungen oder die ergriffenen technischen Massnahmen eine Rolle. Je nach Tätigkeitsklasse müssen unterschiedliche Sicherheitsmassnahmen ins Projekt aufgenommen und umgesetzt werden.

**Der Bund beschliesst...**

Für die Zuordnung einer Tätigkeit mit Organismen zu einer Klasse ist der Betreiber der Anlage selbst verantwortlich. Dieser benötigt aber entweder eine offizielle Bewilligung des Bundes (für die Tätigkeiten der Klassen 3 und 4) oder muss seine Tätigkeit melden (Tätigkeiten der Klassen 1 und 2). Die Meldungen und die Bewilligungsgesuche gehen an die Kontaktstelle Biotechnologie des Bundes, welche die je nach Art der verwendeten Organismen zuständigen Bundesstellen (Bundesamt für Gesundheit (BAG), Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) usw.) und den betreffenden Kanton konsultiert.

Am Schluss jedes Verwaltungsverfahrens entscheidet die Bundesbehörde über die Klassifizierung einer Tätigkeit und die verlangten Sicherheitsmassnahmen. Für die Umsetzung dieser Massnahme ist der Betreiber der Anlage selber verantwortlich.

**...und der Kanton überwacht!**

Zu den Aufgaben des Kantons gehört die Überwachung der Sorgfaltspflicht, der Einhaltung der Sicherheitsmassnahmen und – wenn es sich um eine der ESV unterstellte Tätigkeit handelt – der mit den Tätigkeiten in geschlossenen Systemen verbundenen Auflagen. Der Kanton kontrolliert anhand von Stichproben, ob die Anforderungen der ESV erfüllt sind. Werden bei diesen Kontrollen Mängel festgestellt, ordnet der Kanton die nötigen Massnahmen an und informiert die Kontaktstelle Biotechnologie des Bundes.

**Situation im Kanton Freiburg****Geschlossene Systeme**

Ende 2005 waren bei der Kontaktstelle Biotechnologie des Bundes für den Kanton Freiburg insgesamt 34 Projekte an 14 Standorten gemeldet. Bei 27 dieser Projekte war das Meldeverfahren an diesem Datum abgeschlossen; 3 Projekte wurden eingestellt oder vor dem Abschluss des Verfahrens zurückgezogen. Bei 4 weiteren Projekten war das Verfahren am genannten Datum noch in Gang.

Auf dem Gebiet des Kantons ist keine Anlage mit Projekten der Klassen 3 oder 4 registriert. Die Projekte, bei denen das Verfahren noch in Gang ist, werden aller Wahrscheinlichkeit nach der Klasse 1 oder 2 zugeteilt, da sie lediglich Organismen der Klassen 1 oder 2 verwenden. Die Klasse 2D bildet die Kategorie der Laboratorien der medizinisch-mikrobiologischen Diagnostik; bei den übrigen Projekten handelt es sich im Allgemeinen um Forschungsprojekte und Lehrtätigkeiten.

Übersicht nach Klassen und Projekten: Klassen 1, 2 und 2D

Tätigkeitsklasse	Entscheidung des Bundes liegt vor	Entscheidung des Bundes hängt	Untersuchte Projekte und Einrichtungen
<b>1</b>	13	2	-
<b>2</b>	8	1	8
<b>2D</b>	6	1	4
<b>3</b>	-	-	-
<b>4</b>	-	-	-

Bis heute sind 75% der Anlagen der Klasse 2 und 2D inspiziert worden. Es wurden keine grösseren Mängel festgestellt; die festgestellten Unzulänglichkeiten betrafen in erster Linie organisatorische Schwächen und das Fehlen des für bestimmte Betriebe verlangten Biosicherheitskonzeptes. Aufgrund der vernachlässigbaren Risiken, die mit Aktivitäten der Klasse 1 verbunden sind, wurden keine dieser Tätigkeiten kontrolliert.

Da die Investition für die Erarbeitung eines Sicherheitskonzeptes als unverhältnismässig beurteilt wurde, vor allem für KMU mit Tätigkeiten, die nur ein geringes Risiko darstellen, haben die Kantone den Bund um Unterstützung für die Ausarbeitung eines vereinfachten Konzeptes für die Biosicherheit angefragt und diese auch erhalten, was diese Arbeit für die betroffenen Betriebe erheblich erleichtert.

Seitdem die ESV in Kraft ist, hat sich in keinem der gemeldeten Betriebe ein nennenswerter Unfall mit Organismen ereignet.

## Einsätze des Pikettdienstes im Ereignisfall

### Freisetzungen

Bis zum heutigen Tag hat im Kanton Freiburg kein Freisetzungsversuch von gentechnisch veränderten oder pathogenen Organismen stattgefunden, und der Bund hat der zuständigen kantonalen Stelle keinerlei Informationen über einen Betrieb zukommen lassen, der solche Organismen in Verkehr gebracht hätte.

### Störfallrisiken

Keine der Tätigkeiten gemäss ESV ist in der Klasse 3 oder 4 eingeteilt; somit gibt es keinen Betrieb, der aufgrund seiner Tätigkeit mit gentechnisch veränderten oder pathogenen Organismen der StfV unterstellt ist.

### Bilanz

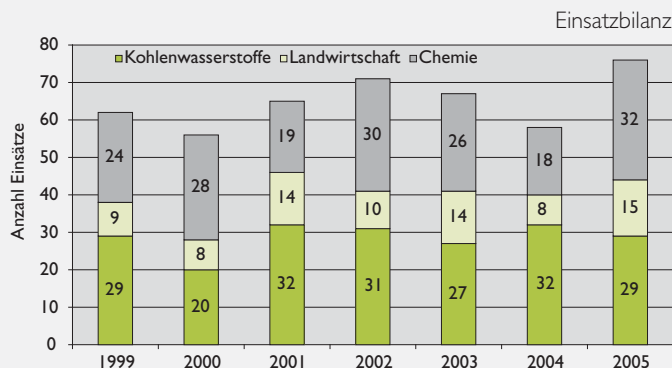
Zur Lage der Biosicherheit im Kanton kann kurzgefasst folgende Bilanz gezogen werden:

- im Kanton gibt es bisher keine Anlage mit Projekten der Klassen 3 oder 4 (sicherheitsmässig die heikelsten Projekte);
- bei den Inspektionen der Anlagen im Kanton wurden keine grösseren Mängel festgestellt.

Auf der Grundlage der verfügbaren Daten und angesichts der Ergebnisse der nach der ESV durchgeführten Inspektionen gehen von den Betrieben im Kanton Freiburg, welche GVO oder pathogene Organismen in geschlossenen Systemen verwenden, nur geringe biologische Risiken für Mensch, Tier und Umwelt aus.

Neben den traditionellen Vorsorge- und Sanierungsmassnahmen, mit denen chronische oder diffuse Verschmutzungsprobleme bekämpft werden sollen, hat das AfU auch bei Verschmutzungen durch Unfälle einzugreifen. Das AfU hat dazu einen Pikettdienst für Ereignisfälle eingerichtet, um die Einsatzkräfte, hauptsächlich die Feuerwehr und allenfalls die Wildhüter, über das Vorgehen bei Verunreinigungen durch Kohlenwasserstoffverbindungen, landwirtschaftliche Stoffe (Jauche/Gülle, Silosäfte usw.) oder Chemikalien zu beraten. Diese Verunreinigungen können nicht nur die Oberflächengewässer, sondern auch das Grundwasser, den Boden und wertvolle Naturräume schädigen. Es ist daher Aufgabe des AfU, über die Umweltgefahren, die der Unfall verursachen kann (Bewältigung der Verschmutzungen), sowie über die Entsorgung der durch den Unfall entstehenden Abfälle oder verschmutzten Böden zu informieren.

Von den 455 Fällen, die in den vergangenen 7 Jahren verzeichnet wurden, machen die Ölfälle den grössten Anteil aus (44% der Einsätze), gefolgt von chemischen Verschmutzungen (39% der Einsätze). 15 bis 20% der jährlichen Einsätze des Pikettdienstes erfolgten wegen Verschmutzungen aus der Landwirtschaft.







Vorsorge

10

### Das Wichtigste in Kürze

Der Bedarf an Infrastruktureinrichtungen der unterschiedlichsten Art wächst derzeit ständig, wodurch der Druck auf die Umwelt immer stärker wird. Um die Umwelt zu schützen und gleichzeitig die Entwicklung des Kantons und der hier ansässigen Unternehmen zu fördern, kommt daher der Vorsorge eine wesentliche Bedeutung zu.

Das AfU setzt das Vorsorgeprinzip namentlich im Rahmen der Anwendung von vier wichtigen Instrumenten um: der Begutachtung von Baubewilligungsgesuchen und raumplanerischer Verfahren, der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), der Zertifizierung nach der ISO-Norm 14001 (Umweltmanagementsystem für Unternehmen) und der Umweltinformation.

Im Rahmen der Begutachtung von Baubewilligungsgesuchen und Raumplanungsdossiers, welche ihm durch das Bau- und Raumplanungsamt (BRPA) zugestellt werden, überprüft das AfU vorsorglich, ob die entsprechenden Projekte die einschlägigen Umweltschutzvorschriften einhalten. Dadurch werden allfällige künftige Probleme, die sich aus der Realisierung einer Anlage ergeben könnten, so gut als möglich vermieden. Dies geschieht ganz im Sinne der nachhaltigen Entwicklung, welche versucht, die Schonung von Ressourcen für die zukünftigen Generationen mit den Siedlungs- und Entwicklungsbedürfnissen der heutigen Gesellschaft in Einklang zu bringen.

☺ Der Kanton verfügt heute über effiziente Strukturen für die umweltrechtliche Überprüfung von Projekten, die einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterstellt sind. Dank der UVP erhalten die verschiedenen implizierten Akteure Gelegenheit, sich bereits in einem frühen Planungsstadium der Projekte zu treffen und vernünftige Lösungen für die bestehenden Probleme zu finden. Das Instrument der anlagebezogenen UVP wäre wesentlich zu optimieren, indem die Interessen des Umweltschutzes schon in den dem Bauprojekt vorgeschalteten Raumplanungsverfahren auf kantonaler, regionaler und lokaler Ebene gebührend berücksichtigt würden.

☺ Mit 56 ISO 14001 zertifizierten Unternehmen gegenüber deren 16 im Jahr 1999 steht der Kanton Freiburg heute diesbezüglich schweizweit an neunter Stelle.



### Umweltverträglichkeitsprüfungen

#### Problemstellung

#### Wozu dient eine Umweltverträglichkeitsprüfung?

Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) ergibt sich aus dem Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983 und der Verordnung vom 19. Oktober 1988 über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV).

