

Die Luft.

**Luftbelastung in der Innerschweiz
1995**

Detaillierte Messdaten

Innerschweizer Umweltschutzdirektoren

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Grenzwerte	3
3. Messmethoden	5
3.1. Wo wird gemessen?	5
3.2. Wie wird gemessen?	5
3.2.1. Kontinuierliche Messungen	5
3.2.2. Messungen mit Passivsammlern	6
4. Resultate	7
Zusammenfassung der Immissionsdaten 1995	7
Luzern	9
Nidwalden	11
Obwalden	13
Schwyz	14
Uri	17
Zug	19
Witterung und Luft	22

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 1995 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, sind in der LRV auch Immissionsgrenzwerte festgelegt worden. 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 (LRV) 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 Millionen 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 1995. Informationen über die Entwicklung der Belastung in den vergangenen Jahren, die Herkunft der Luftschadstoffe, Massnahmen zur Verminderung der Luftbelastung sowie über Auswirkungen der Luftbelastung auf Mensch und Umwelt sind im Hauptbericht zu finden.

2. Grenzwerte

Der Bundesrat hat in der Luftreinhalteverordnung (LRV) 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) 24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden 95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres ≤ 100 µg/m ³
	80 µg/m ³	
	100 µg/m ³	
Ozon (O ₃)	120 µg/m ³	1-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats ≤ 100 µg/m ³
	100 µg/m ³	
Schwefeldioxid (SO ₂)	30 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) 24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden 95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres ≤ 100 µg/m ³
	100 µg/m ³	
	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) 95% der 24-h-Mittelwerte eines Jahres ≤ 150 µg/m ³
	150 µg/m ³	
Blei (Pb) im Schwebestaub	1 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Cadmium (Cd) im Schwebestaub	10 ng/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Staubniederschlag insgesamt	200 mg/m ² ×Tag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	100 µg/m ² ×Tag	
Blei (Pb) im Staubniederschlag	100 µg/m ² ×Tag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Cadmium (Cd) im Staubniederschlag	2 µg/m ² ×Tag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Zink (Zn) im Staubniederschlag	400 µg/m ² ×Tag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Thallium (Tl) im Staubniederschlag	2 µg/m ² ×Tag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
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 Emmen Horw (Zentralschw. Technikum)* Meggen Sursee Flüelen Stans Sarnen (nur Sommer 95 in Betrieb) Inwil, Gde. Baar
		Alptal (wsl) Feusisberg Schüpfheim Seebodenalp (Rigi) (NABEL) Rigi-Wissflue (nur Sommer 95 in Betrieb.)
Land	Lage abseits der grossen Zentren und Strassen	

* für Auswertungen nicht berücksichtigt

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 Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid

(SO₂), Stickoxide (NO_x, NO₂ und NO) sowie Ozon (O₃) und Schwebstaub. 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 ± 10%. Aussagen über kürzere Zeitspannen sind naturgemäss 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 Meteoparameter erfasst. Diese erleichtern die Interpretation der Messdaten.

Die Umrechnungen von Volumenverhältnissen in Gewichtsangaben erfolgte gemäss den Immissionsempfehlungen 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 flächigen Unterschiede der Immissionsbelastung. Die Genauigkeit der NO₂-Passivsammler liegt bei ± 8 %.

4. Resultate

Zusammenfassung der Immissionsdaten 1995

Jahresmittel von Stickstoffdioxid 1995 (Fixstationen)

Standorttyp	Messstandort	Jahresmittel NO ₂	Grenzwert (LRV)
Stadtzentrum	Luzern Löwenplatz	56	30 Mikrogramm pro Kubikmeter
	Ebikon, Sedel	32	
Agglomerationen und Regionalzentren	Emmen	30	
	Flüelen	31	
	Inwil, Gde. Baar	23	
	Stans	22	
	Sursee	26	
Land	Schüpfheim	13	
	Seebodenalp (Rigi)	8	

Ozonbelastung 1995 in der Innerschweiz

Standorttyp	Messstandort	Anzahl Überschreitungen	Spitzenwerte	Grenzwert
		Stundenmittel grösser als 120 Mikrogramm pro Kubikmeter	Maximales Stundenmittel	LRV
Stadtzentrum	Luzern Löwenplatz	35	151	120 Mikrogramm pro Kubikmeter darf pro Jahr maximal einmal überschritten werden
	Inwil, Gde. Baar	288	206	
Agglomerationen und Regionalzentren	Flüelen	188	178	
	Stans	299	190	
	Emmen	280	197	
	Meggen	353*	191*	
	Sarnen	240*	204*	
	Sursee	257	178	
	Ebikon, Sedel	292	193	
Land	Alptal	245*	178*	
	Feusisberg	379*	193*	
	Rigi-Wissiflue	572*	191*	
	Schüpfheim	240	175	
	Seebodenalp (Rigi)	804	199	

*Messperiode: Meggen / Rigi Wissiflue: April-Sept.; Sarnen: Mai-Sept.; Feusisberg: März-Okt.; Alptal: Mai-Dez.

Jahresmittel von Stickstoffdioxid-Passivsammler-Messungen 1995

Grenzwert der LRV: 30 Mikrogramm pro Kubikmeter

Kanton Nidwalden	Jahresmittel (µg/m³)
Beckenried Kirche	23
Buochs Gemeindehaus	29
Emmetten Dorf	13
Ennetbürgen Kirche	21
Ennetmoos Rohren	14
Hergiswil Dorf	36
Hergiswil Matt	29
Niederrickenbach	4
Oberdorf Schiessstand	17
Stans Dorfplatz	29
Stans Engelbergstrasse	23
Stans Einkaufszentrum	32
Stans Kollegium	15
Stans Post	34
Stansstad Bahnhof	32
Wolfenschiessen Gemeindehaus	18

Kt. Uri	Jahresmittel (µg/m³)
Amsteg	32
Flüelen (Vergleichsmessung)	31
Erstfeld	35

Kt. Zug	Jahresmittel (µg/m³)
Baar, Polizeiposten	30
Cham, Duggelimmatt	29
Cham, Frauental	17
Hünenberg, Langrütistr.	37
Hünenberg, Maihölzli	29
Menzingen, Werkhof	14
Neuheim, Gemeindehaus	20
Oberägeri, Gemeindehaus	16
Rotkreuz, Holzhäusern	42
Rotkreuz, Gemeindehaus	30
Steinhausen, Neudorfstr.	24
Unterägeri, Lorzenstrasse	22
Walchwil, Bahnhof	19
Zug, Herti Quartier	24
Zug, Kantonsschule	26
Zug, Neugasse	55
Zug, ZBB-Bergstation	9
Zug, ZBB-Mittelstation	11
Zug, ZBB-Talstation	13

Kt. Schwyz	Jahresmittel (µg/m³)
Altendorf Oberdorfstrasse	38
Altendorf Zürcherstrasse	42
Altendorf Gemeindehaus	37
Brunnen Militärgebäude	24
Brunnen Labor d. Urkantone	26
Brunnen Bahnhofstrasse	36
Brunnen Schwyzerstrasse	40
Einsiedeln Dorfzentrum	25
Einsiedeln Rest. Waldstatt	44
Einsiedeln Rest. Krone	40
Freienbach Wiesenstrasse	31
Freienbach Sonderschule	31
Freienbach Sonderschule	52
Goldau Bahnhofstrasse	37
Goldau Station ARB	24
Goldau Gotthardstrasse	33
Ibach Gotthardstrasse	30
Ingenbohl Kloster	23
Innerthal	6
Küssnacht Kelmatt	25
Küssnacht Bahnhofstrasse	38
Küssnacht Fänn	32
Küssnacht Hauptplatz	59
Küssnacht Werkhof Ebnet	31
Lachen Kantonspolizei	41
Lachen Oberdorfstrasse	58
Lachen Bauverwaltung	30
Lachen Elektrizitätswerk	32
Muotathal Zentralenstrasse	22
Muotathal Gemeindekanzlei	27
Oberiberg Gemeindeverwalt.	6
Pfäffikon Churerstrasse	48
Pfäffikon Strassenverkehrsamt	37
Pfäffikon Polizeiposten	32
Rigi Kulm	4
Rothenthurm Gemeindeverwalt.	14
Rothenthurm Hauptstrasse	31
Schindellegi Gemeindeverwalt.	26
Schwyz Herrengasse	43
Schwyz Seilerstrasse	25
Seewen Bahnhof	35
Seewen PTT	41
Siebnen Polizeiposten	24
Siebnen Glarnerstrasse	41
Wangen Mövenstrasse	26
Wangen Kirchrainweg	40
Wangen Zürcherstrasse	42
Wollerau Rest. China Garden	72
Wollerau Dorfplatz	43
Wollerau Altersheim Turm-Matt	27



Luzern

Messstandorte

Messstandort	Koordinaten	Höhe ü. Meer	Strassenabstand in Metern	Höhe über Boden
Ebikon, Sedel	665.500/213.410	484	400	4
Emmen, Herdschwand	663.850/214.100	460	200	4
Luzern, Löwenplatz	666.240/212.150	435	2	4
Meggen, Zentralschulhaus	671.275/211.275	490	90	10
Rigi-Wissiflue (nur Sommer 95)	k.a.	942	-	k.a.
Schüpfheim, Landwirtschaftliche Schule	664.600/201.100	740	250	4
Sursee, Spitalstrasse	651.400/224.375	510	500	4

Messresultate

Stickstoffdioxid (NO₂) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1995	95%-Wert der Halbstundenmittel	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >80 µg/m³
Ebikon, Sedel	32	67	84	1
Emmen, Herdschwand	30	61	79	0
Luzern, Löwenplatz	56	108	107	21
Schüpfheim, Landwirtschaftliche Schule	13	32	44	0
Sursee, Spitalstrasse	26	54	73	0
Grenzwerte:	30	100	80	1

Schwefeldioxid (SO₂) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1995	95%-Wert der Halbstundenmittel	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >100 µg/m³
Ebikon, Sedel	6	16	26	0
Emmen, Herdschwand	7	18	30	0
Luzern, Löwenplatz	12	28	37	0
Grenzwerte:	30	100	100	1

Kohlenmonoxid (CO) (Angaben in mg/m³)

Messstandort	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >8 mg/m ³
Emmen, Herdswand	2	0
Luzern, Löwenplatz	2	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*	AOT40 Landwirtschaft*
Ebikon, Sedel	173	5	193	292	17295	10807
Emmen, Herdswand	174	5	197	280	15585	10843
Luzern, Löwenplatz	131	3	151	35	3298	2124
Meggen, Zentralschulhaus (April-Sept.)	175	5	191	353	21957	13242
Rigi-Wissiflue (April-Sept.)	167	5	191	572	33849	-
Schüpfheim, Landwirtschaftliche Schule	163	6	175	240	15294	9105
Sursee, Spitalstrasse	163	5	178	257	15720	10654
Grenzwerte:	100	0	120	1	-	-

* Kritische Belastungsgrenzen (AOT40): für Wald ist ab 10'000 mit Wachstumsbeeinträchtigungen zu rechnen für landwirtschaftliche Kulturen ist ein 10%-Ernteausschlag bei 5'300, ein 20%-Ernteausschlag ab 10'500 möglich (UN-ECE Workshop report: Critical levels for ozone. 1994).

Schwebstaub (Angaben in µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1995	95%-Wert der Tageswerte
Emmen, Herdswand	34	65
Luzern, Löwenplatz	36	66
Sursee, Spitalstrasse	26	52
Grenzwerte:	70	150

Flüchtige organische Verbindungen (kein schweizerischer Grenzwert) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	Benzol	Toluol	Xylol	Ethylbenzol
Luzern, Löwenplatz	5.3	15.0	12.9	0.9

(Messperiode Dez. 1994 - Nov. 1995)



Nidwalden

Messstandorte

Fixstation Stans Verwaltungsgebäude

Messstandort	Koordinaten	Höhe ü. Meer	Strassenabstand in Metern	Höhe über Boden
Stans, Dorfplatz	670.880/201.020	452	50	7

Messstandorte der NO₂-Passivsammler 1995 im Kanton Nidwalden:

Messstandort	x-Koord.	y-Koord.	Höhe ü. Meer	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

Fixstation Stans Verwaltungsgebäude

Stickstoffdioxid:	Messwerte 1995	Grenzwert
Jahresmittel	22	30
95%-Wert der Halbstundenmittel	50	100
höchster Tagesmittelwert	72	80
Anzahl Tagesmittelwerte > 80 µg/m³	0	1

Ozon	Messwerte 1995	Grenzwert
höchster 98%-Wert	172	100
Anzahl Monate 98%-Wert >100 µg/m³	5	0
höchster Stundenmittelwert	190	120
Anzahl Stundenmittel >120 µg/m³	299	1
AOT40 für Wald*	17167	-
AOT40 für landwirtschaftliche Kulturen*	11297	-

* Kritische Belastungsgrenzen (AOT40): für Wald ist ab 10'000 mit Wachstumsbeeinträchtigungen zu rechnen für landwirtschaftliche Kulturen ist ein 10%-Ernteaussfall bei 5'300, ein 20%-Ernteaussfall ab 10'500 möglich (UN-ECE Workshop report: Critical levels for ozone. 1994).

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

Messstandort	Jahresmittel 1995
Beckenried Kirche	23
Buochs Gemeindehaus	29
Emmetten Dorf	13
Ennetbürgen Kirche	21
Ennetmoos Rohren	14
Hergiswil Dorf	36
Hergiswil Matt	29
Niederrickenbach	4

Messstandort	Jahresmittel 1995
Oberdorf Schiessstand	17
Stans Dorfplatz	29
Stans Engelbergstrasse	23
Stans Einkaufszentrum	32
Stans Kollegium	15
Stans Post	34
Stansstad Bahnhof	32
Wolfenschiessen Gemeindehaus	18



Obwalden

Messstandorte

Ozonmessstation Sarnen (Mai bis September 1995)

Messstandort	Koordinaten	Höhe u. Meer	Strassenabstand in Metern	Höhe über Boden
Sarnen Dorfplatz	661.500/194.150	471	20	6

Messresultate

Ozon	Messwerte 1995 (11.5.-6.10.95)	Grenzwert
höchster Stundenmittelwert	204	120
Anzahl Stundenmittel >120 µg/m³	240	1



Schwyz

Messstandorte

Fixstationen

Messstandort	Koordinaten	Höhe ü. Meer	Strassenabstand in Metern	Höhe über Boden
Alptal ¹⁾	697.000/210.950	1200	ka.	ka.
Feusisberg	669.300/227.200	670	100	2
Seeboden (Rigi) 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 1995 im Kanton Schwyz:

Die Standortsangaben sind in der Resultatetabelle zu finden (Seite 16)

Messresultate

Fixstationen

Stickstoffdioxid (NO₂) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1995	95%-Wert der Halbstundenmittel	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >80 µg/m ³
Seeboden (Rigi)	8	18	35	0
Grenzwerte:	30	100	80	1

Schwefeldioxid (SO₂) (Angaben in µg/m³)

Messstandort	Jahresmittel 1995	95%-Wert der Halbstundenmittel	höchster Tagesmittelwert	Anzahl Tagesmittelwerte >100 µg/m ³
Seeboden (Rigi)	1	4	14	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	AOT40 Landwirtschaft
Alptal (Mai-Dezember)	147	4	178	245	-	-
Feusisberg (März-Oktober)	172	6	193	379	23126	11513
Seeboden (Rigi)	176	7	199	804	46300	16800
Grenzwerte:	100	0	120	1	-	-

* Kritische Belastungsgrenzen (AOT40): für Wald ist ab 10'000 mit Wachstumsbeeinträchtigungen zu rechnen für landwirtschaftliche Kulturen ist ein 10%-Ernteausfall bei 5'300, ein 20%-Ernteausfall ab 10'500 möglich (UN-ECE Workshop report: Critical levels for ozone. 1994).

