

Die Luft.

**Luftbelastung in der Innerschweiz
1997**

Detaillierte Messdaten

Innerschweizer Umweltschutzdirektoren

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Grenzwerte	3
3. Messmethoden	4
3.1. Wo wird gemessen?	5
3.2. Wie wird gemessen?	5
4. Resultate	7
Zusammenfassung der Immissionsdaten 1997	7
Luzern	10
Uri	12
Schwyz	15
Obwalden	19
Nidwalden	20
Zug	22
Witterung und Luft	25

Impressum:

Herausgeberin: Innerschweizer Umweltdirektorenkonferenz (IUDK)

Redaktion: Dr. Franz Akermann, Amt für Umweltschutz des Kantons Uri, Altdorf, Dr. Christian Vonarburg, Wanner AG, Goldau

Datenmaterial: Luftreinhaltefachstellen der Kantone Luzern, Nidwalden, Obwalden, Schwyz, Uri und Zug; BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern; WSL, Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf

Druck: Gisler Druck, Altdorf

1. Einleitung

In Ergänzung zum Jahresbericht 1997 über die Luftqualität in der Innerschweiz sind im vorliegenden Band die Detaildaten der Immissionsmessungen zu finden. Grundlage für die Messungen ist, gestützt auf das Umweltschutzgesetz vom 7. Oktober 1983, die am 16. Dezember 1985 vom Bundesrat erlassene Luftreinhalteverordnung (LRV). Diese hat zum Zweck "Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume sowie den Boden vor schädlichen oder lästigen Luftverunreinigungen zu schützen" (Art. 1 LRV). Um dieses Ziel zu erreichen, wurden in der LRV auch Immissionsgrenzwerte festgelegt. Sie regeln die minimalen Anforderungen an die Luftqualität. Die Immissionsgrenzwerte hätten ab dem 1. März 1994 eingehalten werden müssen. Die LRV verpflichtet die Kantone, das Ausmass der Immissionen von Luftschadstoffen auf ihrem Gebiet zu bestimmen und darüber zu berichten.

Die Auswertung und Darstellung der Daten erfolgt so, dass sie mit den Grenzwerten der Luftreinhalteverordnung verglichen werden können. Um die Übersichtlichkeit zu wahren, sind die Messergebnisse nach Kantonen gegliedert. Neben den im Auftrag der kantonalen Stellen erfassten Daten enthält der Bericht auch die Messresultate von Stationen, die vom Bund oder wissenschaftlichen Institutionen betrieben werden.

Eine Darstellung der Messergebnisse in Berichtsform hat sich auf die wesentlichen Daten zu beschränken. Er stellt ein Konzentrat der Tausenden von Einzeldaten dar, die rund um die Uhr von den Messstationen erfasst werden. Der gesamte Datenbestand liegt in elektronischer Form vor und steht für zukünftige Auswertungen zur Verfügung.

Der vorliegende Anhang informiert über die Luftbelastung in der Innerschweiz im Jahr 1997. Informationen über die Entwicklung der Belastung in den vergangenen Jahren und weitere Artikel zur Luftreinhaltung sind im Hauptbericht zu finden.

2. Grenzwerte

Der Bundesrat hat in der Luftreinhalteverordnung die Mindestanforderungen an die Luftqualität in Form von Immissionsgrenzwerten definiert. Er hatte sich dabei am Schutzbedürfnis des Menschen und seiner Umwelt (Pflanzen, Tiere) zu orientieren, wobei auch die Wirkung der Immissionen auf Personengruppen mit erhöhter Empfindlichkeit (Kinder, Kranke, Betagte, Schwangere) berücksichtigt wurde. Nach dem Stand der Wissenschaft ist eine Schädigung von Mensch und Umwelt bei Einhaltung der in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Grenzwerte unwahrscheinlich.

Tab. 1: Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung (LRV, Anhang 7) vom 16. Dezember 1985 (Stand am 1. April 1991)

Schadstoff	Immissions-Grenzwert	Statistische Definition
Stickstoffdioxid (NO ₂)	30 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	80 µg/m ³	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
	100 µg/m ³	95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres ≤ 100 µg/m ³
Ozon (O ₃)	120 µg/m ³	1-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
	100 µg/m ³	98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats ≤ 100 µg/m ³
Schwefeldioxid (SO ₂)	30 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	100 µg/m ³	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
	100 µg/m ³	95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres ≤ 100 µg/m ³
Kohlenmonoxid (CO)	8 mg/m ³	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Schwebestaub ¹⁾ insgesamt	70 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	150 µg/m ³	95% der 24-h-Mittelwerte eines Jahres ≤ 150 µg/m ³
Blei (Pb) im Schwebestaub Cadmium (Cd) im Schwebestaub	1 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	10 ng/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Staubniederschlag insgesamt Blei (Pb) im Staubniederschlag Cadmium (Cd) im Staubniederschlag Zink (Zn) im Staubniederschlag Thallium (Tl) im Staubniederschlag	200 mg/m ² Tag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	100 µg/m ² Tag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	2 µg/m ² Tag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	400 µg/m ² Tag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	2 µg/m ² Tag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Feinstaub PM-10 (in Kraft ab 1.3.1998)	20 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	50 µg/m ³	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden

Hinweis:
 mg = Milligramm; 1 mg = 0,001 g = 1 Tausendstel Gramm
 µg = Mikrogramm; 1 µg = 0,001 mg = 1 Millionstel Gramm
 ng = Nanogramm; 1 ng = 0,001 µg = 1 Milliardstel Gramm
 Das Zeichen "≤" bedeutet "kleiner gleich".

¹⁾ Feindisperse Schwebestoffe mit einer Sinkgeschwindigkeit von weniger als 10 cm/s.

3. Messmethoden

3.1. Wo wird gemessen?

Die Messstationen in der Innerschweiz sind so verteilt, dass grossräumige Aussagen über die Luftbelastung gemacht werden können. Berücksichtigt werden Standorte in Stadtzentren, Agglomerationen, Regionalzentren und auf dem Land. Damit können über die ganze Innerschweiz Aussagen zur Luftqualität gemacht werden.

Die Charakterisierung eines Messstandortes bezüglich Lage, Höhe, Topographie ist für das Verständnis der Messwerte unerlässlich. Hauptfaktoren sind dabei die Nähe zu Schadstoffquellen oder die Höhe der Station (unter oder über dem Nebel). Sie beeinflussen die Qualität der Luft entscheidend. Diese Angaben sind bei den Stationsbeschreibungen zu finden.

Tab. 2: Typisierung der Innerschweizer Messstandorte

Typ	Definition	Referenzstationen
Stadtzentrum	Hohe Siedlungsdichte, hohes Verkehrsaufkommen	Luzern Löwenplatz
Agglomeration/Regionalzentrum	Umgebung der Städte und grössere Ortschaften mit dichter Besiedlung und erhöhtem Verkehrsaufkommen	Ebikon Sedel Meggen Sursee Flüelen Stans Inwil, Gde. Baar Feusisberg
Land	Lage abseits der grossen Zentren und Strassen	Alpthal (WSL) Schüpfheim Rigi (Seebodenalp) (NABEL)

3.2. Wie wird gemessen?

3.2.1. Kontinuierliche Messungen

Die kontinuierliche Messung von Luftschadstoffen erlaubt eine Beurteilung der Immissionssituation sowohl über kurze als auch längere Perioden. Die Messdaten werden in der Regel als Halbstundenmittelwerte elektronisch erfasst.

Welche Substanzen gemessen werden, hängt von der gewählten Fragestellung und dem vertretbaren Aufwand ab. Routinemässige Messungen erfassen meist Stickoxide (NO_x, NO₂ und NO), Ozon (O₃) und Schwebestaub, punktuell auch Schwefeldioxid (SO₂) und Kohlenmonoxid (CO). Diese Substanzen dienen auch als Parameter für die Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung. Je nach Belastungstyp eines Standortes werden nur ausgewählte Stoffe erfasst. Die Messgenauigkeit

der kontinuierlichen Messungen (bezogen auf die Jahresmittelwerte) liegt bei $\pm 10\%$. Aussagen über kürzere Zeitspannen sind mit einem grösseren Fehler behaftet.

Neben den oben genannten Stoffen werden von einigen Messstationen eine Reihe weiterer Substanzen gemessen. Es handelt sich dabei um Stoffe, für die in der LRV keine Grenzwerte angegeben sind, z.B. flüchtige organische Verbindungen, die wegen ihres Ozonbildungspotentials und der Toxizität einiger ihrer Vertreter (Benzol) von Interesse sind.

Zusätzlich werden von den meisten Stationen auch verschiedene meteorologische Parameter erfasst. Diese erleichtern die Interpretation der Messdaten.

Der Betrieb der Messanlagen und die Umrechnungen von Volumenverhältnissen in Gewichtsangaben erfolgten gemäss den Empfehlungen über die Immissionsmessung von Luftfremdstoffen des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) aus dem Jahre 1990.

3.2.2. Messungen mit Passivsammlern

Passivsammler für die Erfassung der Stickstoffdioxid-Konzentrationen beruhen auf dem Prinzip der Diffusion von Stickstoffdioxid an ein adsorbierendes Medium. Die Menge des adsorbierten Stickstoffdioxides ist proportional zur Umgebungskonzentration. Pro Standort werden im 2-Wochen-Turnus jeweils zwei bis drei Passivsammler gleichzeitig exponiert. Die Methode der Passivsammler eignet sich für die Überwachung der Langzeitbelastung und für die Beobachtung langjähriger Entwicklungen. Für Aussagen über kürzere Zeiträume ist die Methode nicht geeignet.

Ozon kann nach einem ähnlichen Verfahren bestimmt werden. Überschreitungen der Kurzzeitgrenzwerte können damit allerdings nicht festgestellt werden.

In Verbindung mit einer Messstation ergeben die Passivsammler nützliche ergänzende Informationen über die räumlichen Unterschiede der Immissionsbelastung. Die Genauigkeit der NO₂-Passivsammler liegt bei ca. 8 % (Jahresmittelwert).

4. Resultate

Zusammenfassung der Immissionsdaten 1997

Jahresmittel von Stickstoffdioxid 1997 (Fixstationen)

Standorttyp	Messstandort	Jahresmittel NO ₂	Grenzwert (LRV)
Stadtzentrum	Luzern Löwenplatz	55	30 Mikrogramm pro Kubikmeter
	Ébikon, Sedel	30	
Agglomerationen und Regionalzentren	Flüelen	30	
	Inwil, Gde. Baar	22	
	Stans	21	
	Sursee (Werkhof)	34	
	Schüpfheim	14	
Land	Rigi (Seebodenalp)	10	

Ozonbelastung 1997 in der Innerschweiz

Standorttyp	Messstandort	Anzahl Überschreitungen Stundenmittel grösser als 120 Mikrogramm pro Kubikmeter	Spitzenwerte	Grenzwert LRV
			Maximales Stundenmittel	
Stadtzentrum	Luzern Löwenplatz	13	138	120 Mikrogramm pro Kubikmeter darf pro Jahr maximal einmal überschritten werden
	Inwil, Gde. Baar	304	206	
Agglomerationen und Regionalzentren	Flüelen	198	165	
	Stans	264	177	
	Meggen	349	184	
	Sursee	121	163	
	Ébikon, Sedel	291	176	
	Feusisberg	337	198	
	Alpthal	228	169	
Land	Schüpfheim	272	166	
	Rigi (Seebodenalp)	692	192	

Jahresmittel von Stickstoffdioxid-Passivsammler-Messungen 1990 - 1997

Grenzwert der LRV: 30 Mikrogramm pro Kubikmeter

Kanton Luzern	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Luzern Löwenplatz		58					52	
Luzern K.-Pfyffer-Str.		44					35	
Luzern Städt. Werkhof		43					34	
Adligenswil Kirche		30					26	
Ebikon Sagen-Schulhaus		37					27	
Ebikon Sedel		39					29	
Horw ZTL		47					37	
Horw Bahnhofstrasse		47					36	
Kastanienbaum Seeben		30					22	
Kirens Brunnmatt-Schulhaus		37					29	
Littau Rigistrasse		36					28	
Malters Muoshofstrasse		31					24	
Meggen Zentral-Schulhaus		25					25	
Root Grabenweg		38					28	
Weggis Oberdorf		30					24	
Emmen Kapfstrasse		35					27	
Emmen Herdschwand		37					28	
Eschenbach Oeggenringerstr. 5		36					28	
Hitzkirch Bahnhofstrasse		37					28	
Hitzkirch Rebmesser		23					19	
Hochdorf Rathaus		32					24	
Rothenburg Flecken		41					31	
Inwil Kirchplatz		30					24	
Beromünster Under Brugg		26					21	
Grosswangen Zentrum		23					18	
Hildisrieden Sonnhalde		26					20	
Neuenkirch Sellenbodenstrasse		26					20	
Oberkirch Kirche		28					21	
Ruswil Bubengasse		27					22	
Sempach Feldweg		37					28	
Sursee Geuenseestrasse		39					30	
Sursee Spitalstrasse		35					27	
Triengen Kirchgasse		30					22	
Dagmersellen Kirchstrasse		33					25	
Pfäffnau Dorf		25					18	
Reiden Kirchzentrum		28					21	
Willisau-Stadt Bahnhofstrasse		31					24	
Zell Hübelstrasse		34					26	
Entlebuch Marktplatz		25					19	
Schüpfheim Landw. Schule		17					15	
Sörenberg Rothornstrasse 6		16					13	
Wolhusen Zentrum		42					36	

Kanton Nidwalden	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Beckenried Kirche						23	26	25
Buochs Gemeindehaus						29	28	26
Emmetten Dorf						13	15	13
Ennetbürgen Kirche						21	21	19
Ennetmoos Rohren						14	16	14
Hergiswil Dorf						36	34	31
Hergiswil Matt						29	30	28
Niederrickenbach						4	5	4
Oberdorf Schiessstand						17	19	16
Stans Dorfplatz						29	30	27
Stans Engelbergstrasse						23	23	21
Stans Einkaufszentrum						32	33	31
Stans Kollegium						15	17	15
Stans Post						34	30	27
Stansstad Bahnhof						32	31	32
Wolfenschiessen Gemeindehaus						18	19	16

Kanton Schwyz	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Altendorf Oberdorfstrasse			45	42	41	38	39	38
Altendorf Zürcherstrasse			49	46	45	42	42	41
Altendorf Gemeindehaus			42	41	39	37	37	36
Brunnen Militärgebäude			28	27	26	24	26	24
Brunnen Labor d. Urkantone			29	28	27	26	27	26
Brunnen Bahnhofstrasse			41	39	39	36	36	35
Brunnen Schwyzerstrasse			44	42	43	40	38	36
Einsiedeln Dorfzentrum			27	25	24	25	27	26
Einsiedeln Rest. Waldstatt			44	40	42	44	45	42
Einsiedeln Rest. Krone			42	40	39	40	41	37
Freienbach Wiesenstrasse			35	32	32	31	31	31
Freienbach Sonderschule			35	32	33	31	32	32
Freienbach Sonderschule			51	47	52	52	50	47
Feusisberg Schulhaus							20	19
Gersau							22	21
Goldau Bahnhofstrasse			40	39	41	37	38	37
Goldau Station ARB			25	25	26	24	26	23
Goldau Gotthardstrasse			33	35	36	33	33	32
Ibach Gotthardstrasse			34	34	34	30	31	30
Ingenbohl Kloster			25	25	24	23	24	23
Innerthal			7	8	8	6	8	7
Küssnacht Bahnhofstrasse			46	41	42	38	37	40
Küssnacht Fänn			35	34	34	32	33	34
Küssnacht Hauptplatz			63	62	65	59	60	58
Küssnacht Werkhof Ebnet			36	34	34	31	33	32
Lachen Kantonspolizei			46	44	45	41	40	41
Lachen Oberdorfstrasse			63	61	64	58	58	57
Lachen Bauverwaltung			34	32	32	30	30	30
Lachen Elektrizitätswerk			37	35	34	32	32	32
Morschach							18	17
Muotathal Zentralenstrasse			22	21	20	22	22	20
Muotathal Gemeindekanzlei			27	25	25	27	26	26
Oberberg Gemeindeverwalt.			7	7	7	6	7	7
Pfäffikon Churerstrasse			58	54	53	48	50	48
Pfäffikon Strassenverkehrsamt			44	41	42	37	39	39
Pfäffikon Polizeiposten			40	33	35	32	33	33
Rigi Kulm			3	3	4	4	4	3
Rothenthurm Gemeindeverw.			17	17	15	14	17	16
Rothenthurm Hauptstrasse			34	34	33	31	32	32
Schindellegi Gemeindeverwalt.			30	28	28	26	27	27
Schwyz Herrengasse			50	48	49	43	45	44
Schwyz Seilerstrasse			28	28	26	25	26	25
Seewen Bahnhof			37	38	39	35	36	35
Seewen PTT			43	42	43	41	40	38
Siebnen Polizeiposten			29	27	26	24	25	24
Siebnen Glarnerstrasse			49	44	44	41	42	41
Wangen Mövenstrasse			29	27	27	26	27	25
Wangen Kirchrainweg			43	41	42	40	40	38
Wangen Zürcherstrasse			48	45	45	42	42	41
Wollerau Rest. China Garden			78	68	75	72	71	65
Wollerau Dorfplatz			48	47	47	43	43	43
Wollerau Altersheim Turm-Matt			32	30	30	27	28	27

Kanton Uri	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Amsteg Grund	35	35	34	32	35	32	31	32
Flüelen (Vergleichsmessung)	38	39	33	35	34	31	30	32
Erstfeld Schächen	42	43	39	36	38	35	35	35
Aldorf (Zentrum, von Roll-Haus)	57						50	
Gurtellen Wiler (Reuss)							23	26
Gurtellen Wiler (A2)							35	38
Gurtellen Wiler (A2)							26	25
Gurtellen Sunnigwiler							21	23
Gurtellen Stalden							15	15
Gurtellen Dorf							14	14

Kanton Zug	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Baar, Polizeiposten			33	30	30	30	31	30
Cham, Duggelimmatt			32	30	29	29	29	29
Cham, Frauental			21	19	19	17	19	18
Hünenberg, Langrütistr.			40	38	38	37	38	37
Hünenberg, Maihölzli			33	30	30	29	30	30
Menzingen, Werkhof			16	14	14	14	16	15
Neuheim, Gemeindehaus			22	20	20	20	21	20
Oberägeri, Gemeindehaus			18	16	16	16	18	17
Rotkreuz, Holzhäusern			44	43	44	42	42	41
Rotkreuz, Gemeindehaus			33	30	30	30	30	30
Steinhausen, Neudorfstr.				24	25	24	24	24
Unterägeri, Lorzenstrasse			24	22	23	22	23	22
Walchwil, Bahnhof					19	19	21	20
Zug, Hertiquartier			29	25	25	24	26	23
Zug, Kantonsschule				27	26	26	27	27
Zug, Neugasse				57	56	55	55	55
Zug, ZBB-Bergstation			13	10	10	9	11	11
Zug, ZBB-Mittelstation			14	12	12	11	13	12
Zug, ZBB-Talstation			17	15	13	13	17	16



Luzern

Messstandorte

Messstandort	Koordinaten	Höhe ü. Meer [m]	Strassenabstand [m]	Höhe über Boden [m]
Ebikon, Sedel	665.500/213.410	484	400	4
Luzern, Löwenplatz	666.240/212.150	435	2	4
Meggen, Zentralschulhaus	671.275/211.275	490	90	10
Schüpfheim, Landwirtschaftliche Schule	664.600/201.100	740	250	4
Sursee, Werkhof	650.900/225.500	500	8	4

Messresultate 1997

Stickstoffdioxid (NO₂) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1997	95%-Wert der Halbstundenmittel	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >80 µg/m ³
Ebikon, Sedel	30	62	75	0
Luzern, Löwenplatz	55	102	101	18
Schüpfheim, Landwirtschaftliche Schule	14	37	49	0
Sursee, Werkhof	34	64	73	0
Grenzwerte:	30	100	80	1

Schwefeldioxid (SO₂) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1997	95%-Wert der Halbstundenmittel	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >100 µg/m ³
Ebikon, Sedel	5	12	18	0
Grenzwerte:	30	100	100	1

Kohlenmonoxid (CO) (Angaben in mg/m³)

Messstandort	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >8 mg/m ³
Luzern, Löwenplatz	2.8	0
Grenzwerte:	8	1

Die Luft.