Die mit der UVP verfolgten Ziele sind gesetzlich festgelegt:

#### Die UVP, nur ein Stapel Papier?

Die Autobahn A1 Yverdon-les-Bains - Murten war die erste Anlage, die im Kanton Freiburg einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterzogen wurde. Das ebenfalls durch zwei Nachbarkantone führende Trasse wurde in mehrere Abschnitte unterteilt, für die jeweils eine separate UVP durchgeführt wurde. Auf dem A1-Teilstück des Broyebezirks wurden im Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) die Ersatzmassnahmen für die durch die Nationalstrasse verursachten Umweltbelastungen sorgfältig geprüft, öffentlich ausgeschrieben und von Spezialfirmen ausgeführt. So wurden ehemalige Steinbrüche renaturiert, Waldflächen wieder aufgeforstet, Lebensräume geschaffen oder aufgewertet. Das Besondere an diesen Massnahmen ist, dass sie bisweilen in einiger Entfernung von der eigentlichen Trasse realisiert wurden, dafür aber an Orten, die für die schützenswerten Lebensräume eine besondere Bedeutung haben. Der Kanton achtet über das Autobahnamt sehr stark auf die Nachhaltigkeit dieser Massnahmen, für die erhebliche finanzielle Mittel aufgewendet wurden. Zusammen mit den Lärmschutzmassnahmen, den Wildübergängen und der Schaffung oder Aufwertung von naturnahen und natürlichen Lebensräumen einer Gesamtfläche von 38ha kosteten die im Rahmen des Baus der A1 realisierten Umweltschutzmassnahmen insgesamt 12 Mio Fr. Dies entspricht weniger als 2% der insgesamt 677 Mio Fr. Kosten der Autobahn. Statt sich der Umweltschutzmassnahmen nach dem Bau zu entledigen, will der Kanton sie in seinem Besitz belassen und ihren Unterhalt, finanziert durch den Eigentümer der Nationalstrassen, langfristig sichern. Denn diese Massnahmen sind Bestandteil des Autobahnbaus. Unter dem Präsidium des AfU wurde eine technische Arbeitsgruppe gebildet, der die betreffenden staatlichen Dienststellen angehören. Diese soll den Unterhalt dieser Massnahmen leiten und dafür sorgen, dass diese ihren Zweck erfüllen. So schliesst sich der Kreis, und das Vorgehen des Umweltverträglichkeitsberichts war sinnvoll bis zum Schluss: Bestandesaufnahme der Probleme, Suche nach Lösungen, öffentliche Vernehmlassung, konkrete Umsetzung, langfristiger Unterhalt und Nachbegleitung!

- Die Prüfung soll dafür sorgen, dass ein Projekt den Anforderungen an den Umweltschutz so gut als möglich entspricht.
- Sie soll letzten Endes zu Vorschlägen und einem sinnvollen Massnahmenplan zum Schutz der Umwelt führen, der ein optimales Management der mit der Realisierung eines Projektes verbundenen räumlichen Umgestaltung bezweckt und sichert.
- Sie soll den Behörden, die für die Einhaltung der geltenden Gesetzgebung zu sorgen haben, alle Informationen liefern, die diese für die Beurteilung des Projektes benötigen.

### Die Umweltverträglichkeitsprüfung als Koordinationsinstrument

Die UVP stellt kein eigenständiges Verfahren dar, sondern ist stets in das für das Projekt notwendige Genehmigungsverfahren integriert (Baubewilligung, Konzession, Plangenehmigung, usw.), welches massgebliches Verfahren oder Leitverfahren genannt wird. Je nach Art des Projekts und je nach Standortkanton werden somit unterschiedliche Verfahren angewandt. Doch es obliegt gemäss UVPV immer der zuständigen Behörde zu prüfen, ob das Vorhaben den Vorgaben zum Schutz der Umwelt entspricht. Da für die Realisierung eines bestimmten Projekts oft mehrere Spezialbewilligungen erteilt werden müssen (z.B. Baubewilligung mit Rodungsbewilligung), verlangt der Gesetzgeber, dass die entsprechenden Verfahren zeitlich und materiell koordiniert werden. Der UVB dient somit ebenfalls der optimalen Koordination der notwendigen Bewilligungen für ein Projekt, und zwar sowohl auf formeller (Respektierung der rechtlichen Vorschriften für jedes durchzulaufende Bewilligungsverfahren) als auch auf materieller Ebene (gleichzeitige Überprüfung aller betroffener Umweltschutzbereiche und Beseitigung allfälliger Unstimmigkeiten und Ungereimtheiten).



### Die Bedeutung einer guten Koordination: Der Fall Grandvillard

Zu Beginn der Neunziger Jahre war die Entwicklung der Gemeinde Grandvillard durch verschiedene Projekte und Verfahren blockiert, die oft widersprüchliche Zielsetzungen hatten: Die Gemeinde wollte ihre Ortsplanung anpassen und Bauzonen, Landwirtschaftszonen und Materialabbauzonen ausscheiden; eine Flurgenossenschaft befand sich im Aufbau, um ein Bodenverbesserungsprojekt in Angriff zu nehmen und die landwirtschaftlichen Nutzungsbedingungen zu verbessern; verschiedene Betreiber bestehender oder zukünftiger Kiesgruben wollten Abbaubewilligungsgesuche einreichen und schliesslich wollte ein Gemeindeverbund die ausserordentlichen Grundwasserreserven von Grandvillard nutzen. Dazu gesellte sich die Problematik der Wiederinstandsetzung der für den Kiesabbau genutzten Flächen, ohne dass die entsprechenden Bedingungen vorgängig verbindlich definiert worden waren. Unter diesen verschiedenen Vorhaben waren die Kiesabbauprojekte und das Bodenverbesserungsprojekt einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterstellt. In dieser komplexen Ausgangslage war guter Rat teuer, bei welchem Problemfeld man am besten anfangen sollte, zumal alle Verfahren, welche vorgängig in die Wege geleitet wurden, durch Einsprachen blockiert waren. Man orientierte sich am UVP-Verfahren und stellte eine Koordinationsgruppe auf die Beine, an welcher die Gemeinde, die kantonalen Behörden, Vertreter der Meliorationsprojekte und die Betreiber von Kiesgruben teilnahmen. Es wurde ein Richtplan für die Nutzung der Bodenressourcen von Grandvillard erstellt, auf dessen Grundlage die für den Kiesabbau freigegebenen Gebiete ausgeschieden werden konnten und die Nutzungsbedingungen festgelegt wurden. Dabei galt es, die gesetzlichen Vorschriften (Gewässerschutz) zu erfüllen und den Interessen der Gemeinde, der Landwirte und der Kiesgrubenbetreiber Rechnung zu tragen. Auf dieser Grundlage konnte die Flurgenossenschaft ihr Bodenverbesserungsprojekt erarbeiten, und der Gemeindeverbund für die Nutzung der Grundwasserreserven schloss die Untersuchungen für die Unterschützstellung des Grundwassers ab. Anschliessend konnte die Gemeinde ihre Ortsplanung zu Ende bringen, und die Kiesabbaubewilligungsgesuche wurden mit den entsprechenden Umweltverträglichkeitsberichten öffentlich aufgelegt.

Heute wird das Grundwasser genutzt, die Ortsplanung, das Bodenverbesserungsprojekt mit UVB und die Kiesabbauerweiterungen mit UVB sind genehmigt, während die früher für den Kiesabbau genutzten Gebiete schrittweise wieder für die landwirtschaftliche Nutzung hergestellt werden.





Vorbeugen ist besser als heilen

Die meisten Naturfreunde halten den Umweltschutz für ein Arsenal technischer Lösungen, die Abhilfe gegen die zahlreichen schädlichen Eingriffe des Menschen schaffen sollen. Allen ist bewusst, welche Folgen ihre Handlungsweise für die Umwelt hat, bekunden jedoch grosse Mühe, ihr Verhalten zu verändern. Man schützt den Boden, doch das Einfamilienhaus steht hoch im Kurs, man schützt die Wasserläufe, doch der Strom soll billig sein, jeder will überall erreichbar sein, doch man schützt sich vor nicht-ionisierenden Strahlen...

Das beste Mittel zum Schutz unserer Umwelt ist Vorbeugung. Sie appelliert an unsere individuelle Verantwortung.

Sophie Ortner  
Geschäftsführerin  
Pro Natura Freiburg

Es sind nur Anlagen einer gewissen Bedeutung und Grösse der UVPV unterstellt, in deren Anhang die entsprechenden Schwellenwerte festgelegt sind. Der fertig gestellte Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) wird während der öffentlichen Auflage des Projektes in die öffentliche Vernehmlassung gegeben und soll die Interessierten über die Auswirkungen des Projektes auf die Umwelt informieren. Den Umweltschutzorganisationen steht das Beschwerderecht gegen den Entscheid der zuständigen Behörde zu.

### Inhaltliche Vereinheitlichung der Umweltverträglichkeitsberichte

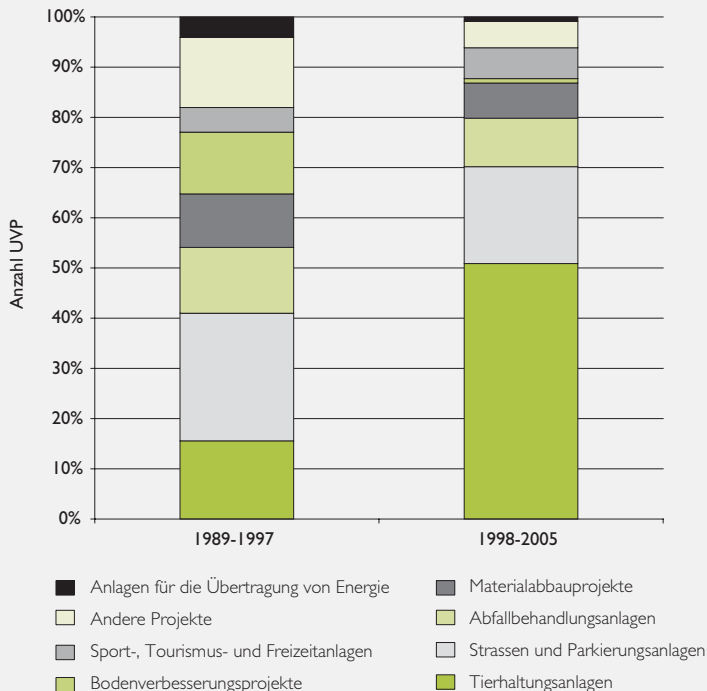
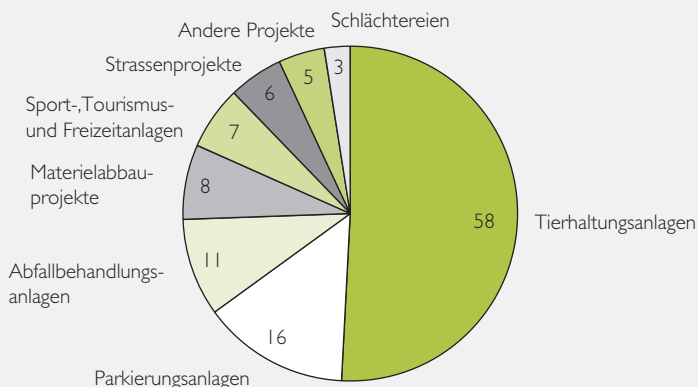
Gemäss Artikel 42 des Bundesgesetzes über den Umweltschutz (USG) sind die kantonalen Fachstellen im Rahmen kantonalen Verfahren für die Beurteilung der Umweltverträglichkeitsberichte zuständig. Dabei müssen diese Dienststellen seit einigen Jahren UVB beurteilen, die sowohl inhaltlich als auch von ihrer Struktur her sehr unterschiedlich sind.

Um den Inhalt der Umweltverträglichkeitsberichte zu vereinheitlichen, hat die Fachgruppe der kantonalen UVP-Verantwortlichen der Westschweiz und des Tessins (grEIE) Empfehlungen erarbeitet. Diese sollen die Anforderungen unter den Kantonen harmonisieren, die Qualität der erstellten Berichte verbessern und die Lesbarkeit der Berichte erleichtern, sowie einen Mindeststandard sicherstellen. Mit diesen Hilfsmitteln soll in erster Linie den Gesuchstellern ein Arbeitswerkzeug zur Verfügung gestellt und gleichzeitig die Beurteilung des Projekts durch die zuständigen Behörden und Stellen vereinfacht werden.

### Unternommene Schritte

#### Die Art der beurteilten Anlagen (UVP)

Von 1998 bis 2005 wurden 114 Umweltverträglichkeitsberichte beurteilt. Auf den nachfolgenden Grafiken sind die betreffenden Anlagen dargestellt:



Seit 1998 steigt die Zahl der Anlagen für die Nutztierhaltung (Schweine, Legehennen, Mastpoulets usw.). Der Boom der Nutztierzuchten in den vergangenen Jahren ist eine Folge der Restrukturierung des Agrarsektors, welche die Landwirte dazu drängt, ihre Tätigkeiten zu diversifizieren.