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

Nr.	Messstandort	Höhe m ü.M.	Art	Strassenabstand (m)	NO ₂ Jahresmittel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
AL 38	Altendorf Oberdorfstrasse	435	AP	25	38
AL 39	Altendorf Zürcherstrasse	425	SP	10	42
AL 52	Altendorf Gemeindehaus	425	WP	55	37
BN 10	Brunnen Militärgebäude	435	WP	80	24
BN 11	Brunnen Labor d. Urkantone	435	WP	250	26
BN 13	Brunnen Bahnhofstrasse	440	SP	10	36
BN 50	Brunnen Schwyzerstrasse	440	AP	230 (15)	40
EI 28	Einsiedeln Dorfzentrum	885	WP	20	25
EI 40	Einsiedeln Rest. Waldstatt	880	SP	2	44
EI 41	Einsiedeln Rest. Krone	885	SP	3	40
FH 36	Freienbach Wiesenstrasse	415	WP	30	31
FH 47	Freienbach Sonderschule	410	WP	50	31
FH 49	Freienbach Sonderschule	410	SP	10	52
GO 01	Goldau Bahnhofstrasse	510	SP	3	37
GO 04	Goldau Station ARB	520	WP	130	24
GO 07	Goldau Gotthardstrasse	540	AP	25	33
IB 05	Ibach Gotthardstrasse	455	SP	10	30
IN 53	Ingenbohl Kloster	450	WP	200	23
IL 56	Innerthal	910	WP	20	6
KS 33	Küssnacht Kelmatt	445	WP	100	25
KS 37	Küssnacht Bahnhofstrasse	435	SP	10	38
KS 44	Küssnacht Fänn	430	AP	50	32
KS 45	Küssnacht Hauptplatz	440	SP	2	59
KS 46	Küssnacht Werkhof Ebnet	445	SP	25	31
LA 20	Lachen Kantonspolizei	405	SP	3	41
LA 21	Lachen Oberdorfstrasse	430	AP	120 (10)	58
LA 22	Lachen Bauverwaltung	410	WP	60	30
LA 23	Lachen Elektrizitätswerk	410	WP	45	32
MU 12	Muotathal Zentralenstrasse	610	WP	40	22
MU 17	Muotathal Gemeindekanzlei	610	SP	5	27
OB 15	Oberiberg Gemeindeverwalt.	1090	WP	30	6
PF 35	Pfäffikon Churerstrasse	415	SP	5	48
PF 42	Pfäffikon Strassenverkehrsamt	420	SP	45	37
PF 43	Pfäffikon Polizeiposten	420	WP	5	32
RI 06	Rigi Kulm	1750	HB	2100	4
RO 14	Rothenthurm Gemeindeverw.	940	WP	70	14
RO 16	Rothenthurm Hauptstrasse	925	SP	5	31
SC 09	Schindellegi Gemeindeverwalt.	760	WP	20	26
SZ 02	Schwyz Herrengasse	520	SP	2	43
SZ 51	Schwyz Seilerstrasse	480	WP	80	25
SE 03	Seewen Bahnhof	455	SP	10	35
SE 08	Seewen PTT	460	SP	5	41
SI 24	Siebnen Polizeiposten	445	WP	35	24
SI 25	Siebnen Glarnerstrasse	445	SP	5	41
WA 27	Wangen Mövenstrasse	430	WP	200	26
WA 31	Wangen Kirchrainweg	420	AP	10	40
WA 32	Wangen Zürcherstrasse	425	SP	5	42
WO 29	Wollerau Rest. China Garden	535	AP	10	72
WO 30	Wollerau Dorfplatz	515	SP	10	43
WO 48	Wollerau Altersheim Turm-Matt	510	WP	50	27

HB: Messpunkt mit Hintergrundbelastung
 SP: Messpunkt im Bereich von Strassen
 WP: Messpunkt in Wohngebieten
 AP: Messpunkt im Bereich einer Autobahn; Für den Strassenabstand wird die Distanz zur Autobahn angegeben, Wert in Klammer bezieht sich auf die nächstgelegene Strasse



Uri

Messstandorte

Fixstation Flüelen Werkhof

Messstandort	Koordinaten	Höhe ü. Meer	Strassenabstand in Metern	Höhe über Boden
Flüelen Werkhof	690.200/194.470	436	100 nördl. N2	4

Messstandorte der NO₂-Passivsammler 1995 im Kanton Uri:

Messstandort	Koordinaten	Höhe m.ü.M.	Strassenabstand
Amsteg (Grund)	693.950/181.350	510	300 m östl. N2
Flüelen (Werkhof N2/N4)	690.200/194.470	436	Vergleichsmessung
Erstfeld (Schachen)	691.250/189.300	454	200 m östl. N2

Messresultate 1995

Resultate der NO₂-Passivsammler

Messstandort	Jahresmittel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Amsteg	32
Flüelen (Vergleichsmessung)	31
Erstfeld	35

Resultate der Fixstation Flüelen Werkhof

Stickstoffdioxid:	Messwerte 1995	Grenzwert
Jahresmittel	31	30
95%-Wert der Halbstundenmittel	64	100
höchster Tagesmittelwert	76	80
Anzahl Tagesmittelwerte > $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	1

Die Luft.

Schwefeldioxid:	Messwerte 1995	Grenzwert
Jahresmittel	6	30
95%-Wert der Halbstundenmittel	16	100
höchster Tagesmittelwert	26	100
Anzahl Tagesmittelwerte > 100 µg/m³	0	1

Ozon	Messwerte 1995	Grenzwert
höchster 98%-Wert	156	100
Anzahl Monate 98%-Wert > 100 µg/m³	5	0
höchster Stundenmittelwert	178	120
Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m³	188	1
AOT40 Wald*	12203	-
AOT40 Landwirtschaftliche Kulturen*	7791	-

* Kritische Belastungsgrenzen (AOT40): für Wald ist ab 10'000 mit Wachstumsbeeinträchtigungen zu rechnen für landwirtschaftliche Kulturen ist ein 10%-Ernteausfall bei 5'300, ein 20%-Ernteausfall ab 10'500 möglich (UN-ECE Workshop report: Critical levels for ozone. 1994).

Die Luft.



Zug

Messstandorte

Fixstation Inwil (Gemeinde Baar)

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

Messstandorte der NO₂-Passivsammler 1995 im Kanton Zug:

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

(DTV: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (1990))

Messstandort	Höhe m ü. M.	Besiedlungsgrad	Strassenabstand [m]	DTV (Durchschnittl. tägl. Verkehr 1990)
Baar, Polizeiposten	445	OZ	60	6'000
			130	14'700
Zug, Neugasse	420	OZ	15	16'000
Cham, Duggelimatt	420	WQ	20	Quartierstr.
			120	18'500
Cham, Frauental	393	KB	-	-
Hünenberg, Langrütistrasse	465	KB	50	36'400
Hünenberg, Maihölzli	460	WQ	15	3'900
Menzingen, Werkhof	800	SR	80	4'000
Neuheim, Gemeindehaus	666	OZ	90	1'200
			60	7'500
Oberägeri, Gemeindehaus	735	WQ	30	1'500
			60	7'500
Rotkreuz, Gemeindehaus	429	WQ	60	2'500
			300	8'800
Rotkreuz, Holzhäusern	443	SR	3	4'200
Steinhausen, Neudorfstrasse	440	WQ	5	Quartierstr.
			150	5'900
Unterägeri, Lorzenstrasse	725	WQ	3	Quartierstr.
			80	9'000
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	9'000
			375	11'000

Messresultate

Resultate Fixstation Inwil (Gde. Baar)

Stickstoffdioxid:	Messwerte 1995	Grenzwert
Jahresmittel	23	30
95%-Wert der Halbstundenmittel	52	100
höchster Tagesmittelwert	79	80
Anzahl Tagesmittelwerte > 80 µg/m³	0	1

Schwebstaub:	Messwerte 1995	Grenzwert
Jahresmittel	24	70
95%-Wert der Tageswerte	49	150

Ozon	Messwerte 1995	Grenzwert
höchster 98%-Wert	167	100
Anzahl Monate 98%-Wert >100 µg/m³	5	0
höchster Stundenmittelwert	206	120
Anzahl Stundenmittel >120 µg/m³	288	1
AOT40 Wald*	17842	-
AOT40 Landwirtschaftliche Kulturen*	8211	-

* Kritische Belastungsgrenzen (AOT40): für Wald ist ab 10'000 mit Wachstumsbeeinträchtigungen zu rechnen für landwirtschaftliche Kulturen ist ein 10%-Ernteausschlag bei 5'300, ein 20%-Ernteausschlag ab 10'500 möglich (UN-ECE Workshop report: Critical levels for ozone. 1994).

Resultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler im Kanton Zug 1995 mit Angabe der km-Koordinaten und Standortsnummer

Nr.	Messstandort	x-Koordinate	y-Koordinate	1995 Jahresmittel in µg/m³
PS 02	Baar, Polizeiposten	682'500	227'700	30
PS 13	Cham, Duggelimatt	678'200	226'400	29
PS 17	Cham, Frauental	674'700	229'900	17
PS 19	Hünenberg, Langrütistr.	675'400	225'500	37
PS 14	Hünenberg, Maihölzli	675'000	225'400	29
PS 09	Menzingen, Werkhof	687'500	225'700	14
PS 08	Neuheim, Gemeindehaus	686'100	228'900	20
PS 10	Oberägeri, Gemeindehaus	689'200	221'100	16
PS 15	Rotkreuz, Holzhäusern	675'900	223'300	42
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	19
PS 04	Zug, Hertiquartier	680'600	226'100	24
PS 20	Zug, Kantonsschule	682'300	225'300	26
PS 03	Zug, Neugasse	681'600	224'600	55
PS 07	Zug, ZBB-Bergstation	683'000	222'000	9
PS 06	Zug, ZBB-Mittelstation	682'600	222'500	11
PS 05	Zug, ZBB-Talstation	682'100	222'800	13

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.

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

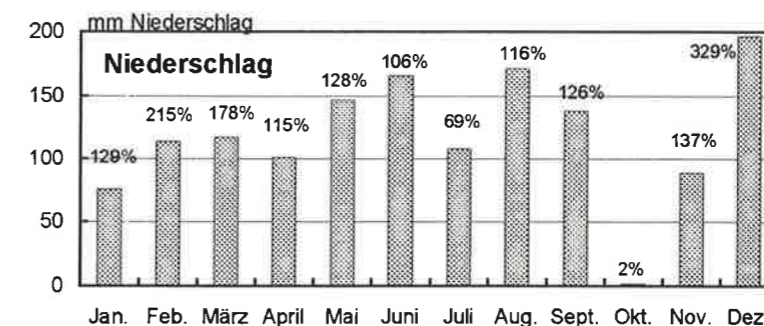
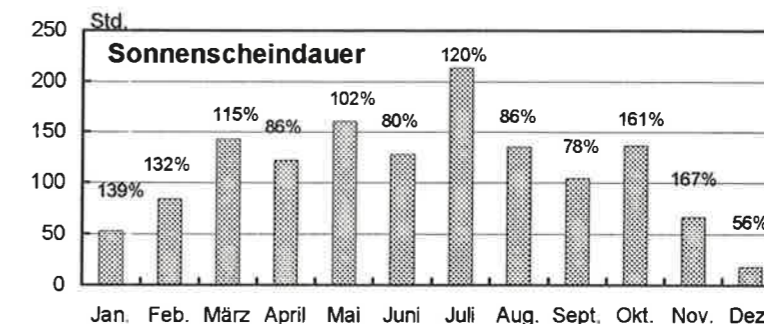
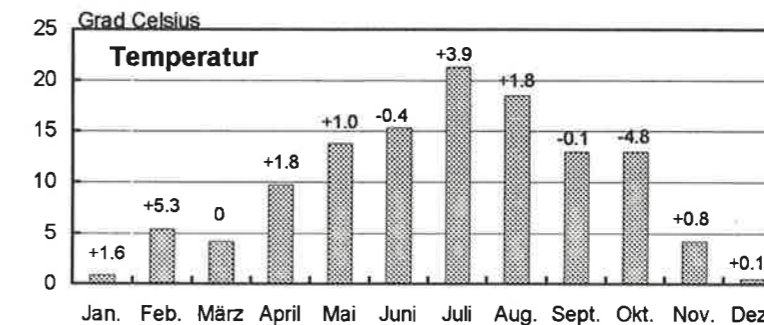
Im Winter können sich bei lang anhaltenden Inversionslagen erhöhte Konzentrationen von Stickstoffdioxid und anderen Schadstoffen aufbauen. Von einer Inversion spricht man dann, wenn die höheren Luftschichten wärmer sind als die bodennahen. Sichtbare Anzeichen für Inversionen sind Nebeldecken oder Dunstschichten. 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 1995 lagen die Temperaturen, wie schon im Vorjahr, deutlich über den langjährigen Mittelwerten. Die Klimastation der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (SMA) in Luzern verzeichnete im Februar, Juli und Oktober Wärmeüberschüsse von 3.9 bis 5.3 Grad. Leicht unter den Normalwerten lagen die Temperaturen lediglich im Juni und September. Ausser im Juli und Oktober wurden überdurchschnittliche Niederschlagsmengen gemessen. Im Dezember fiel dreimal mehr Niederschlag als in einem durchschnittlichen Jahr. Nur zwei Prozent der Norm erreichten hingegen die Niederschläge im Oktober.

Im Hinblick auf die Ozonbildung ist insbesondere die Sonnenscheindauer im Sommerhalbjahr von Interesse. Diese erreichte im Mai und vor allem im Juli überdurchschnittliche Werte. Im April, Juni, August und September zeigte sich die Sonne weniger häufig als üblich.

Klimadaten 1995 von Luzern im Vergleich mit den langjährigen Mittelwerten

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



Daten: Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA)

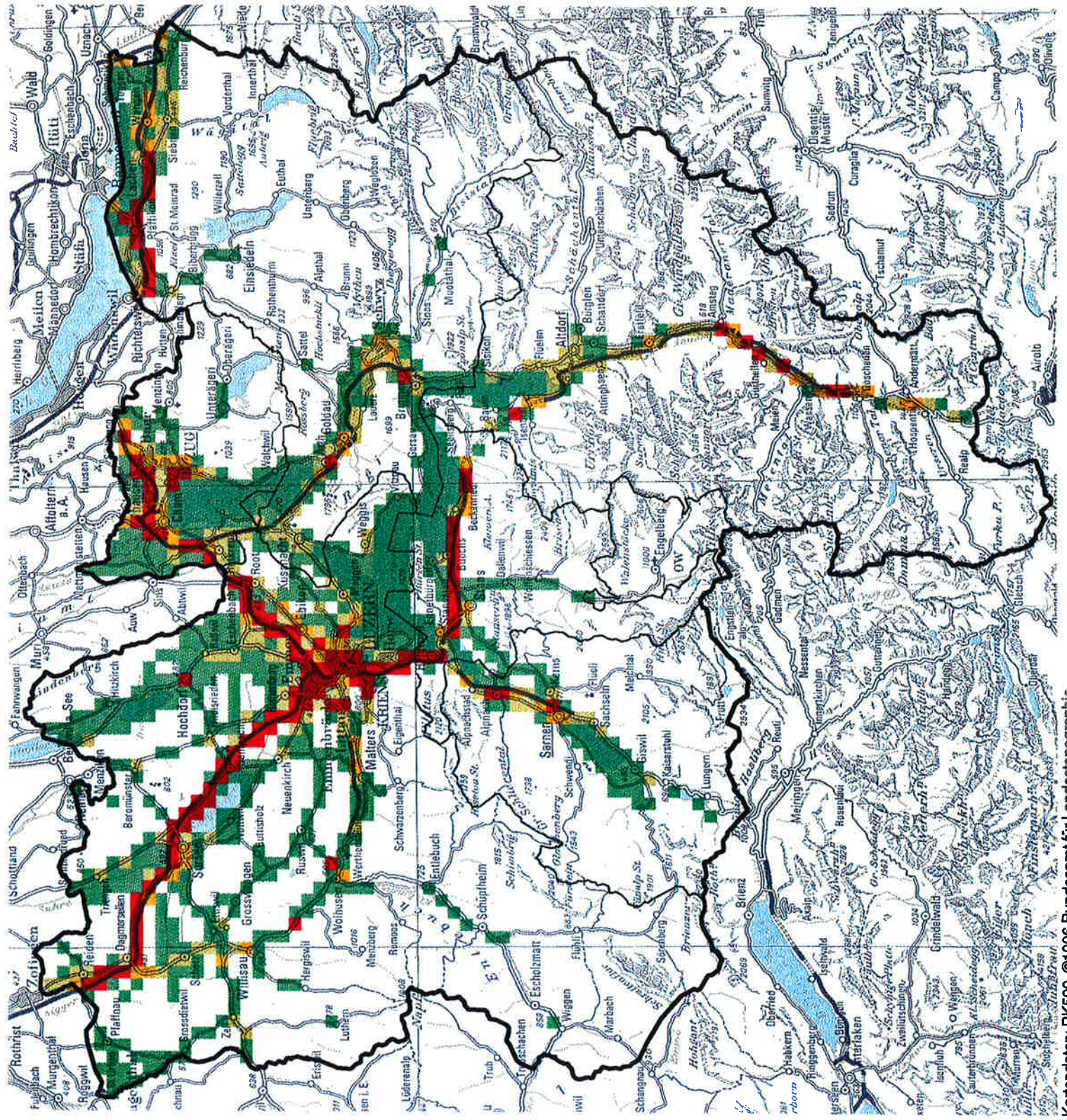
Die Luft.