Ozon (O₃) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	höchster 98%-Wert	Anzahl Monate 98%-Wert >100 µg/m ³	höchster Stundenmittelwert	Anzahl Stundenmittel >120 µg/m ³	AOT40 Wald [ppm*h]	AOT40 Landwirtschaft [ppm*h]
Ebikon, Sedel	160	6	176	291	17.1	8.0
Luzern, Löwenplatz	120	3	138	13	3.0	1.2
Meggen, Zentralschulhaus	161	6	184	349	22.7	9.3
Schüpfheim, Landwirtschaftliche Schule	154	7	166	272	17.0	8.3
Sursee, Werkhof	140	5	163	121	9.6	5.0
Grenzwerte:	100	0	120	1	-	-

* Kritische Belastungsgrenzen (AOT40): für Wald ist ab 10 ppm*h mit Wachstumsbeeinträchtigungen zu rechnen. Für landwirtschaftliche Kulturen ist ein 5%-Ernteausschlag bei 3 ppm*h möglich (Proceedings of the Workshop on Critical levels for Ozone in Europe: Testing and Finalizing the Concept. Kuopio, Finland, 1996).

Schwebstaub (als PM-10, Angaben in µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1997	höchster Tagesmittelwert
Luzern, Löwenplatz	29	94
Grenzwerte (in Kraft ab 1.3.1998):	20	50

Die Luft.



Uri

Messstandorte

Fixstationen

Messstandort	Koordinaten	Höhe ü. Meer [m]	Strassenabstand [m]	Höhe über Boden [m]
Flüelen Werkhof	690.200/194.470	436	100 nördl. A2	4
Altdorf Gross Ei	690.550/192.350	443	10 östlich A2	3
Gurtellen Wiler	690.700/176.100	734	30 (A2)	3

Messstandorte der NO₂-Passivsammler 1997 im Kanton Uri:

Messstandort	Koordinaten	Höhe ü. Meer [m]	Strassenabstand [m]
Amsteg (Grund)	693.950/181.350	510	300 m östl. A2
Erstfeld (Schachen)	691.250/189.300	454	200 m östl. A2
Flüelen (Werkhof A2/A4)	690.200/194.470	436	Vergleich mit Fixstation
Gurtellen: vgl. Skizze bei den Resultaten; Höhe über Meer: 740 - 960 m			

Messresultate 1997

Fixstationen

Stickstoffdioxid (NO₂) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1997	95%-Wert der Halbstundenmittel	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >80 µg/m ³
Flüelen Werkhof	30	59	61	0
Altdorf Gross Ei	49	80	95	7
Gurtellen Wiler	34	62	67	0
Grenzwerte	30	100	80	1

Schwefeldioxid (SO₂) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1997	95%-Wert der Halbstundenmittel	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >100 µg/m ³
Flüelen Werkhof	6	16	18	0
Gurtellen Wiler	-	-	-	-
Grenzwerte	30	100	100	1

Die Luft.

Kohlenmonoxid (CO) (Angaben in mg/m³)

Messstandort	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >8 mg/m ³
Flüelen Werkhof	-	-
Gurtellen Wiler	1.3	0
Grenzwerte:	8	1

Ozon (O₃) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	höchster 98%-Wert	Anzahl Monate 98%-Wert >100 µg/m ³	höchster Stundenmittelwert	Anzahl Stundenmittel >120 µg/m ³	AOT40 Wald [ppm*h]	AOT40 Landwirtschaft [ppm*h]
Flüelen Werkhof	148	6	165	198	24.6	10.9
Gurtellen Wiler	131	6	149	93	16.6	5.8
Grenzwerte:	100	0	120	1	-	-

* Kritische Belastungsgrenzen (AOT40): für Wald ist ab 10 ppm*h mit Wachstumsbeeinträchtigungen zu rechnen. Für landwirtschaftliche Kulturen ist ein 5%-Ernteausschlag bei 3 ppm*h möglich (Proceedings of the Workshop on Critical levels for Ozone in Europe: Testing and Finalizing the Concept. Kuopio, Finland, 1996).

Schwebstaub (als TSP, Angaben in µg/m³)

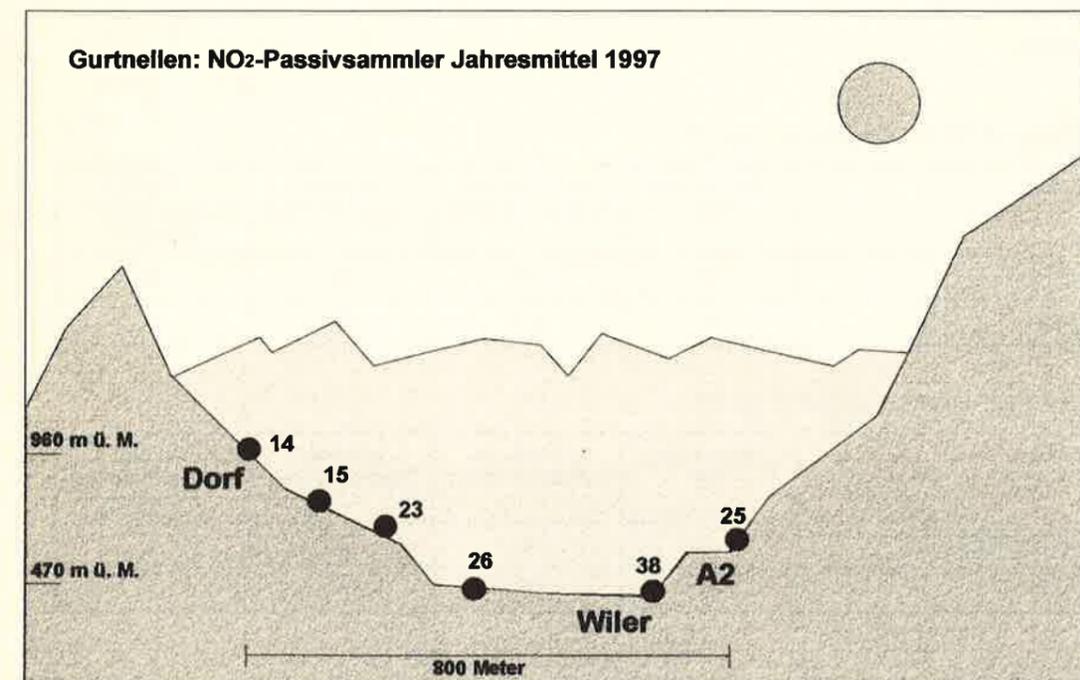
Messstandort	Jahresmittel 1997	95%-Wert der Tageswerte
Flüelen Werkhof	-	-
Gurtellen Wiler	26	48
Grenzwerte:	70	150

Die Luft.

Resultate der NO₂-Passivsammler

Messstandort	Jahresmittel 1997 [µg/m ³]	Jahresmittel 1996 [µg/m ³]
Amsteg Grund	32	31
Erstfeld Schachen	35	35
Flüelen Werkhof	32	30
Gurtellen Wiler (Reuss)	26	23
Gurtellen Wiler (A2)	38	35
Gurtellen Wiler (A2)	25	26
Gurtellen Sunnigwiler	23	21
Gurtellen Stalden	15	15
Gurtellen Dorf	14	14

Skizze der Standorte in Gurtellen:





Schwyz

Messstandorte

Fixstationen

Messstandort	Koordinaten	Höhe ü. Meer [m]	Strassenabstand [m]	Höhe über Boden [m]
Alpthal ¹⁾	697.000/210.950	1200	k.A.	k.A.
Feusisberg	669.300/227.200	670	100	k.A.
Rigi (Seebodenalp) ²⁾	677.900/213.500	1030	2000	4

¹⁾ Betrieben von der Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf

²⁾ NABEL-Station, betrieben vom Bundesamt für Wald, Schnee und Landschaft (BUWAL), Bern

Messstandorte der NO₂-Passivsammler 1997 im Kanton Schwyz:

Die Standortsangaben sind in der Resultatetabelle zu finden (Seite 18)

Messresultate 1997

Fixstationen

Stickstoffdioxid (NO₂) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1997	95%-Wert der Halbstundenmittel	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >80 µg/m ³
Rigi (Seebodenalp)	10	25	33	0
Grenzwerte:	30	100	80	1

Schwefeldioxid (SO₂) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1997	95%-Wert der Halbstundenmittel	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >100 µg/m ³
Rigi (Seebodenalp)	1	3	4	0
Grenzwerte:	30	100	100	1

Ozon (O₃) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	höchster 98%-Wert	Anzahl Monate 98%-Wert >100 µg/m ³	höchster Stundenmittelwert	Anzahl Stundenmittel >120 µg/m ³	AOT40 Wald [ppm*h]	AOT40 Landwirtschaft [ppm*h]
Alpthal	144	7	169	228	18.5	6.3
Feusisberg (März-Oktober)	169	7	198	337	22.6	8.6
Rigi (Seebodenalp)	172	8	192	692	k.A.	k.A.
Grenzwerte:	100	0	120	1	-	-

* Kritische Belastungsgrenzen (AOT40): für Wald ist ab 10 ppm*h mit Wachstumsbeeinträchtigungen zu rechnen. Für landwirtschaftliche Kulturen ist ein 5%-Ernteausschlag bei 3 ppm*h möglich (Proceedings of the Workshop on Critical levels for Ozone in Europe: Testing and Finalizing the Concept. Kuopio, Finland, 1996).

Stickstoffdioxid-Passivsammler (Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Grenzwert: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Nummer	Messstandort	Höhe m ü. Meer	Art	NO ₂ -Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
AL 38	Altendorf Oberdorfstrasse	435	AP	38
AL 39	Altendorf Zürcherstrasse	425	SP	41
AL 52	Altendorf Gemeindehaus	425	WP	36
BN 10	Brunnen Militärgebäude	435	WP	24
BN 11	Brunnen Laboratorium der Urkantone	435	WP	26
BN 13	Brunnen Bahnhofstrasse	440	SP	35
BN 50	Brunnen Schwyzerstrasse	440	AP	36
EI 28	Einsiedeln Dorfzentrum	880	WP	26
EI 40	Einsiedeln Restaurant Waldstatt	880	SP	42
EI 41	Einsiedeln Restaurant Krone	885	SP	37
FH 36	Freienbach Wiesenstrasse	415	WP	31
FH 47	Freienbach Sonderschule	410	WP	32
FH 49	Freienbach Sonderschule	410	SP	47
FS 57	Feusisberg Schulhaus	670	WP	19
GE 59	Gersau Rathaus	440	SP	21
GO 01	Goldau Bahnhofstrasse	510	SP	37
GO 04	Goldau Station ARB	520	WP	23
GO 07	Goldau Gotthardstrasse	540	AP	32
IB 05	Ibach Gotthardstrasse	455	SP	30
IL 26	Innerthal Unterbrand	910	HP	7
IN 53	Ingenbohl Kloster	450	WP	23
KS 37	Küssnacht Bahnhofstrasse	435	SP	40
KS 44	Küssnacht Fänn	430	AP	34
KS 45	Küssnacht Hauptplatz	440	SP	58
KS 46	Küssnacht Werkhof Ebnet	445	SP	32
LA 20	Lachen Kantonspolizei	405	SP	41
LA 21	Lachen Oberdorfstrasse	430	AP	57
LA 22	Lachen Bauverwaltung	410	WP	30
LA 23	Lachen Elektrizitätswerk	410	WP	32
MO 58	Morschach Husmattegg	655	WP	17
MU 12	Muotathal Zentralenstrasse	610	WP	20
MU 17	Muotathal Gemeindekanzlei	610	SP	26
OB 15	Oberiberg Gemeindeverwaltung	1090	WP	7
PF 35	Pfäffikon Schindellegistrasse	415	SP	48
PF 42	Pfäffikon Strassenverkehrsamt	420	SP	39
PF 43	Pfäffikon Kindergarten Roswitha	420	WP	33
RI 06	Rigi Kulm	1750	HP	3
RO 14	Rothenhorn Gemeindeverwaltung	940	WP	16
RO 16	Rothenhorn Hauptstrasse	925	SP	32
SC 09	Schindellegi Gemeindeverwaltung	760	WP	27
SE 03	Seewen Bahnhof	455	SP	35
SE 08	Seewen PTT	460	SP	38
SI 24	Siebnen Polizeiposten	445	WP	24
SI 25	Siebnen Glamerstrasse	445	SP	41
SZ 02	Schwyz Herrengasse	520	SP	44
SZ 51	Schwyz Seilerstrasse	480	WP	25
WA 27	Wangen Mövenstrasse	430	WP	25
WA 31	Wangen Kirchrainweg	420	AP	38
WA 32	Wangen Zürcherstrasse	425	SP	41
WO 29	Wollerau Rest. China Garden	535	AP	65
WO 30	Wollerau Dorfplatz	515	SP	43
WO 48	Wollerau Altersheim Turm-Matt	510	WP	27

AP = Autobahnpunkt (in 10 bis 50 m Distanz)

WP = Wohnpunkt (mehr als 50 m von vielbefahrener Strasse)

SP = Strassenpunkt (an vielbefahrener Strasse)

HP = Hintergrundpunkt (abseits von Wohngebieten)



Obwalden

Messungen

Im Kanton Obwalden wurden 1997 während dem Sommerhalbjahr an verschiedenen Standorten Luftschadstoff-Messungen durchgeführt. Ziel der Messungen war es, Aussagen über Herkunft des Ozons und die Quellen der Vorläuferstoffe zu machen. Ein Artikel zu diesen Messungen ist im Hauptbericht über die Luftbelastung in der Innerschweiz 1997 zu finden.



Nidwalden

Messstandorte

Fixstation Stans Verwaltungsgebäude

Messstandort	Koordinaten	Höhe ü. Meer [m]	Strassenabstand [m]	Höhe über Boden [m]
Stans, Engelbergstrasse	670.880/201.020	452	50	7

Messstandorte der NO₂-Passivsammler 1997 im Kanton Nidwalden:

Messstandort	x-Koord.	y-Koord.	Höhe ü. Meer [m]	Standortbeschreibung
Beckenried Kirche	678.850	202.125	450	Wohngebiet, offene Bebauung
Buochs Gemeindehaus	674.875	203.060	438	Dorfzentrum, offene Bebauung
Emmetten Dorf	681.950	201.100	760	Dorfzentrum, offene Bebauung
Ennetbürgen Kirche	674.250	204.175	435	Wohngebiet, offene Bebauung
Ennetmoos Rohren	667.150	199.225	526	Weiler an Durchgangsstrasse
Hergiswil Dorf	666.190	203.950	460	Wohngebiet, offene Bebauung
Hergiswil Matt	66.425	205.050	450	Wohngebiet, offene Bebauung
Niederrickenbach	675.250	197.825	1162	Weiler, nur landwirtsch. Verkehr
Oberdorf Schiessstand	672.375	200.275	466	im Talboden, Nähe Schützenhaus
Stans Dorfplatz	670.610	201.060	452	Dorfzentrum, verkehrsreich
Stans Engelbergstrasse	670.880	201.020	452	Wohngebiet, geschlossene Bebauung
Stans Einkaufszentrum	669.850	201.850	446	verkehrsreicher Parkplatz
Stans Kollegium	670.900	200.800	475	etwas erhöht, am südöstlichen Ortsrand gelegen
Stans Post	670.700	201.260	450	offene Bebauung, verkehrsreich
Stansstad Bahnhof	668.280	203.300	436	Parkplatz beim Bahnhof
Wolfenschiessen Gemeindehaus	672.890	195.750	511	Dorfzentrum, geschlossene Bebauung

Messresultate 1997

Fixstation Stans Engelbergstrasse

Stickstoffdioxid:	Messwerte 1997	Grenzwert
Jahresmittel	21	30
95%-Wert der Halbstundenmittel	47	100
höchster Tagesmittelwert	62	80
Anzahl Tagesmittelwerte > 80 µg/m ³	0	1

Ozon	Messwerte 1997	Grenzwert
höchster 98%-Wert	165	100
Anzahl Monate 98%-Wert > 100 µg/m ³	6	0
höchster Stundenmittelwert	177	120
Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	264	1
AOT40 für Wald*	16.1	-
AOT40 für landwirtschaftliche Kulturen*	6.8	-

* Kritische Belastungsgrenzen (AOT40): für Wald ist ab 10 ppm*h mit Wachstumsbeeinträchtigungen zu rechnen. Für landwirtschaftliche Kulturen ist ein 5%-Ernteausschlag bei 3 ppm*h möglich (Proceedings of the Workshop on Critical levels for Ozone in Europe: Testing and Finalizing the Concept. Kuopio, Finland, 1996).

Stickstoffdioxid-Passivsammler (Jahresmittelwerte in µg/m³, Grenzwert: 30 µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1997
Beckenried Kirche	25
Buochs Gemeindehaus	26
Emmetten Dorf	13
Ennetbürgen Kirche	19
Ennetmoos Rohren	14
Hergiswil Dorf	31
Hergiswil Matt	28
Niederrickenbach	4

Messstandort	Jahresmittel 1997
Oberdorf Schiessstand	16
Stans Dorfplatz	27
Stans Engelbergstrasse	21
Stans Einkaufszentrum	31
Stans Kollegium	15
Stans Post	27
Stansstad Bahnhof	32
Wolfenschiessen Gemeindehaus	16



Zug

Messstandorte

Fixstation Inwil (Gemeinde Baar)

Messstandort	Koordinaten	Höhe ü. Meer [m]	Strassenabstand [m]	Höhe über Boden [m]
Inwil (Gemeinde Baar)	682.600/226.900	435	300	4

Messstandorte der NO₂-Passivsammler 1997 im Kanton Zug:

Besiedlungsgrad: OZ = Ortszentrum SR = Siedlungsrand
WQ = Wohnquartier KB = keine Bebauung

(DTV: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (1995))

Messstandort	Höhe ü. Meer [m]	Besiedlungsgrad	Strassenabstand [m]	DTV (Durchschnittl. tägl. Verkehr 1995)
Baar, Polizeiposten	445	OZ	60 130	2'200 20'200
Zug, Neugasse	420	OZ	15	20'500
Cham, Duggelimatt	420	WQ	20 120	Quartierstr. 20'400
Cham, Frauental	393	KB	-	-
Hünenberg, Langrütistrasse	465	KB	50	41'400
Hünenberg, Maihölzli	460	WQ	15	4'500
Menzingen, Werkhof	800	SR	80	4'000
Neuheim, Gemeindehaus	666	OZ	90	1'500
Oberägeri, Gemeindehaus	735	WQ	30 60	1'500 5'000
Rotkreuz, Gemeindehaus	429	WQ	60 300	3'500 9'700
Rotkreuz, Holzhäusern	443	SR	3	5'000
Steinhausen, Neudorfstrasse	440	WQ	5 150	Quartierstr. 8'000
Unterägeri, Lorzenstrasse	725	WQ	3 80	Quartierstr. 8'000
Walchwil, Bahnhof	449	WQ	100	4'000
Zug, Hertiquartier	421	SR	130	1'000
Zug, ZBB-Bergstation	925	SR	5	< 100
Zug, ZBB-Mittelstation	730	KB	-	-
Zug, ZBB-Talstation	560	SR	40	2'000
Zug, Kantonsschule	435	SR	130 375	6'000 11'000

Messresultate 1997

Resultate Fixstation Inwil (Gde. Baar)

Stickstoffdioxid:	Messwerte 1997	Grenzwert
Jahresmittel	22	30
95%-Wert der Halbstundenmittel	49	100
höchster Tagesmittelwert	61	80
Anzahl Tagesmittelwerte > 80 µg/m ³	0	1

Schwebstaub:	Messwerte 1997	Grenzwert
Jahresmittel	25	70
95%-Wert der Tageswerte	58	150

Ozon	Messwerte 1997	Grenzwert
höchster 98%-Wert	167	100
Anzahl Monate 98%-Wert > 100 µg/m ³	6	0
höchster Stundenmittelwert	206	120
Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	304	1
AOT40 Wald*	17.3	-
AOT40 Landwirtschaftliche Kulturen*	8.2	-

* Kritische Belastungsgrenzen (AOT40): für Wald ist ab 10 ppm*h mit Wachstumsbeeinträchtigungen zu rechnen. Für landwirtschaftliche Kulturen ist ein 5%-Ernteausschlag bei 3 ppm*h möglich (Proceedings of the Workshop on Critical levels for Ozone in Europe: Testing and Finalizing the Concept. Kuopio, Finland, 1996).

Resultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler im Kanton Zug 1997 mit Angabe der km-Koordinaten und Standortsnummer

Nr.	Messstandort	x-Koordinate	y-Koordinate	1997* Jahresmittel [µg/m³]
PS 02	Baar, Polizeiposten	682'500	227'700	30
PS 13	Cham, Duggelimmatt	678'200	226'400	29
PS 17	Cham, Fraudental	674'700	229'900	18
PS 19	Hünenberg, Langrütistr.	675'400	225'500	37
PS14	Hünenberg, Maihölzli	675'000	225'400	30
PS 09	Menzingen, Werkhof	687'500	225'700	15
PS 08	Neuheim, Gemeindehaus	686'100	228'900	20
PS 10	Oberägeri, Gemeindehaus	689'200	221'100	17
PS 15	Rotkreuz, Holzhäusern	675'900	223'300	41
PS 16	Rotkreuz, Gemeindehaus	675'300	221'600	30
PS 12	Steinhausen, Neudorfstr.	679'200	228'000	24
PS 11	Unterägeri, Lorzenstrasse	686'800	221'300	22
PS 18	Walchwil, Bahnhof	681'900	216'900	20
PS 04	Zug, Hertiquartier	680'600	226'100	23
PS 20	Zug, Kantonsschule	682'300	225'300	27
PS 03	Zug, Neugasse	681'600	224'600	55
PS 07	Zug, ZBB-Bergstation	683'000	222'000	11
PS 06	Zug, ZBB-Mittelstation	682'600	222'500	12
PS 05	Zug, ZBB-Talstation	682'100	222'800	16

* Messperiode: 23.12.96 - 23.12.97

Witterung und Luft

Die meteorologischen Bedingungen spielen sowohl bei der Bildung von Ozon im Sommer als auch bei der Anreicherung von weiteren Luftschadstoffen in bodennahen Luftschichten eine Schlüsselrolle.

Neben den Vorläufersubstanzen Stickstoffdioxid (NO₂) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) sind die Temperatur, Einstrahlung, Sonnenscheindauer, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit für die Ozonbildung massgebend. Besonders bei hochdruckbestimmter Witterung wird die Ozonproduktion begünstigt.

Im Winter können sich bei langanhaltenden Inversionslagen erhöhte Konzentrationen von Stickstoffdioxid und anderen Schadstoffen aufbauen. Von einer Inversion spricht man dann, wenn die höheren Luftschichten wärmer sind als die bodennahen. Sichtbare Anzeichen für Inversionen sind Nebeldecken oder Dunstschichten. Durch die stabile Luftschichtung findet dann keine vertikale Durchmischung statt, und die Luftschadstoffe können sich in bodennahen Schichten anreichern. In Gebirgstälern und topographischen Senken können in Verbindung mit Inversionen schon durch relativ geringe Emissionen hohe Schadstoffkonzentrationen entstehen.

Im Jahr 1997 lagen die Temperaturen, wie schon im Vorjahr, über den langjährigen Mittelwerten. Die Klimastation der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (SMA) in Luzern verzeichnete in acht Monaten einen Temperaturüberschuss von über einem Grad Celsius. Besonders warm im Vergleich mit den Normalwerten waren Februar, März, August, September und Dezember mit Wärmeüberschüssen von über zwei Grad Celsius.

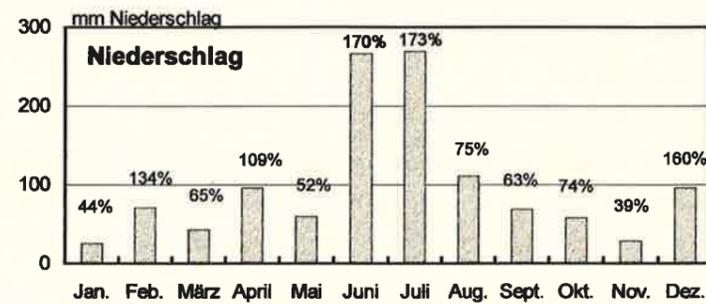
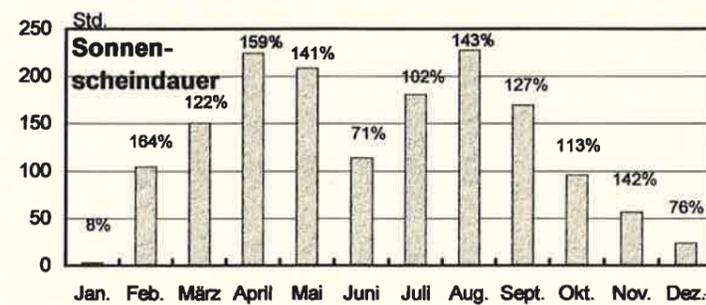
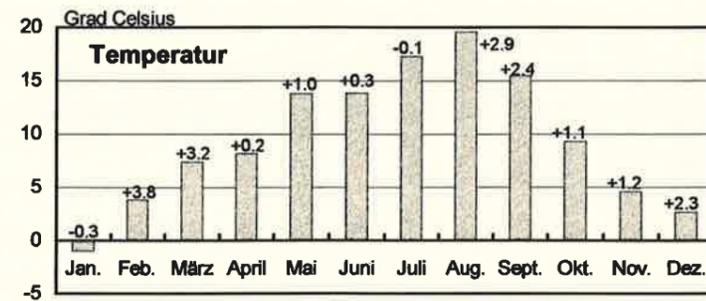
Deutlich überdurchschnittliche Niederschlagsmengen wurden im Juni und Juli (170 bzw. 173 %) sowie im Dezember gemessen (160 %). Zu trocken war es im Januar, März, Mai, sowie von August bis November.

Im Hinblick auf die Ozonbildung ist insbesondere die Sonnenscheindauer im Sommerhalbjahr von Interesse: Im April und Mai sowie im August und September wurde eine überdurchschnittliche Sonnenscheindauer gemessen. Im Juni erreichte die Besonnung nur 71 % der Normalwerte, während der Juli im Durchschnitt lag. Ebenfalls sonnenreich waren der Februar und März sowie Oktober und November.

Die Luft.

Klimadaten 1997 von Luzern im Vergleich mit den langjährigen Mittelwerten

(Sonnenschein und Regen: Prozentuale Abweichung, Temperatur: absolute Abweichung)



Daten: Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA)

Die Luft.

**Luftbelastung in der Innerschweiz
1997**



Innerschweizer Umweltschutzdirektoren

Inhaltsverzeichnis

Editorial	3
Zusammenfassung	4
1. Wo und wie wird gemessen?	6
2. Was zeigen die Resultate von 1997 und wie vergleichen sie sich mit den Vorjahren?	7
2.1. Stickstoffdioxid	7
2.2. Ozon	10
2.3. Schwefeldioxid	18
2.4. Kohlenmonoxid	19
2.5. Schwebestaub	20
2.6. Flüchtige organische Verbindungen	24
3. Die Luft und die Energie - ein unzertrennliches Paar	26
3.1. Die Luft im globalen Kontext	26
3.2. Wieviel Energie können wir uns leisten?	26
3.3. Wege zur sinnvollen Energienutzung - auch für die Luft	28
4. Berichte aus den Kantonen	31
5. Ausblick	39
6. Literaturverzeichnis	41
Wollen Sie mehr über „Die Luft.“ erfahren?	42

Impressum:

Herausgeberin: Innerschweizer Umweltschutzdirektorenkonferenz (IUDK)

Redaktion: Dr. Franz Akermann, Amt für Umweltschutz des Kantons Uri, Altdorf; Dr. Christian Vonarburg, Wanner AG, Goldau

Datenmaterial und Beiträge: Luftreinhaltefachstellen der Kantone Luzern, Nidwalden, Obwalden, Schwyz, Uri und Zug; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern; Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf

Rasterkarten: Meteotest, Bern

Druck: Gisler Druck, Altdorf

Auflage: 3'000

März 1998

Editorial

Zum dritten Mal dürfen wir Ihnen die Innerschweizer Luftmessdaten in der vorliegenden Form präsentieren. In den vergangenen Berichten war stets von einer langsamen Besserung der Belastungssituation die Rede. Die diesjährigen Messdaten zeigen nun, dass sich die Luftqualität im letzten Jahr im Vergleich zu den Vorjahren kaum mehr verbessert hat. Nachwievor wird über zu hohe Stickstoffdioxidwerte und eine für Mensch und Umwelt bedenklich hohe Ozonbelastung berichtet.

Neben der Belastung, die auf unsere unmittelbare Umgebung einwirkt, wirken Schadstoffe aber auch viel weiter weg, in den höheren Luftschichten. Denken wir an die Zerstörung der Ozonschicht oder den Treibhauseffekt. Die damit verbundenen Auswirkungen, wie erhöhte Ultraviolett-Strahlung oder Temperaturerhöhungen, können auch bei uns schwerwiegende Folgen zeitigen. Diesen Problemen gemeinsam ist ihr Zusammenhang mit unserem sorglosen Umgang mit Energie. Luftreinhaltepolitik heisst in diesem Sinne auch Energiepolitik.

Die Quellen der Luftverschmutzung sind hinlänglich bekannt. Massnahmen, um die für die Belastung verantwortlichen Emissionen zu senken, haben es im heutigen wirtschaftlichen Umfeld aber bedeutend schwerer, verwirklicht zu werden. Die Innerschweizer Kantone suchen gerade deswegen weitere Mittel und Wege für eine bessere Luft, wie auch die Beispiele in diesem Bericht zeigen.

Innerschweizer Umweltschutzdirektorenkonferenz
Der Präsident

Richard Camenzind, Regierungsrat Kanton Schwyz

Zusammenfassung

In der Innerschweiz wird die Luftqualität anhand von Leitstoffen beobachtet und aufgrund der Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung beurteilt. Die Messungen erfolgen an repräsentativen Standorten mit kontinuierlich arbeitenden Messstationen sowie an weiteren Standorten mittels Passivsammlern. Zusätzlich wird für Ozon und Feinstaub, ausgehend von punktuellen Messungen, mit einer Modellrechnung die Belastung für das ganze Gebiet der Innerschweiz abgeschätzt.

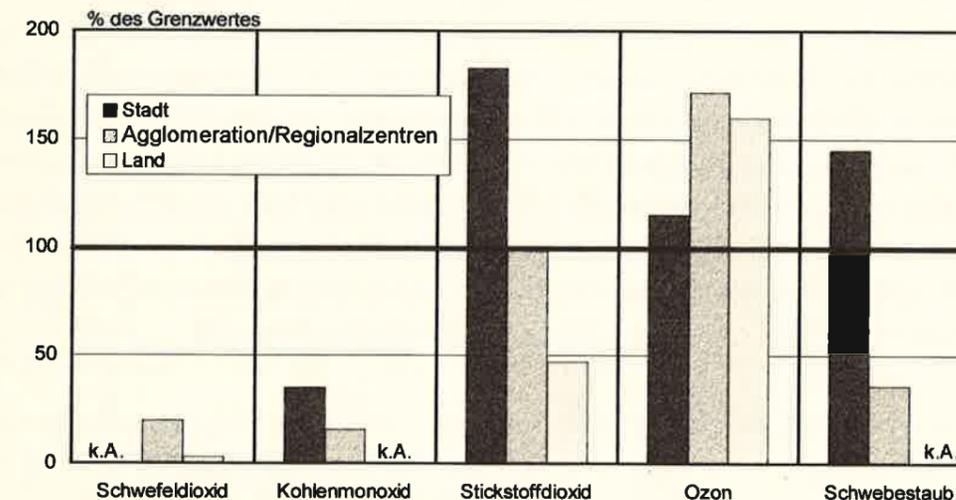
Die Konzentrationen von Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid lagen 1997, wie schon in den Vorjahren, in der ganzen Innerschweiz klar unter den Grenzwerten der Luftreinhalteverordnung. Die in die Luft ausgestossenen Mengen dieser Stoffe sind in den letzten Jahren infolge der getroffenen Luftreinhaltemassnahmen massiv zurückgegangen. Auch der Grenzwert für Schwebestaub wurde im vergangenen Jahr nicht erreicht. Als Bestandteil des Schwebestaubes nehmen aber die Feinstäube an Bedeutung zu. Ihre Konzentration steht in direktem Zusammenhang mit dem Auftreten von Atemwegserkrankungen. In der revidierten Luftreinhalteverordnung wird Feinstaub (PM-10) den bisherigen Schwebestaub ersetzen. Erste Messungen zeigen, dass die zugehörigen Grenzwerte auch an Innerschweizer Messstandorten überschritten werden.

Der in den letzten Jahren verzeichnete Rückgang der Stickstoffdioxidkonzentrationen hat sich verlangsamt. Die anhaltende Belastung der Luft mit Stickstoffdioxid lag auch 1997 noch vielerorts über dem Grenzwert der Luftreinhalteverordnung. Maximalwerte wurden in Stadtzentren gemessen, gefolgt von Standorten in Agglomerationen und Regionalzentren. Vor allem in der Nähe von vielbefahrenen Strassen sind die Werte erhöht. In Stadtzentren wurde 1997 auch der Kurzzeitgrenzwert mehrmals überschritten. In ländlichen Gegenden, abseits der Hauptverkehrsachsen, wurden nur geringe Mengen von Stickstoffdioxid gemessen.

Die Ozonwerte in der Innerschweiz zeigen im Vergleich zu den Vorjahren keine sinkende Tendenz. 1997 wurden die Grenzwerte, wie schon in den Vorjahren, in allen Gebieten der Innerschweiz zum Teil massiv überschritten. Der Stundenmittelgrenzwert wurde zwischen 13mal in Stadtzentren und 692mal im voralpinen Gebiet überschritten. In den dicht besiedelten Agglomerationen wurden zwischen 121 und 349 Überschreitungen verzeichnet. Pro Jahr dürfte dieser Grenzwert der Luftreinhalteverordnung maximal einmal überschritten werden.

Die Luftbelastung in der Innerschweiz ist weiterhin so hoch, dass negative Auswirkungen auf unseren Lebensraum zu erwarten sind. Die Ozonwerte übersteigen im grössten Teil der Innerschweiz die kritischen Belastungsgrenzen für Wald und landwirtschaftliche Kulturen und führen zu einer Schwächung des Waldes sowie Produktionseinbussen in der Landwirtschaft. Ebenfalls beeinträchtigt wird die Gesundheit des Menschen.

Die Luftbelastung in der Innerschweiz ist direkt gekoppelt mit unserem Umgang mit der Energie. Der Verbrauch der fossilen Brennstoffe führt einerseits zur unmittelbaren Belastung unserer Atemluft mit Schadstoffen. Andererseits tragen diese Emissionen zu den globalen Problemen wie dem Treibhauseffekt bei. Massnahmen für einen vernünftigen Umgang mit Energie führen auch zu besserer Luft.



Innerschweizer Luftschadstoffwerte 1997 im Vergleich mit den Grenzwerten der Luftreinhalteverordnung

(Werte in Prozent der Jahresmittelgrenzwerte. Ozon: Werte in Prozent des Stundenmittelgrenzwertes. k.A.: keine Angaben)

1. Wo und wie wird gemessen?

Ziel der Luftmessungen ist es, Aussagen über die Luftqualität in der Innerschweiz zu machen, und zwar möglichst flächendeckend. Dies wird unter anderem dadurch erreicht, dass die Standorte drei Belastungstypen zugeordnet werden: Stadtzentrum, Agglomerationen / Regionalzentren und Land. Diese Strukturierung vereinfacht die Kommunikation. Die Resultate der einzelnen Luftmessstationen können auf andere, ähnlich strukturierte Gebiete übertragen werden. Der Standorttyp Stadtzentrum ist charakterisiert durch eine hohe Siedlungsdichte und ein hohes Verkehrsaufkommen. Als Referenzstation dient hier die Station Luzern-Löwenplatz. Die Kategorie Agglomerationen und Regionalzentren umfasst die Umgebung der Städte sowie grössere Ortschaften mit dichter Besiedlung und erhöhtem Verkehrsaufkommen. In diesem Bereich werden die Messstationen Sedel (Ebikon), Feusisberg, Inwil bei Baar, Meggen, Sursee, Flüelen und Stans berücksichtigt. Der Standorttyp Land umfasst Standorte abseits der grossen Zentren und Strassen. Als Bezugsstationen für diesen Standorttyp dienten für den Jahresbericht 1997 die Stationen Alpthal, Schüpheim und Rigi (Seebodenalp).

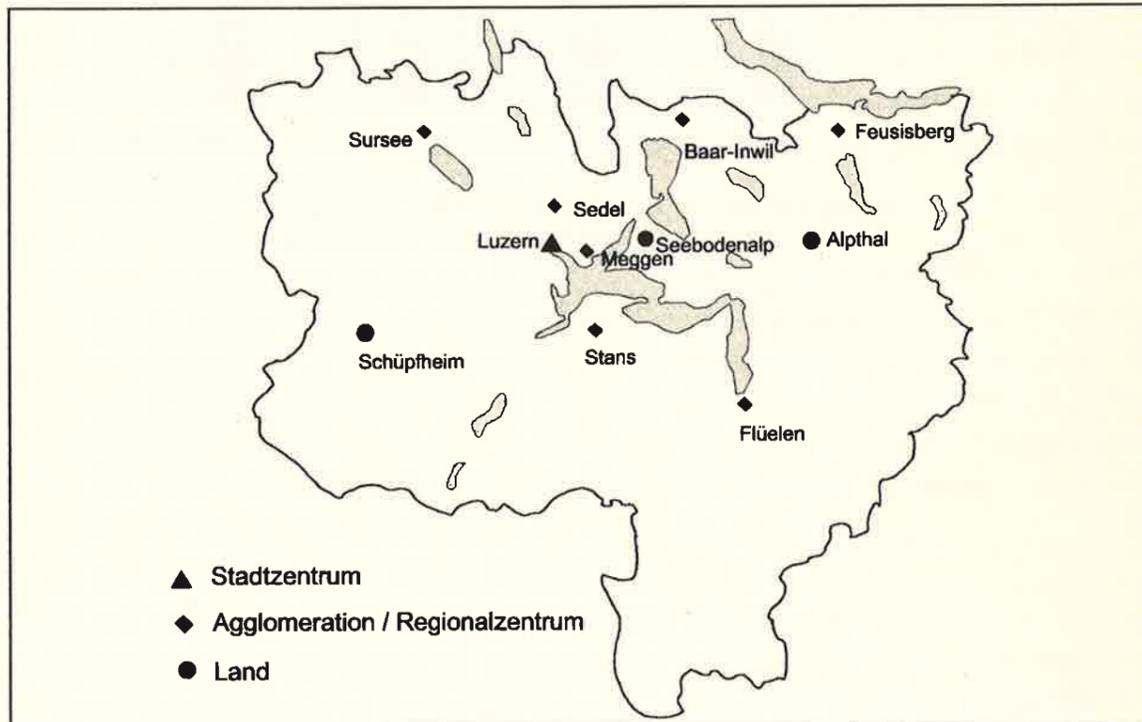


Abb. 1.1: Das Innerschweizer Luftmessnetz 1997 (ohne Passivsammler)

Zur Erhärtung der grossräumigen Aussagen über die Luftqualität wurden 1997 in der Innerschweiz zusätzlich an 91 Standorten Luftschadstoffe mit Passivsammlern gemessen. Diese eignen sich für die Beurteilung der Langzeitbelastung mit Stickstoffdioxid.

Nebst diesen Routineuntersuchungen wurden auch Spezialuntersuchungen durchgeführt. Deren Ergebnisse werden jeweils in separaten Berichten publiziert. Einige sind in zusammengefasster Form in Kapitel 4 aufgeführt.

2. Was zeigen die Resultate von 1997 und wie vergleichen sie sich mit den Vorjahren?¹

2.1. Stickstoffdioxid

Die Messresultate von Stickstoffdioxid im Jahr 1997 zeigen immer noch eine zu hohe Belastung in dichtbesiedelten Gebieten und entlang der Hauptverkehrsachsen. Dort kommt es zu Überschreitungen der Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung (LRV). Am städtischen Standort wurde ein Jahresmittelwert von 55 Mikrogramm pro Kubikmeter gemessen – dies bei einem Grenzwert von 30 Mikrogramm pro Kubikmeter. Um diesen Grenzwert und darunter bewegten sich 1997 die Stickstoffdioxidkonzentrationen in den Agglomerationen und Regionalzentren (Jahresmittel zwischen 21 und 30 Mikrogramm pro Kubikmeter). In der Nähe vielbefahrener Strassen (hauptsächlich verkehrsreiche, enge Ortsdurchfahrten) kommt es ebenfalls zu Grenzwertüberschreitungen. Keine Probleme bereitet Stickstoffdioxid in ländlichen Regionen, abseits der Hauptverkehrsachsen. Dort betragen die Konzentrationen im Jahresmittel oft weniger als die Hälfte des Grenzwertes.

Die Stickstoffdioxidkonzentrationen zeigen im Vergleich zu den Vorjahren keine wesentliche Änderung. Der vor allem in Agglomerationen und Regionalzentren in den letzten Jahren zu beobachtende Rückgang der Stickstoffdioxidkonzentrationen hat sich verlangsamt.