Gleichzeitig ist ein deutlicher Rückgang der Bodenverbesserungsprojekte festzustellen. Denn die Neuordnung des Grundeigentums in Regionen, in denen die Parzellen noch stark zerstückelt sind, erfolgt heute hauptsächlich durch vereinfachte Landumlegungsprojekte, die weniger als 400 Hektaren betreffen und damit keiner UVP unterstellt sind. Gesamthaft gesehen stellen somit die Tierhaltungsanlagen, Infrastrukturanlagen für den motorisierten Verkehr (Strassen und Parkings), Abfallanlagen und die Materialabbauprojekte die Hauptkategorien der UVP-Projekte.

### Umweltberichte

Dem Kanton verfügt heute über eine effiziente Einrichtung zur Überprüfung von Projekten, für die eine Umweltverträglichkeitsprüfung verlangt wird. Die UVP ist ein vorzügliches Koordinationsinstrument, da sie alle Aspekte der Projekte bezüglich Umweltschutz behandelt. Dank der UVP erhalten die verschiedenen Akteure Gelegenheit, sich in einem frühen Planungsstadium der Projekte zu treffen und vernünftige Lösungen für die bestehenden Probleme zu finden. Diese Koordination hat sich bereits bei anderen Projekten bewährt, die nicht der UVP unterstehen, deren Realisierung aber mehrere Umweltbereiche berührt. Bei diesen Projekten wird von Kurzberichten zur Umweltverträglichkeit (KBUV) gesprochen.

Seit dem Inkrafttreten der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) hat das AfU 57 Kurzberichte zur



## ISO 14001

Umweltverträglichkeit geprüft. Die Infrastrukturanlagen für den motorisierten Verkehr (Strassen und Parkings) und die Anlagen für den Materialabbau stehen dabei an erster Stelle.

Art der Anlage	Anzahl KBUV 1989 - 2005
Strassen und Parkingsanlagen	18
Materialabbauprojekte	15
Bodenverbesserungen	9
Abfallbehandlungsanlagen	5
Sport-, Tourismus- und Freizeitanlagen	5
Industrieanlagen	4
Energieproduktionsanlagen	2
Tierhaltungsanlagen	1
<b>Total</b>	<b>59</b>

### Ausblick

Die Koordination wurde im Laufe der Jahre immer wichtiger; die Projekte werden immer komplexer und die bei den Entscheidungsverfahren auf dem Spiel stehenden Interessen werden mitunter so zahlreich, dass ein geordneter Verlauf des Verfahrens gefährdet werden kann. Auch wenn sich die Verfahren für die Überprüfung der UVP-Projekte bewährt haben, treffen diese UVP bisweilen auf Schwierigkeiten, die früher hätten behandelt werden können oder sollen. Zur Vermeidung derartiger Situationen ist es wichtig, dass die den Projekten vorgeschalteten Raumplanungsverfahren (Richtpläne, Ortspläne, Sachpläne) die wesentlichen Umweltfragen schon so detailliert wie nötig angehen und bereits den gesetzlichen Anforderungen entsprechende Lösungen vorsehen. Eine frühe Berücksichtigung des Umweltschutzes in den Planungsverfahren ist in unserem Kanton nicht neu, wie der kantonale Richtplan zeigt. Die Bemühungen müssen nun auf regionaler und lokaler Ebene weitergeführt werden, damit die verschiedenen zu berücksichtigenden Interessen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung noch besser in Einklang gebracht werden können.

Bei den UVP sahen sich die Kantone und der Bund aufgrund der im Laufe der Jahre gesammelten Erfahrungen veranlasst, die zu Beginn in der Bundesverordnung begangenen Fehler zu korrigieren. Auch wenn die Koordinationsrolle der UVP nicht mehr verteidigt werden muss, wurden bereits oder werden momentan einige Vereinfachungen und Anpassungen vorgenommen, um dieses Instrument noch besser an die Prüfung bedeutender Projekte anzupassen: regelmässige Überprüfung der Liste der Anlagen, die einer UVP unterstellt sind; Beseitigung der Begründungspflicht und der über die Gesetzeskonformität hinausgehenden zusätzlichen Massnahmen; Verwendung des Berichtes zur Voruntersuchung als UVB, sofern keine weiteren Untersuchungen durchgeführt werden müssen; Einschränkung des Beschwerderechts.

Um die Umweltschutzanliegen besser in die Praxis von Industrie und Gewerbe einzubeziehen, steht den Betrieben eine ISO 14001-Zertifizierung (Umweltmanagementsystem) zur Verfügung. Dieses System integriert auf freiwilliger Basis die Einhaltung der Umweltvorschriften in alle Produktionsabläufe des Unternehmens.

Das Umweltmanagement der Betriebe hat sich in den vergangenen Jahren stark entwickelt. Der Kanton Freiburg zählte im Jahr 1999 16 ISO 14001-zertifizierte Unternehmen gegenüber 56 Ende Dezember 2005. Gesamtschweizerisch liegt unser Kanton damit an neunter Stelle, hinter Zürich (253), Bern (186), Aargau (190), Luzern (124), St. Gallen (118) und Solothurn (78), Waadt (66), und Wallis (65). Das AfU unterstützt auf Anfrage die Unternehmen, indem es Informationen zur Verfügung stellt oder die Übereinstimmung des Betriebes mit dem Umweltrecht überprüft (26 von 56).

Im Kanton Freiburg sind die meisten Zertifizierungen (6 und mehr zertifizierte Unternehmen) in folgenden Branchen zu finden:

- Bauwesen: 11
- Elektrische und optische Apparate: 8
- Nahrungsmittel, Getränke, Tabakwaren: 6
- Holz und Holzprodukte: 6

(Quelle: Institut für Wirtschaft und Ökologie, IWOE-HSG)

# 10

## Information

Gesetzliche Vorschriften – gleich welcher Art – können ihren Zweck nur erfüllen, wenn die Botschaften, die sie vermitteln, von der Bevölkerung und den Teilnehmern des wirtschaftlichen Lebens verstanden und akzeptiert werden. Daher ist die Information über Umweltfragen besonders wichtig, wenn es darum geht, unser Alltagsverhalten zu ändern. Denn dieses ist für einen grossen Teil der Umweltbeeinträchtigungen und der Störungen, denen wir ausgesetzt sind, verantwortlich. Es ist heute klar, welche Auswirkungen eine zunehmende Zersiedelung auf das Problem der Lärmbelastung und der Luftverschmutzung hat. Ein vernünftiger Wasser- und Energieverbrauch, die Wahl des Transportmittels, aufgeklärtes Einkaufsverhalten, Abfalltrennung – die Liste der täglichen kleinen Handlungen, mit denen wir unsere Lebensqualität direkt oder indirekt beeinflussen, ist lang und zeigt deutlich, dass nur ein verantwortungsbewusstes Verhalten jedes Einzelnen den unerwünschten Effekten unserer Konsumgesellschaft Einhalt gebieten kann. Diese Überlegungen gelten natürlich auch für die anderen Akteure des wirtschaftlichen Lebens: öffentliche Institutionen, Gewerbe-, Industrie- und Dienstleistungsbetriebe müssen ebenfalls auf die Konsequenzen ihrer Produktions- und Funktionsmethoden aufmerksam gemacht werden.

Es gilt somit, die Bevölkerung dahingehend zu informieren, dass die individuellen Verhaltensweisen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung angepasst oder verstärkt werden können. Der vorliegende Bericht ist ein Teil dieser Informationsstrategie unter mehreren:

- die Website des AfU, auf der Sie zusätzliche Informationen über verschiedene Umweltprobleme finden (<http://www.fr.ch/sen>);
- die verschiedenen Veröffentlichungen des AfU;
- Informationskampagnen, die von den Dienstchefs der Umweltämter der Westschweizer Kantone im Rahmen der interkantonalen Arbeitsgruppe Info-environnement durchgeführt werden (<http://www.info-environnement.ch>);
- Informationskampagnen, die von diesen Dienstchefs der Umweltämter und ihren Kollegen aus dem Energiesektor gemeinsam durchgeführt werden (<http://www.energie-environnement.ch>);
- Zahlreiche Publikationen und Informationen des Bundesamtes für Umwelt (<http://www.umwelt-schweiz.ch>).

Unser Amt steht mit voller Überzeugung hinter dieser Aktion und wünscht sich, dass jeder Einzelne seinen Beitrag zum Umweltschutz leistet und damit auf das Gleichgewicht zwischen Mensch und Umwelt achtet!

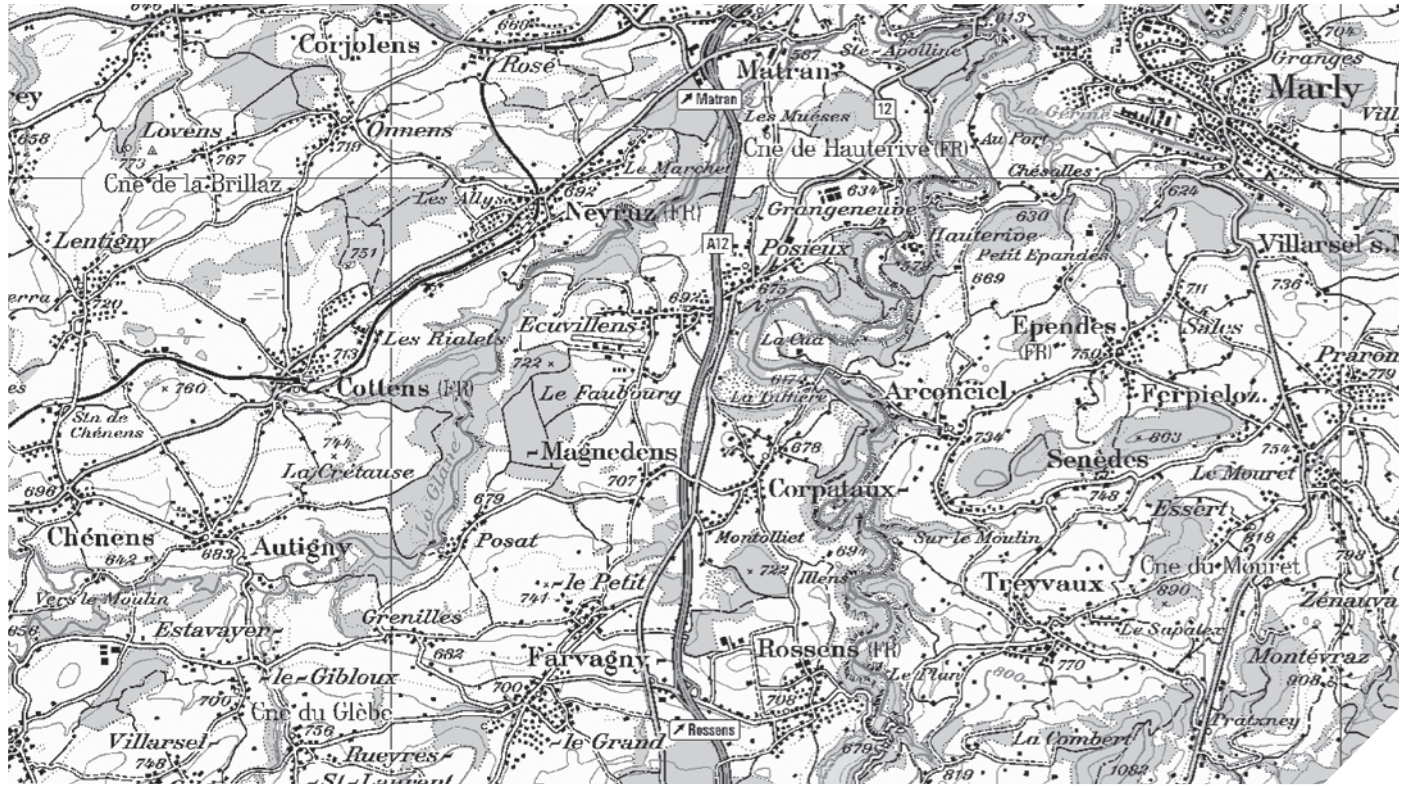




[www.fr.ch/sen](http://www.fr.ch/sen)