NO₂-Immissionen in der Innerschweiz 1995
(Raster: 1 km²)

- 0 - 15
 - 15 - 21
 - 21 - 27
 - 27 - 33
 - > 33
- unter dem Grenzwert
im Grenzwertbereich
über dem Grenzwert

Einheit: Mikrogramm pro Kubikmeter,
Grenzwert der Luftreinhalteverordnung:
30 Mikrogramm pro Kubikmeter

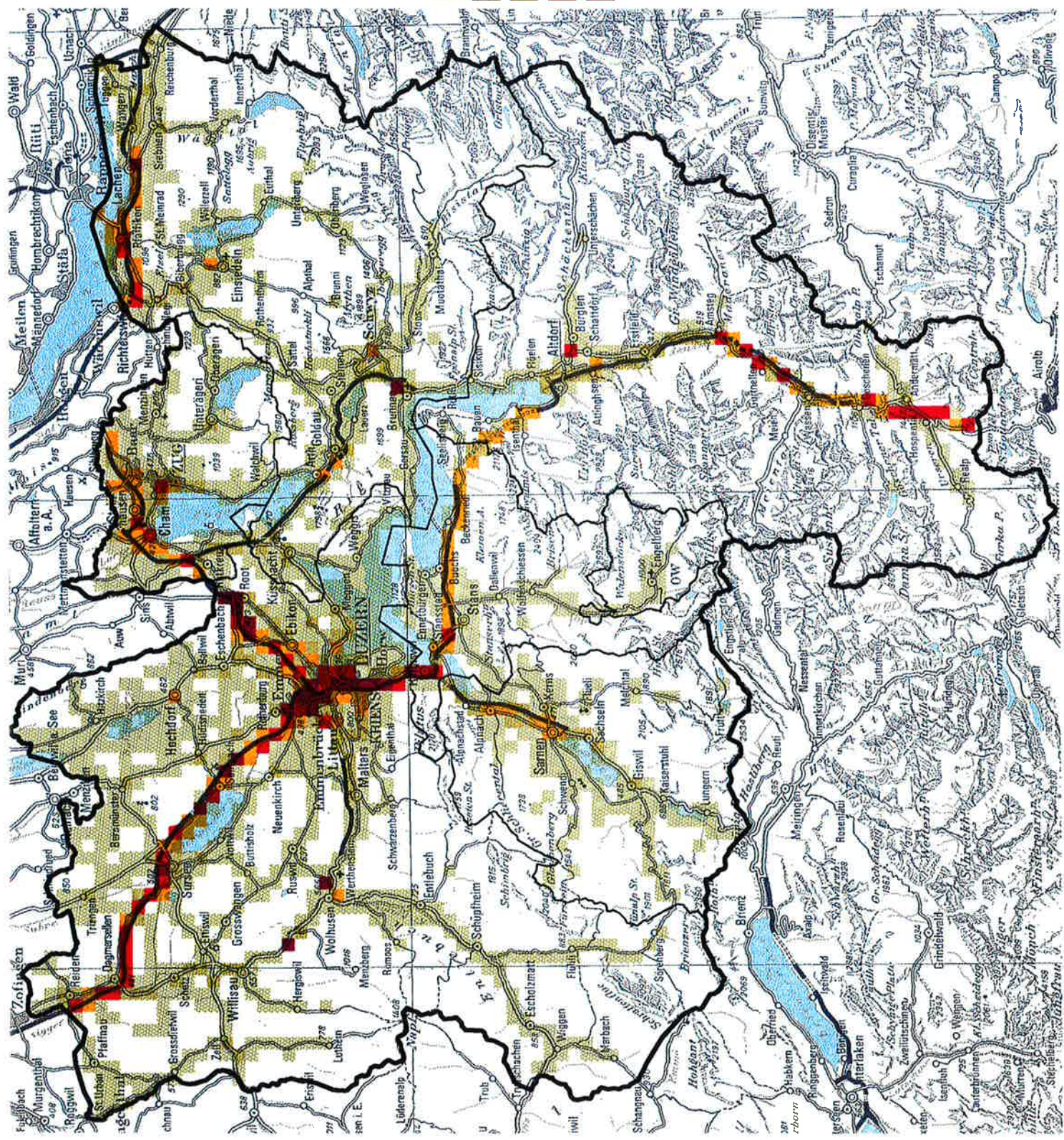
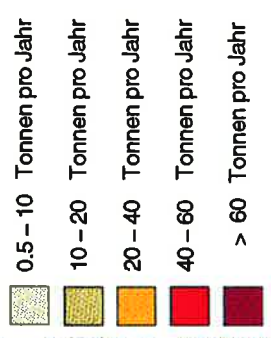
*Sammelleistung
Sampelposten:
Neben NO₂ werden
mit der Realisation?*



Kartographie: BERN AG/ING B. D. ...

Die Luft.

Stickoxid-Emissionen in der Innerschweiz 1995
(Raster: 1 km²)

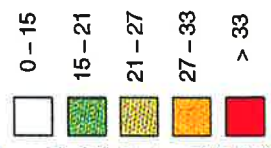


Massstab 1 : 437'500

Kartendaten: PK500, ©1996 Bundesamt für Landestopographie

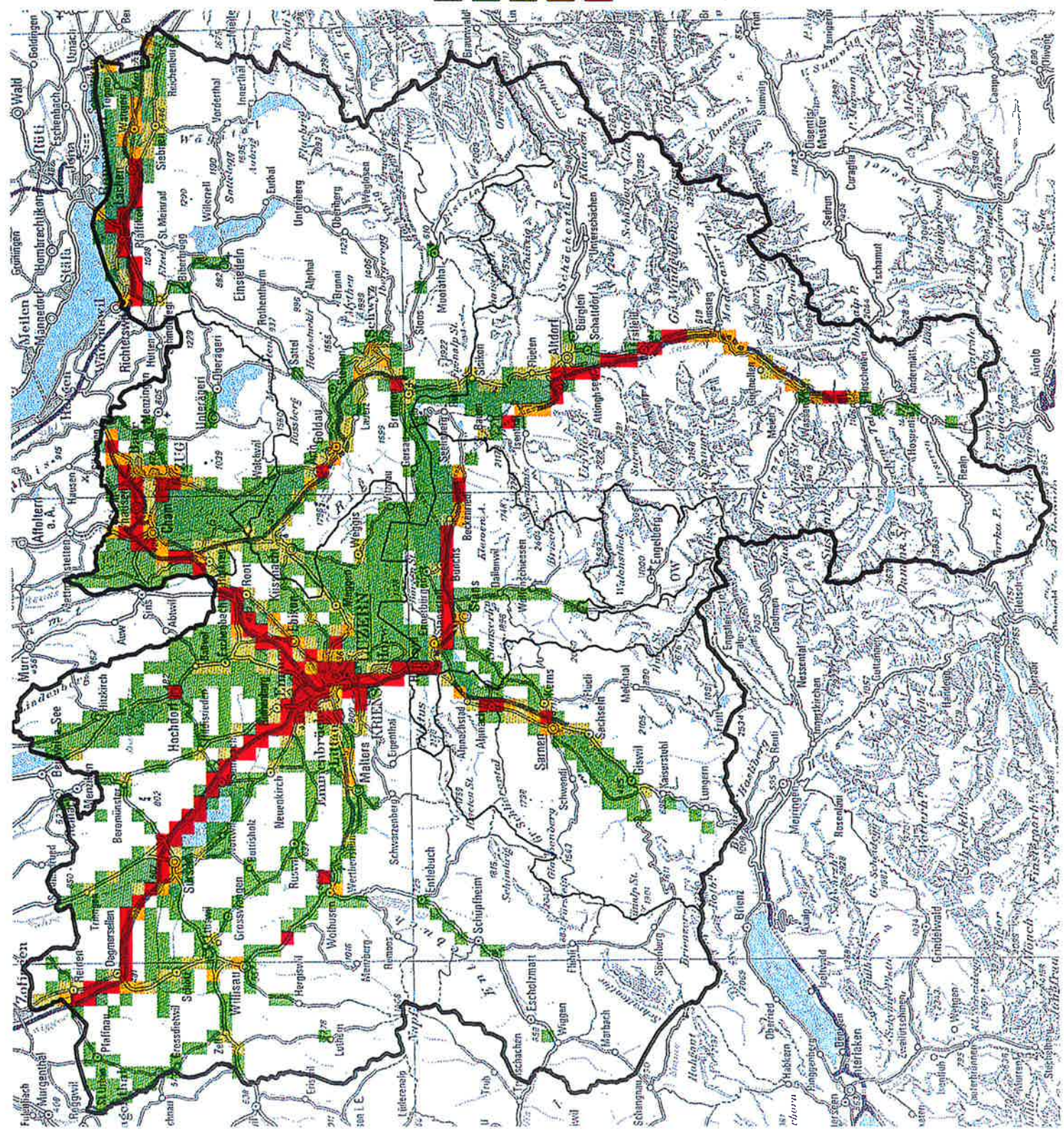
Die Luft.

NO₂-Immissionen in der Innerschweiz 1995
(Raster: 1 km²)



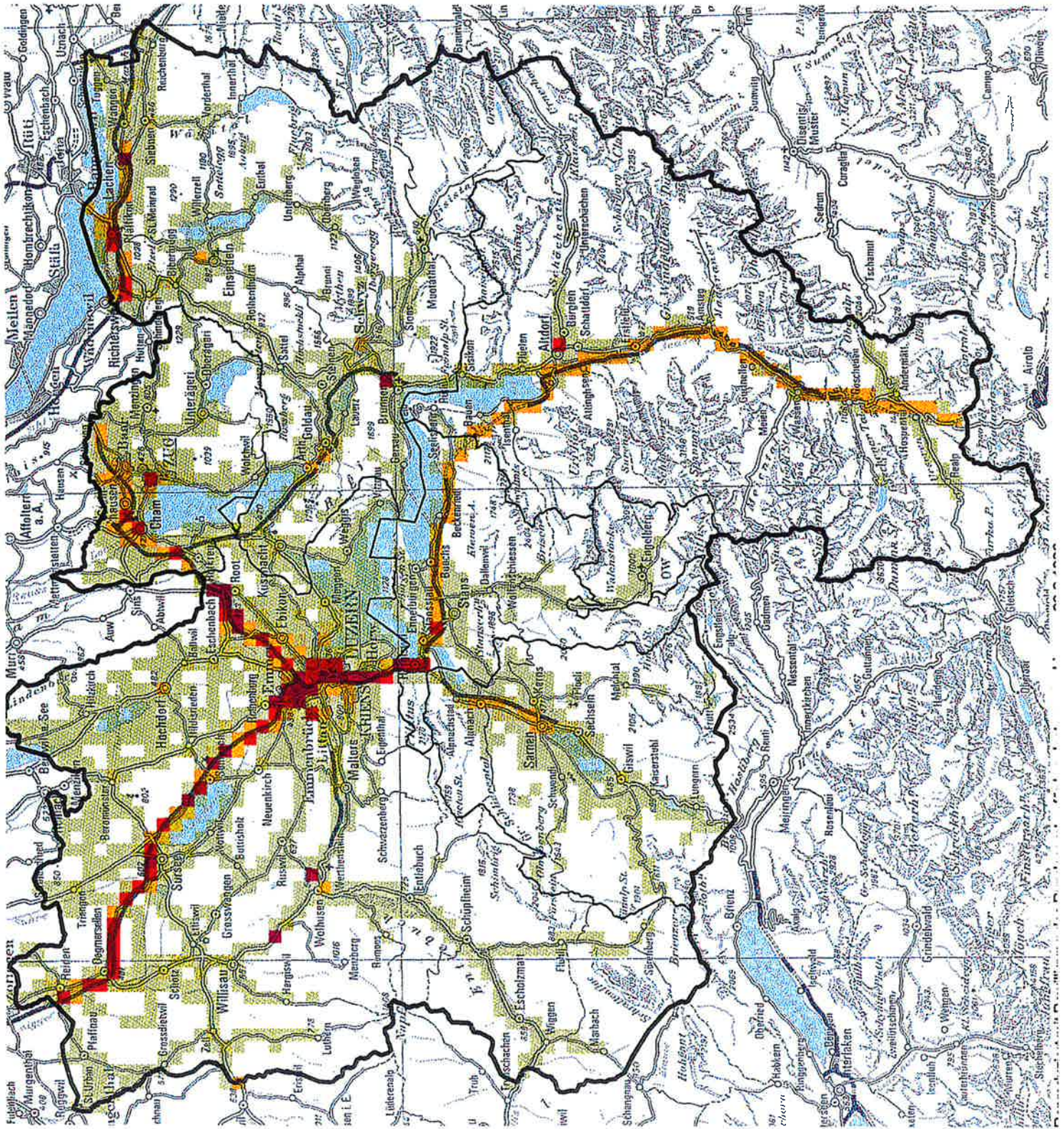
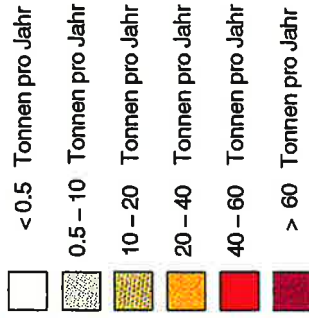
unter dem Grenzwert
im Grenzwertbereich
über dem Grenzwert