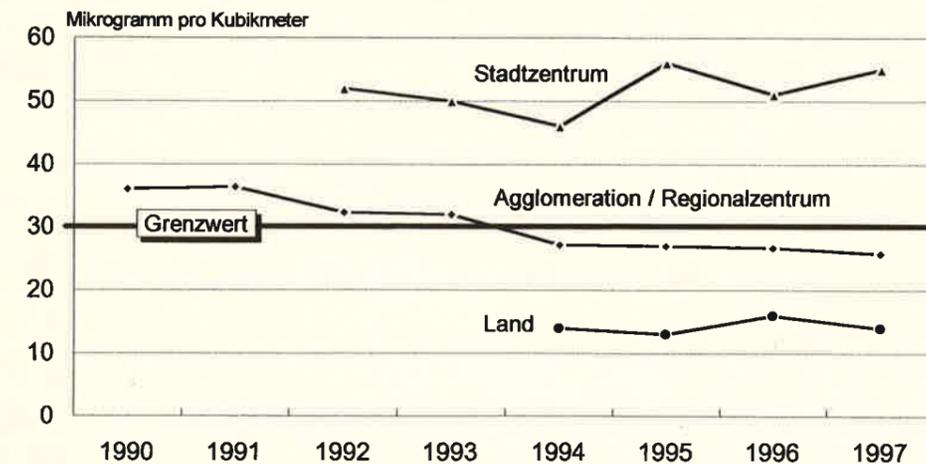


Abb. 2.1: Entwicklung der Jahresmittel der Stickstoffdioxidbelastung von 1990 bis 1997

¹ Anmerkung zu den Immissionsdaten: Bei den im vorliegenden Jahresbericht verwendeten Messresultaten handelt es sich um bereinigte Daten. Sie können von den monatlich publizierten Werten geringfügig abweichen, da dort noch unkorrigierte Daten verwendet wurden. Die detaillierten Messdaten werden in einem separaten Bericht veröffentlicht.

In Ergänzung zu den kontinuierlich messenden Stationen wird die Stickstoffdioxid-Belastung der Luft zusätzlich mit sogenannten Passivsammlern erfasst. Mit diesen können keine Kurzzeitwerte gemessen werden, hingegen können die Resultate mit dem Jahresgrenzwert der LRV verglichen werden. In der Innerschweiz wurden 1997 an 91 Standorten Passivsammler für Stickstoffdioxid eingesetzt. An einem Viertel der Standorte wurde der Jahresmittelgrenzwert überschritten. Sie finden sich in zentrumsnahen Gebieten oder entlang der Hauptverkehrsachsen. Die maximalen Jahresmittel der Passivsammlermessungen zeigten für starkbefahrene Ortsdurchfahrten Werte bis 65 Mikrogramm pro Kubikmeter. Die Hintergrundbelastung in abgelegenen Gebieten der Voralpen lag 1997, beispielsweise auf Rigi-Kulm, bei 3 Mikrogramm pro Kubikmeter.

Der *Jahresgang* der Stickstoffdioxidkonzentrationen zeigt standortbedingte Unterschiede. Im Normalfall werden maximale Werte im Winterhalbjahr gemessen. Dann sorgen oft Nebellagen für eine verminderte Durchmischung der Luft und bewirken damit eine Anreicherung von Luftschadstoffen. Minimale Werte wurden in den Sommermonaten registriert. Windiges und mildes Wetter sorgte letztes Jahr dafür, dass die Konzentrationen auch im Wintermonat Dezember relativ tief lagen.

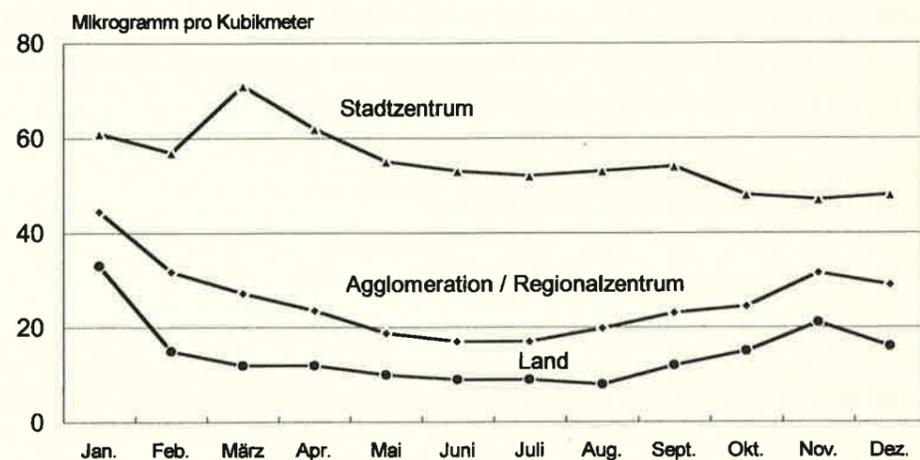


Abb. 2.2: Jahresgang der Stickstoffdioxidbelastung 1997

Die Spitzenkonzentrationen werden in der LRV mit dem Tagesmittelgrenzwert von 80 Mikrogramm pro Kubikmeter berücksichtigt. Er darf pro Jahr maximal einmal überschritten werden. Im Stadtzentrum wurden im vergangenen Jahr 18 Überschreitungen verzeichnet. Der Grenzwert wurde nicht eingehalten. Im Vorjahr wurde der Grenzwert viermal überschritten. Die *maximalen Tagesmittel* lagen bei 101 Mikrogramm pro Kubikmeter. Mit Ausnahme von autobahnnahen Standorten wurde der Grenzwert ausserhalb der dichtbesiedelten Regionen der Innerschweiz eingehalten.

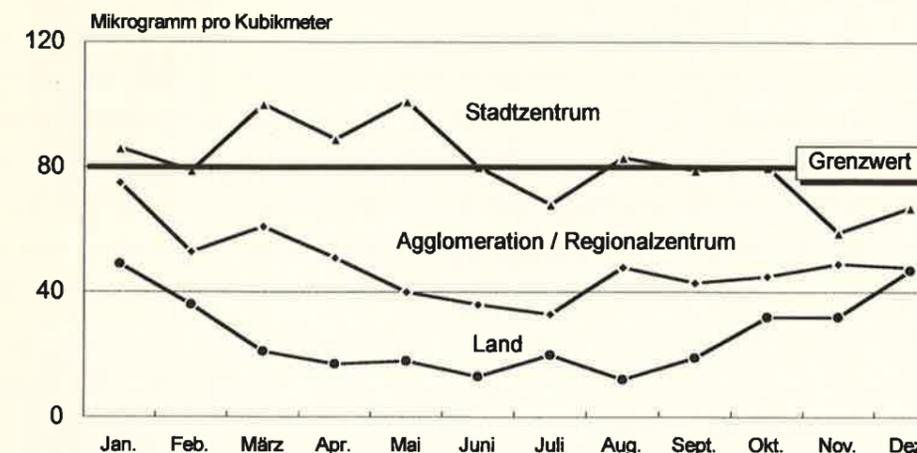


Abb. 2.3: Maximale Tagesmittel der Stickstoffdioxidbelastung 1997

2.2. Ozon

Keine Besserung zeigen die Ozonwerte in der Innerschweiz. Auch 1997 war die Luft grossräumig mit diesem Reizgas belastet. Insgesamt wurde im vergangenen Jahr der Stundenmittelgrenzwert in der Innerschweiz zwischen 13mal im Stadtzentrum und 692mal im voralpinen Gebiet überschritten. In den dicht besiedelten Agglomerationen und Regionalzentren wurden zwischen 121 und 349 Überschreitungen verzeichnet. Pro Jahr dürfte der Grenzwert gemäss Luftreinhalteverordnung nur einmal überschritten werden. Die Grenzwerte werden in der Innerschweiz grossflächig überschritten (vgl. Ozonbelastungskarte).

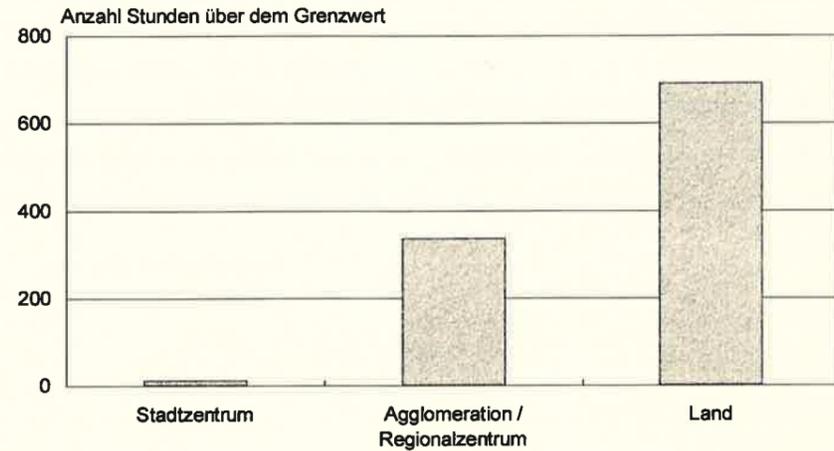
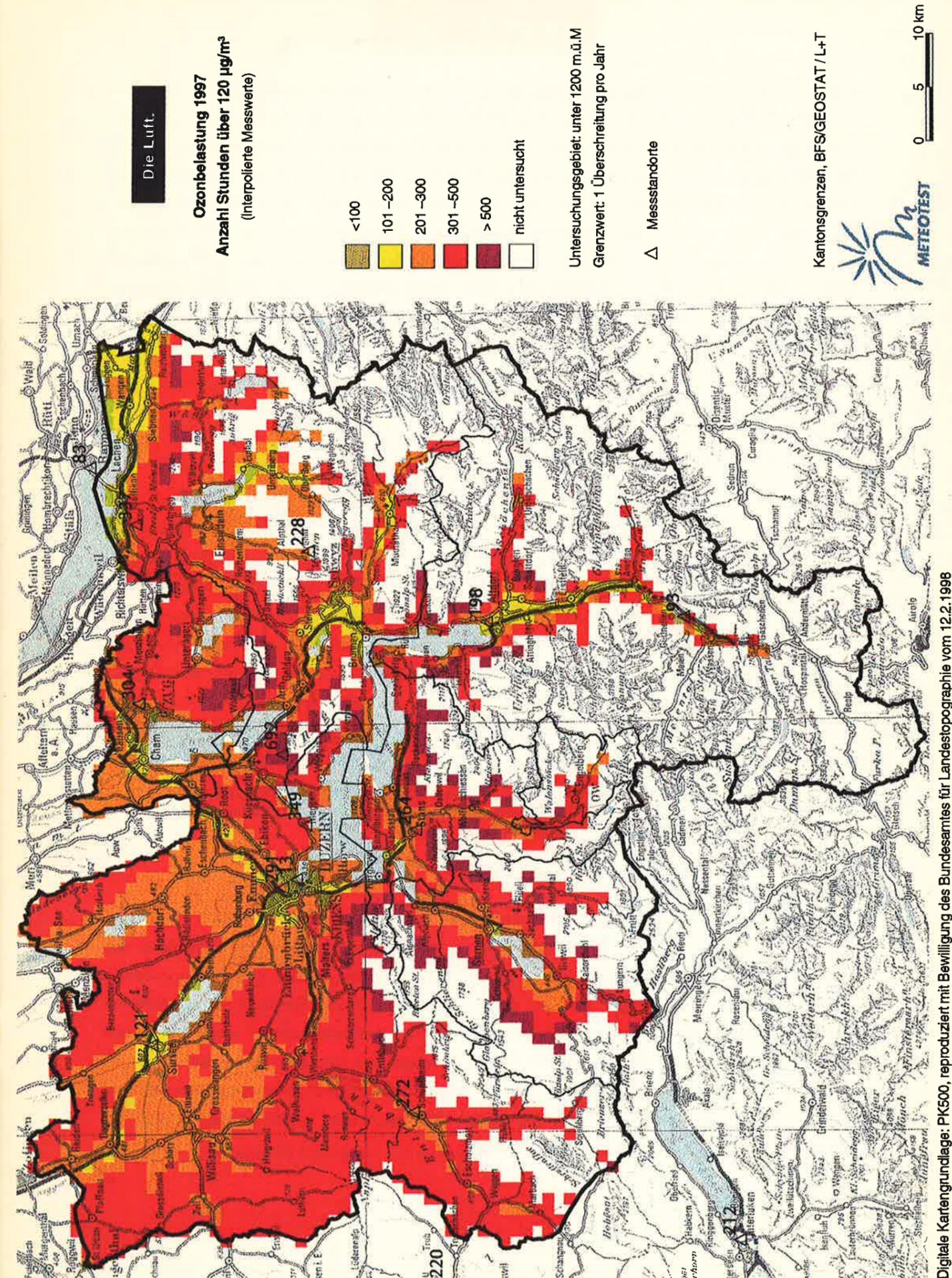


Abb. 2.4: Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes 1997

Ozonbelastung 1997: Anzahl Stunden mit Überschreitung des Kurzzeitgrenzwertes

Die Karte zeigt grosse regionale Unterschiede im Ausmass der Belastung. Der Immissionsgrenzwert der Luftreinhaltung für Ozon wird in der ganzen Innerschweiz flächendeckend überschritten. Am meisten Überschreitungen sind in den höher gelegenen Gebieten der Voralpen zu verzeichnen. Das Ozon wird hier einerseits aus den Ballungsgebieten importiert, andererseits fehlen hier die für den nächtlichen Ozonabbau nötigen Primärschadstoffe. Diese sorgen am Tag in den Ballungsräumen für die Ozonproduktion. Deutlich weniger Grenzwertüberschreitungen werden nur an stark verkehrsbelasteten Orten registriert. Dort wird das durch die Primärschadstoffe produzierte Ozon rasch wieder abgebaut.

Die Resultate der kontinuierlich arbeitenden Stationen des Innerschweizer Luftmessnetzes sowie Stationen der benachbarten Kantone und die Lage in Meter über Meer bilden die Grundlage für die Ozonbelastungskarte der Innerschweiz. Die Karte zeigt die Ozonbelastung in einer Auflösung von einem Quadratkilometer. Aufgrund fehlender Messstationen in den höher gelegenen Gebieten der Alpen sind die Modellrechnungen nur bis in eine Höhe von 1200 m ü. M. vorgenommen worden. Die Karte soll ein allgemeines Bild über die Innerschweizer Ozonbelastung vermitteln und erhebt nicht den Anspruch auf Genauigkeit im Detail. Die tatsächlich gemessenen Werte innerhalb eines Quadratkilometers können davon abweichen, insbesondere wenn eine vielbefahrene Strasse durch das Gebiet führt. Entlang von Hauptstrassen und in Dorfzentren wird in unmittelbarer Quellennähe vermehrt Ozon abgebaut. Die Ozonbelastung kann hier tiefer liegen.



Die Entwicklung der Ozonbelastung lässt sich durch den Vergleich mit Messdaten früherer Jahre verfolgen. Betrachtet man den Verlauf des 98 %-Wertes von 100 Mikrogramm pro Kubikmeter (Monatsgrenzwert) der Messreihe in Inwil bei Baar, erkennt man keinen eindeutigen Trend zu höheren oder tieferen Ozonwerten (vgl. Abb. 2.5). Bei Einhaltung des Grenzwertes dürfte der Grenzwert-Balken von 100 Mikrogramm pro Kubikmeter nicht überschritten werden. Während einem Grossteil des Jahres wurde der Grenzwert überschritten. Die Maxima finden sich jeweils im Sommerhalbjahr, wenn die Sonneneinstrahlung die Ozonproduktion begünstigt. Tiefere Werte, wie sie zum Beispiel 1993 aufgetreten sind, lassen sich klimatisch erklären (wenig langandauernde Schönwetterperioden). Dies wurde auch bei den anderen Innerschweizer Messresultaten beobachtet. 1997 war die Ozonbelastung etwas höher als im Vorjahr.

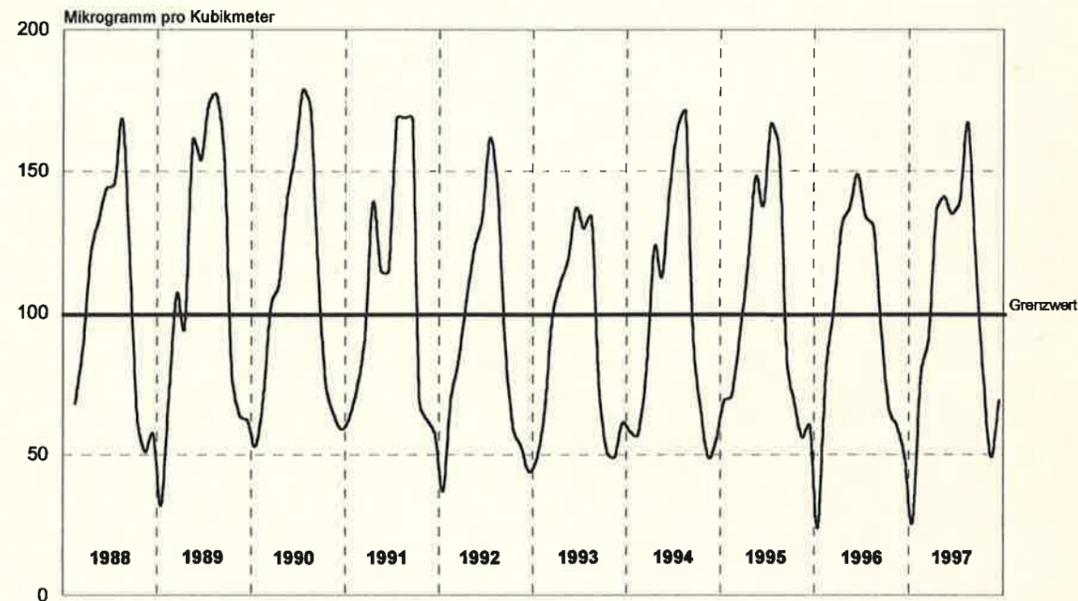


Abb. 2.5: 98- %-Werte von Ozon 1988 - 1997 an einem typischen Agglomerationsstandort in der Innerschweiz (Baar-Inwil) (Grenzwert: 98 Prozent der gemessenen Halbstundenmittel müssen kleiner als 100 Mikrogramm sein)

Ozon-Jahresverlauf 1997

Im vergangenen Jahr wurden erste Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes der Luftreinhalteverordnung von 120 Mikrogramm pro Kubikmeter im März gemessen. Mehr Sonne sorgte in den folgenden Monaten regelmässig für zu hohe Ozonwerte. Die Monate mit den meisten Ozon-Grenzwertüberschreitungen waren April, Mai, Juli und August. Abb. 2.6 zeigt die enge Abhängigkeit der Überschreitungen des Ozonstundengrenzwertes von der Sonnenscheindauer. Im sonnenarmen und sehr feuchten Juni wurden deutlich weniger Überschreitungen des Grenzwertes verzeichnet als im selben Monat der Vorjahre. Die Periode mit Überschreitungen zog sich im vergangenen Jahr bei meist trockenem und sonnigen Wetter bis in den Oktober hinein. In den Wintermonaten lag jahreszeitlich bedingt nur noch wenig Ozon in der Luft.

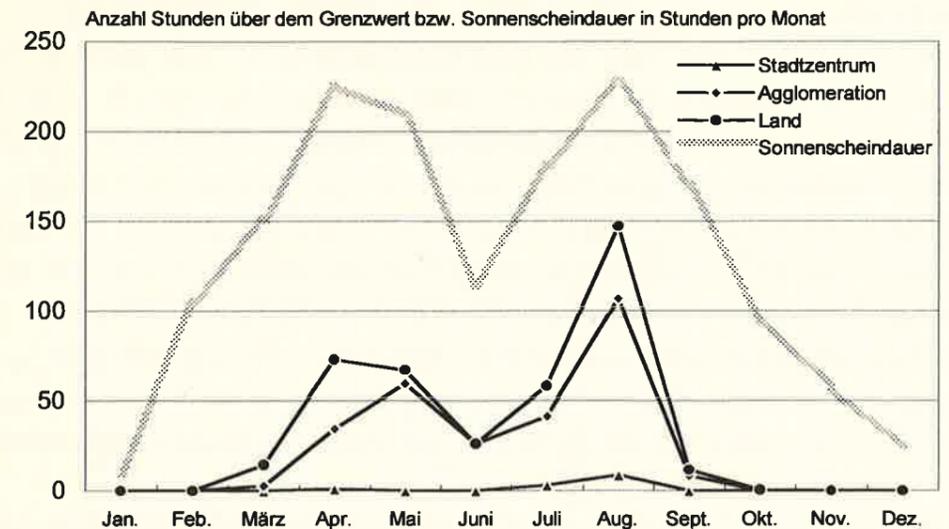


Abb. 2.6: Monatliche Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes 1997 im Vergleich mit der Sonnenscheindauer in Luzern

Ozon-Spitzenwerte 1997

Die Spitzenwerte der Ozonkonzentrationen lagen in den Sommermonaten in den Agglomerationen im Stundenmittel bei bis zu 206 Mikrogramm pro Kubikmeter. Der Grenzwert liegt bei 120. Im Monat August sorgte das Sommerwetter für die Maximalwerte. Die höchsten Konzentrationen wurden in den Agglomerationen und Regionalzentren gemessen. Auf dem Land lagen die Spitzen bei 192, im Stadtzentrum bei 138 Mikrogramm. Nur Standorte in unmittelbarer Nähe von Verkehrsachsen wiesen tiefere Werte auf. Dort sorgten die vom Verkehr emittierten Schadstoffe für einen raschen Abbau des Ozons. Wegen der Verfrachtung des gebildeten Ozons sind die Konzentrationen auch in ländlichen Gebieten übermässig.