CARTES

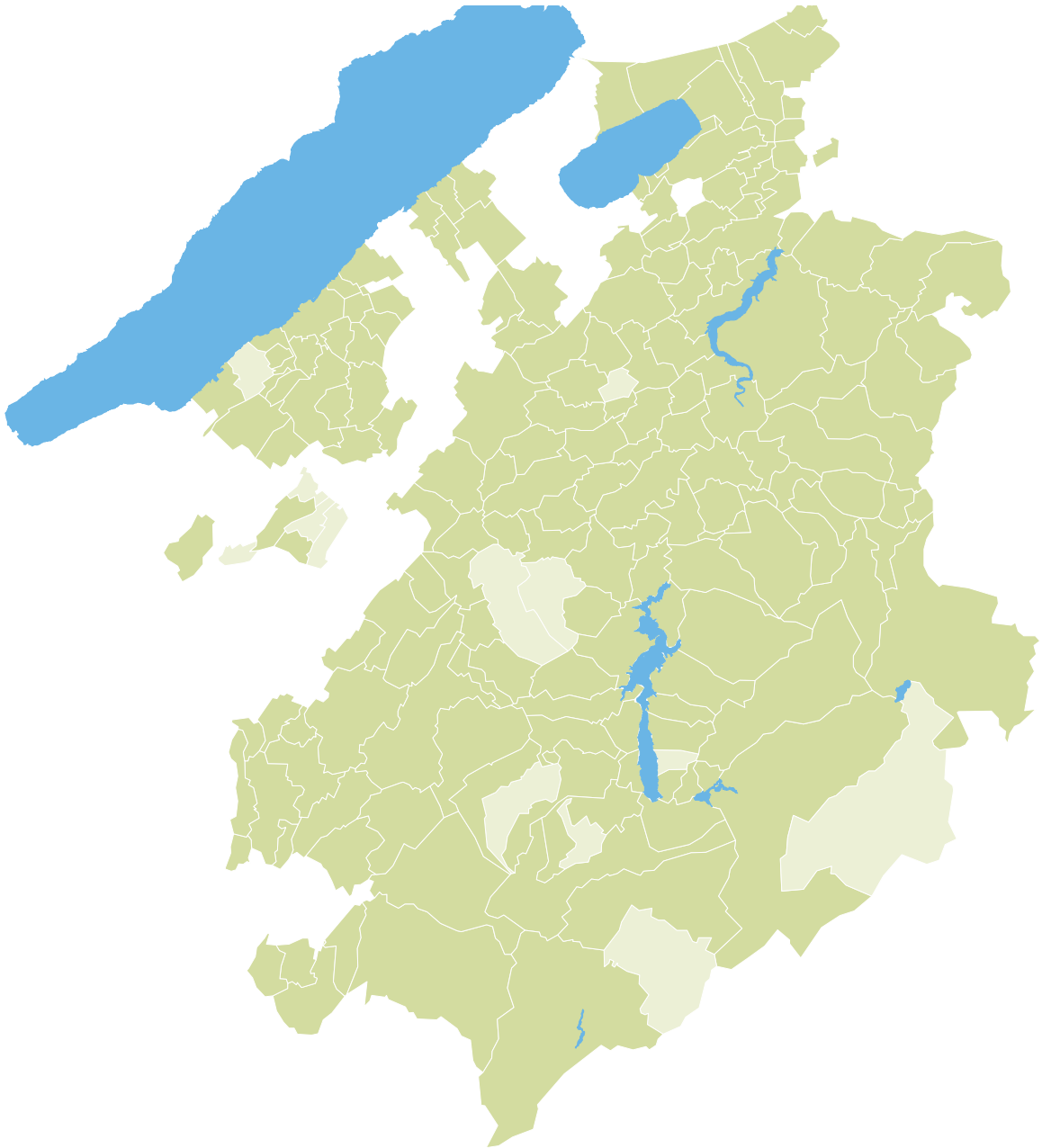
CANTON DE FRIBOURG

ETAT DE L'ENVIRONNEMENT | Août 2006

KARTEN

KANTON FREIBURG

UMWELTBERICHT | August 2006



### Communes approvisionnées par:

### Gemeinden, welche versorgt werden durch:



des eaux souterraines (sources ou nappes) avec zones "S" légalisées ou en voie de légalisation

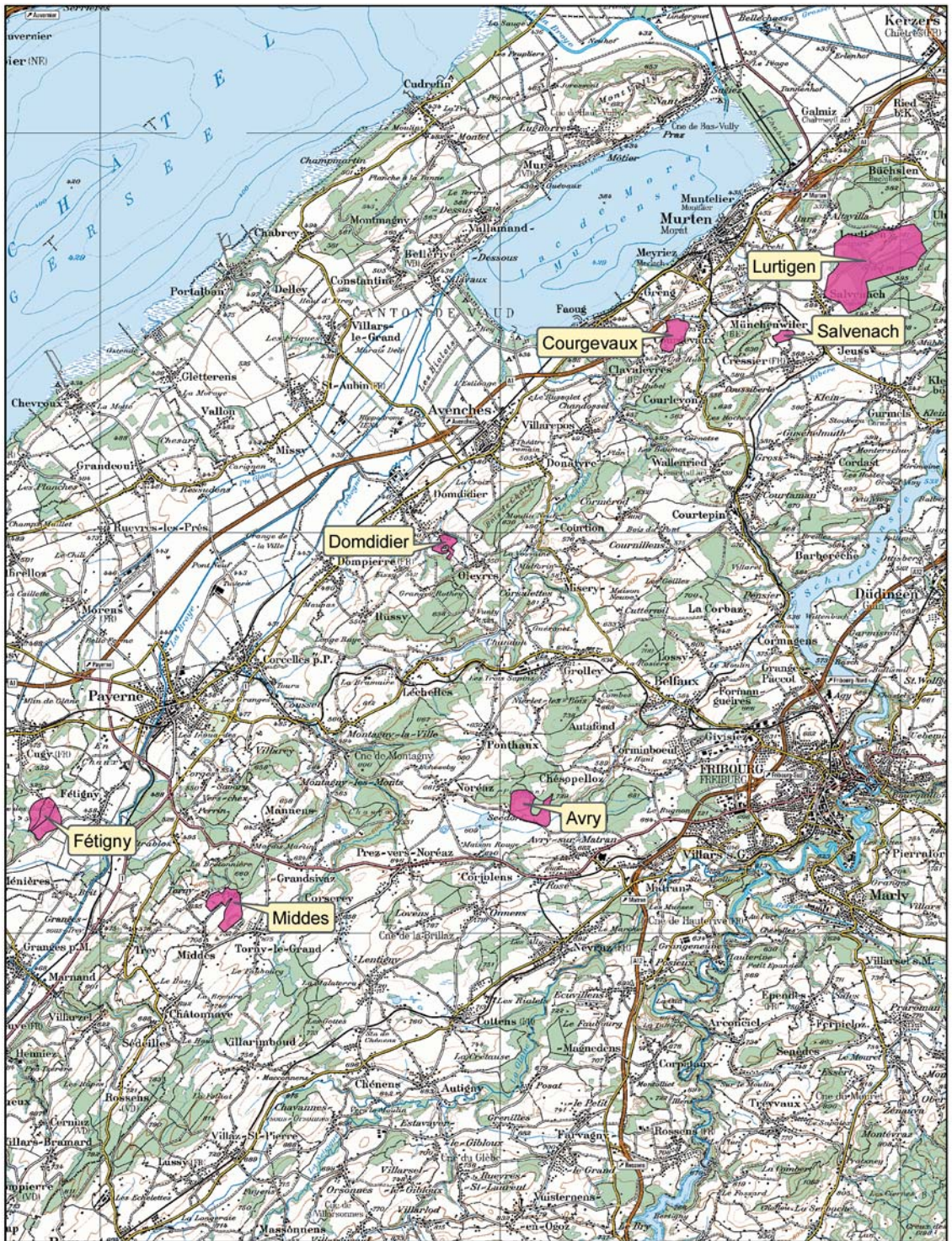
Grundwasser (Quellen oder Grundwasser) mit legalisierten oder in Legalisierungsverfahren begriffenen Gewässerschutzzonen „S“

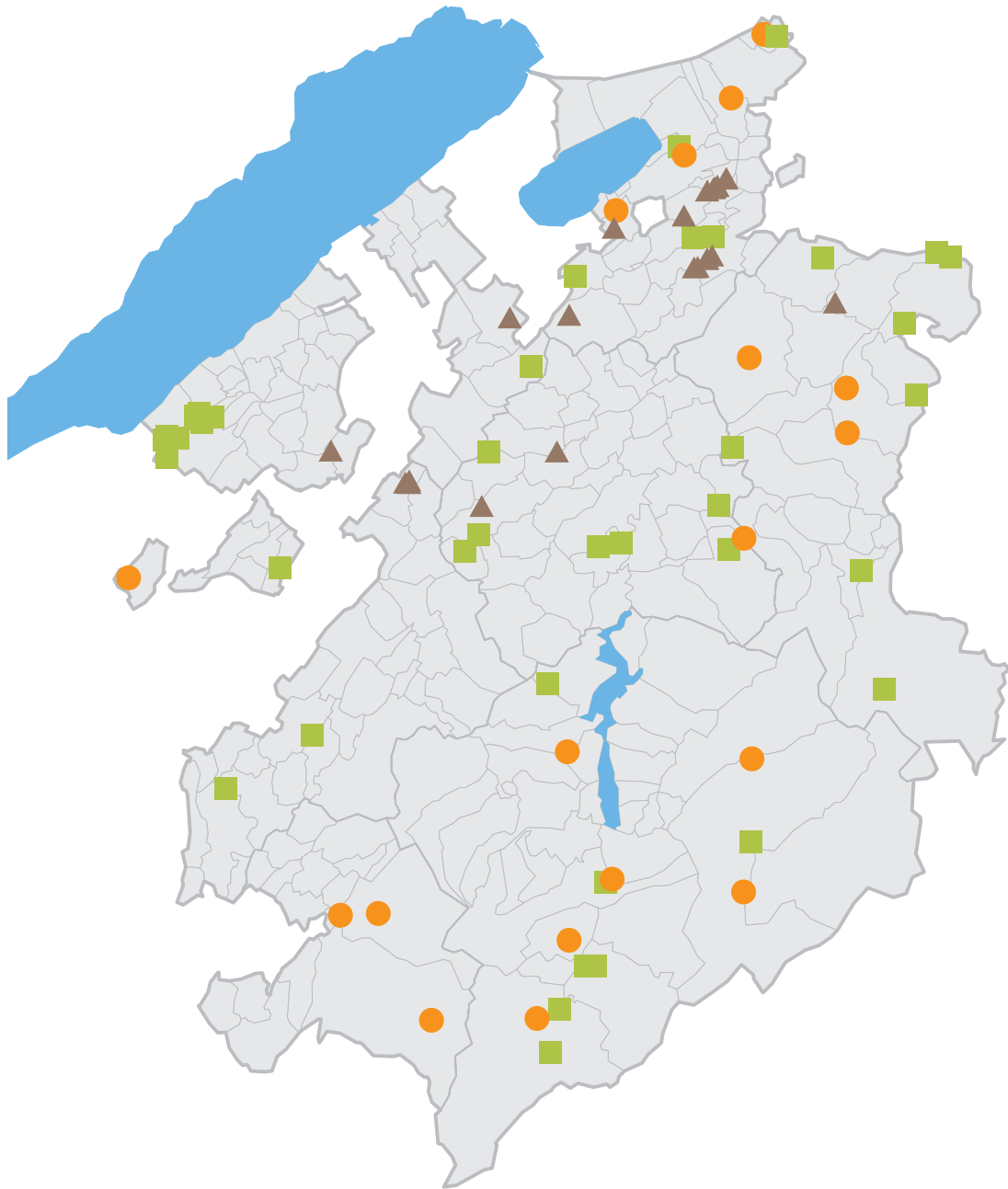





des eaux souterraines avec zones de protection "S" provisoires ou à l'étude ou sans réseau public