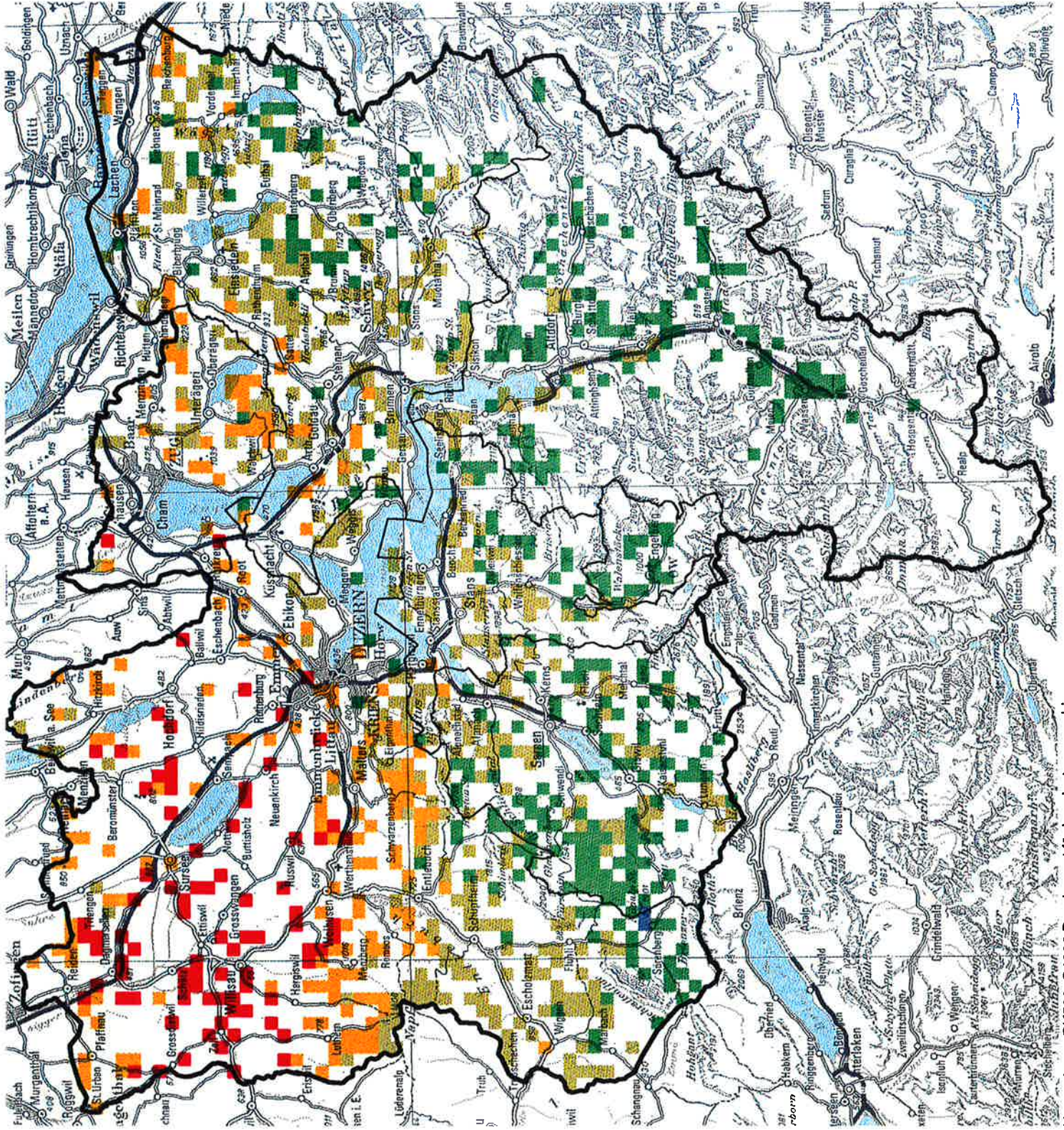
Einheit: Mikrogramm pro Kubikmeter;
Grenzwert der Luftreinhalteverordnung:
30 Mikrogramm pro Kubikmeter



Die Luft.

Stickoxid-Emissionen in der Innerschweiz 1995
(Raster: 1 km²)





Die Luft.

Überschreitung der kritischen Belastungsgrenzen von Stickstoff für Wälder (Raster: 1 km², Bezugsjahr: 1990)

- keine Überschreitung ? ?
- 0 – 20 kg / ha
- 20 – 30 kg / ha
- 30 – 40 kg / ha
- > 40 kg / ha

Ⓟ Es bleibt
Kilometer in der
Panne 10A?
→ perforierte
Kassette!



Massstab 1 : 437'500

Die Luft.

**Luftbelastung in der Innerschweiz
1995**



Innerschweizer Umweltschutzdirektoren

Inhaltsverzeichnis

Editorial	3
Zusammenfassung	4
1. Wo und wie wird gemessen?	7
2. Was zeigen die Resultate von 1995 und wie vergleichen sie sich mit den Vorjahren?	8
2.1. Stickstoffdioxid	8
2.2. Ozon	12
2.3. Schwefeldioxid	17
2.4. Kohlenmonoxid	18
2.5. Schwebestaub	19
2.6. Flüchtige organische Verbindungen	20
3. Wer verursacht die Luftbelastung?	22
4. Welche Auswirkungen hat die Luftverschmutzung auf unseren Lebensraum - Beispiel Rigi	26
4.1. Ozon - zu hohe Dosis für die Wälder	26
4.2. Unfreiwillige Stickstoffdüngung aus der Luft	27
4.3. Konsequenzen für den Lebensraum	28
5. Welche Massnahmen wurden und werden ergriffen?	30
6. Ausblick	31
7. Literaturverzeichnis	32
Wollen Sie mehr über „Die Luft.“ erfahren?	33

Impressum:

Herausgeberin: Innerschweizer Umweltschutzdirektorenkonferenz (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

Rasterkarten: Meteotest, Bern

Druck: Gisler Druck, Altdorf

März 1996

Editorial

Nicht mehr separat für jeden Kanton, sondern nur noch einmal für die ganze Innerschweiz wird von nun an im Jahresbericht über den Zustand der Luft informiert. Kantonsübergreifend, denn die Luftbelastung macht genausowenig wie der immer mobiler werdende Mensch an den Kantonsgrenzen halt. Deshalb entschlossen sich die Innerschweizer Umweltschutzdirektoren schon vor Jahren zu einer verstärkten Zusammenarbeit in diesem Teilbereich des Umweltschutzes. Daraus resultierten verschiedene Aktivitäten, welche unter dem Namen oder schon eher Markenzeichen „Die Luft.“ bekannt wurden. Nachdem seit dem Frühjahr 1994 monatlich ein Innerschweizer Luftbulletin erscheint, wird nun erstmals ein gemeinsamer Jahresbericht über die Luftbelastung in der Innerschweiz veröffentlicht. Dieser Bericht soll - bei vergleichsweise verringerten Kosten - der Bevölkerung ein Bild über Stand, Entwicklung und Auswirkungen der Luftbelastung vermitteln.

Erstmals wird die Luftbelastung der Innerschweiz auch flächenhaft auf Karten dargestellt. Die aktuellen Messresultate werden ergänzt mit Informationen über die Herkunft der Luftschadstoffe und deren Auswirkungen auf unseren Lebensraum. Letzteres wird am Beispiel der Rigi aufgezeigt.

Innerschweizer Umweltschutzdirektorenkonferenz

Der Präsident

Dr. Josef Nigg

Regierungsrat Kanton Obwalden

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. Für Stickstoffdioxid wird mit einer Modellrechnung die Immissionsbelastung für das ganze Gebiet der Innerschweiz abgeschätzt.

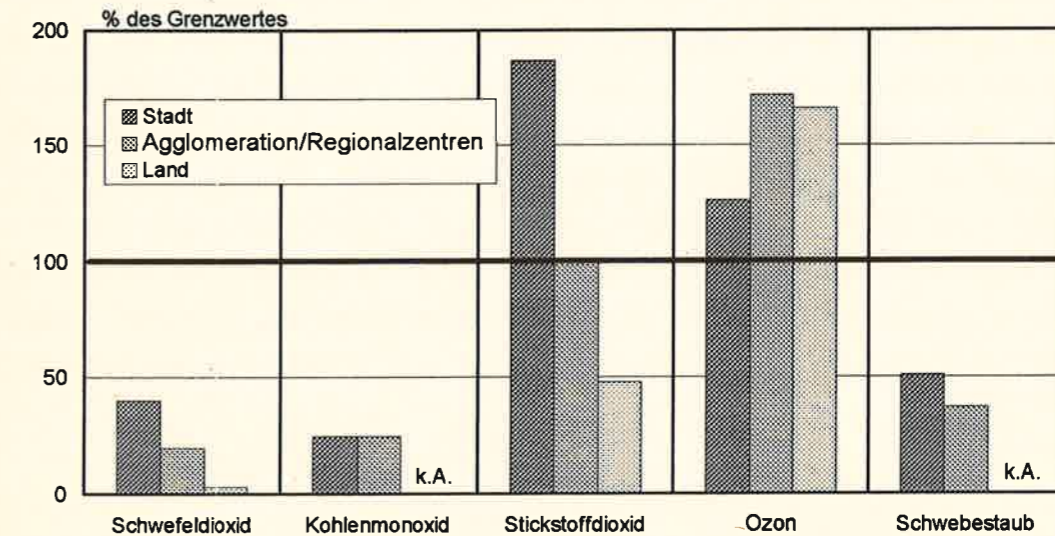
Die Konzentrationen von Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Schwebstaub lagen 1995, wie schon in den Vorjahren, in der ganzen Innerschweiz klar unter den Grenzwerten der Luftreinhalteverordnung. Die in die Luft ausgestossenen Mengen dieser Stoffe sind im letzten Jahrzehnt aufgrund der durchgeführten Luftreinhaltemassnahmen massiv zurückgegangen.

An vielen Orten ist in den letzten Jahren ein leichter Rückgang der Stickstoffdioxidkonzentration zu beobachten. Die chronische Belastung der Luft mit Stickstoffdioxid lag 1995 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 ländlichen Gegenden, abseits der Hauptverkehrsachsen, werden nur geringe Mengen von Stickstoffdioxid erfasst. In Stadtzentren wurde 1995 auch der Kurzzeitgrenzwert mehrmals überschritten.

Die Ozonwerte in der Innerschweiz zeigen im Vergleich zu den Vorjahren keine sinkende Tendenz. 1995 wurden die Grenzwerte, wie schon in den Vorjahren, in allen Gebieten der Innerschweiz zum Teil massiv überschritten. Der Stundenmittelgrenzwert wurde zwischen 35 mal in Stadtzentren und 804 mal im voralpinen Gebiet überschritten. In den dicht besiedelten Agglomerationen wurden zwischen 188 und 353 Überschreitungen verzeichnet. Pro Jahr dürfte der 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 Ozonbelastung ist deutlich zu hoch. Ebenfalls zu hoch liegt der Eintrag von Stickstoff aus der Luft. Wälder und andere, an nährstoffarme Verhältnisse angepasste Lebensräume, erhalten eine unerwünschte Düngung aus der Luft, die die Stabilität der Ökosysteme gefährdet. Mitbetroffen ist die Bevölkerung der Innerschweiz, insbesondere in den voralpinen Gebieten, wo die Wälder eine bedeutende Schutzfunktion für Dörfer und Verkehrswege ausüben.

Die bis anhin eingeleiteten Massnahmen zur Reduktion der Luftbelastung führten bei einzelnen Stoffen zu einer Reduktion der Belastung. Für die Verbesserung der Luftqualität ist eine weitere Reduktion der in die Umwelt ausgestossenen Schadstofffrachten unabdingbar. Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen, die Vorläuferstoffe bei der Ozonbildung, müssen noch massiv reduziert werden. Die Quellen sind bekannt: Bei den Stickoxiden steht der Verkehr im Mittelpunkt, während bei den flüchtigen organischen Verbindungen die Hauptemittenten in Industrie und Gewerbe zu finden sind. Um die Qualitätsziele für die Luft zu erreichen, müssen alle ihren Beitrag leisten.



Innerschweizer Luftschadstoffwerte 1995 im Vergleich mit den Grenzwerten der Luftreinhalteverordnung

(Werte in Prozent der Jahresmittel-Grenzwerte. Ozon: Werte in Prozent des Stundenmittelgrenzwertes. k.A.: keine Angaben)

1. Wo und wie wird gemessen?

Mit den Luftmessungen sollen grossräumige Aussagen über die Luftqualität in der Innerschweiz gemacht werden. Die Ergebnisse werden nach drei lufthygienisch relevanten Standortstypen ausgewertet: Stadtzentrum, Agglomerationen / Regionalzentren und Land. Dies bietet den Vorteil, dass Messungen nicht nur für den Messort selbst aussagekräftig sind und vereinfacht überdies die Kommunikation. Die Resultate der Luftmessstationen sind repräsentativ für weite Teile der Innerschweiz und 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 wurden die Messstationen Ebikon (Sedel), Emmen, Inwil bei Baar, Meggen, Sursee, Flüelen, Stans und Sarnen berücksichtigt. Der Standorttyp Land umfasst Standorte abseits der grossen Zentren und Strassen. Als Referenz dienen für den Jahresbericht 1995 die Stationen Alpthal, Feusisberg, Schüpheim, Seebodenalp und Rigi-Wissiflue.

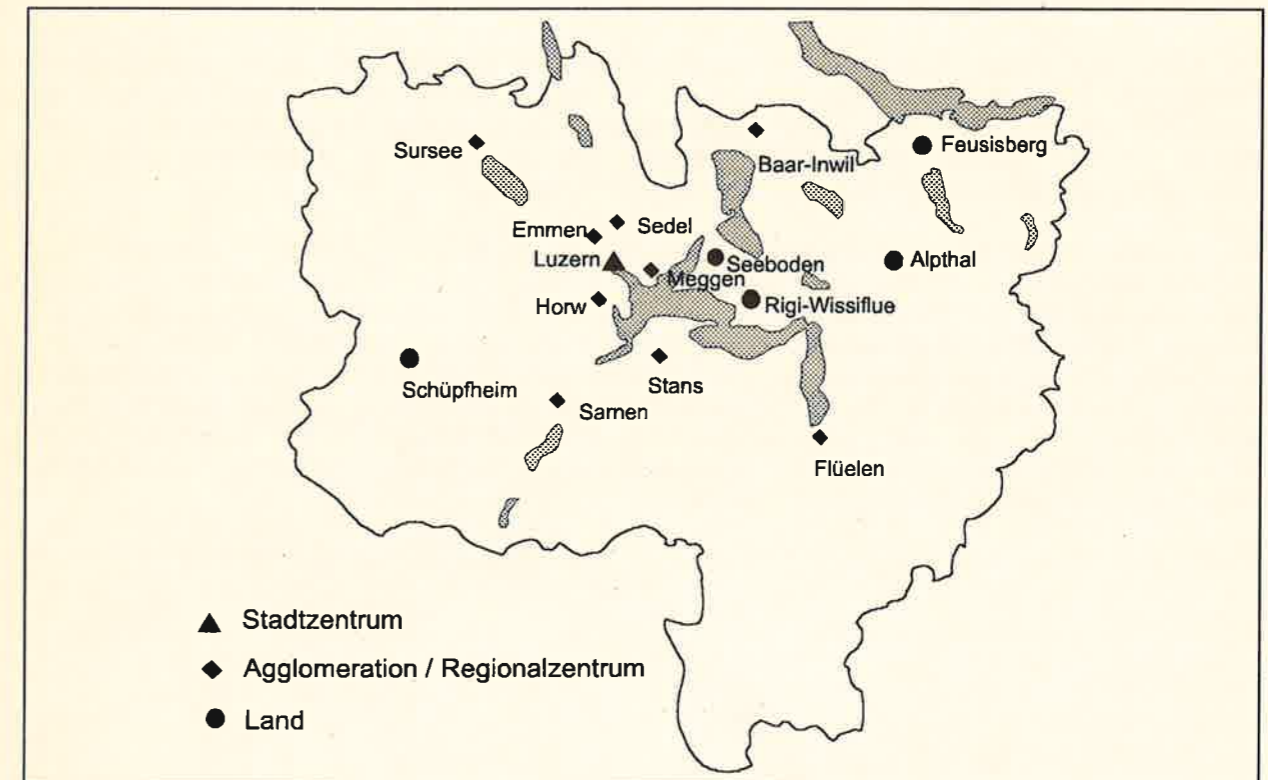


Abb. 1.1: Das Innerschweizer Luftmessnetz 1995 (ohne Passivsammler)

Für grossräumige Aussagen über die Luftqualität werden in der Innerschweiz zusätzlich an 88 Standorten Luftschadstoffe mit Passivsammlern gemessen. Diese eignen sich für die Beurteilung der Langzeitbelastung mit Stickstoffdioxid.

2. Was zeigen die Resultate von 1995 und wie vergleichen sie sich mit den Vorjahren?¹

2.1. Stickstoffdioxid

Die Messresultate von Stickstoffdioxid im Jahr 1995 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 Standort im Stadtzentrum wurde ein Jahresmittelwert von 56 Mikrogramm pro Kubikmeter gemessen - dies bei einem Grenzwert von 30 Mikrogramm pro Kubikmeter. Um diesen Grenzwert bewegten sich 1995 die Stickstoffdioxidkonzentrationen in den Agglomerationen und Regionalzentren. In der Nähe vielbefahrener Strassen 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.