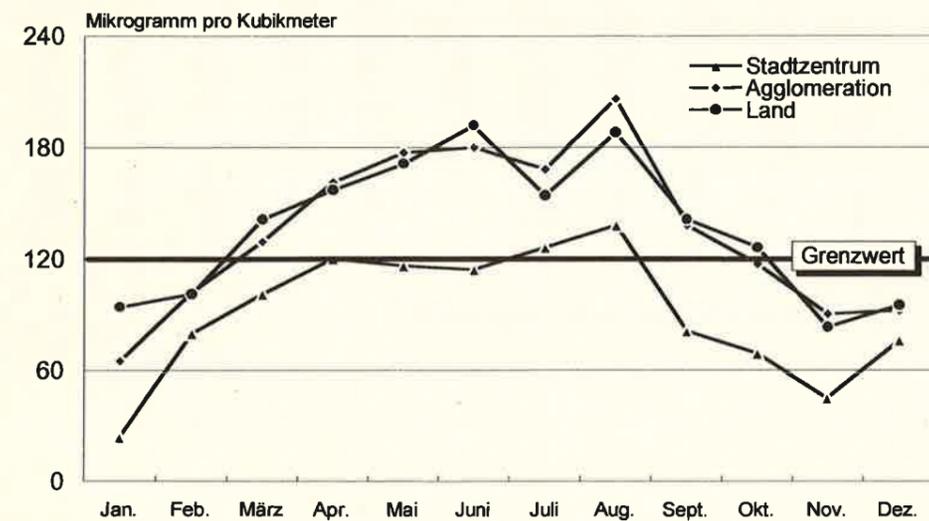


Abb. 2.7: Maximale Stundenmittel von Ozon 1997

Kritische Belastungsgrenzen von Ozon für Wald und landwirtschaftliche Kulturen

Für die wirkungsorientierte Betrachtung der Ozonbelastung auf Pflanzen sind neben den Konzentrationen noch andere Kenngrößen von Bedeutung. Dafür wurde der AOT-40 definiert. Er gibt die Dosis an, welcher Pflanzen während ihrer Wachstumsphase ausgesetzt sind. Es werden nur die Werte aufsummiert, die über einem Schwellenwert von 40 ppb liegen², deshalb die Abkürzung AOT-40 (accumulated exposure over a threshold of 40 ppb). Für Wald werden die Werte aller Stunden von April bis September, für landwirtschaftliche Kulturen nur jene der Tagesstunden von Mai bis Juli berücksichtigt. Europäische Forscherteams empfehlen, die tolerierbare Belastungsgrenze (critical level) bei einer möglichen Biomasseeinbusse von 10 % festzulegen.³ Für Wald liegt die kritische Belastungsgrenze bei 10 ppm*h⁴. Für landwirtschaftliche Kulturen ist bei 3 ppm*h ein theoretischer Ernteausfall von 5 % zu erwarten⁵. Das Konzept der „critical levels“ ist derzeit in Weiterentwicklung.

In der Innerschweiz wurden im vergangenen Jahr die kritische Ozonbelastungsdosis für Wald (Abb. 2.8) und landwirtschaftliche Kulturpflanzen (Abb. 2.9) erheblich überschritten. Gemäss dem Bericht der UN-ECE (United Nations Economic Commission for Europe) würde sich dies in einer ozonbedingten Biomasseeinbusse der Wälder von über 10 % und einem relativen Ernteausfall für landwirtschaftliche Kulturen von über 5 % auswirken.

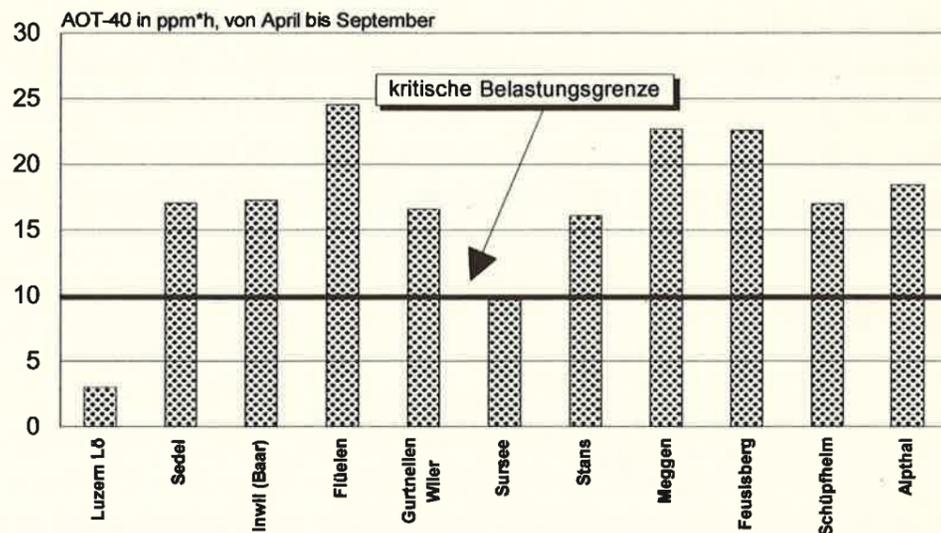


Abb. 2.8: Ozondosis für Wald 1997 in der Innerschweiz

² ppb: part per billion, ein Teilchen auf eine Milliarde Teilchen.
³ Quelle: „Critical levels for ozone - a UN-ECE workshop report“. Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie. Schriftenreihe der FAC Liebefeld Nr. 16, 1994.
⁴ ppm: part per million, ein Teilchen auf eine Million Teilchen.
⁵ Quelle: „Proceedings of the Workshop on Critical levels for Ozone in Europe: Testing and Finalizing the Concept“. Kuopio, Finland, 1996.

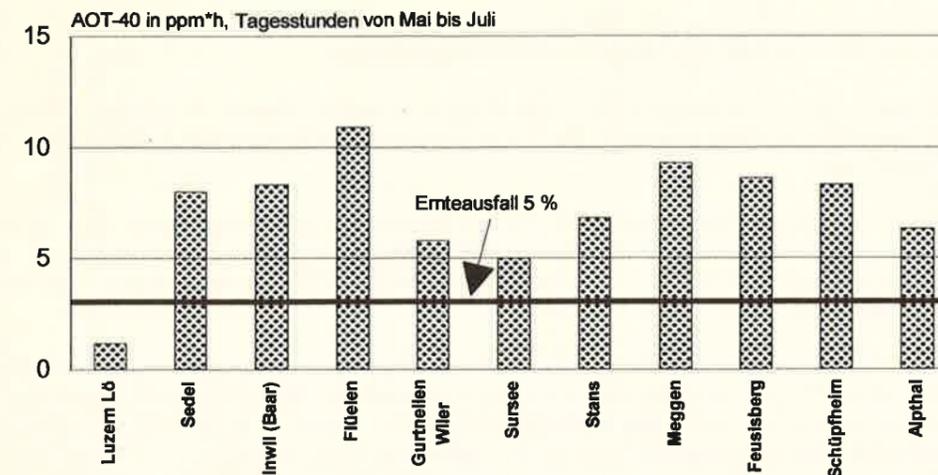


Abb. 2.9: Ozondosis für landwirtschaftliche Kulturen 1997 in der Innerschweiz

Die zeitliche Entwicklung der Ozon-Dosis für Wälder seit 1992 zeigt, dass ausserhalb der Städte die Belastungsgrenzen für Ozon jedes Jahr überschritten wurden. Die niedrigsten Werte wurden im sonnenarmen 1993 erfasst. Eine eindeutige Tendenz ist nicht zu erkennen.

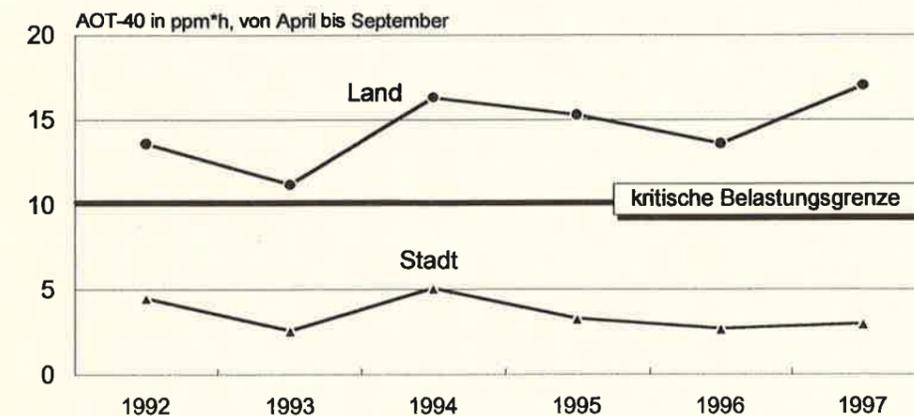


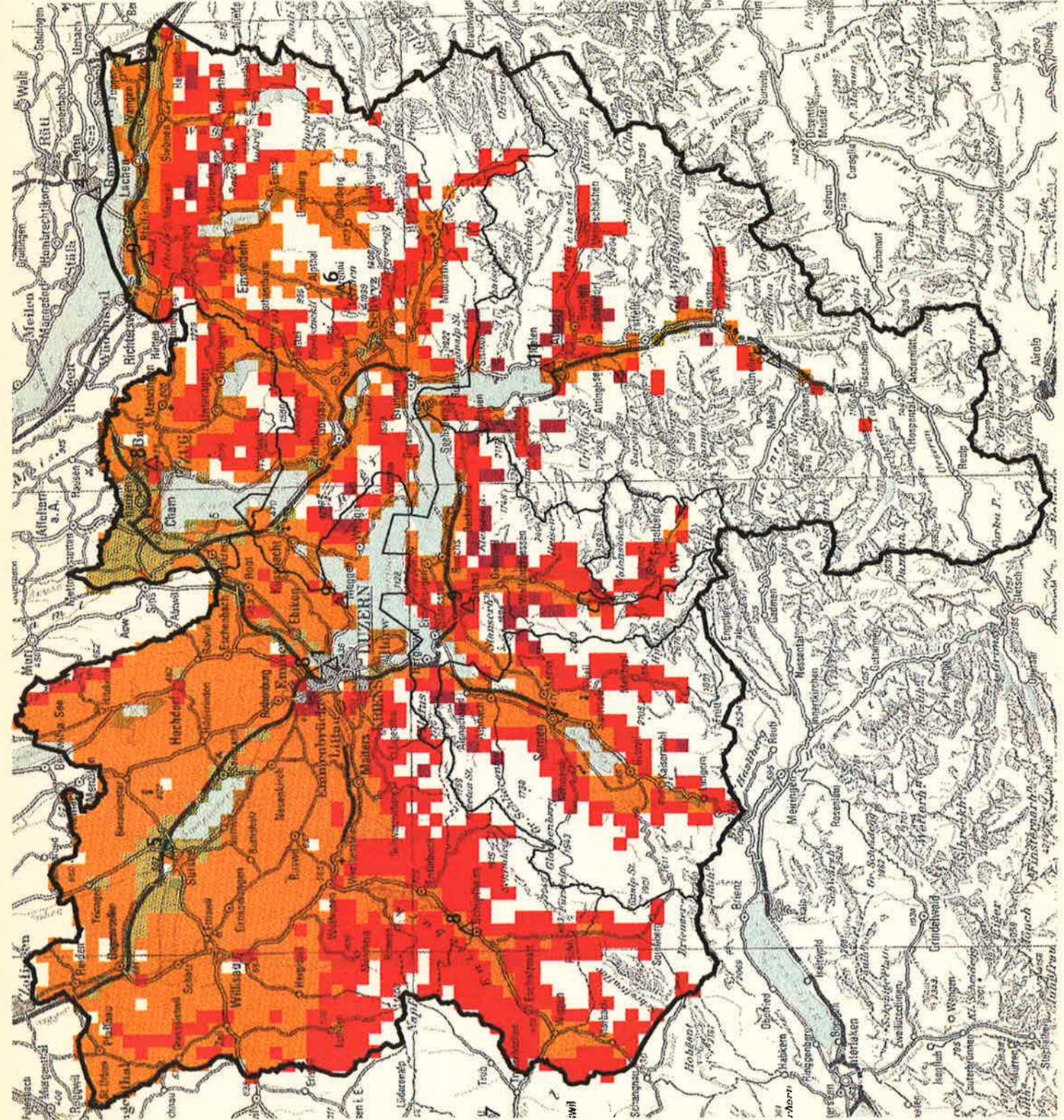
Abb. 2.10: Zeitliche Entwicklung der Ozondosis für Wald

Ozonbelastung im Jahr 1997 für landwirtschaftliche Kulturen

Beinahe flächendeckend überschreitet die Ozon-Dosis in der Innerschweiz die kritischen Belastungsgrenzen für landwirtschaftliche Kulturen. Die Karten zeigen grosse regionale Unterschiede im Ausmass der Belastung.

Besorgniserregend sind die flächendeckenden Überschreitungen der Belastungsgrenze für landwirtschaftliche Kulturen. Diese treten auch in den am intensivsten landwirtschaftlich genutzten Gegenden des Mittellandes auf. Damit sind ozonbedingte Einbussen der landwirtschaftlichen Produktion von über 5 % zu erwarten.

Die Resultate der kontinuierlich arbeitenden Stationen des Innerschweizer Luftmessnetzes sowie Stationen der benachbarten Kantone und die Lage in Meter über Meer bilden die Grundlage für die Ozon-Dosiskarte der Innerschweiz. **Die Karte zeigt die Ozon-Dosis in einer Auflösung von einem Quadratkilometer.** Die Modellrechnungen für die Belastung Kulturen wurden bis in eine Höhe von 1200 m ü. M. durchgeführt. Die Karte soll ein allgemeines Bild über die Innerschweizer Ozonbelastung vermitteln und erhebt nicht den Anspruch auf Genauigkeit im Detail. Die tatsächlich gemessenen Werte innerhalb eines Quadratkilometers können variieren, insbesondere wenn eine vielbefahrene Strasse durch das Gebiet führt. Entlang von Hauptstrassen und in Dorfzentren wird in unmittelbarer Quellennähe vermehrt Ozon abgebaut. Die Ozonbelastung kann hier tiefer liegen.



Die Luft.

**Ozonbelastung 1997
Landwirtschaftliche Kulturen
AOT40**
(Interpolierte Messwerte)

- 0-3 ppm*h
- 3-6
- 6-9
- 9-12
- >12
- nicht untersucht

Untersuchungsgebiet: unter 1200 m.ü.M
Kritische Belastungsgrenze für landwirtschaftliche Kulturen: 3 ppm*h
AOT40: Ozon-Dosis aller Tagesstunden von Mai bis Juli über einem Schwellenwert von 40 ppb

△ Messstandorte

Landwirtschaftsfläche:
Arealstatistik 1979/85, BFS/GEOSTAT
Kantons Grenzen, BFS/GEOSTAT / L+T



2.3. Schwefeldioxid

In der Innerschweiz lagen 1997 die Jahresmittel deutlich unter dem Grenzwert der Luftreinhalteverordnung von 30 Mikrogramm pro Kubikmeter. Der Kurzzeitgrenzwert von 100 Mikrogramm pro Kubikmeter wurde mit einem maximalen Tagesmittel von 18 Mikrogramm pro Kubikmeter klar eingehalten. In ländlichen Gebieten werden die tiefsten Werte gemessen. Die Schwefeldioxidkonzentrationen gehen seit dem Maximum der Schwefeldioxidemissionen in der Mitte der 60er zurück und stagnieren derzeit auf einem tiefen Stand. Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte treten keine mehr auf. Die Maximalwerte wurden im Winterhalbjahr gemessen. Grund dafür sind die schlechteren Ausbreitungsbedingungen und zusätzlich die Hausfeuerungen.

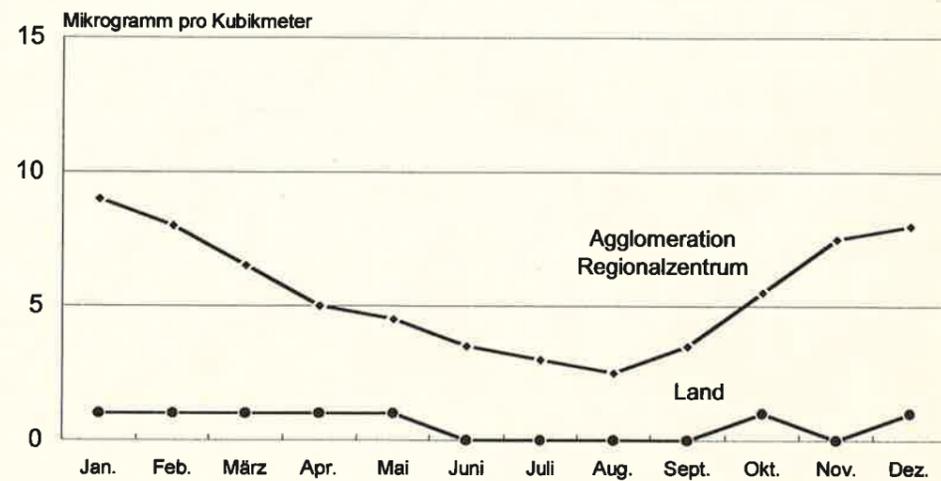


Abb. 2.11: Jahresgang von Schwefeldioxid, 1997

An den tiefen Schwefeldioxid-Werten zeigt sich der Erfolg der getroffenen Massnahmen (insbesondere der Herabsetzung des Schwefelgehaltes im Heizöl). Das Beispiel Schwefeldioxid macht deutlich, dass bei einer konsequenten Umsetzung von Lufthygienemassnahmen auch an früher stärker belasteten Standorten die Grenzwerte wieder eingehalten werden können.

Eine weitere Senkung des Schwefeldioxidausstosses (Hauptquelle: Industrie und Gewerbe) ist dennoch anzustreben, denn Schwefeldioxid trägt, zusammen mit anderen säurebildenden Schadstoffen, zur Versauerung der Niederschläge bei. Dies ist für die Wälder und andere empfindliche Ökosysteme der Innerschweiz nachwievor von Bedeutung, weil weiträumig die kritischen Belastungsgrenzen für den Säureeintrag überschritten werden.⁶

⁶ Critical Loads for Acidity for Forest Soils and Alpine Lakes. Steady State Mass Balance Method. BUWAL 1994, Environmental Series No. 234.

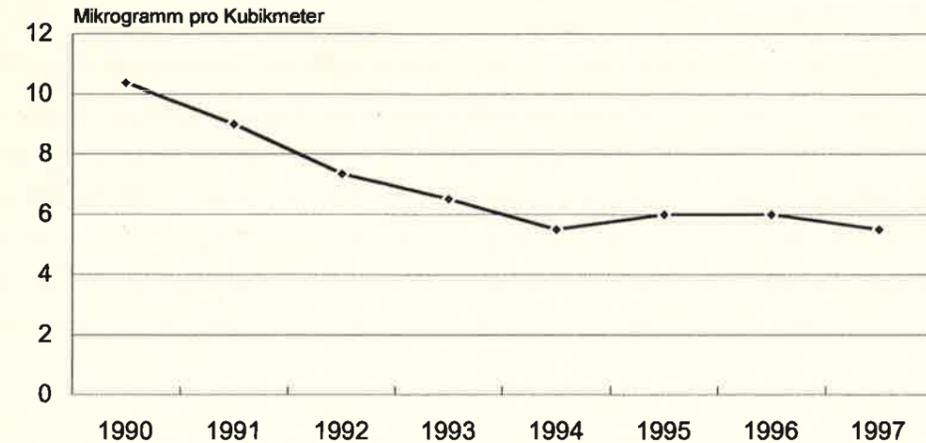


Abb. 2.12: Jahresmittel von Schwefeldioxid in Agglomerationen der Innerschweiz von 1990 bis 1997 (Grenzwert: 30 Mikrogramm pro Kubikmeter)

2.4. Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid (CO) wird grösstenteils durch den Motorfahrzeugverkehr verursacht. In der Innerschweiz lagen die Konzentrationen selbst an verkehrsbelasteten Standorten im Jahresmittel klar unter dem Grenzwert der Luftreinhalteverordnung. Der gesamtschweizerisch feststellbare Rückgang der Belastung erfolgte in den Achtziger Jahren parallel zur Einführung des Abgas-Katalysators. Die zur Zeit gemessenen Werte dürften sich in den nächsten Jahren kaum verändern.