Grundwasser mit provisorischen Grundwasserschutzzonen „S“, welche noch näher untersucht und legalisiert werden müssen, oder ohne öffentliches Wasserversorgungsnetz

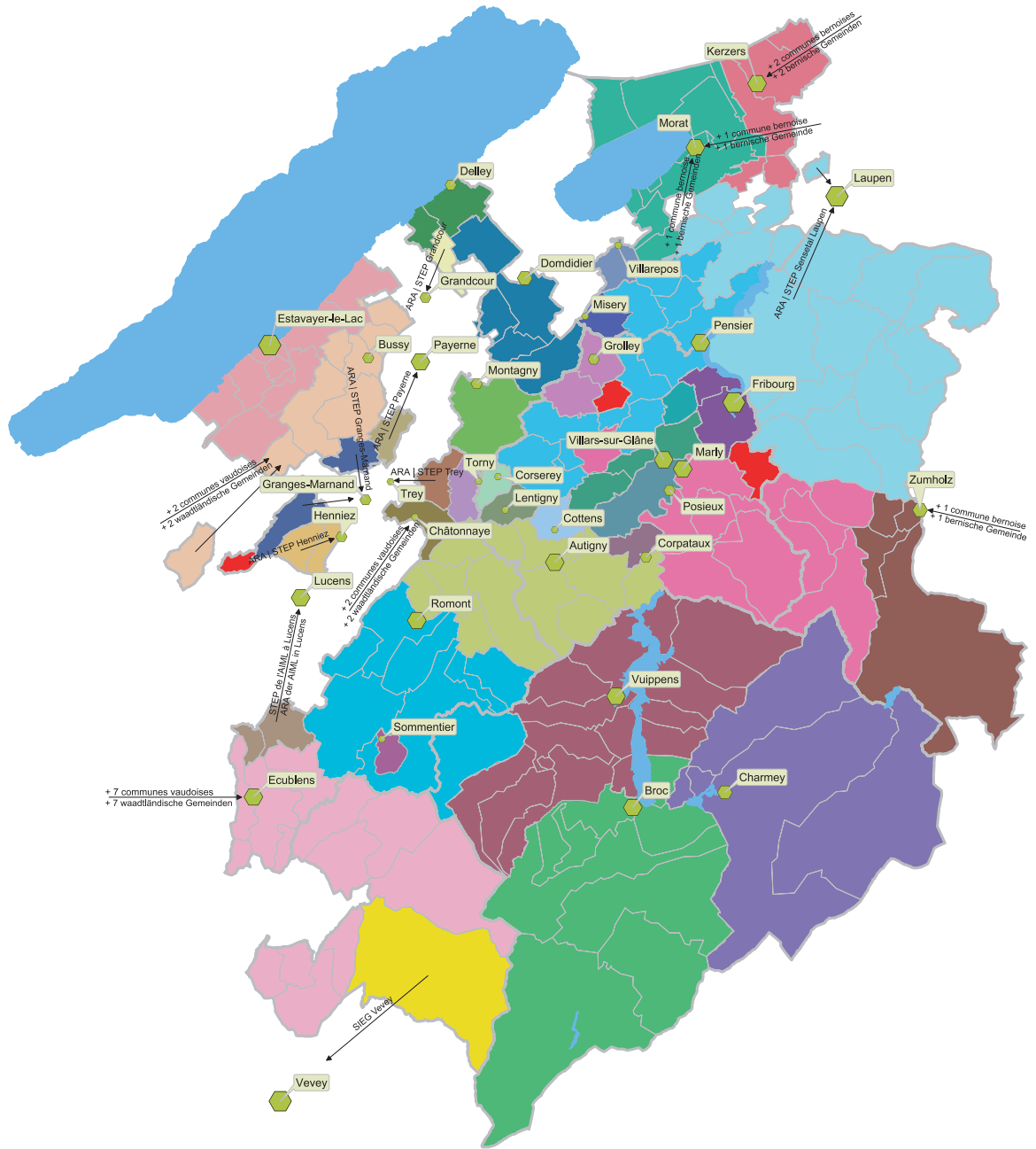




**Programmes**  
**Programme**

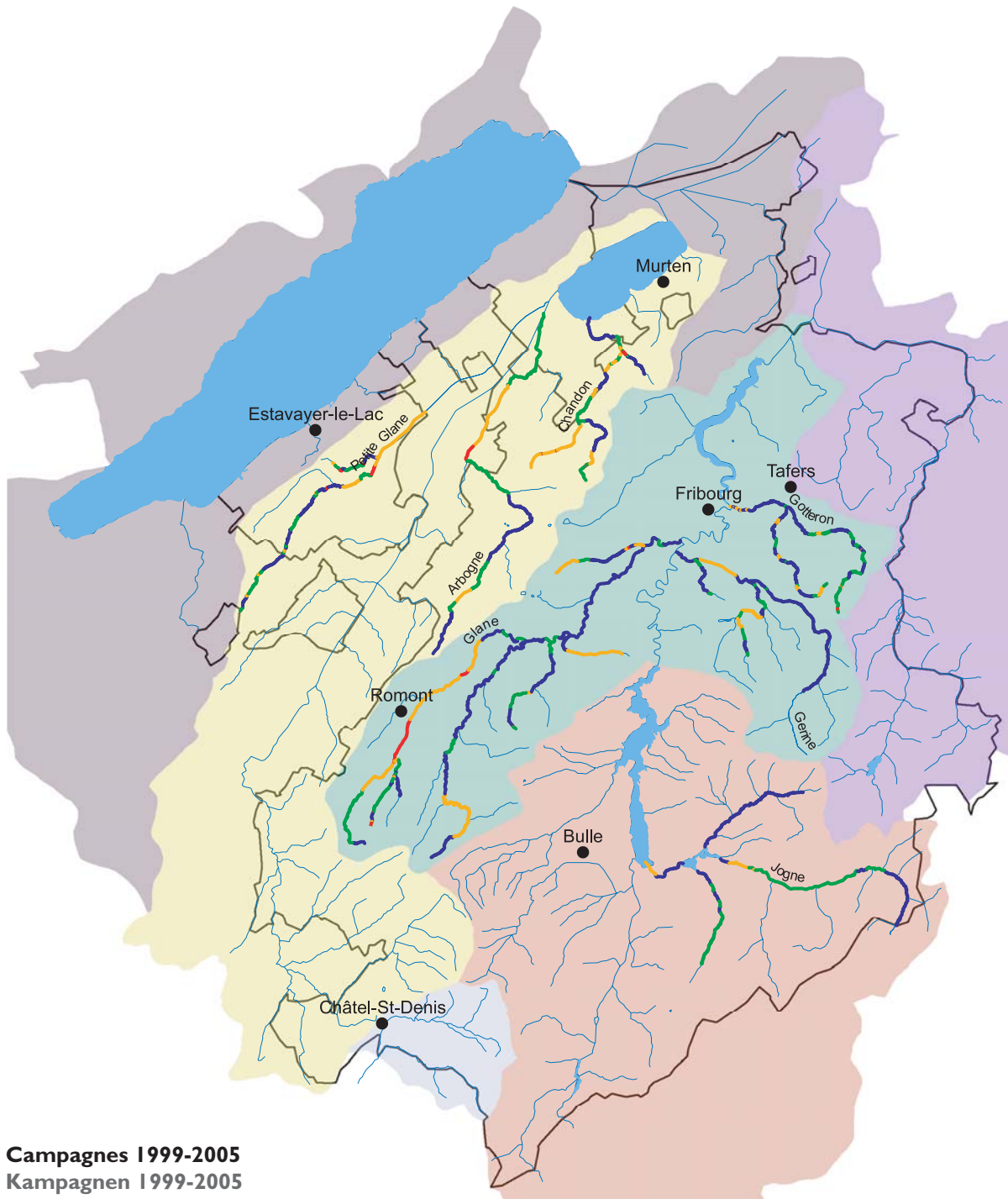
-  Aquifères importants  
Wichtige Grundwasserleiter
-  NAQUA
-  Zu





**STEP avec  
ARA mit**

- 0-1'000 équivalents habitants(EH) | Einwohnergleichwerte (EWG)
- 1'001-5'000 EH | EWG
- 5'001-10'000 EH | EWG
- 10'001-50'000 EH | EWG
- 50'001-150'000 EH | EWG
- Communes non raccordées | nicht angeschlossene Gemeinden



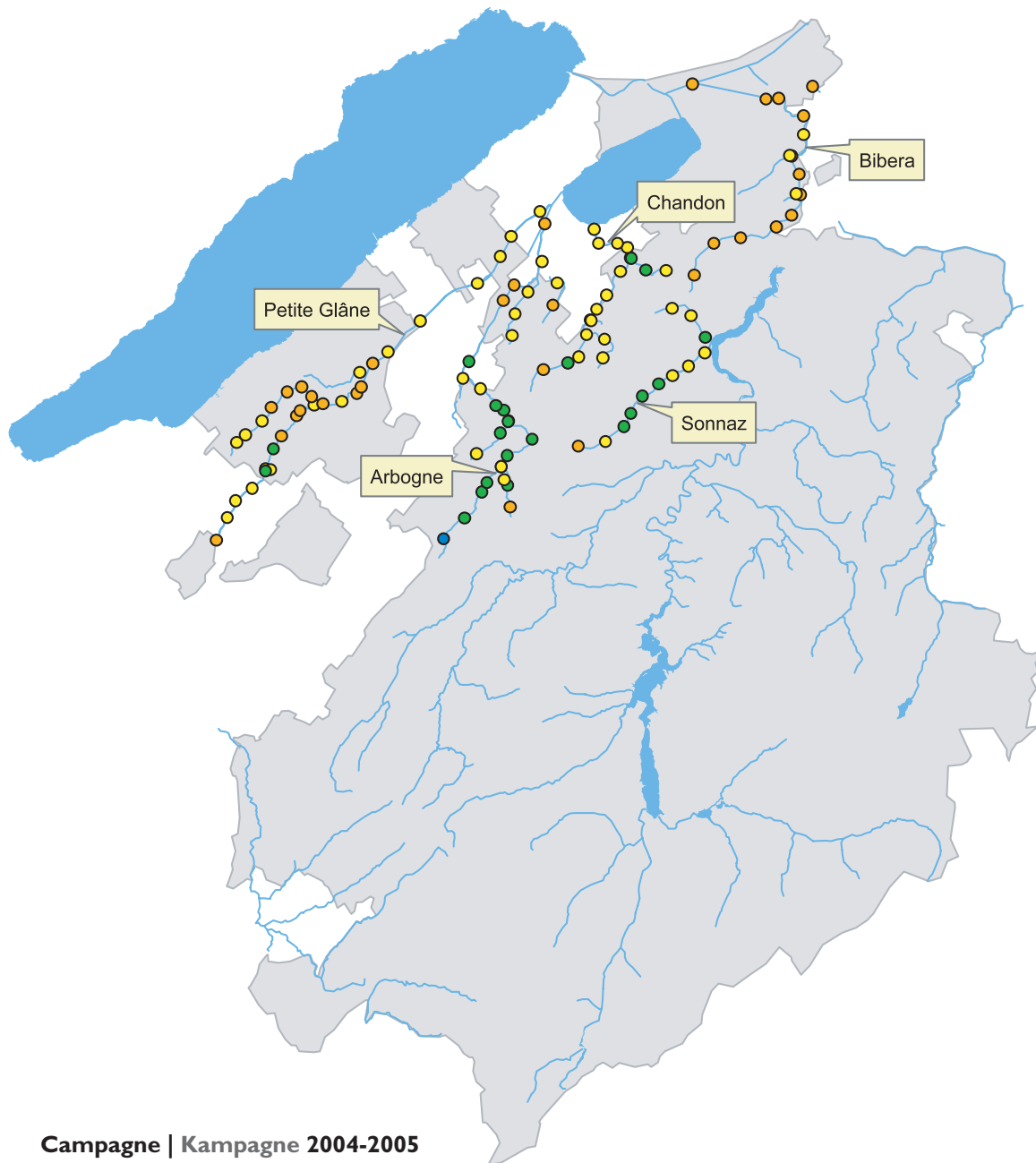
**Campagnes 1999-2005**  
**Kampagnen 1999-2005**