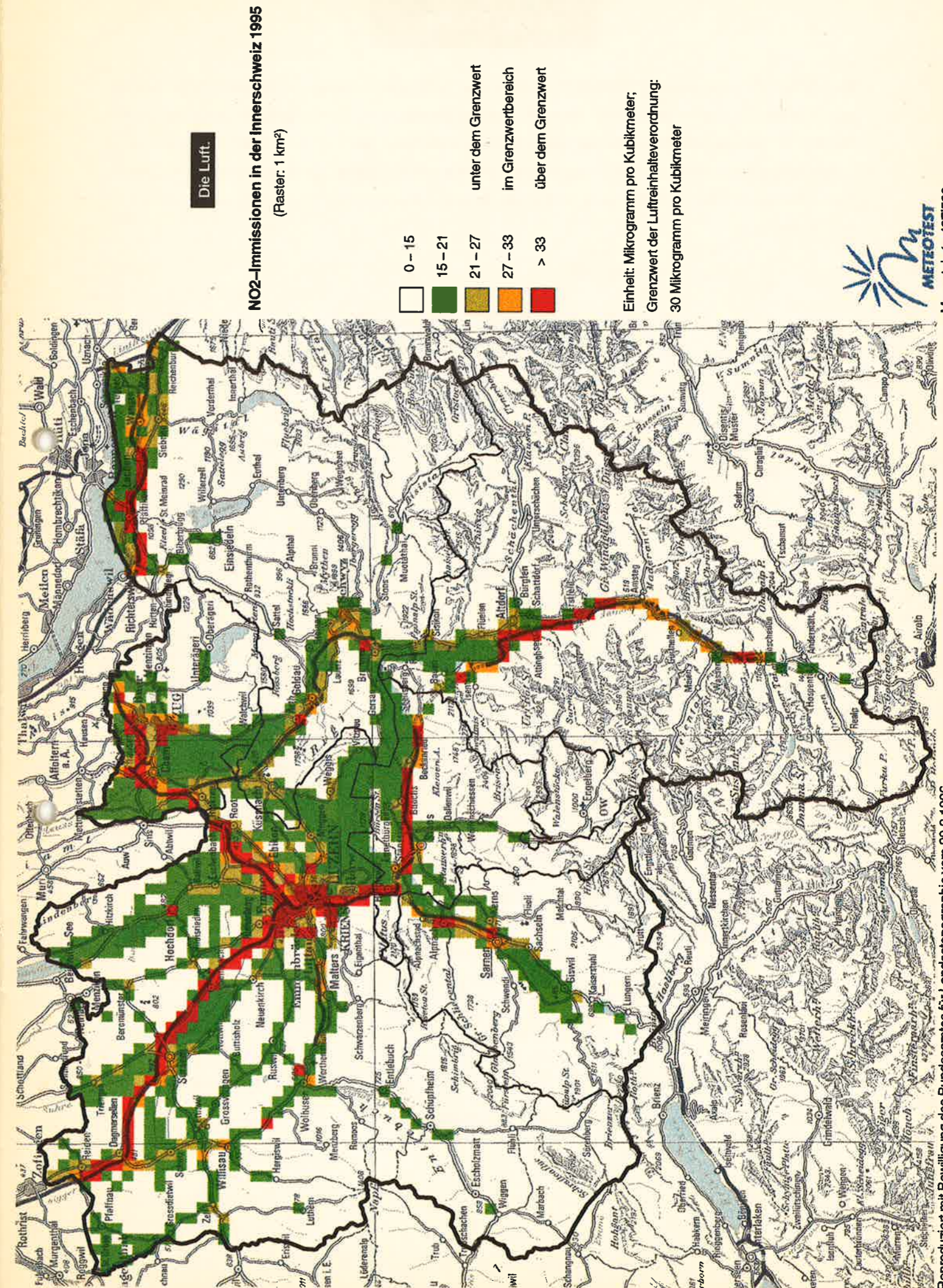
Stickstoffdioxid-Immissionskarte

Die Karte zeigt grosse regionale Unterschiede im Ausmass der Belastung. Neben grossflächigen Gebieten mit Überschreitungen des Grenzwertes im Raum Luzern existieren auch hohe Werte in Linienform (hauptsächlich entlang den Hauptverkehrsachsen) und einzelne punktuelle Belastungsspitzen bei den grösseren Ortschaften. In den ländlichen und vor allem in den höher gelegenen Gegenden ist die Stickstoffdioxidbelastung minimal.

Die Resultate der kontinuierlich arbeitenden Stationen und der Passivsammler bilden zusammen mit Angaben über den Schadstoffausstoss² pro Quadratkilometer und der Höhenlage die Grundlage für die Belastungskarte von Stickstoffdioxid in der Innerschweiz. Die dargestellten Werte zeigen eine mittlere Stickstoffdioxid-Belastung des gesamten Quadratkilometers. Die Karte soll ein allgemeines Bild über die Innerschweizer Stickstoffdioxid-Belastung vermitteln und erhebt nicht den Anspruch auf Genauigkeit im Detail. Die tatsächlich gemessenen Werte innerhalb eines Quadratkilometers variieren sehr stark, insbesondere wenn eine vielbefahrene Strasse durch das Gebiet führt. Entlang von Hauptstrassen und in Dorfzentren können deshalb in unmittelbarer Quellennähe zusätzliche Grenzwertüberschreitungen vorkommen.

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 werden.

² Die Berechnungen stützen sich auf die Emissionsfaktoren des Berichtes „Schadstoffemissionen des privaten Strassenverkehrs 1950-2000“, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 55 (vgl. auch S. 23).



Die Luft.

Der Jahresgang der Stickstoffdioxidkonzentrationen zeigt standortsbedingte Unterschiede. Ausserhalb des Stadtzentrums werden im Normalfall maximale Werte im Winterhalbjahr gemessen. Dann sorgen oft Nebellagen für eine verminderte Durchmischung der Luft und bewirken damit eine Anreicherung von Luftschadstoffen. Die Werte im Stadtzentrum zeigen demgegenüber ein Maximum im Hochsommer, das photochemisch bedingt ist (erhöhte Umwandlungsrate von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid).

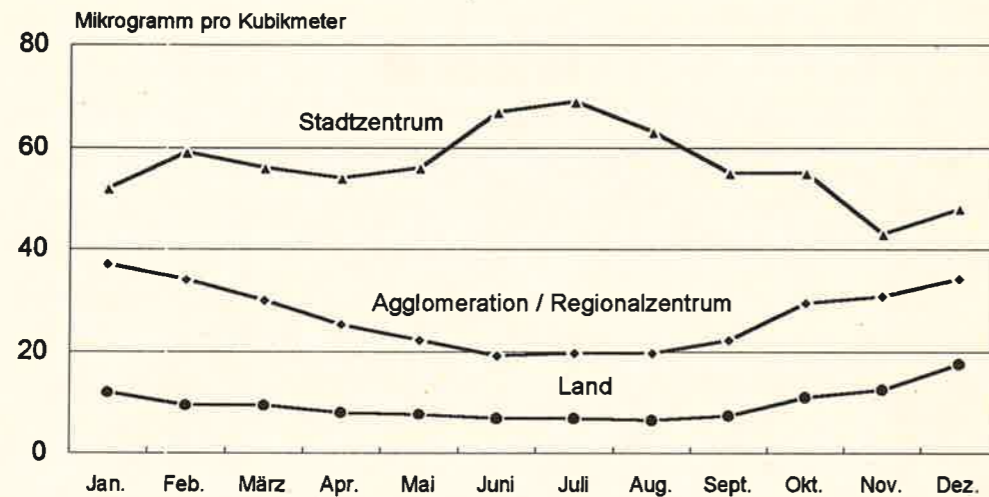


Abb. 2.1: Jahresgang von Stickstoffdioxid 1995

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 21 Überschreitungen verzeichnet. Der Grenzwert wurde nicht eingehalten. Die maximalen Tagesmittel lagen bei 107 Mikrogramm pro Kubikmeter. Ausserhalb der dichtbesiedelten Regionen der Innerschweiz wurde der Grenzwert eingehalten.

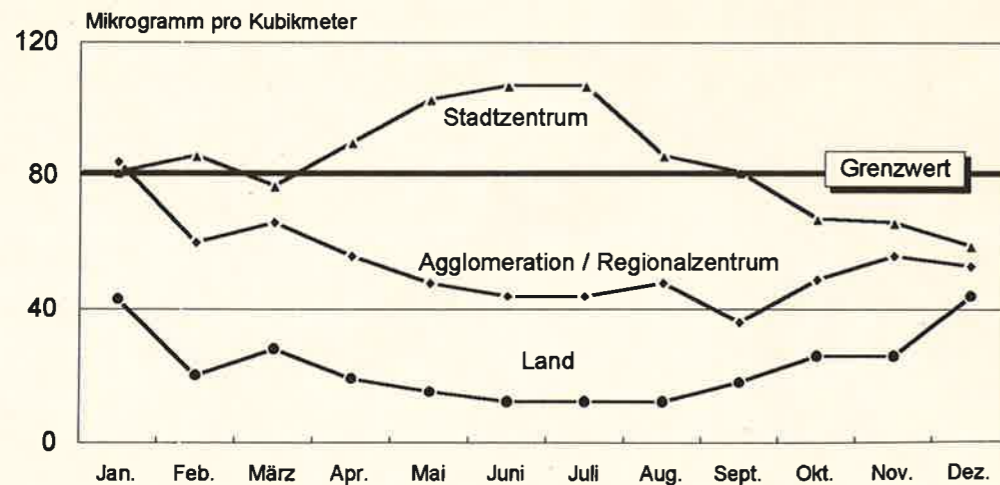


Abb. 2.2: Maximale Tagesmittel von Stickstoffdioxid 1995

Die Luft.

In den letzten Jahren ist die Belastung mit Stickstoffdioxid vielerorts leicht zurückgegangen. Vor allem Standorte in Agglomerationen und Regionalzentren profitierten von diesem Rückgang. Am Standort im Stadtzentrum musste, nach einem leichten Rückgang der Belastung im vergangenen Jahr, wieder eine Zunahme registriert werden. Den Anstieg bewirkten hohe Werte im Sommer.

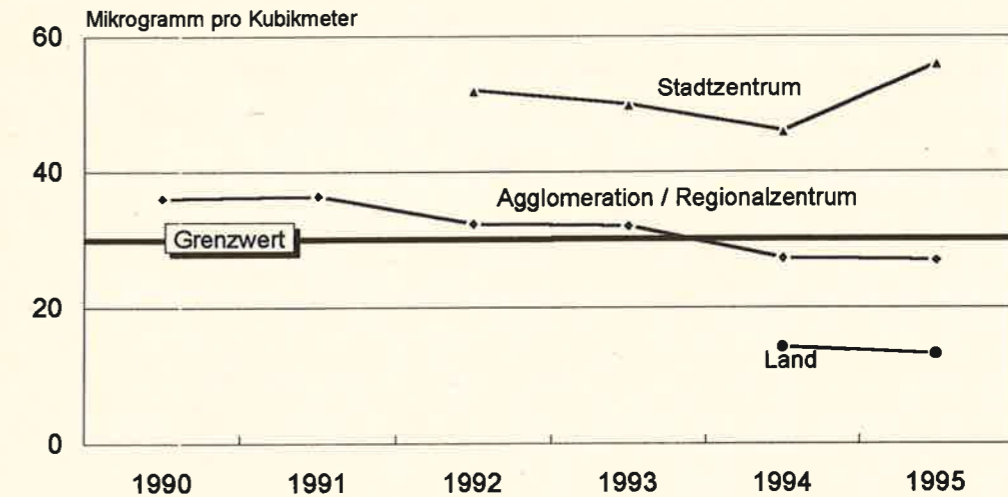


Abb. 2.3: Entwicklung der Jahresmittel von Stickstoffdioxid von 1990 bis 1995

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 könnten die Resultate mit dem Jahresgrenzwert der LRV verglichen werden. In der Innerschweiz wurden 1995 an 88 Standorten Passivsammler für Stickstoffdioxid eingesetzt. An einem Drittel der Standorte wurde der Jahresmittelgrenzwert überschritten. Sie finden sich in zentrumsnahen Gebieten oder entlang der Hauptverkehrsachsen. Die maximalen Jahresmittel der Passivsammlermessungen lagen mit 72 Mikrogramm pro Kubikmeter mehr als doppelt so hoch wie der Grenzwert der Luftreinhalteverordnung von 30 Mikrogramm pro Kubikmeter. Die Hintergrundbelastung in abgelegenen Gebieten der Voralpen lag 1995, beispielsweise auf Rigi-Kulm, bei 4 Mikrogramm pro Kubikmeter.

2.2. Ozon

Keine Besserung zeigt die Ozonbelastung in der Innerschweiz. Auch 1995 war die Luft grossräumig mit diesem Reizgas belastet. Insgesamt wurde im vergangenen Jahr der Stundenmittelgrenzwert in der Innerschweiz zwischen 35 mal im Stadtzentrum und 804 mal im voralpinen Gebiet überschritten. In den dicht besiedelten Agglomerationen und Regionalzentren sind zwischen 188 und 353 Überschreitungen verzeichnet worden. Pro Jahr dürfte der Grenzwert gemäss Luftreinhalteverordnung eigentlich nur einmal überschritten werden. Eine kartographisches Bild der Ozonbelastung würde eine flächenhafte Überschreitung der Grenzwerte aufzeigen.

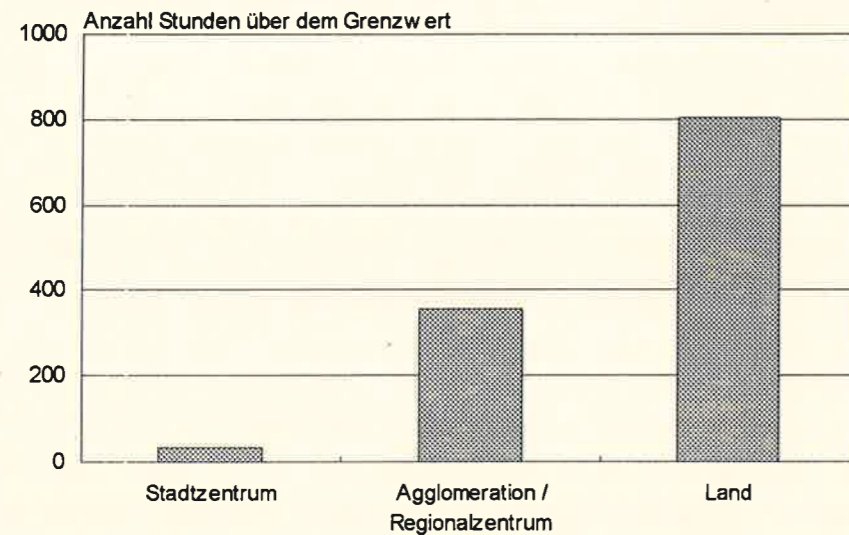


Abb. 2.4: Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes 1995

Der Vergleich mit Messdaten früherer Jahre zeigt, ob die eingeleiteten Luftreinhaltemassnahmen beim Ozon, wie bei den Stickoxiden, zu einer Verbesserung der Luft führten. Betrachtet man den Verlauf des Monatsgrenzwertes von 100 Mikrogramm pro Kubikmeter (98 %-Wert) der Messreihe in Inwil bei Baar, erkennt man keinen Trend zu höheren oder tieferen Ozonwerten. Während einem Grossteil des Jahres wurde der Grenzwert überschritten. Die Maxima waren jeweils im Sommerhalbjahr, wenn die Sonneneinstrahlung die Ozonproduktion begünstigt. Nur im Jahr 1993 wurde deutlich weniger Ozon gemessen. Grund war der verregnete Sommer in diesem Jahr. Dies wurde auch bei den anderen Innerschweizer Messresultaten beobachtet. 1995 wurde wieder annähernd soviel Ozon gemessen wie im Vorjahr.