Tab. 1: Jahresmittel von Kohlenmonoxid

Standort	Jahresmittelwert (mg/m³)	Grenzwert (mg/m³)
Luzern Löwenplatz	3	8

2.5. Schwebestaub

Unter Schwebestaub versteht man feinverteilte Schwebestoffe mit einer Sinkgeschwindigkeit von weniger als 10 Zentimeter pro Sekunde. Schwebestaubpartikel dienen als Träger für andere Schadstoffe (Schwermetalle, Sulfate, Nitrate, organische Verbindungen etc.). Ihre gesundheitlichen Auswirkungen betreffen in erster Linie die Atemwege. Je nach Grösse setzen sich die Schwebestaubteilchen schon im Nasen-Rachenraum ab oder können bis in die tieferen Atemwege eindringen. Schwebestaub verstärkt die Wirkung anderer Luftschadstoffe. Vor allem die in die Lunge eindringenden Partikel sind schädlich (vgl. Jahresbericht über die Luftbelastung in der Innerschweiz 1996).

Die Schwebestaubkonzentrationen des vergangenen Jahres zeigen leicht höhere Werte im Winterhalbjahr. Dann ist bei Nebellagen die Durchmischung der Luft vermindert und die Staubpartikel können sich anreichern. Im Jahresmittel erreichten die Konzentrationen in der Innerschweiz jedoch maximal etwa die Hälfte des heute geltenden Immissionsgrenzwertes von 70 Mikrogramm pro Kubikmeter.

In den letzten fünf Jahren ist eine geringfügige Abnahme der Schwebestaubkonzentrationen in der Innerschweiz zu beobachten.

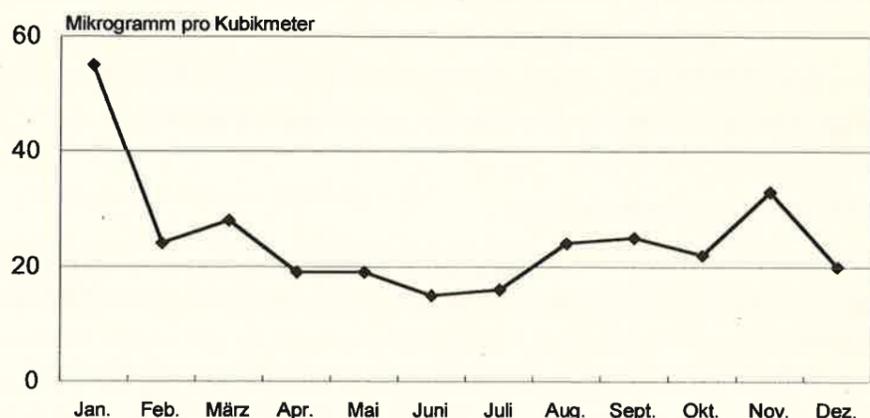


Abb. 2.13: Jahresgang von Schwebestaub, 1997 an einem typischen Agglomerationsstandort in der Innerschweiz (Inwil, Baar) (Grenzwert: 70 Mikrogramm pro Kubikmeter)

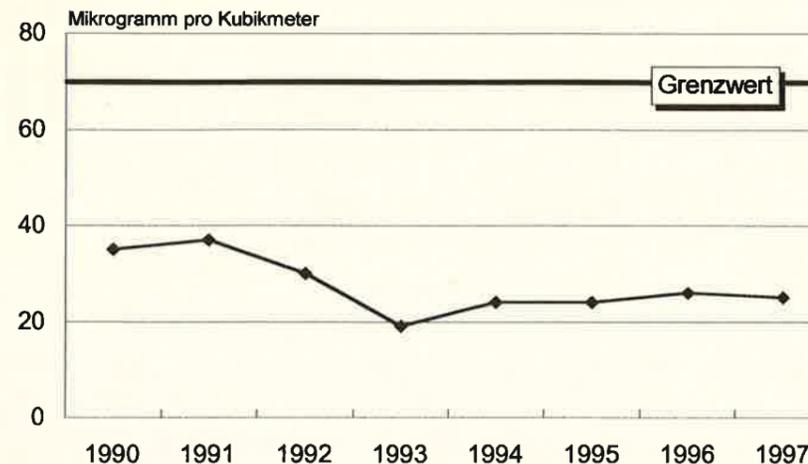


Abb. 2.14: Jahresmittel von Schwebestaub von 1990 bis 1997 bei einem typischen Agglomerationsstandort in der Innerschweiz (Inwil, Baar)

Auf den 1. März 1998 hat der Bundesrat den im Anhang der Luftreinhalteverordnung aufgeführten Schwebestaub durch einen PM-10⁷ (engl. particulate matter) genannten Feinstaub ersetzt und zugehörige Grenzwerte festgelegt. Während der bisherige Schwebestaub auch grössere Staubpartikel bis zu 50 Mikrometer Durchmesser enthält, wird mit PM-10 nur noch derjenige Staubanteil berücksichtigt, dessen Teilchengrösse 10 Mikrometer nicht übersteigt. Dieser Staubanteil kann beim Einatmen ohne merkliche Abscheidung in Nase und Rachen in die Lunge gelangen. Dies ist von gesundheitlicher Bedeutung. Gemäss neuesten epidemiologischen Studien in der Schweiz (SAPALDIA), Europa und den USA besteht ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der PM-10-Konzentration und dem Vorkommen von chronischen Atemwegserkrankungen wie Asthma oder Bronchitis. PM-10 ist derzeit das am besten geeignete Mass zur Erfassung des gesundheitlichen Risikos der Luftverschmutzung in der Schweiz. Mit den neuen PM-10-Grenzwerten ist, im Gegensatz zum bisher erfassten Schwebestaub, vielerorts wieder mit Überschreitungen zu rechnen.

Erste Messungen in der Innerschweiz zeigten, dass im Stadtzentrum der neue Grenzwert überschritten wird. Das Jahresmittel betrug dort im vergangenen Jahr 29 Mikrogramm pro Kubikmeter (Grenzwert: 20 Mikrogramm pro Kubikmeter). Ebenfalls deutlich überschritten wurde mit 94 Mikrogramm pro Kubikmeter der Kurzzeitgrenzwert von 50 Mikrogramm pro Kubikmeter. Die nachfolgende Karte soll eine Vorschau über die im Raum Innerschweiz zu erwartende Immissionsbelastung geben.

⁷ Schwebestaub. Messung und gesundheitliche Bewertung. Schriftenreihe Umwelt Nr. 270. BUWAL, Bern, 1996.

Die Luft.

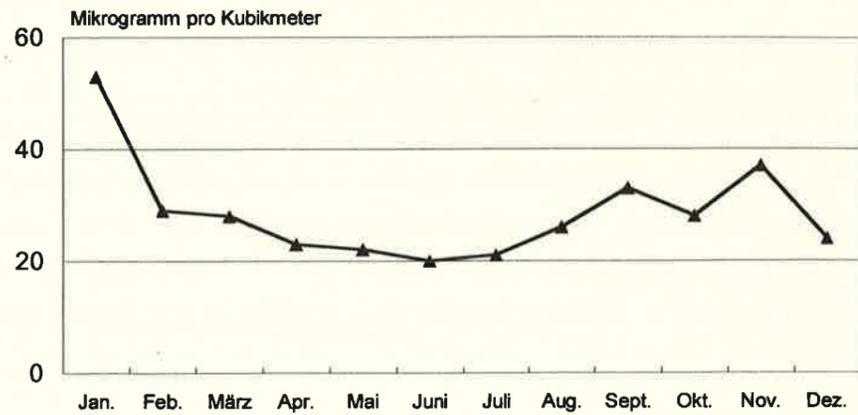


Abb. 2.15: Jahresgang von Feinstaub (PM-10), 1997 im Stadtzentrum (Luzern Löwenplatz)

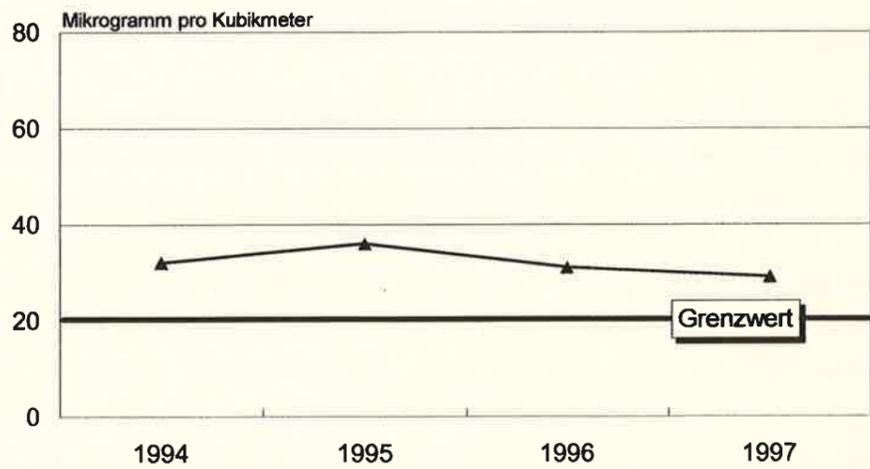


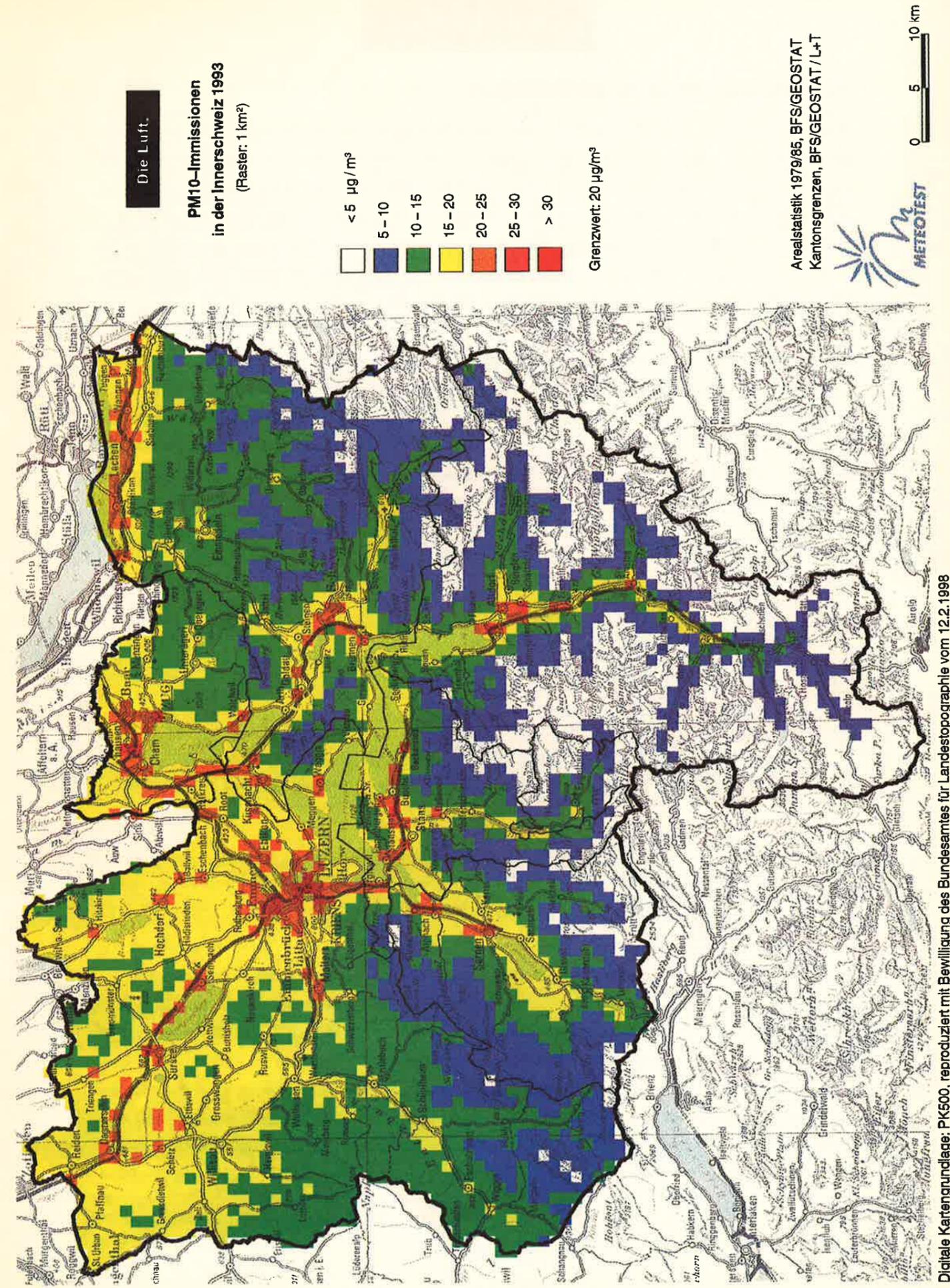
Abb. 2.16: Jahresmittel von Feinstaub (PM-10) von 1994 bis 1997 im Stadtzentrum (Luzern Löwenplatz)

PM-10 Belastung in der Innerschweiz

Die PM-10-Belastungskarte stützt sich auf einen Immissionskataster, der im Rahmen der Studie „Monetarisierung der verkehrsbedingten externen Gesundheitskosten“⁸ erstellt worden ist. Er beruht auf Messungen der PM-10-Konzentrationen an 17 Stationen in der Schweiz. Aufgrund dieser Daten wurden die Konzentrationen auf die ganze Schweiz hochgerechnet. Die Hochrechnung weist für das Jahr 1993 die PM-10-Immissionen mit einer Auflösung von einem Quadratkilometer aus. Eine detailliertere Karte ist für den Jahresbericht 1998 vorgesehen.

Die Karte der PM-10-Immissionen für die Innerschweiz zeigt, dass in den dichtbesiedelten Gebieten sowie entlang der Hauptverkehrsachsen Überschreitungen des PM-10-Jahresmittelgrenzwertes von 20 Mikrogramm pro Kubikmeter erwartet werden müssen. Im ländlichen Raum, abseits der grossen Strassen, sind die PM-10-Konzentrationen unbedenklich.

⁸ Monetarisierung der verkehrsbedingten externen Gesundheitskosten. Synthesbericht, GS EVED / Dienst für Gesamtverkehrsfragen, GVF-Auftrag Nr. 272, 1996, Bern



2.6. Flüchtige organische Verbindungen

Flüchtige organische Verbindungen (VOC, engl. volatile organic compounds) sind ein Sammelbegriff für eine Vielzahl organischer Gase und Dämpfe. Wegen dieser Vielzahl unterschiedlicher Stoffe wurde in der Luftreinhalteverordnung für VOC kein Immissionsgrenzwert festgelegt. VOC entstehen unter anderem bei der Verbrennung und Verdunstung von Treibstoffen und Lösungsmitteln. VOC sind in zweierlei Hinsicht problematisch: Zusammen mit Stickoxiden führen sie einerseits unter Sonneneinwirkung zur Bildung von bodennahem Ozon, andererseits sind viele VOC auch direkt toxisch und weisen zum Teil krebserregende Eigenschaften auf.

In der Innerschweiz wurden 1997 keine VOC-Immissionsmessungen durchgeführt. Messresultate von Benzol aus dem Jahr 1996 zeigen in Altdorf einen höheren Jahresmittelwert als etwa in Luzern. Die Werte sind hauptsächlich abhängig vom Abstand zu vielbefahrenen Strassen und der umliegenden Bebauung. Die VOC-Konzentrationen an den Standorten in Luzern und Altdorf liegen generell in Bereichen, wo auch sehr hohe Stickstoffdioxid-Werte erfasst werden. Der Strassenverkehr ist die Hauptquelle von Benzol.

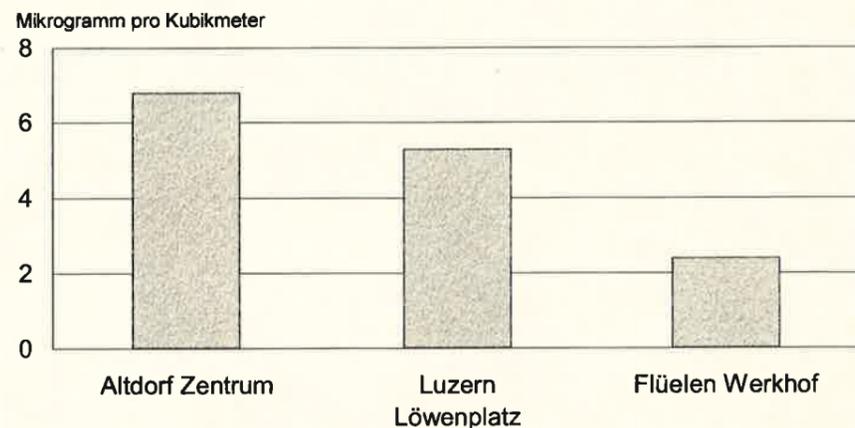


Abb. 2.17: Jahresmittelwerte von Benzol im Vergleich (Messperiode Januar - Dezember 1996) an drei Standorten in der Innerschweiz (Altdorf Zentrum, Strassenschlucht; Luzern Löwenplatz, Innenstadt; Flüelen Werkhof)

Für die Beurteilung der Belastung kanzerogener Luftschadstoffe stehen keine Grenzwerte zur Verfügung. Gemäss der Umweltschutzgesetzgebung sind in der Schweiz Immissionsgrenzwerte für Luftschadstoffe so festgelegt, dass Belastungen unterhalb der entsprechenden Werte den Menschen nicht gefährden und die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht stören. Da kanzerogene Stoffe aber bereits in kleinsten Mengen Wirkungen zeigen, kann diese Bedingung nicht erfüllt werden. Ziel muss es daher sein, die Emissionen kanzerogener Stoffe zu verhindern oder weitmöglichst zu reduzieren. Massnahmen zur Reduktion der Benzolbelastung wurden beispielweise mit der Rückführung der Benzindämpfe beim Tanken oder der Reduktion des Benzolgehaltes im Benzin bereits in Angriff genommen. Die Reduktion der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe

(PAH⁹) und Russpartikel verlangt aber noch weitere Massnahmen bei allen Verursachern, speziell bei den Dieselmotoren. Die Entwicklung von Motoren mit geringeren Partikelemissionen und damit auch geringerer PAH-Belastung sowie der Einsatz von Russfiltern wird von der Industrie in Zusammenarbeit mit den Behörden vorangetrieben. Besonders vernünftig wäre der Einsatz von Partikelfiltern bei schweren Nutzfahrzeugen auf Baustellen und in Kiesgruben. Mit solchen Filtern können die Dieselrussemissionen um über neunzig Prozent reduziert werden. Im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen von grossen Bauprojekten wurden solche Filter in einigen Kantonen, so in Luzern und Uri, als Auflage verlangt.

⁹ PAH: engl. polyaromatic hydrocarbons, dt. PAK

3. Die Luft und die Energie - ein unzertrennliches Paar

Gewinnung, Veredelung, Transport, Lagerung und Einsatz von Energie bringen neben der erwünschten Leistung oft auch eine erhebliche Umweltbelastung mit sich. Betroffen davon ist insbesondere die Luft. Mit einem effizienteren Energieeinsatz und Verhaltensänderungen beim Energiekonsum können die negativen Auswirkungen des ungebremsten Energiekonsums auf lokaler und globaler Ebene reduziert werden.

Durch die Nutzung fossiler Energie durch Verkehr, Industrie, Haushalte und andere Verbraucher (Gewerbe, Dienstleistungen, Land- und Forstwirtschaft) werden enorme Luftschadstoffmengen freigesetzt. Diese wirken sich in unmittelbarer Umgebung der Quellen beispielsweise in Form erhöhter Ozonbelastung oder sauren Niederschlags aus (vgl. Kapitel 2). Die Beschäftigung mit der lokalen oder regionalen Belastung der Luft bildet üblicherweise das Hauptbetätigungsfeld der Luftreinhaltung. Die Folgen der Energienutzung tragen aber auch zu einem globalen Klimaproblem bei – dem Treibhauseffekt. Massnahmen im Bereich der Energienutzung wirken sich somit lokal auf die Umgebungsluft und global auf das Klima aus.

3.1. Die Luft im globalen Kontext

Im Zusammenhang mit den laufenden Klimadiskussionen steht vor allem der durch den Menschen bedingte massive Ausstoss von Kohlendioxid (CO₂) im Vordergrund (vgl. Kasten). Seit 1750 hat die Konzentration von CO₂ in der Atmosphäre um rund dreissig Prozent zugenommen. Weltweit werden heute pro Jahr 27 Milliarden Tonnen Kohlendioxid emittiert. Die Schweiz ist daran mit 0.2 Prozent beteiligt. Dieser recht niedrig erscheinende Anteil ist darauf zurückzuführen, dass emissionsträchtige Schwerindustrien (z.B. Eisenverhüttung, Petrochemie) bei uns kaum vertreten sind. In die Schweiz importierte Grundstoffe und Güter, deren Förderung, Herstellung und Transport viel Energie benötigen, setzen im Ausland grosse Mengen Schadstoffe frei. Damit führen wir einen hohen Anteil "grauer Energie"¹⁰ ein. Wir verursachen also hohe Emissionen im Ausland, welche von der nationalen Statistik aber nicht erfasst werden (vgl. "Umwelt in der Schweiz 1997", Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft und Bundesamt für Statistik). Der Innerschweizer Anteil an den CO₂-Emissionen der Schweiz beträgt rund ein Zehntel.