**Tronçon | Abschnitt**  
**Classe | Klasse**

- naturel/semi-naturel | natürlich/naturnah
- peu atteint | wenig beeinträchtigt
- très atteint | stark beeinträchtigt
- non naturel/artificiel | naturfremd/künstlich
- - mis sous terre | eingedolt

**Bassins versants | Einzugsgebiete**

- Lac de Morat | Murtensee
- Lac de Neuchâtel | Neuenburgersee
- Lac de Schiffenen | Schiffenensee
- Singine | Sense
- Lac de la Gruyère | Greyerzersee
- Veveyse | Vivisbach

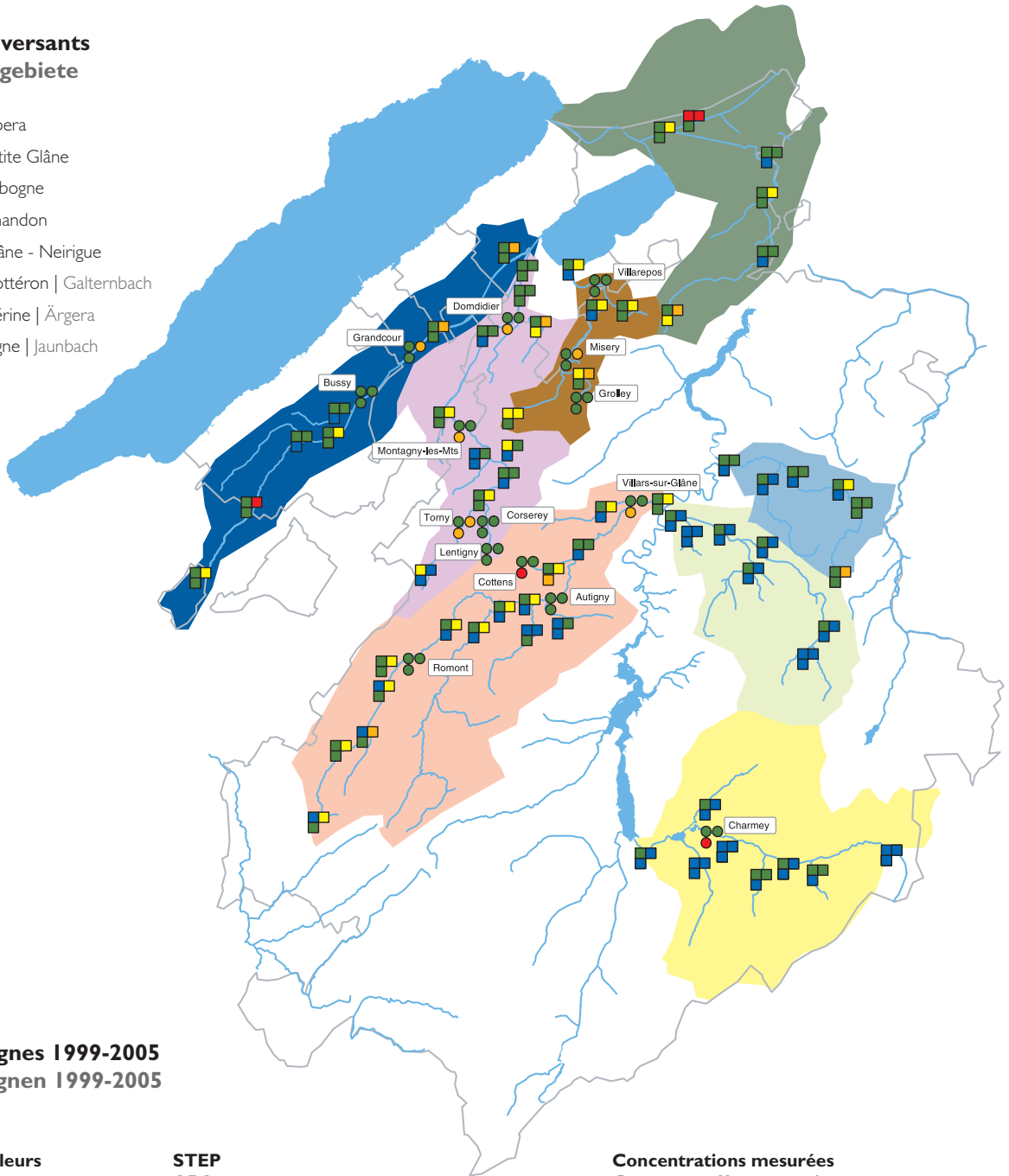


**Qualité biologique selon IBGN**  
**Biologische Qualität gemäss IBGN**

- Bon | sehr gut
- Satisfaisant | gut
- Moyen | mässig
- Médiocre | unbefriedigend
- Mauvais | schlecht

## Bassins versants Einzugsgebiete

- Bibera
- Petite Glâne
- Arbogne
- Chandon
- Glâne - Neirigue
- Gottéron | Galternbach
- Gérine | Ärgera
- Jogne | Jaunbach



## Campagnes 1999-2005 Kampagnen 1999-2005

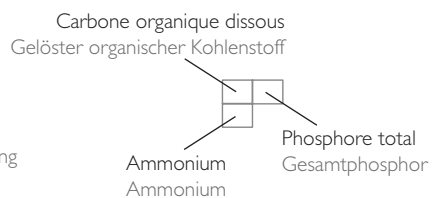
### Code couleurs Farbcode

- Très bon | sehr gut
- Bon | gut
- Moyen | mässig
- Médiocre | unbefriedigend
- Mauvais | schlecht

### STEP ARA

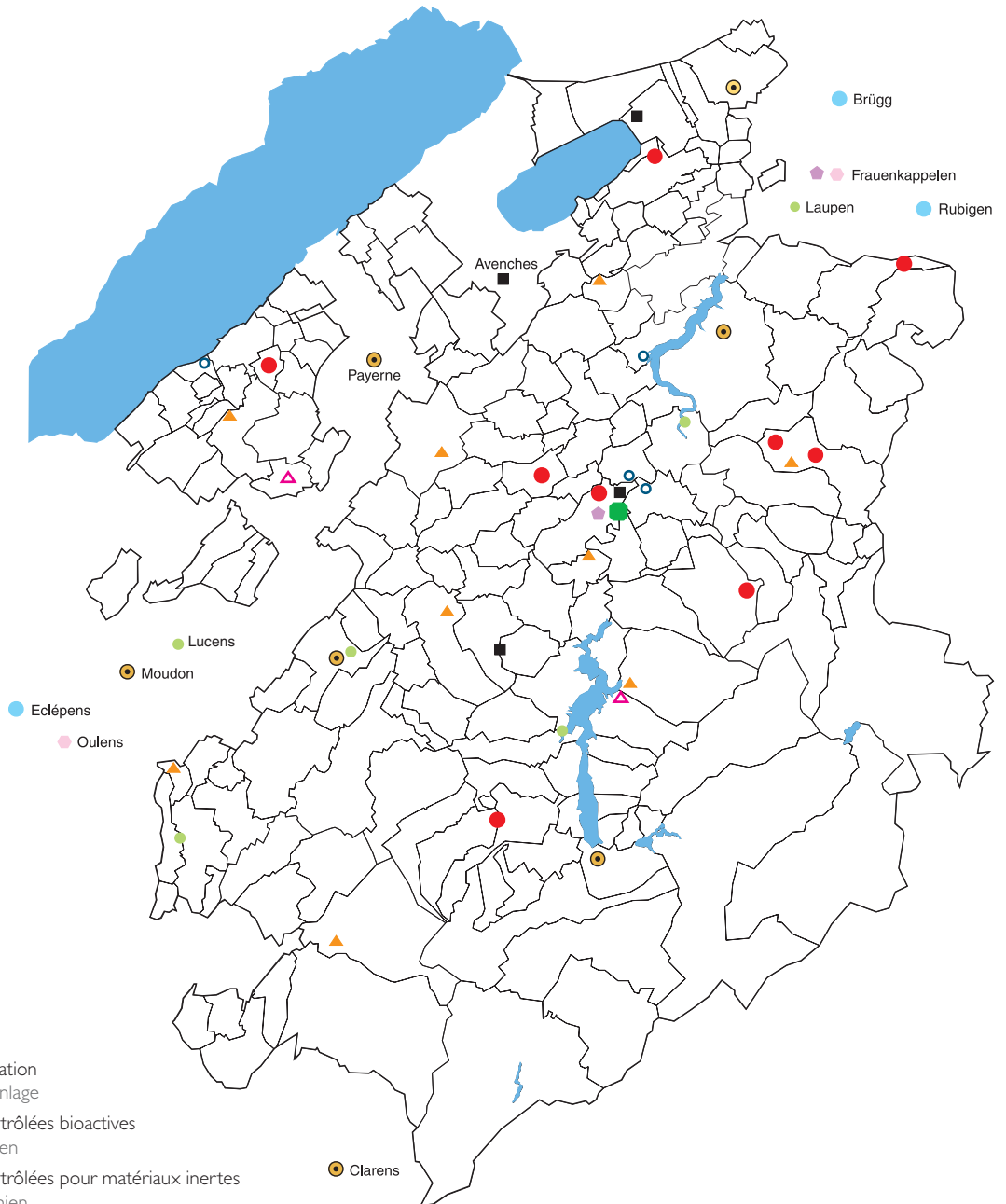
- Dans les normes | Grenzwerte eingehalten
- Hors normes | Grenzwerte nicht eingehalten
- Dépassement ponctuel | Punktuelle Überschreitung