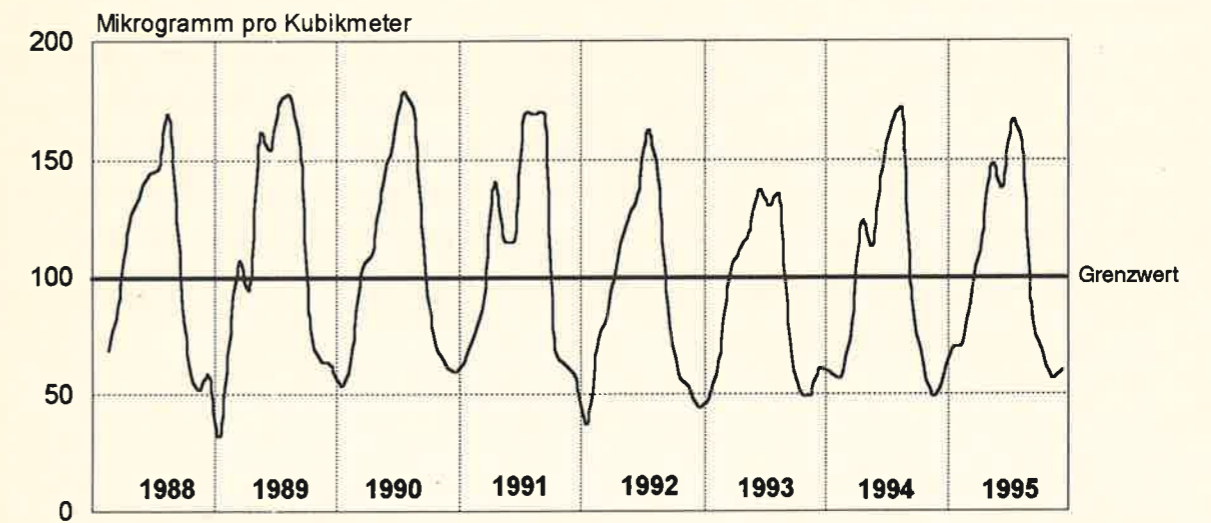


Abb. 2.5: 98%-Werte von Ozon 1988 - 1995 an einem typischen Agglomerationsstandort in der Innerschweiz (Baar-Inwil) (Grenzwert: 98 Prozent der gemessenen Halbstundenmittel müssen kleiner als 100 Mikrogramm sein)

Die bisherige Reduktion der Vorläufersubstanzen von Ozon hat noch keine spürbare Verbesserung der Ozonbelastung gebracht. Neben lokalen Massnahmen sind beim Ozon auch solche gefragt, die über die Grenzen der Innerschweiz und der Schweiz hinausgehen. Um die Ozonbelastung in der Innerschweiz auf ein gesundes 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. Mit Massnahmen auf dem Gebiet der Innerschweiz kann auch nur diese lokale Produktion verringert werden. Mit drastischen Emissionsminderungen von 50% können damit Reduktionen, insbesondere der Ozonspitzenwerte, bis höchstens um einen Fünftel erzielt werden. Somit würden die Grenzwerte nach wie vor überschritten.



Abb. 2.6: Zusammensetzung der Ozonbelastung bei Sommersmogperioden

Ozon-Jahresverlauf 1995

Im vergangenen Jahr wurden erste Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes der Luftreinhalteverordnung von 120 Mikrogramm pro Kubikmeter bereits im März gemessen. Mehr Sonne sorgte in den folgenden Monaten regelmässig für zu hohe Ozonwerte. Die am meisten mit Ozon belasteten Monate waren der Mai, Juli und August. Im Juli wurde der Grenzwert an bis zu 25 Tagen überschritten. Wenig Sonne und viel Regen verhinderten im Juni und September eine erhöhte Ozonproduktion. In den Herbst- und Wintermonaten lag nur noch wenig Ozon in der Luft.

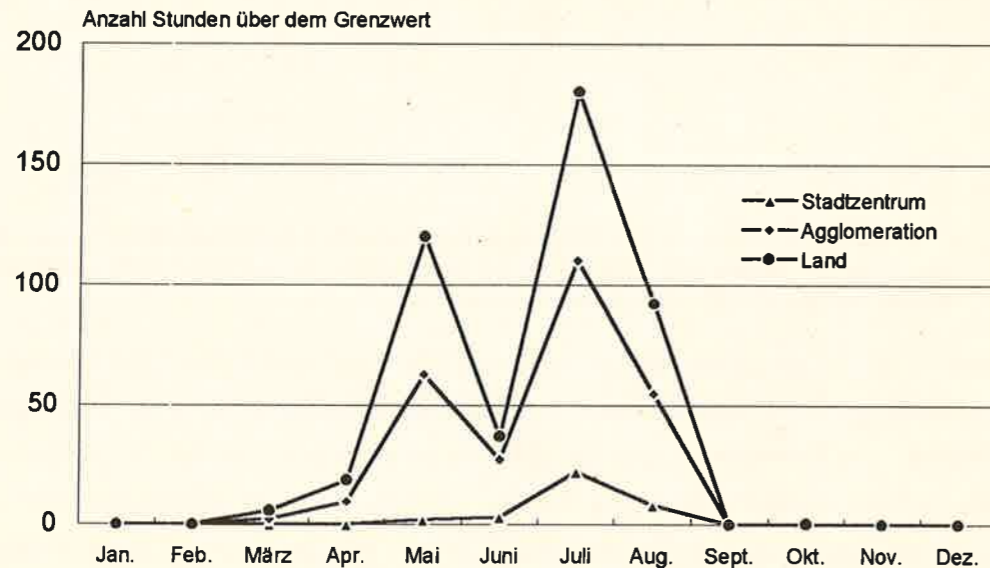


Abb. 2.7: Monatliche Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes 1995

Ozon-Spitzenwerte 1995

Die Spitzenwerte der Ozonkonzentrationen lagen in den Sommermonaten im Stundenmittel bei bis zu 206 Mikrogramm pro Kubikmeter. Der Grenzwert liegt bei 120. Die höchsten Konzentrationen wurden in Agglomerationen und Regionalzentren gemessen. Auf dem Land lagen die Spitzen bei 199, im Stadtzentrum bei 151 Mikrogramm. Nur Standorte in unmittelbarer Nähe von Verkehrsachsen wiesen tiefere Werte auf. Dort sorgen 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.

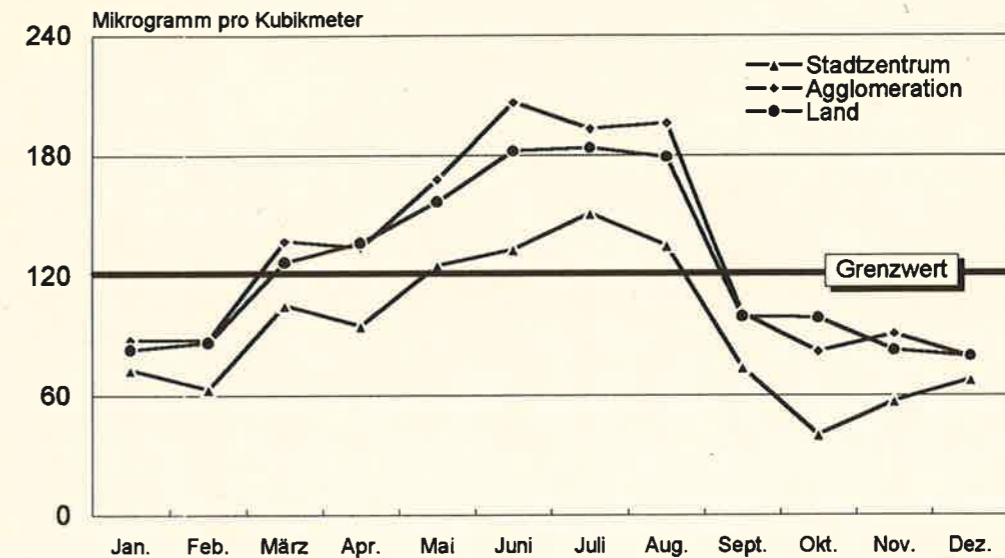


Abb. 2.8: Maximale Stundenmittel von Ozon 1995

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 an, welcher Dosis Pflanzen während ihrer Wachstumsphase exponiert sind. Es werden nur die Werte aufsummiert, die über einem Schwellenwert von 40 ppb³ liegen, deshalb die Abkürzung AOT-40 (accumulated exposure over a threshold of 40 ppb). Europäische Forscherteams empfehlen, die tolerierbare Belastungsgrenze (critical level) bei einer möglichen Biomasseeinbusse von 10% festzulegen.⁴ In der Innerschweiz wurden im vergangenen Jahr die kritischen Ozonbelastungsdosen⁵ für Wald (Abb. 2.9) und landwirtschaftliche Kulturpflanzen (Abb. 2.10) 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 bis zu mehr als 20% auswirken⁶.

Die zeitliche Entwicklung der Ozon-Dosis für Wälder seit 1988 zeigt, dass ausserhalb der Städte die Belastungsgrenzen für Ozon jedes Jahr überschritten worden sind. Minimale Werte wurden im sonnenarmen 1993 erfasst. Eine abnehmende Tendenz ist nicht zu erkennen.

³ ppb: part per billion, ein Teilchen auf eine Milliarde Teilchen.
⁴ Quelle: „Critical levels for ozone - a UN-ECE workshop report“. Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie. Schriftenreihe der FAC Liebefeld Nr. 16, 1994.
⁵ vgl. auch Artikel über die Auswirkungen auf den Lebensraum Rigi
⁶ Belastungsgrenzen: für Wald: 10'000 ppb*h
für landwirtschaftliche Kulturen: 5'300 ppb*h entspricht 10%-Ernteausfall, 10'500 ppb*h entspricht 20%-Ernteausfall

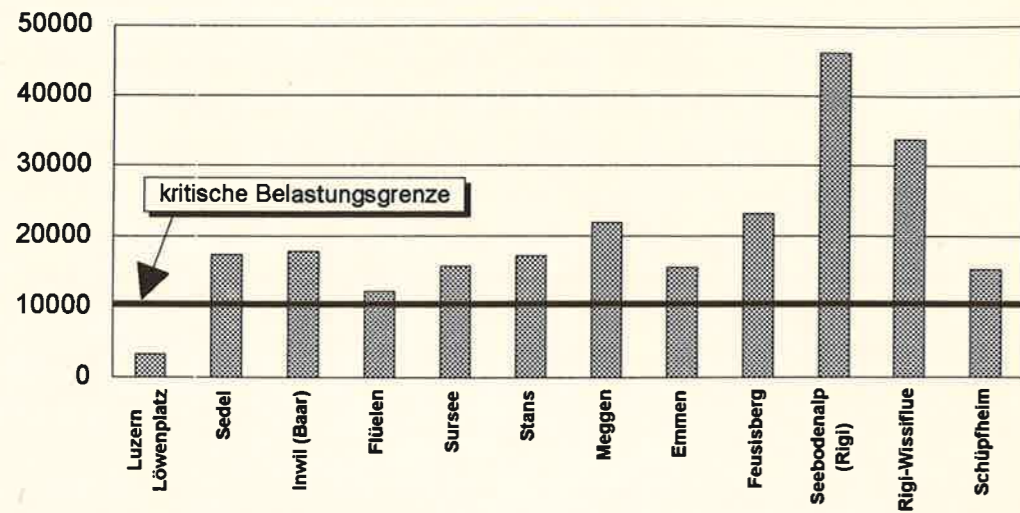


Abb. 2.9: Ozonodosis für Wald 1995 in der Innerschweiz (AOT-40 in ppb*h)

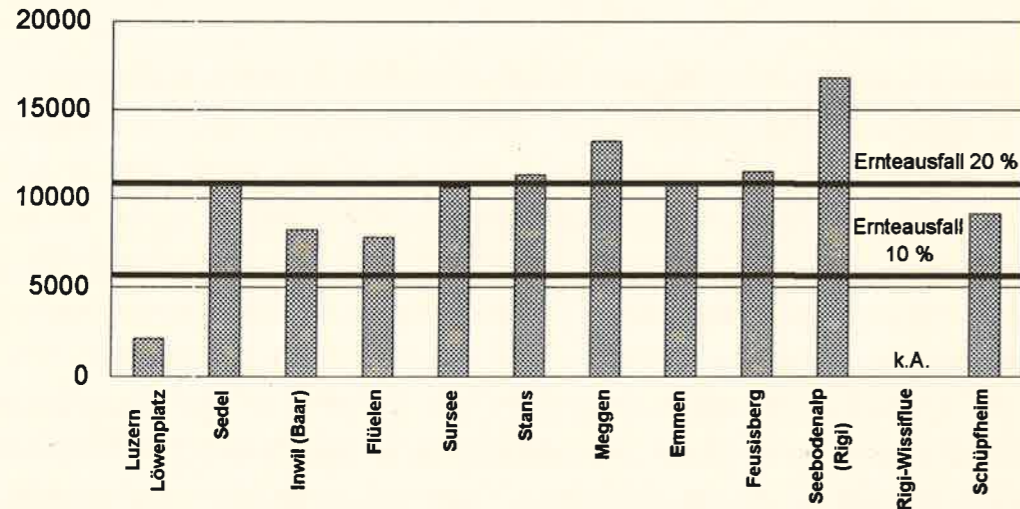


Abb. 2.10: Ozonodosis für landwirtschaftliche Kulturen 1995 in der Innerschweiz (AOT-40 in ppb*h)

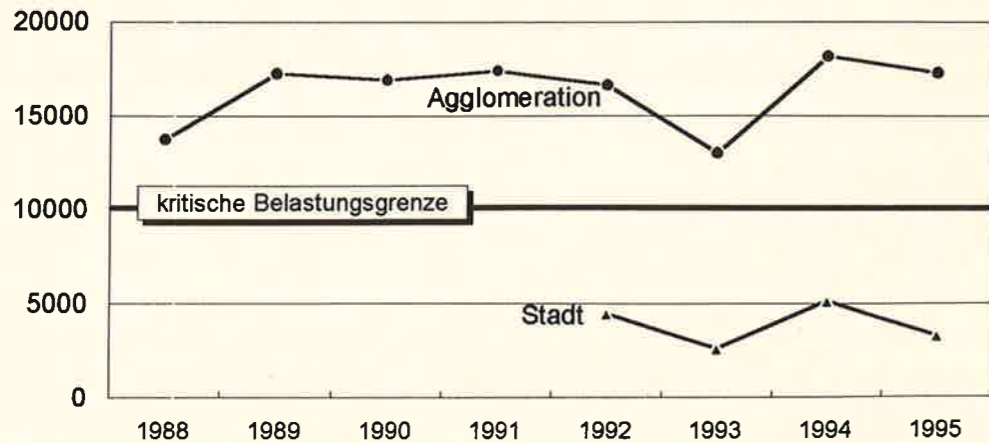


Abb. 2.11: Zeitliche Entwicklung der Ozonodosis für Wald (AOT-40 in ppb*h)

2.3. Schwefeldioxid

In der Innerschweiz lagen 1995 die Jahresmittel von Schwefeldioxid auch in dichtbesiedelten und verkehrsreichen Gebieten mit bis zu 12 Mikrogramm pro Kubikmeter deutlich unter dem Grenzwert der Luftreinhalteverordnung von 30 Mikrogramm pro Kubikmeter. Die Kurzzeitgrenzwerte werden bei einem Grenzwert von 100 Mikrogramm pro Kubikmeter mit maximal 37 Mikrogramm ebenfalls klar eingehalten. In Agglomerationen und auf dem Land liegen die Werte mit 1 - 7 Mikrogramm pro Kubikmeter im Jahresmittel noch tiefer. Die Schwefeldioxidkonzentrationen sind seit dem Maximum der Schwefeldioxidemissionen in der Mitte der 60er Jahre im stetigen Rückgang begriffen. Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte treten keine mehr auf. Die Maximalwerte wurden im Winterhalbjahr gemessen. Dies weist auf die Feuerungen als Hauptquelle der Schwefeldioxidemissionen hin.