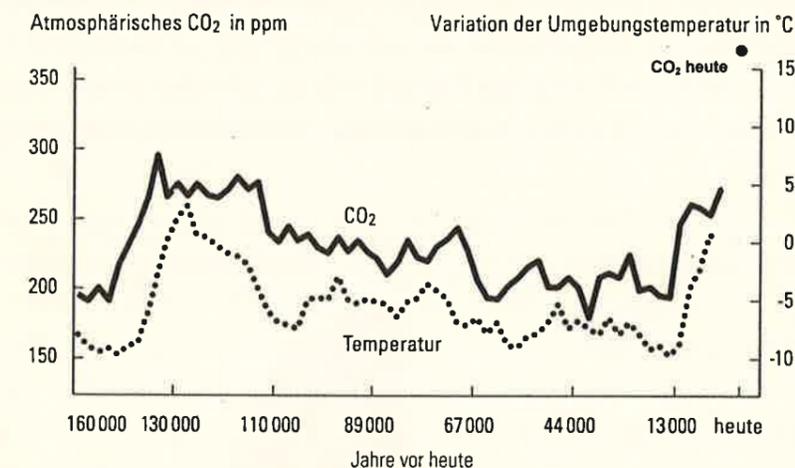
3.2. Wieviel Energie können wir uns leisten?

Die Auswirkungen unseres ungebremsten Energiekonsums im Bezug auf die globalen Umweltprobleme und die lokal übermässige Immissionsbelastung mit verschiedenen Luftschadstoffen führen zur Frage, welchen Energieverbrauch sich unsere Umwelt leisten kann.

¹⁰ Graue Energie: Wird für die Herstellung, den Transport und die Entsorgung eines Produktes benötigt.

Antarktisches Eis als Klimaarchiv

Aus der Eisdecke der Antarktis wurden bis in Tiefen von 2'000 Meter Eisproben entnommen. Die chemische Analyse der darin eingeschlossenen Luftbläschen ergab, dass in den vergangenen 160'000 Jahren eine Erhöhung der CO₂-Konzentrationen immer mit einer Erhöhung der globalen Durchschnittstemperaturen verbunden war. Der heutige Wert von 360 ppm liegt um dreissig Prozent über demjenigen vor Beginn der Industrialisierung. Es ist damit zu erwarten, dass die globalen Durchschnittstemperaturen ansteigen werden. Seit Anfang dieses Jahrhunderts hat sich die weltweite Durchschnittstemperatur bereits um rund 0.6 Grad erhöht. Damit steigt auch die Wahrscheinlichkeit von massiven Unwettern.



(Zeichnung nach Jouzel u. a., 1987).

Eine Studie der elf grössten Umwelt- und Entwicklungsorganisationen der Schweiz kommt zum Schluss, dass wir in praktisch allen Umweltbereichen um das Drei- bis Achtfache über unseren Verhältnissen leben. Um eine Zukunftsfähigkeit der Schweiz und der Welt zu gewährleisten, müssten wir unseren Verbrauch an fossiler Energie um rund einen Drittel pro Person senken. Die Emissionen an klimawirksamem Kohlendioxid müssten wir sogar um 75 Prozent reduzieren.

"Der Fussabdruck": Konzept, das 1992 von der niederländischen Sektion der Umweltorganisation Friends of the Earth entwickelt wurde. Sie berechnet pro Kopf der Bevölkerung einen Umweltraum für die verschiedenen Schadstoffemissionen und den Verbrauch der Ressourcen (Rohstoffe, Land- und Wasserverbrauch). Dieser Umweltraum ist so bemessen, dass er zukünftigen Generationen die gleichen Lebenschancen wie uns garantiert, und dass alle Menschen weltweit die gleichen Rechte auf Nutzung von Ressourcen und eine intakte Umwelt haben.

Aus: "Umwelt in der Schweiz 1997", Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft und Bundesamt für Statistik.

Haushalt und Verkehr verbrauchen heute über 60 Prozent der Gesamtenergie. Der Gesamtverbrauch an Treibstoffen (Benzin, Diesel, Kerosin) übersteigt heute den Bedarf an Erdölbrennstoffen für Heizungen und andere Feuerungen. Diese Tatsache gilt in vielen Fällen auch für den Einzelnen:

- Der Benzinverbrauch von Personen, die regelmässig mit dem Auto unterwegs sind, ist oft weit grösser als der Ölverbrauch für Heizzwecke zu Hause.

- Auch Flugreisen strapazieren die persönliche Energiebilanz arg. Die Energie, welche jeder Passagier auf einer Flugreise nach Kalifornien konsumiert, würde ausreichen, um zu Hause eine mittelgrosse Wohnung ein Jahr lang zu heizen.

Der Energieverbrauch der Schweiz ist stark verbunden mit dem Mobilitätsverhalten. Parallel zu den Zuwachsraten der Fahrleistungen ist auch der Energieverbrauch angestiegen. Die jährliche Fahrleistung der Personenwagen hat seit 1950 um mehr als das Zwanzigfache zugenommen und beträgt heute rund 45 Milliarden Fahrzeugkilometer pro Jahr. Der Anteil von Brenn- und Treibstoffen am Endenergieverbrauch stieg von 24% im Jahr 1950 auf 61% im Jahr 1995. Enorme Zuwachsraten sind auch beim Flugverkehr zu beobachten. In den nächsten Jahrzehnten wird hier ein noch stärkeres Wachstum erwartet.

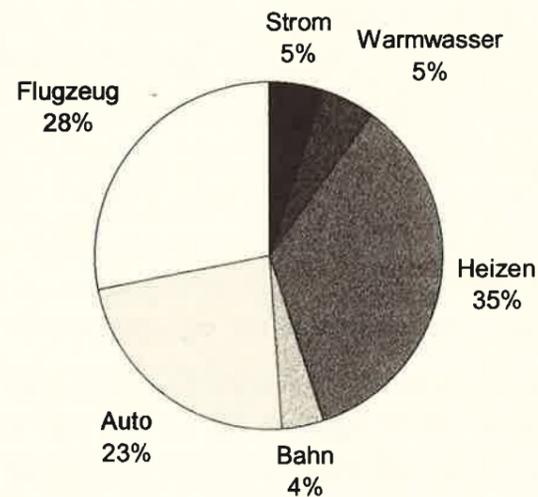


Abb. 3.1: Was macht eine 4-köpfige Innerschweizer Familie durchschnittlich mit ihrer Energie?

3.3. Wege zur sinnvollen Energienutzung - auch für die Luft

Der Mensch kann nicht ohne intakte Luft leben. Genauso können und wollen wir nicht ohne Energie sein. Diese beiden Ansprüche sind in Einklang zu bringen. Durch unseren sorglosen Umgang mit Energie wird unsere Umwelt thermisch und chemisch übermässig belastet. Zuviel Energie entweicht ungenutzt (z.B. in Form von Abwärme) und zuviel Energie wird für unnütze Produkte, also solche, die keinen nachhaltigen Wert aufweisen, aufgewendet. Die intelligente Nutzung von Energie kann hier zu einer wesentlichen Verbesserung führen.

Im täglichen Leben können die Haushalte mit einer sorgfältigen Wahl von Konsumartikeln, dem sparsamen Umgang mit Energie im Haushalt und einer energetisch sinnvollerem Wahl des Fortbewegungsmittels einen massgeblichen Beitrag zur Verringerung des Gesamtenergieverbrauches liefern.

Der Einsatz neuartiger Umwelttechnologien – beispielsweise in der ökologischen High-Tech-Bauweise oder bei den Verbrennungsmotoren – vermag den Energieverbrauch stark zu reduzieren. Mit einer Isolation, welche Sonnenwärme durch die Wand ins Hausinnere leitet, kann beispielsweise bis zu 50 Prozent an Energie eingespart werden. Benzinmotoren, welche mit dem Betriebsprinzip der Direkteinspritzung (GDI = Gasoline Direct Injection Machine) funktionieren, erlauben eine wesentlich genauere Regelung der benötigten Benzinmengen. Mit diesem System reduziert sich der Benzinverbrauch um 20%. Positive Umwelteffekte hat auch die Wahl von Fluggesellschaften, welche moderne Flugzeuge einsetzen. Mit optimierten Triebwerken, wie sie z.B. in Airbussen der Typen A320 und A321 eingebaut werden, reduziert sich der Stickoxid-Ausstoss um etwa vierzig Prozent. Vor ihrer Einführung stehen Maschinen mit zusätzlich vermindertem Treibstoffverbrauch.

Die massivsten Emissionseinsparungen ergeben sich durch die Reduktion der Anzahl Fahrten mit Auto und Flugzeug. Mithelfen dabei soll v.a. auch das raumplanerische Konzept des vernetzten Systems von Städten und ländlichen Räumen. Die grossen und mittelgrossen Siedlungszentren werden dabei durch ein leistungsstarkes öffentliches Verkehrsnetz miteinander verbunden. Der Individualverkehr konzentriert sich hauptsächlich auf abgelegene, ländliche Regionen. Durch den starken Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs und die Förderung von Gemeinschaftsautos könnten 40 Prozent an Energie, welche durch den Nahverkehr verbraucht wird, eingespart werden.

Mit ihrer Klimapolitik von 1997 hat sich die Schweiz verpflichtet, ihre CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2010 um 10 Prozent zu reduzieren. Eine Massnahme hierfür ist das "Aktionsprogramm Energie 2000". Durch die Förderung von erneuerbaren Energien wie z.B. Sonnen- und Windenergie sowie Umgebungswärme wird eine Verminderung des fossilen Energieverbrauches angestrebt. Ausserdem soll die Wasserkraftproduktion gesteigert werden. Gleichzeitig wird eine bewusstere Energienutzung auf freiwilliger Basis durch Information der Bevölkerung gefördert. Diese Ziele sollen auch über marktwirtschaftliche Instrumente wie Lenkungs- und Finanzierungsabgaben erreicht werden. Hierzu zählen beispielsweise die Lenkungsabgabe auf Heizöl Extraleicht mit einem Schwefelgehalt über 0.1 Prozent und die Lenkungsabgabe für flüchtige organische Verbindungen (VOC). Zu den Finanzierungsabgaben zählen unter anderem die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe und eine allfällige Treibstoffsteuer-Erhöhung zur Finanzierung des öffentlichen Verkehrs (NEAT).

Die mit dem "Aktionsprogramm Energie 2000" bis anhin erreichten Resultate entsprechen nicht den Erwartungen und Zielsetzungen. Von 1990 bis 1995 hat sich der Verbrauchszuwachs bei den fossilen Energieträgern und der Elektrizität gegenüber der Vergleichsperiode von 1985 bis 1990 verlangsamt. Allerdings war das Jahr 1996 bereits wieder durch eine Zunahme des Energieverbrauches gekennzeichnet.

Bei der Umsetzung von "Energie 2000" kommt den kantonalen Stellen eine wichtige Funktion zu. Energieberatungsstellen bringen in kommunaler Zusammenarbeit der Bevölkerung die Ideen des

Aktionsprogrammes näher. Die Arbeit der Innerschweizer Luftreinhaltefachstellen hilft dabei mit, die Ziele der schweizerischen Klimapolitik zu erreichen (vgl. Beispiele in Kap. 4). Um die angestrebten Reduktionsziele im Energieverbrauch und der Schadstofffreisetzung zu erfüllen, bleibt noch viel zu tun. Wir sehen die Zusammenarbeit der Innerschweizer Kantone im Umweltschutzbereich dabei als Beispiel für die notwendigen grenzüberschreitenden Bemühungen um eine Verbesserung der zukünftigen Lebensqualität.

Weiter in die Zukunft weist das Projekt „Strategie Umwelt“ des ETH-Rates. Dabei wird das ambitionöse Ziel verfolgt, unseren Energiebedarf von derzeit 6.5 Kilowattstunden pro Person auf rund einen Drittel, auf 2 Kilowattstunden zu senken, einen weltweit verträglichen Bedarf. Diese Vision soll innert 20 - 30 Jahren ohne wesentliche Komforteinbusse zu realisieren sein. Ein Erfolg dieses Projektes wird auch einen Erfolg für die Luftreinhaltung bringen.

4. Berichte aus den Kantonen

"Die Luft." im Verkehrshaus

1993 haben sich die sechs Innerschweizer Kantone darauf geeinigt, die saubere Luft zu ihrer gemeinsamen Sache und dafür Werbung zu machen. Daraus ist "Die Luft." entstanden. Die Kampagne startete 1993 und ging 1997 in ein ungewöhnliches viertes Jahr. Vom 26. Mai bis zum 15. August war "Die Luft." als Sonderschau zu Gast im Verkehrshaus der Schweiz in Luzern. Rahmenveranstaltungen spannten den Bogen von der Ausstellung zur verkehrspolitischen Diskussion. Die Innerschweizer Sommer-Luft-Tage trugen den Anlass im Verkehrshaus in die ganze Innerschweiz und mit Hilfe der Medien in die gesamte Schweiz.

Am Eröffnungstag wurde die Stadt Luzern zu einer eigentlichen "Luft-Stadt": Der Einweihung der "Luftsprünge" – ein mit farbigen Fahnen gesäumter Stadtparcours mit zehn Stationen zum Thema Luft vom Bahnhof aus entlang der Seepromenade ins Verkehrshaus – folgte die Eröffnung der Innerschweizer Sommer-Luft-Tage vor der Jesuitenkirche. Eine Parade (fast) aller in der Schweiz erhältlichen Elektro-Fahrzeug-Typen am Reussufer läutete die anschliessende gemeinsame Fahrt durch die Stadt ins Verkehrshaus ein. Eskortiert von der Polizei bewegten sich Schulkinder, Regierungsräte, Stadtbehörde, offizielle Gäste und Zaungäste mit den Elektrofahrzeugen, Velos, Rikschas, Trottinetts und Skateboards ins Verkehrshaus.

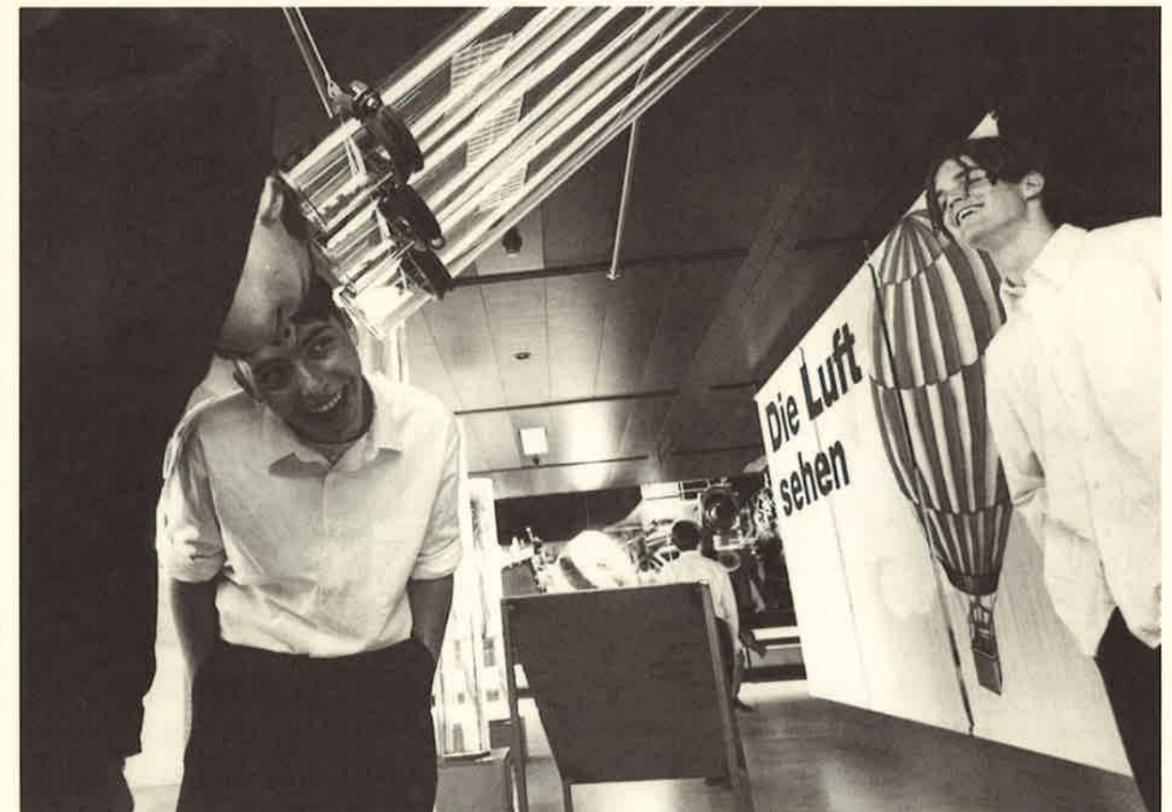


Abb. 4.1: Die Luft im Verkehrshaus Luzern (Foto: Priska Ketterer)

Die Sonderschau "Die Luft." dauerte rund zweieinhalb Monate. Erleben, experimentieren, staunen: Auf spielerische Weise lernten knapp 200'000 Besucherinnen und Besucher, 40'000 mehr als erwartet, die Luft und ihre vielen Seiten kennen. 80'000 davon waren Jugendliche. Die Ausstellung machte die Zusammenhänge zwischen der Luft und unserer Mobilität sichtbar und – subtil, aber unmissverständlich – auf die Verletzlichkeit und die Endlichkeit der Luft aufmerksam.

An sechs Kantonstagen (UR, SZ, NW, OW, ZG, LU) wurden Schülerinnen und Schüler der "Luft"-Kantone mit besonderen Angeboten zum Besuch des Verkehrshauses animiert. Interessierte Schulklassen waren im Vorfeld eingeladen worden, ihre Zukunftsvisionen in Kantonsfenstern darzustellen. Ihnen wurde dafür Reise, Eintritt, IMAX und Verpflegung offeriert. 6'000 Schülerinnen und Schüler reisten mit Extraschiffen und Sonderzügen an und erlebten einen luftigen Tag im Verkehrshaus. Spontan schloss sich der Kanton Tessin diesen Kantonstagen an. Mit der Finissage, einem Luft-Fest neben dem Verkehrshaus und der Special night im Open Air Kino am See wurde der erfolgreiche Anlass abgeschlossen.

Hinter diesem Erfolg stecken konkrete Gründe: Etwa die Professionalität des "Verkehrshauses", die Qualität der Ausstellungsmacher, die durchdachte Organisation der Rahmenveranstaltungen, die aufwendige Vorbereitung der Schulklassen auf die Kantonstage oder die Unterstützung durch zahlreiche Partner und Sponsoren. Ein neuartiges Betreuungskonzept erweckte die Sonderausstellung erst recht zum Leben: 13 Personen eines Arbeitslosenprogrammes (RAV) leisteten insgesamt 5'000 Arbeitsstunden als aktive Betreuer der Ausstellung. Aus verschiedensten Berufen stammend entwickelten sie sich zu wahren Botschaftern der Luft.

Das Ziel? Mit Ausstellung und Diskussionen allein wird unsere Luft nicht besser. Mit Gewissheit aber lässt sich Schritt für Schritt ein kleines Stück Verständnis und Motivation schaffen für Innovationen und Massnahmen, die unserer Luft gut tun. Uns gut tun.



Luftbelastung entlang von Alpentransitachsen

Im Forschungsprojekt LUBETRAX (lufthygienische Belastung im Bereich von Transitachsen) wurden die Zusammenhänge zwischen Luftbelastung, Meteorologie und Verkehr auf der Gotthardautobahn A2 im Bereich des Urner Reusstales untersucht. Daraus ergaben sich einige beachtliche Erkenntnisse.