### Concentrations mesurées Gemessene Konzentrationen

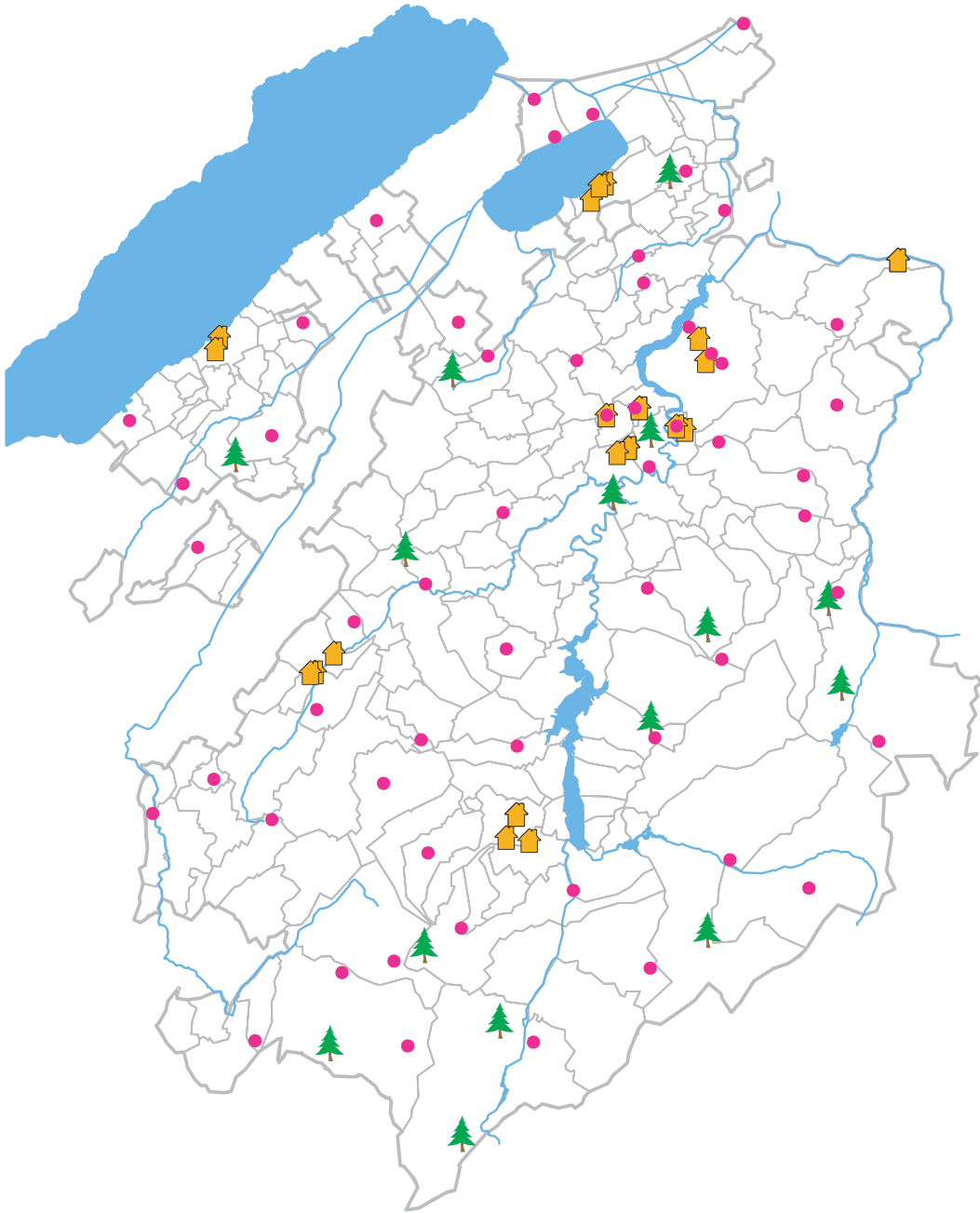


Remarque: Analyses des STEP réalisées entre 1997 et 1999, excepté STEP Charmey (2003-2004)  
Bemerkung: ARA-Analysen wurden zwischen 1997 und 1999 durchgeführt, ausser ARA Charmey (2003-2004)





- Usine d'incinération  
Verbrennungsanlage
- ◆ Décharges contrôlées bioactives  
Reaktordeponien
- ▲ Décharges contrôlées pour matériaux inertes  
Inertstoffdeponien
- △ Décharges contrôlées pour matériaux inertes (sites en réserve)  
Inertstoffdeponien (Reservestandorte)
- ◆ Décharges contrôlées pour résidus stabilisés hors canton  
Reststoffdeponien ausserhalb des Kantons
- Installations de tri de déchets de chantier  
Sortieranlagen für Baustellenabfälle
- Installations de déshydratation des boues d'épuration  
Anlagen für die Entwässerung von Klärschlamm
- Installations de déshydratation des boues d'épuration en projet  
Projektierter Anlagen für die Entwässerung von Klärschlamm
- Installations de traitement pour les déchets spéciaux hors canton  
Anlagen zur Behandlung von Sonderabfällen ausserhalb des Kantons
- Compostières régionales  
Regionale Kompostieranlagen
- Centres collecteurs de déchets animaux  
Anlagen zur Sammlung tierischer Abfälle