In 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 Minimierung des Schwefeldioxidausstosses ist dennoch anzustreben, denn Schwefeldioxid trägt, zusammen mit anderen sauer reagierenden Schadstoffen, zur Versauerung der Niederschläge bei. Dies ist für die Wälder und andere empfindliche Ökosysteme der Innerschweiz von Bedeutung, weil in grossen Teilen die kritischen Belastungsgrenzen für den Säureeintrag überschritten werden.⁷

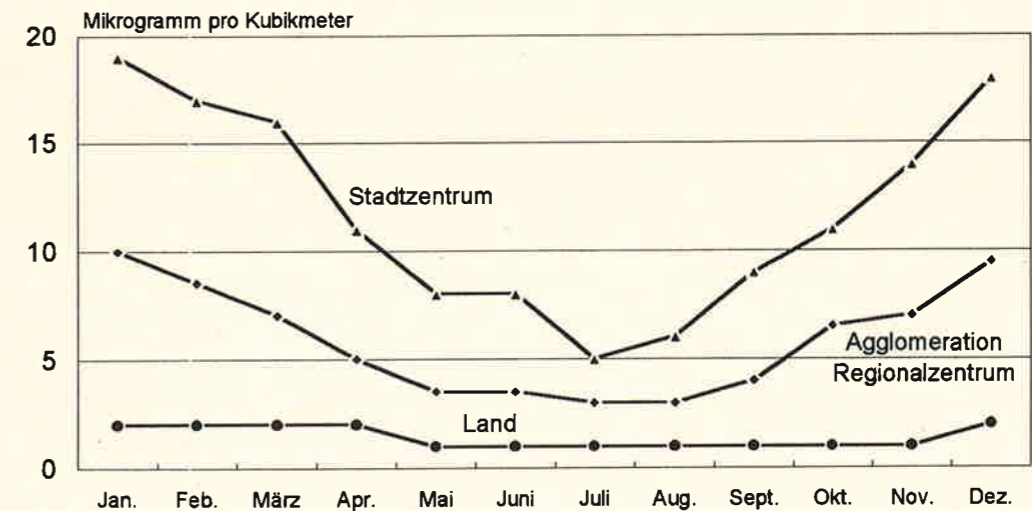


Abb. 2.12: Jahressgang von Schwefeldioxid 1995

⁷ Critical Loads for Acidity for Forest Soils and Alpine Lakes. Steady State Mass Balance Method. BUWAL 1994, Environmental Series No. 234.

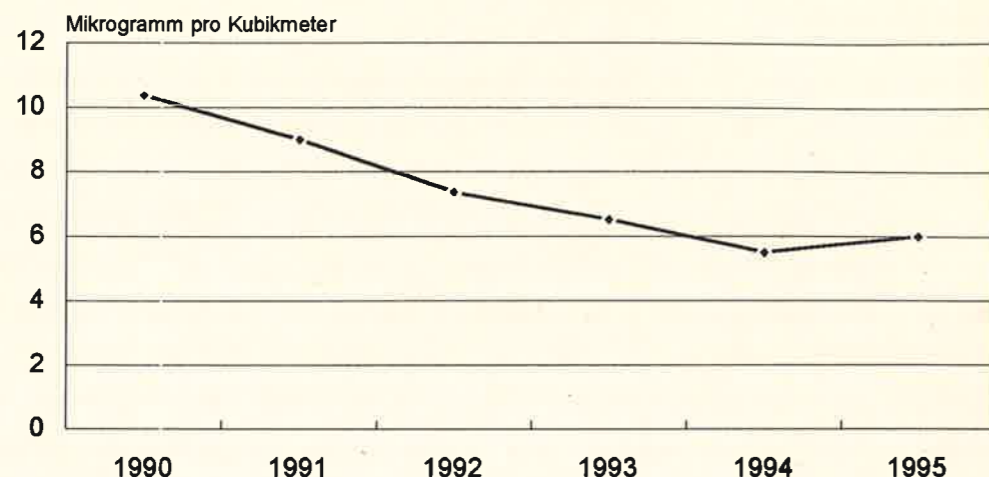


Abb. 2.13: Jahresmittel von Schwefeldioxid in Agglomerationen der Innerschweiz von 1990 bis 1995 (Grenzwert: 30 Mikrogramm pro Kubikmeter)

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 Konzentrationen erfolgte in den Achtziger Jahren. 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)
Emmen	2	8
Luzern Löwenplatz	2	

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 oder können bis in die tieferen Atemwege eindringen. Schwebestaub verstärkt die Wirkung anderer Luftschadstoffe. Vor allem die in die Lunge eindringenden Partikel sind schädlich.

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

In den letzten fünf Jahren ist eine geringfügige Abnahme der Schwebestaubkonzentrationen in der Innerschweiz zu beobachten. 1995 stiegen die Werte allerdings wieder leicht an. Überschreitungen der Grenzwerte sind auch in Zukunft nicht zu erwarten. Nur lokal, in unmittelbarer Quellennähe, kann die Schwebestaubbelastung problematisch sein.

Die Schwebestaubkonzentrationen werden in der Innerschweiz nur an ausgewählten Standorten erfasst. Aus diesem Grund wird bei den Darstellungen auf eine Typisierung nach Standorten verzichtet.

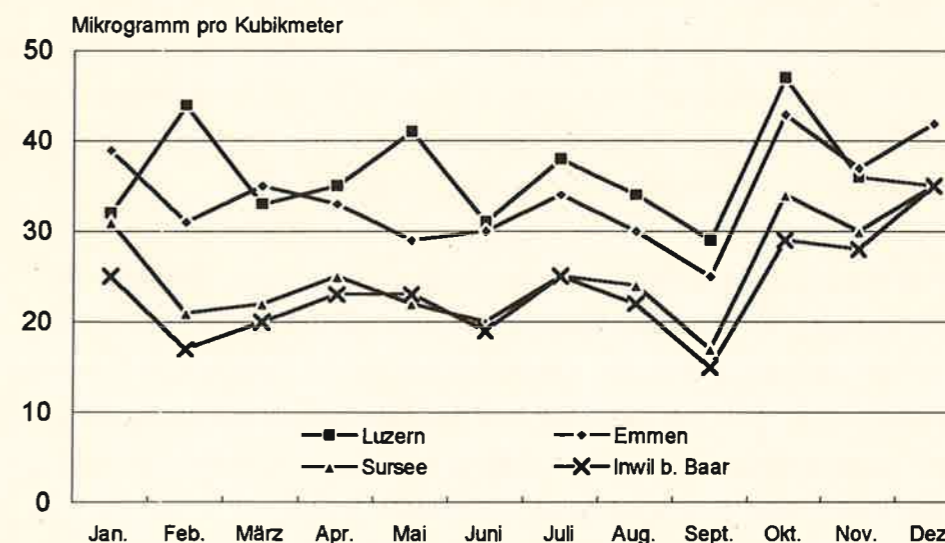


Abb. 2.14: Jahresgang von Schwebestaub 1995 (Grenzwert: 70 Mikrogramm pro Kubikmeter)

Die Luft.

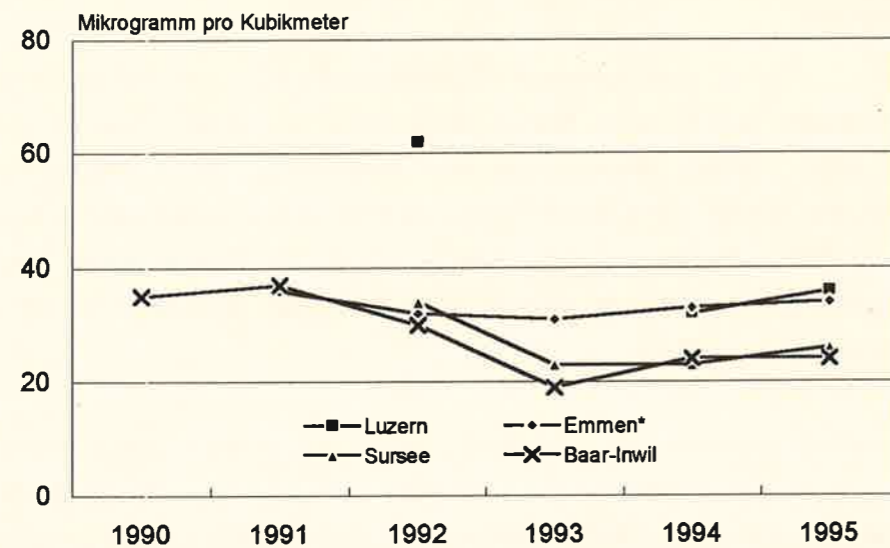


Abb. 2.15: Jahresmittel von Schwebstaub von 1990 bis 1995. Der Grenzwert liegt bei 70 Mikrogramm pro Kubikmeter. (*1994 unvollständige Messreihe)

2.6. Flüchtige organische Verbindungen

Flüchtige organische Verbindungen (VOC) 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. Problematisch sind ihre zum Teil krebsauslösenden Eigenschaften. Für die Kanzerogenität existiert keine unbedenkliche Konzentration, weshalb Immissionsgrenzwerte keinen Sinn machen.

In der Innerschweiz erfolgten 1995 VOC-Immissionsmessungen in Luzern. Gemessen werden u.a. die Konzentrationen von Benzol, Toluol und Xylol (BTX) sowie von Tetrachlorethen. In der Messperiode wurden am verkehrsbelasteten Standort Luzern-Löwenplatz im Jahresmittel 5 Mikrogramm pro Kubikmeter Benzol erfasst. Zum Vergleich können frühere Messungen in der Schweiz aus den Jahren 1991 und 1992⁸ herangezogen werden. Die ländliche Belastung mit Benzol lag damals bei etwa 2 Mikrogramm pro Kubikmeter, in ausgeprägten Strassenschluchten bei 11 Mikrogramm pro Kubikmeter. Die Werte der Luzerner Messungen im vergangenen Jahr lagen zwischen diesen Extremwerten. Toluol zeigte mit einem Jahresmittel von 15 Mikrogramm pro Kubikmeter von den erfassten VOC die höchste Konzentration. Der Jahresgänge der untersuchten VOC weisen einen ähnlichen Verlauf auf. Maximale Werte wurden im Juni und im Spätherbst gemessen.

⁸ VOC- und PAH-Immissionsmessungen in der Schweiz (1991 / 1992). Umweltmaterialien Nr. 10, Luft. BUWAL, Bern 1994.

Die Luft.

Tab. 2: Vergleich der Benzol- und Toluolwerte mit den Vorjahren (in Mikrogramm pro Kubikmeter)

Messperiode	Benzol	Toluol
Jan. 93 - Dez. 93	7	18
Jan. 94 - Dez. 94	5	14
Dez. 94 - Nov. 95	5	15

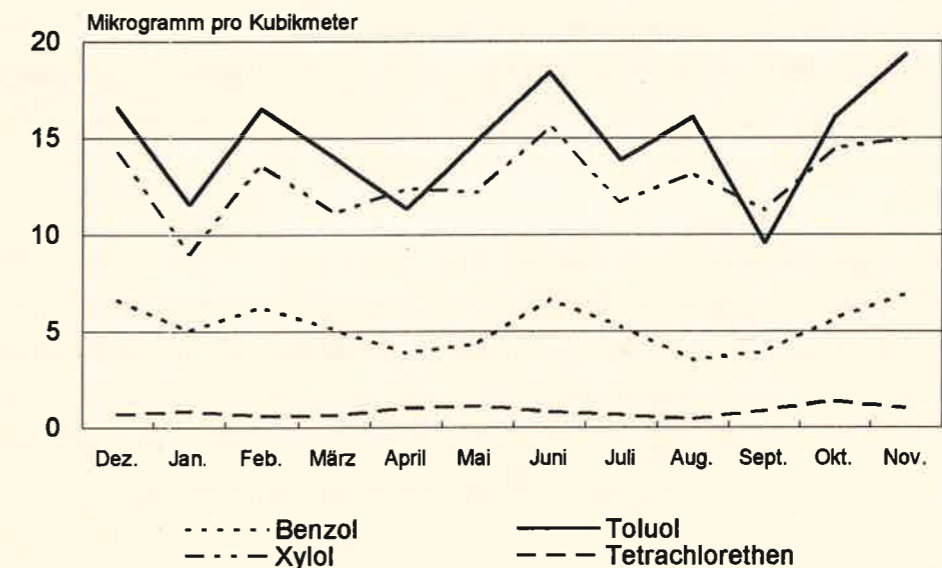


Abb. 2.16: Jahresverlauf von ausgewählten flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) am Standort Luzern-Löwenplatz.

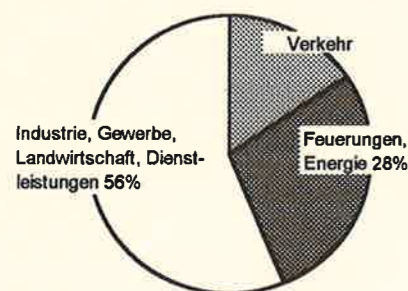
3. Wer verursacht die Luftbelastung?

Die Belastung der Luft setzt sich zusammen aus einem Anteil natürlichen Ursprungs und einem Anteil, der durch die menschlichen Aktivitäten verursacht wird. Solche Luftschadstoffe entstehen in erster Linie beim motorisierten Verkehr, beim Heizen und in Grossfeuerungsanlagen, beim Arbeiten mit lösungsmittelhaltigen Farben, Lacken und Leimen, beim Spraysen, aber auch bei der Abfallverbrennung.

Bei den *flüchtigen organischen Verbindungen*, die zusammen mit den Stickoxiden zur Ozonbildung beitragen, entfällt etwa die Hälfte der Emissionen auf Industrie und Gewerbe und ein knappes Drittel auf Feuerungen (Energie). Der Anteil des Verkehrs liegt unter einem Fünftel. Bei den VOC ist in den letzten zehn Jahren eine Abnahme der Emissionen zu beobachten.

Ein Grossteil der *Stickoxide*⁹ wird vom Verkehr emittiert, dessen Anteil an den Gesamtemissionen in der Innerschweiz etwa vier Fünftel beträgt. Die Stickoxidemissionen haben in den vergangenen Jahren als Folge des Katalysators bei Personewagen abgenommen. Die stetige Verkehrszunahme vermindert den Erfolg der technischen Massnahmen zur Emissionsreduktion. Das Ziel des Luftreinhaltekonzeptes des Bundesrates vom 10. September 1986, die Stickoxid- und VOC-Emissionen mindestens auf den Stand von 1960 zu senken, ist bis heute nicht erreicht worden.