Im Kanton Uri liegt die Luftbelastung für Stickstoffdioxid längs der Nationalstrasse A2 über dem Grenzwert der Luftreinhalteverordnung (30 Mikrogramm pro Kubikmeter). Die Messungen ergaben für den unteren, flachen Teil des Reusstales in 10 m Abstand von der Autobahn Werte von 49 Mikrogramm pro Kubikmeter und für den oberen, engeren Teil in 50 m Abstand noch 34 Mikrogramm pro

Kubikmeter. Damit sind die Werte vergleichbar mit jenen, welche an starkbefahrenen Autobahnen des Mittellandes gemessen werden. In Härkingen mit dreimal höherem Verkehrsaufkommen beträgt der Wert 36 Mikrogramm pro Kubikmeter bei einem Autobahnabstand von 10 m. Eine Abschätzung für das untere Reusstal zeigt, dass beidseits der Autobahn in einem Streifen von je 300 m Breite eine übermässige Stickstoffdioxid-Belastung auftritt. Im oberen Reusstal betrifft es talseits der Autobahn einen rund 100 m breiten Streifen. Ein Vergleich der Verkehrsfrequenzen zeigt, dass die A2 im Kanton Uri mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehr von 21'000 Fahrzeugen nur etwa 1/3 des Verkehrs zwischen Oftringen und Härkingen aufweist. Theoretisch wäre somit im Reusstal mit einer erheblich tieferen Belastung zu rechnen. In den Steigungen, wie sie im oberen Teil des Reusstales zwischen Amsteg und Göschenen auftreten, nimmt parallel zum erhöhten Benzinverbrauch auch der Schadstoffausstoss zu, typischerweise um einen Faktor 2. Damit erklärt sich ein Teil der vergleichsweise höheren Belastung auf diesem Abschnitt der Gotthardautobahn. Der verbleibende Rest könnte zumindest qualitativ der Enge des Tales zugeschrieben werden.

Die Untersuchung der Ausbreitungsbedingungen ergab einen zusätzlichen Aspekt: Die Temperaturinversionen. Im Winterhalbjahr liegt zuweilen während mehrerer Tage eine Hochnebelschicht über dem Tal. Dann steigt im ganzen Talgebiet die Stickoxidbelastung erheblich an. Die Abbildung 4.2 zeigt für eine solche Situation den Verlauf der Temperatur und der Stickoxidbelastung mit zunehmender Höhe. Unterhalb der Nebeldecke liegt die Temperatur knapp über dem Gefrierpunkt, oberhalb – an der Sonne – etwa 5 Grad Celsius höher. Dieser Temperaturanstieg verhindert eine Vermischung der unteren belasteten Luftschicht mit der darüberliegenden sauberen. Bei solchen Wetterlagen finden sich die höchsten Belastungen im oberen und engen Teil des Reusstales. Dort können sich die Abgase der Autobahn zwischen den Bergabhängen und der darüberliegenden Nebeldecke nur sehr schlecht ausbreiten und verdünnen. Dies führt zuweilen zu Luftverschmutzungen wie in grossen Städten längs starkbefahrenen Verkehrsachsen.

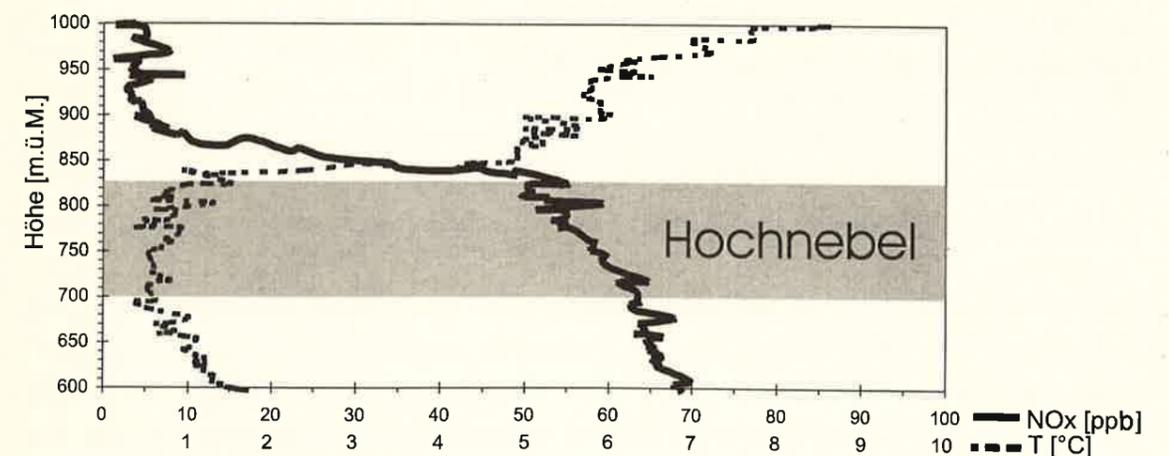


Abb. 4.2: Höhenabhängigkeit der Stickoxidkonzentrationen (NO_x) und Lufttemperaturen bei einer ausgeprägten Inversionslage im Urner Reusstal.

Zur bemerkenswert hohen winterlichen Luftbelastung im unteren Reusstal tragen zusätzlich die bodennahen Temperaturinversionen bei. Diese sind meist nicht durch eine Nebeldecke erkennbar, sondern bestenfalls durch einen Dunstschleier über dem Talboden. Diese Inversionen wurden mit der Messung von Temperaturprofilen an den Talflanken ersichtlich. Sie reichen typischerweise bis in eine Höhe von etwa 100 m über Boden.

Die Untersuchungen zeigten eindrücklich, dass speziell in Bergtälern für die Erstellung von Belastungsprognosen nebst dem Verkehrsaufkommen auch die Topographie und die lokalen Ausbreitungsbedingungen bekannt sein müssen. In der Fortsetzung des Projektes werden, abgestützt auf die obigen Erkenntnisse, die mögliche Luftbelastung im Urner Reusstal für verschiedene Verkehrsszenarien prognostiziert und Auswirkungen auf die empfindlichen Schutzwälder und Alpweiden abgeschätzt.

Emissionsminderungen durch Sanierungen im Bereich Industrie und Gewerbe im Kanton Schwyz

Im vergangenen Jahr sind im Bereich Industrie und Gewerbe teilweise substantielle Verminderungen von Emissionen erzielt worden. Während im Bereich Stickoxide, Schwefeloxide und Staub keine ins Gewicht fallenden Sanierungen vorgenommen wurden, waren im Bereich VOC deutliche Erfolge zu verbuchen. Dies war vor allem einerseits durch die Umstellung bei Farben und Lacken auf wässrige Rezepturen (Möbelfabriken), andererseits durch die Einrichtung von geschlossenen Kreisläufen in der Metalloberflächenreinigung möglich. Obwohl allein durch grössere Einzelsanierungen in den obengenannten Sparten in Zukunft insgesamt 45 Tonnen VOC pro Jahr weniger emittiert werden, ist noch ein grosses Potential vorhanden. Da ab Januar 1999 erstmals die VOC-Abgabe erhoben wird, ist damit zu rechnen, dass einige Betriebe diesem sanften Druck aufs Portemonnaie nachgeben und die finanziell lohnenden Sanierungen in die Hand nehmen.

Reduktionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in Industrie und Gewerbe

Der Ausstoss an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC = volatile organic compounds) im Sektor Industrie und Gewerbe hat sich seit dem Jahre 1991 von 1900 Tonnen pro Jahr auf rund 1400 Tonnen pro Jahr reduziert. Insbesondere im Bereich Elektronik, der Holzbe- und -verarbeitung und der Tankstellen ist der VOC-Ausstoss deutlich zurückgegangen. Bei den Tankstellen ist die Abnahme vor allem den Gasrückführungssystemen zu verdanken.

Noch einiges zu tun ist hingegen beim Ausbaugewerbe mit den Malereien, dem Bereich Graphik/Druck und Papier, der Verarbeitung von Kunststoffen und dem Bauhauptgewerbe, aber auch in den Bereichen Elektronik und Holzbe- und -verarbeitung sind noch Anstrengungen zur weiteren VOC-Reduktion notwendig. Probleme bei der Verwirklichung der VOC-Verminderung treten vor allem im Sektor der Anwender von Farben und Lacken (holzverarbeitende Betriebe, Malereien, etc.) auf. Bei einigen speziellen Anwendungen ist die geforderte Endqualität mit lösungsmittelfreien bzw. lösungsmittelarmen Farben und Lacken nur noch bedingt erreichbar. Die Bestrebungen zu weiteren VOC-Verminderungen in diesem Bereich werden fortgeführt. In diesem Zusammenhang wird die am 1. Januar 1998 in Kraft getretene Verordnung über die VOC-Lenkungsabgabe einen positiven Einfluss haben.

Kontrolle von Gross-Feuerungsanlagen (> 1 MW)

Im Bereich der Feuerungsanlagen wurden im Winter 1996/97 erstmals sämtliche Oel-/Gas-Feuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung über einem Megawatt und alle stationären Verbrennungsmotoren einer Emissionsmessung unterzogen. Von den 33 gemessenen Anlagen erfüllten 10 Anlagen die Bestimmungen der Luftreinhalte-Verordnung (LRV). Bei den übrigen 23 Anlagen wurde die Sanierung veranlasst.

Emissionskataster (EMIS-Zug)

Seit Mitte 1995 verfügt das Amt für Umweltschutz über einen Emissionskataster für Luftschadstoffe. Es handelt sich dabei um eine umfangreiche elektronische Datenbank, die Angaben über Art, Menge und Herkunft der im Kanton Zug freigesetzten Luftschadstoffe enthält. Mit dem Emissionskataster hat das Amt ein wertvolles Instrument zur Hand, um ihre vielfältige Arbeit effizient zu erledigen.

Um die vielseitigen Vollzugsaufgaben lösen zu können, müssen die Daten (Erhebung 1991/92) laufend aktualisiert und gepflegt werden. Im Rahmen einer umfassenden periodischen Aktualisierung (alle fünf Jahre) der Grundlagendaten wurde im Herbst 1997 eine gezielte Betriebsbefragung gestartet. In diesem Zusammenhang wurden Betriebe mit einem VOC-Ausstoss von 2000 kg/Jahr und mehr sowie Tankstellenbetreiber und Baufirmen mit mobilen Arbeitsgeräten/Baustellenfahrzeugen in die Umfrage einbezogen. Die Arbeiten werden voraussichtlich im Frühjahr 1998 abgeschlossen sein.



Immissionsmesskampagne 1996 - 1998 im Kanton Obwalden

Luftverschmutzung und Modellierungen

Die Auswertung der früheren Messkampagnen zeigte, dass erwartungsgemäss im Siedlungsbereich die Grenzwerte für Stickstoffdioxid überschritten wurden. Das Gebiet mit übermässigen Stickstoffdioxidkonzentrationen erstreckt sich entlang der A8/Brünigstrasse von der nördlichen Kantonsgrenze bis ungefähr nach Giswil und über den dichter besiedelten Teil Sarnens. Im übrigen Kantonsgebiet wurden alle Grenzwerte der LRV, mit Ausnahme des Ozons, eingehalten.

Der Regierungsrat des Kantons Obwalden hat die ETH Lausanne (LPAS, Laboratoire de Pollution atmosphérique et sol) mit einer Mess- und Modellierungskampagne beauftragt. Diese hat folgende Ziele:

- Stand der Luftverschmutzung 1996/1997/1998. Bearbeitung mit modernen Mess- und Modellierungsmethoden.
- Quellen der Luftschadstoffe (interne und externe) (1996-1998)
- Wirksamkeit von Massnahmen zur Verbesserung der Luftqualität (1998-1999)
- Einfluss der unterschiedlichen Quellen zur Verbesserung der Luftqualität (1998-1999)
- Einfluss der Tunnel-Umfahrung in der Gemeinde Sachseln (1997-1998)
- Einfluss der Umfahrungen Giswil und Lungern (1998-1999)
- Neuer Emissionskataster.

Für die Ausarbeitung optimaler Strategien zur Luftverbesserung, die nicht nur technisch machbar, sondern auch ökonomisch und sozial verträglich sind, ist ein gutes Verständnis der komplexen Prozesse in der Luft notwendig. Als zweckmässig erweist sich die Anwendung von mathematischen Modellen, die sowohl die Chemie als auch die Transportprozesse (Wind, Turbulenz) in der Atmosphäre simulieren. Die neuen Modelle der LPAS eignen sich speziell für die Modellierung im gebirgigen Gelände in und um die Alpen.

Da die Berechnungen die atmosphärischen Vorgänge bis zu einigen Kilometern Höhe beschreiben, ist es auch notwendig in diesem Höhenbereich zu messen. Als Messgerät eignet sich das LIDAR (Light Detection and Ranging). Vom Boden aus misst es Luftschadstoffe schnell und quantitativ in drei Dimensionen bis zu einer Höhe von einigen Kilometern und Distanzen von einigen zehn Kilometern (vgl. Abb. 4.3).

Das LIDAR-Messgerät, entwickelt in Lausanne, sendet zwei gepulste Laserstrahlen in die Atmosphäre. Staubpartikel und Aerosole streuen das Licht zurück zum LIDAR-Fahrzeug. Nur einer der zwei Laserstrahlen hat eine Farbe, die stark von Ozon absorbiert wird, so dass ein Vergleich der Intensität der zwei Strahlen Auskunft über den Ozongehalt der Luft gibt. Aus der Zeit, die verstreicht, bis die Laserpulse zum Fahrzeug zurückkehren, kann die Entfernung berechnet werden, in der das Ozon gemessen wurde. So kann eine vollständige dreidimensionale Karte der Ozonkonzentration erzeugt werden.

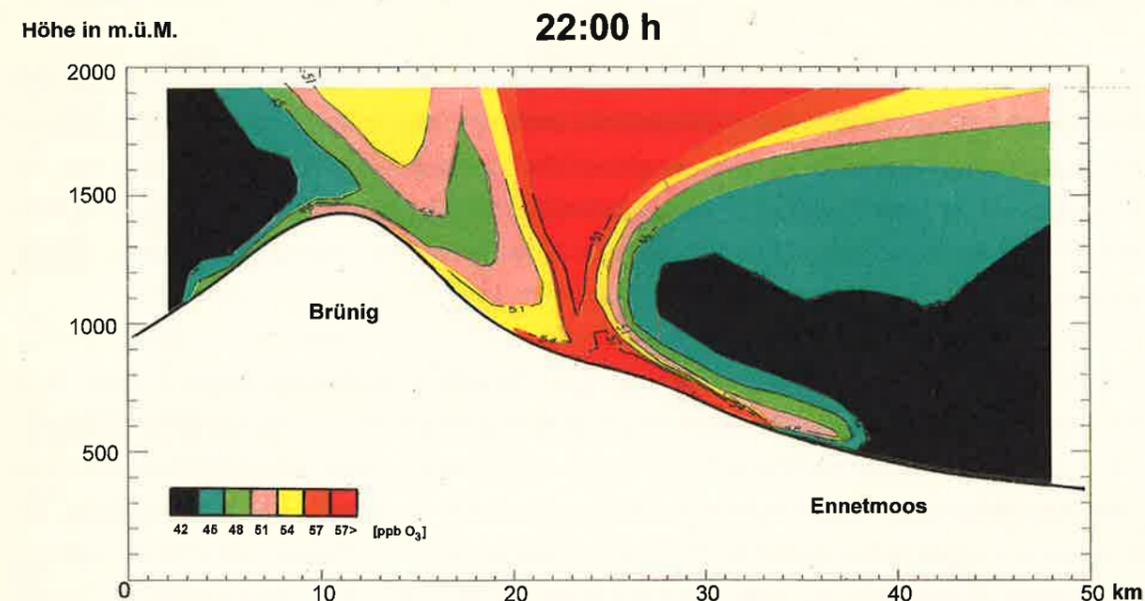


Abb. 4.3: Die Ozonverteilung zwischen Vierwaldstättersee und Brünig in einem Streifen von ca. 40 Kilometer Länge und bis in 2'000 Meter Höhe.

5. Ausblick

Die aktuellen Messresultate zeigen, dass die Luftbelastung in der Innerschweiz im Vergleich zu den Achtziger Jahren bei verschiedenen Schadstoffen deutlich besser geworden ist. Dies aufgrund von erfolgreich umgesetzten Luftreinemassnahmen. Die Messungen zeigen aber auch, dass sich der Rückgang der Schadstoffbelastung verlangsamt hat und die gesetzten Ziele noch nicht erreicht werden konnten. Dazu sind auch in den nächsten Jahren grosse Anstrengungen notwendig. Es gilt, die Emissionen an den Quellen zu senken.

Um die Ozonbelastung in der Innerschweiz auf ein unbedenkliches Mass zu bringen, müssen auch die Emissionen der Vorläufersubstanzen im gesamteuropäischen Raum drastisch gesenkt werden. Allein mit Massnahmen, welche auf das Gebiet der Schweiz beschränkt sind, wird man den Einstundengrenzwert für Ozon nicht einhalten können. Diese grenzüberschreitende Reduktion von Emissionen ist auch in Bezug auf die globalen Umweltprobleme wie Treibhauseffekt oder Ozonloch unabdingbar. Eine Schlüsselrolle wird dabei unser zukünftiger Umgang mit Energie spielen.

Neben den Massnahmen auf dem politischen Parkett ist auch der Einbezug der Bevölkerung in das Bestreben für eine bessere Luft wichtig. Zu diesem Zweck werden auch 1998 im Rahmen der 1994 gestarteten Kampagne „Die Luft.“ der Innerschweizer Umweltschutzdirektoren verschiedene Aktionen weitergeführt:

- gemeinsame Berichterstattung über den Zustand der Innerschweizer Luft
- Aktion „Partnerschaft mit der Wirtschaft“: Firmen, die mehr für gute Luft tun als gesetzlich vorgeschrieben, können Partner der Kampagne werden und mit dem Erscheinungsbild der Luft werben. Sie haben die Chance zum Oekomarketing und „Die Luft.“ kommt zu zusätzlichen Werbeauftritten, die von den Partnern bezahlt werden.
- Eine Weiterentwicklung des Informationsangebots auf der *Web-Seite* „die-luft.ch“ im *Internet* ist geplant. Unter *Immissionen* können Sie ab Sommer 1998 die aktuellen Immissionen für alle Standorttypen in der Zentralschweiz abrufen. Die Messwerte werden automatisch stündlich abgerufen und graphisch dargestellt. Vorerst ist die Publikation der Messungen von Stickstoffdioxid (NO₂) und von Ozon geplant, die Erweiterung auf Feinstaub oder andere Stoffe ist jedoch vorgesehen. Unter *Emissionen* erhalten Sie einen Überblick über die Emissionen von Stickoxiden (NO_x) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in der Zentralschweiz. Die Kartendarstellungen liegen vorläufig für den Kanton Luzern vor und werden schrittweise auf die ganze Zentralschweiz ausgedehnt.

6. Literaturverzeichnis

- BFS/BUWAL (1997): Umwelt in der Schweiz - Daten, Fakten, Perspektiven. Bern 1997.
- BUWAL (1994): Critical Loads of Acidity for Forest Soils and Alpine Lakes. Steady State Mass Balance Method. Environmental Series Nr. 234.
- BUWAL (1996): Immissionsmesswerte 1995. Umwelt-Materialien Nr. 55, Luft.
- BUWAL (1996): Luftbelastung. Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) (monatliche Zusammenstellung der Immissionsdaten)
- BUWAL (1996): Schwebstaub. Messung und gesundheitliche Bewertung. Schriftenreihe Umwelt Nr. 270, Luft. Bern.
- Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie (1994): Critical levels for ozone - a UN-ECE workshop report. Ed. J. Fuhrer und B. Achermann. Schriftenreihe der FAC Liebefeld Nr. 16.
- GS EVED / Dienst für Gesamtverkehrsfragen (1996): Monetarisierung der verkehrsbedingten externen Gesundheitskosten. Synthesebericht, GVF-Auftrag Nr. 272, Bern.
- Jouzel J. (1987): Vostok Ice Core: A Continuous Isotope Temperature Record Over the Last Climatic Cycle (160000 Years). Nature 329, 403-408.

Wollen Sie mehr über „Die Luft.“ erfahren?

Dann setzen Sie sich direkt mit der Luft in Verbindung

Die Luft. Postfach 1661, 6061 Sarnen

oder wenden sich an eine der untenstehenden Adressen

(hier ist auch die Broschüre mit den Detailedaten der Luftmessungen 1997 erhältlich):

Fachstellen der Kantone

Kanton Luzern:	Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern Postfach 6002 Luzern Tel. (041) 228 64 50
Kanton Nidwalden:	Amt für Umweltschutz des Kantons Nidwalden Postfach 1240 6371 Stans Tel. (041) 618 75 04
Kanton Obwalden:	Amt für Umweltschutz des Kantons Obwalden Postfach 1661 6061 Sarnen Tel. (041) 666 63 27
Kanton Schwyz:	Amt für Umweltschutz des Kantons Schwyz Schlagstrasse 82 6430 Schwyz Tel. (041) 819 20 35
Kanton Uri:	Amt für Umweltschutz des Kantons Uri Klausenstrasse 4 6460 Altdorf Tel. (041) 875 24 30
Kanton Zug:	Amt für Umweltschutz des Kantons Zug Postfach 897 6301 Zug Tel. (041) 728 33 44
Bund:	
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft Abteilung Luftreinhaltung	Laupenstrasse 20, 3003 Bern Tel. (031) 322 93 12

Besuchen Sie „Die Luft.“ im Internet:

<http://www.die-luft.ch>