Etat au 31.12.2004 | Stand am 31.12.2004



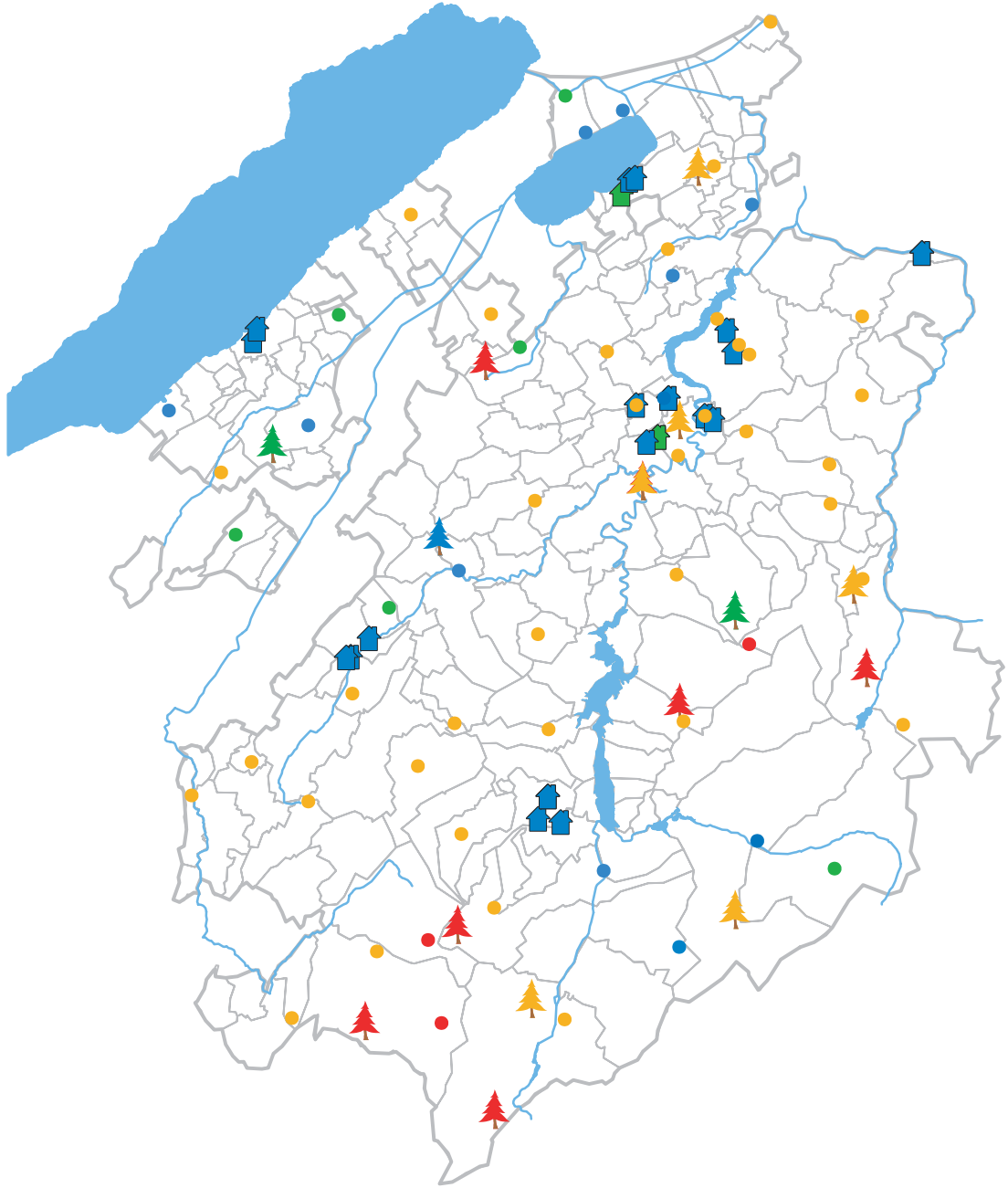
Sites urbains | Städtische Standorte



Sites forestiers | Waldstandorte



Sites agricoles | Landwirtschaftliche Standorte

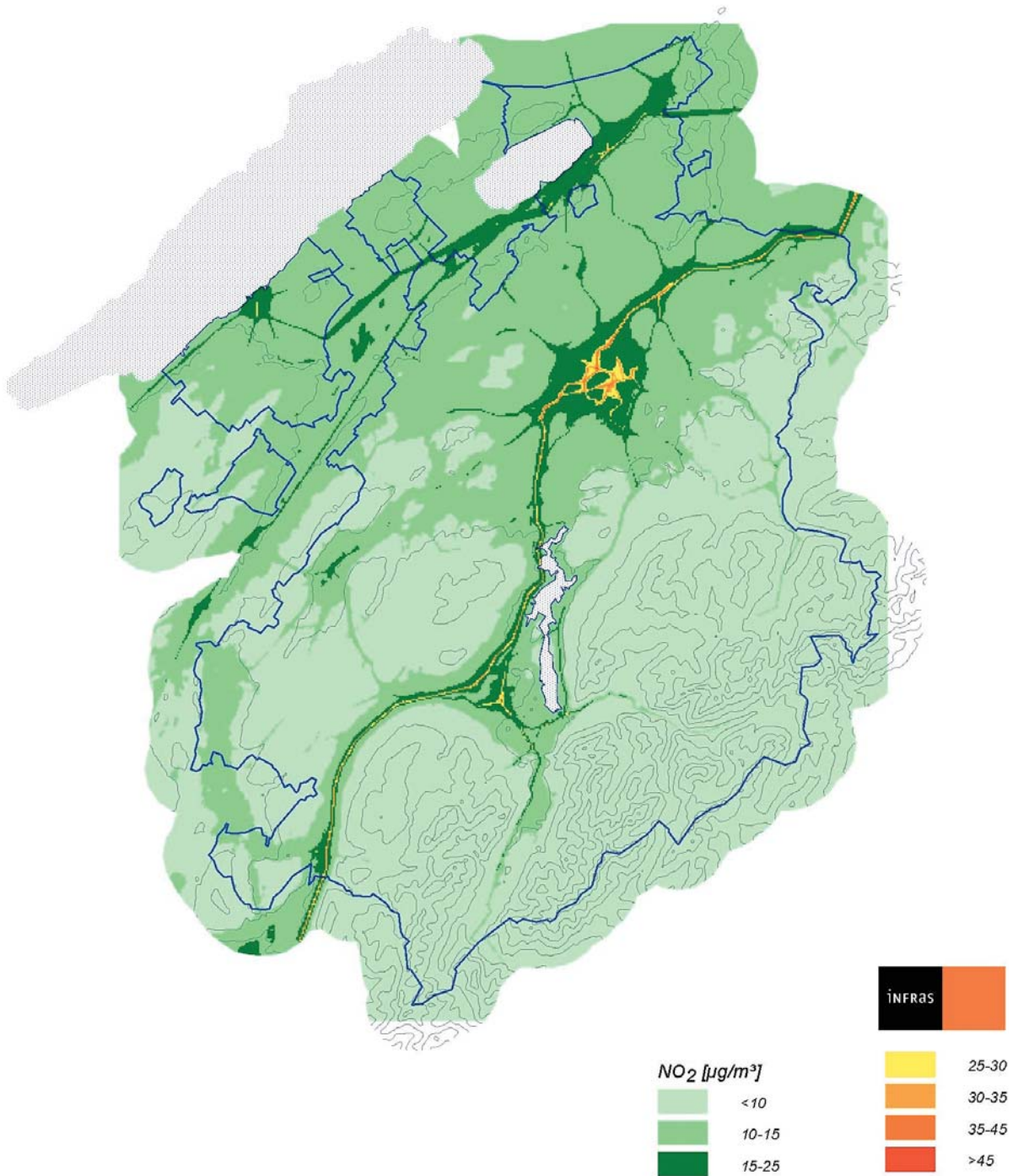


**Classes pH**  
**pH-Klassen**

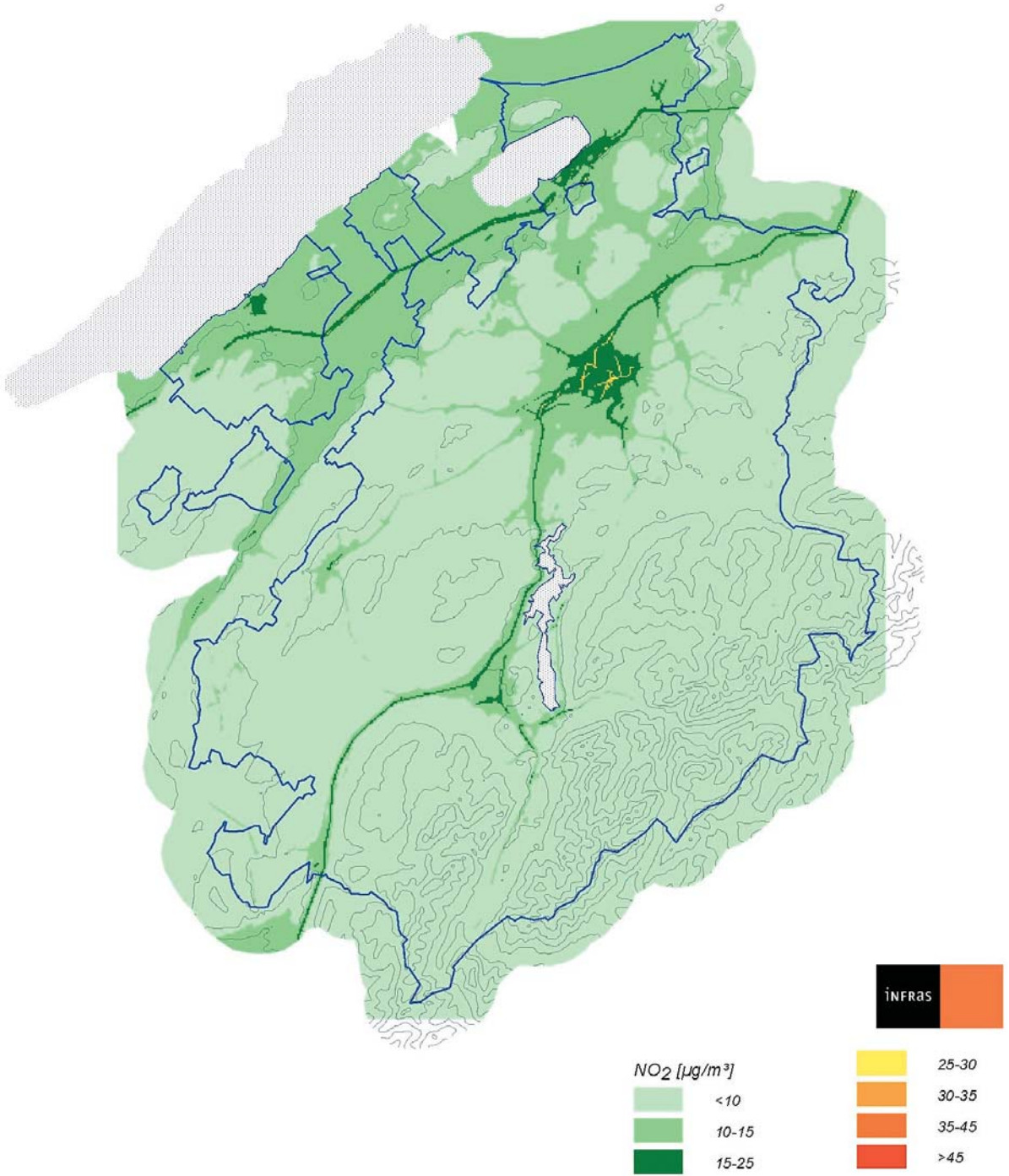
- |   |   |   |                              |
|---|---|---|------------------------------|
| ● | 🌲 | 🏠 | fortement acide   sehr sauer |
| ● | 🌲 | 🏠 | acide   sauer                |
| ● | 🌲 | 🏠 | neutre   neutral             |
| ● | 🌲 | 🏠 | alcalin   alkalisch          |

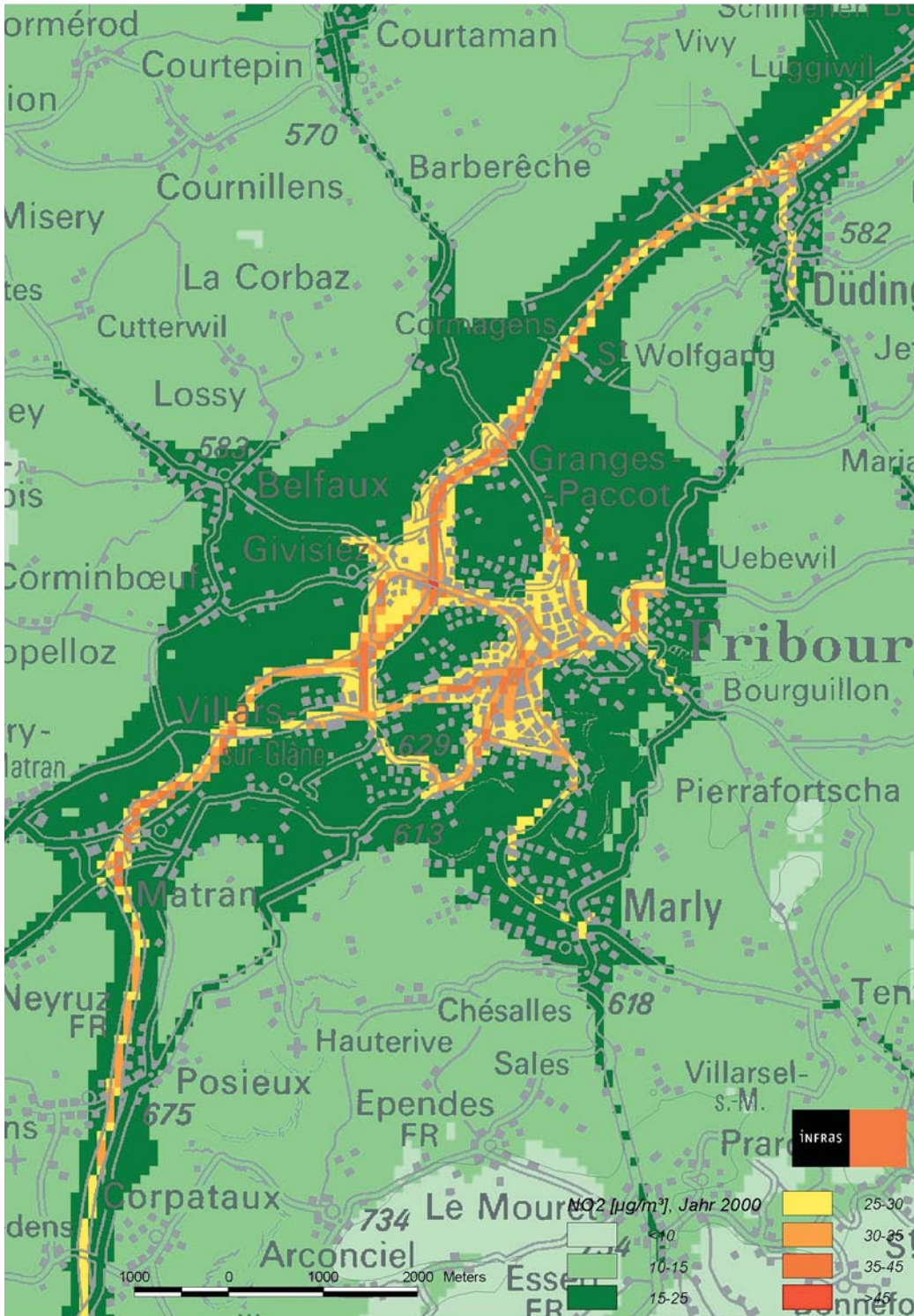


Immissions de  $\text{NO}_2$  pour l'an 2000 (modélisation)  
 $\text{NO}_2$ -Immissionen für das Jahr 2000 (Modellrechnung)

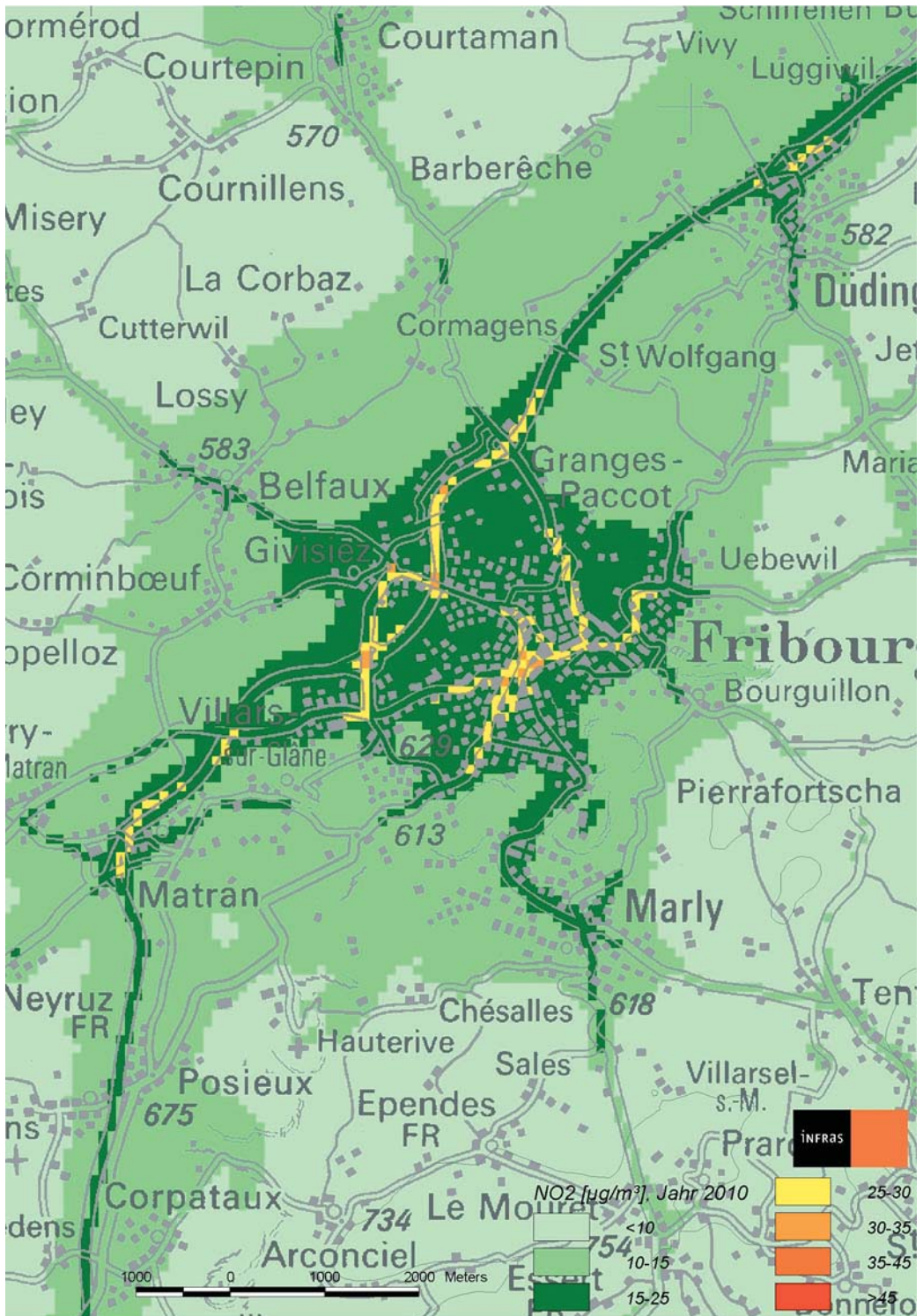












[www.fr.ch/sen](http://www.fr.ch/sen)