Flüchtige organische Verbindungen (VOC)



Stickoxide

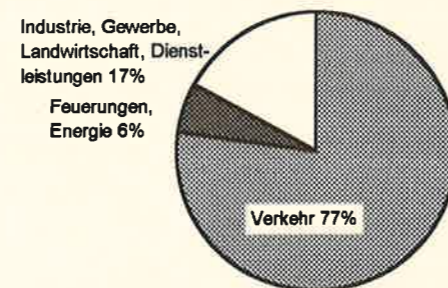


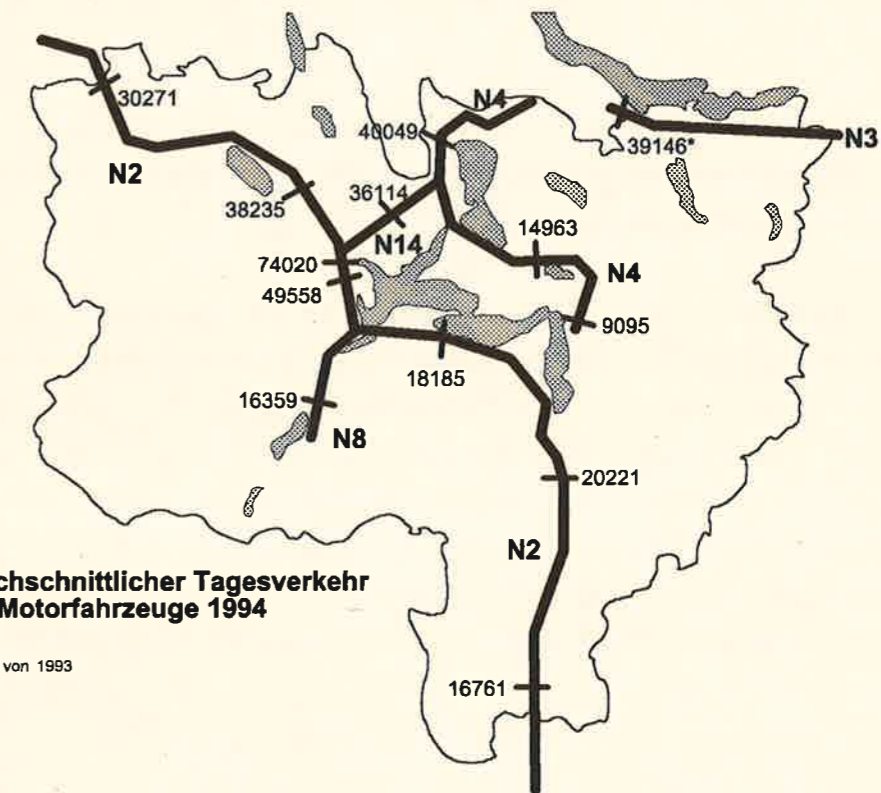
Abb. 3.1: Emissionen von Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen in der Innerschweiz 1995

Von Bedeutung für die Umwelt ist neben Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen auch *Ammoniak*. Diese Stickstoffverbindung wird hauptsächlich durch die Quellengruppe Landwirtschaft emittiert (Viehhaltung, Düngung mit Gülle). Ammoniak, das in die Luft gelangt, kann insbesondere in nährstoffarmen Ökosystemen zu einer unerwünschten Düngewirkung führen (vgl. Kap. 4.2).

⁹ Stickoxide (NO_x) sind eine Sammelbegriff für Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂).

Die Quellengruppe Verkehr in der Innerschweiz

Der motorisierte Strassenverkehr lässt sich in Güter-, Pendler-, Ausflugs- und Reiseverkehr unterteilen. In der Innerschweiz steht ein gut ausgebautes Strassennetz zur Verfügung. Mehrere Nationalstrassen durchqueren die Landschaft. Die N2 ist eine bedeutende Transitachse im europäischen Güter- und Reiseverkehr. Die Verkehrszahlen der letzten Jahre zeigen, dass immer mehr Autos und Lastwagen auf den Strassen zirkulieren und die Prognosen sagen für die Zukunft eine weiteren Anstieg voraus. Auf der N2 beim Gotthardtunnel nahm der Verkehr in den letzten fünf Jahren um knapp 11 Prozent zu. Jener des Schwerververkehrs stieg in der gleichen Periode um 59 Prozent. Der Anteil des Schwerververkehrs an den gesamten Verkehrsemissionen wird deshalb in den kommenden Jahren jenen der Personewagen deutlich überschreiten.



Durchschnittlicher Tagesverkehr der Motorfahrzeuge 1994

*Daten von 1993

Abb. 3.2: Verkehrszahlen auf Autobahnen und Autostrassen in der Innerschweiz (Quelle: Bundesamt für Strassenbau. Automatische Strassenverkehrszählung 1994)

Die Luft.

Emissionskarte für die Stickoxide

Sind erst einmal die Verursacher der Luftbelastung identifiziert, kann auch eine Aussage über die Menge und Herkunft der Luftschadstoffe gemacht werden. Dafür wurde erstmals eine Emissionskarte für die ganze Innerschweiz erstellt. Die Karte gibt Auskunft über die Stickoxidemissionen.

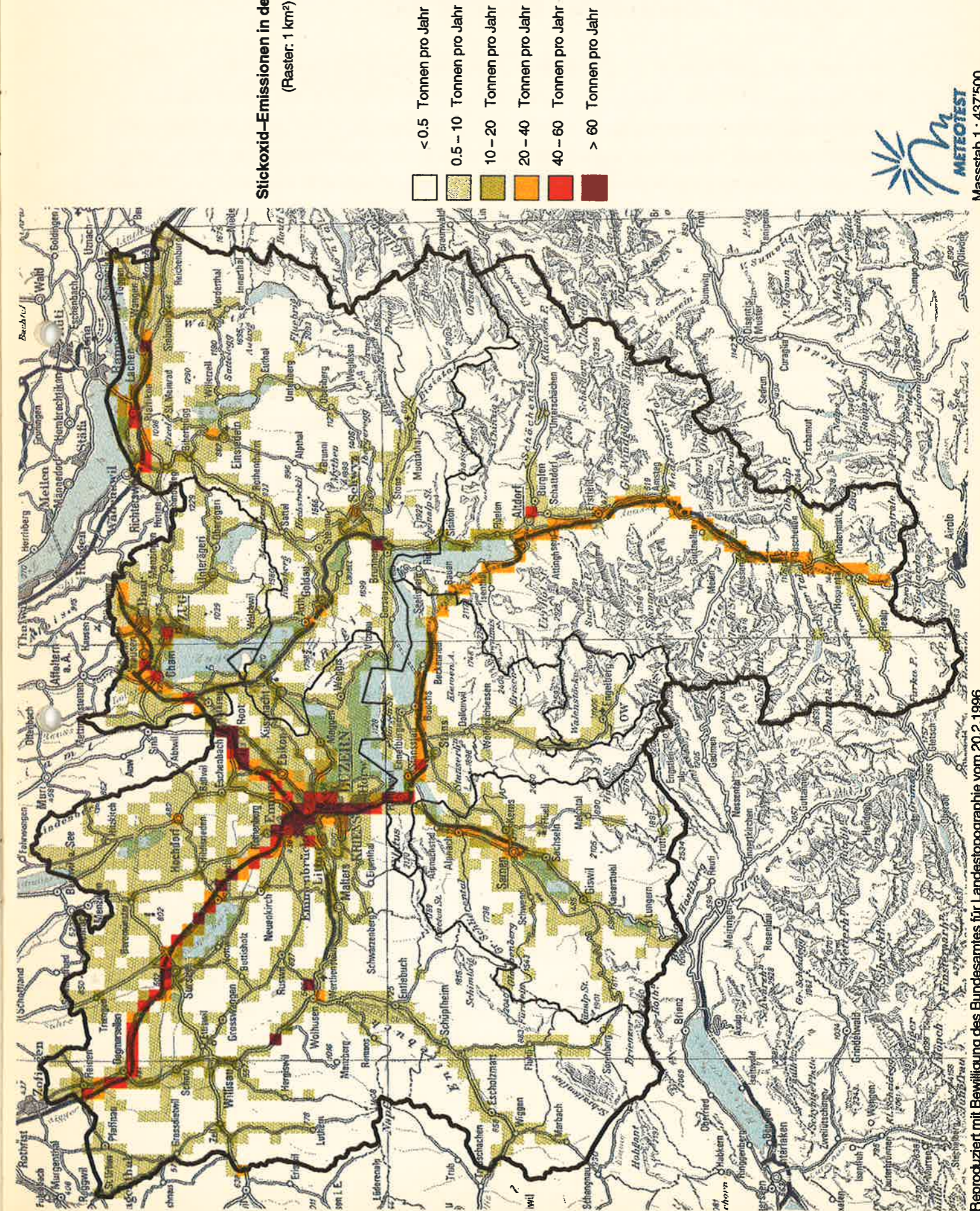
Die *Emissionskarte* der Innerschweiz zeigt neben den grossflächigen Gebieten mit hohen Emissionen um die Städte Zug und Luzern auch linienförmigen Quellen mit einem deutlich erhöhten Schadstoffausstoss. Es handelt sich hierbei um verkehrsreiche Strassen (vgl. auch Abb. 3.1). Punktuelle grössere Quellen sind in Dorfzentren (dichte Besiedlung und Verkehr) zu finden oder werden ausserhalb der Zentren von industriellen Einzelmitteln verursacht. Im ländlichen Raum, abseits der Hauptverkehrsachsen, sind die Emissionen nur lokal erhöht und erreichen deutlich tiefere Werte als in den Zentren.

Die emittierten Stickoxide können wegen der Verfrachtung durch den Wind in einiger Entfernung von den Quellen als Immissionen ihre Wirkung zeigen, was in der entsprechenden Immissionskarte für Stickstoffdioxid zum Ausdruck kommt.

Die einzelnen Kantone verfügen über unterschiedliche Emissionsgrundlagen, daher mussten die Frachten teilweise anhand von bevölkerungsstatistischen Angaben hochgerechnet werden. Die Auflösung der Karte wurde wegen den daraus entstehenden Unschärfen und Unsicherheiten auf einen Quadratkilometer beschränkt. Die vorliegenden Daten stützen sich auf die im BUWAL-Bericht Nr. 55 veröffentlichten Emissionsfaktoren für das Jahr 1995. Mittlerweile wurden diese Faktoren neu bestimmt und veröffentlicht.¹⁰ Da die Emissionen im Verkehrsbereich für das Jahr 1995 in beiden Berichten in etwa gleich sind, hat man sich aus Zeitgründen für die Übernahme der Daten aus dem Bericht Nr. 55 entschieden. Die neuen Zahlen werden nur lokal zu Änderungen führen.

¹⁰ Luftschadstoff-Emissionen des Strassenverkehrs 1950-2010. Schriftenreihe Umwelt Nr. 255, BUWAL.

Stickoxid-Emissionen in der Innerschweiz 1995
(Raster: 1 km²)



4. Welche Auswirkungen hat die Luftverschmutzung auf unseren Lebensraum - Beispiel Rigi

Wie aus den Luftmessungen des vergangenen Jahres hervorgeht, ist die Luft in weiten Teilen der Innerschweiz übermässig belastet. Die Immissionsgrenzwerte, die sich am Schutzbedürfnis von Mensch und Umwelt orientieren, wurden vielerorts überschritten. Damit sind negative Auswirkungen möglich. Die Auswirkungen von Luftschadstoffen werden meist ausschliesslich in Bezug auf die menschliche Gesundheit wahrgenommen. Die Luftbelastung wirkt sich aber auch auf Tiere, Pflanzen und den Boden, also auf unseren gesamten Lebensraum aus. Dabei werden wir auch mit der Frage konfrontiert, was mit den Luftschadstoffen geschieht und wo sie hingelangen.

Anhand des *Lebensraumes Rigi*, zentral in der Innerschweiz gelegen, können exemplarisch für weite Gebiete der Voralpen die vielfältigen Auswirkungen der Luftverschmutzung auf den Lebensraum aufgezeigt und diskutiert werden. Die Rigi eignet sich aufgrund ihrer gegen das bevölkerungsreiche Mittelland exponierten Lage und der vielfältigen Lebensräume besonders gut für Untersuchungen über die Auswirkungen der Luftbelastung. Messungen der Luftqualität liegen von der Messstation des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) auf der Seebodenalp, in ca. 1000 m über Meer, vor. Der Kanton Luzern führte zudem im Sommer 1995 Ozonmessungen am Standort Rigi-Wissiflue durch, mit dem Ziel, die Ozonbelastung für Waldbäume in dieser Region zu bestimmen. Daneben wurde die Deposition von Stickstoff erfasst. Stickstoff und Ozon stellen die Schlüsselgrössen für die Belastung des Lebensraumes Rigi mit Luftschadstoffen dar.

4.1. Ozon - zu hohe Dosis für die Wälder¹¹

Die Resultate der letztjährigen Luftmessungen zeigen deutlich: Nach wie vor liegen die Ozonwerte in der Innerschweiz über den Grenzwerten. Auf der Rigi wurde, wie auch in der übrigen Innerschweiz, die Ozon-Belastungsgrenze für Wälder im letzten Jahr massiv überschritten. Die voralpinen Standorte erreichten sogar die höchsten Belastungswerte: Auf Rigi-Wissiflue fast doppelt so viel wie in den Agglomerationen, auf der Seebodenalp gar dreimal mehr. Die hohe Ozonbelastung im Rigigebiet ist die Folge des Ozonbildungsmechanismus: Das in den Agglomerationen und Zentren aus den Primärschadstoffen Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen aufgebaute Ozon wird tagsüber mit den talaufwärts wehenden Winden in die voralpine Region verfrachtet. Da dort die Ozonabbauprozesse langsamer ablaufen als in Städten, bleiben die Konzentrationen auch in der Nacht bei fehlender Sonneneinstrahlung noch auf hohen Werten. Aus Reservoirschichten wird gerade an Orten in mittleren Lagen, um 1000 m über Meer, durch die nächtlichen, hangabwärts wehenden Winde immer wieder neues Ozon zugeführt. Ein Quervergleich zeigt, dass die hohen Ozonwerte kein auf die Rigi beschränktes Phänomen sind: Die auf dem Zugerberg in 900 m über Meer in den Jahren 1992 und 1993 erfassten Ozonwerte lagen ähnlich hoch wie jene der Rigi. Die höhergelegenen Gebiete in den Voralpen sind grossräumig übermässiger Ozondosen ausgesetzt. Auf dem Zugerberg

¹¹ vgl. Kapitel 2.2.: Ozon

von 1985 bis 1991 durchgeführte Experimente mit Fichtensämlingen ergaben, dass die Fichten unter der ozonbelasteten Umgebungsluft eine verminderte Vitalität aufweisen.

Tab. 3: Vergleich der Ozonbelastung im voralpinen Gebiet der Innerschweiz (Juli 1992 - Juni 1993)

	Zugerberg	Seebodenalp
Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes	434	541
Maximales Stundenmittel	202	172
Jahresmittelwert	64	71

4.2. Unfreiwillige Stickstoffdüngung aus der Luft

Die auf der Alp Wissiflue an der Rigi auf 942 m ü.M. durchgeführten Messungen und Berechnungen zeigten einen Stickstoff-Eintrag ins Ökosystem Wald zwischen 36 und 37 kg pro Hektare und Jahr. Dies entspricht je nach Kultur etwa einem Fünftel einer landwirtschaftlichen Voldüngung! Für unsere Wälder beträgt die kritische Belastungsgrenze (critical load) mit atmosphärischem Stickstoff, bei deren Überschreitung langfristig mit nachteiligen Veränderungen zu rechnen ist, rund 12 (Nadelwald) bzw. rund 15 (Laubwald) Kilogramm Stickstoff pro Hektare und Jahr. Der Vergleich mit den critical loads zeigt, dass der tatsächliche Stickstoff-Eintrag diese Werte klar übersteigt. Jahr für Jahr gelangen pro Hektare Wald über 20 Kilogramm mehr Stickstoff in den Wald, als dieser vertragen kann. Negative Auswirkungen auf das Ökosystem und eine Beeinträchtigung der langfristigen Stabilität des Lebensraums sind zu befürchten.

Früher hat die geringe Verfügbarkeit von Stickstoff das Wachstum der Wälder beschränkt. In den letzten Jahrzehnten hat sich dies durch den zunehmenden Eintrag aus der Luft grundlegend geändert. Verschiedene Wissenschaftler sehen als Ursache für die in den letzten Jahren besonders ins Auge fallenden Nadelvergilbungen und -verluste den atmosphärischen Stickstoffeintrag als einen der hauptsächlichen Stressfaktoren. Der Stickstoffeintrag verändert auch die Zusammensetzung der Ökosysteme: Stickstoffliebende Pflanzenarten verdrängen an stickstoffarme Bedingungen angepasste Arten. Durch den Stickstoffeintrag sind besonders an nährstoffarme Verhältnisse angepasste Lebensräume (z.B. Hochmoore) akut gefährdet. An Orten, wo tiefwurzelnde Pflanzen durch Flachwurzler ersetzt werden, kann dies zu zunehmender Erosion und häufigeren Rutschungen führen.

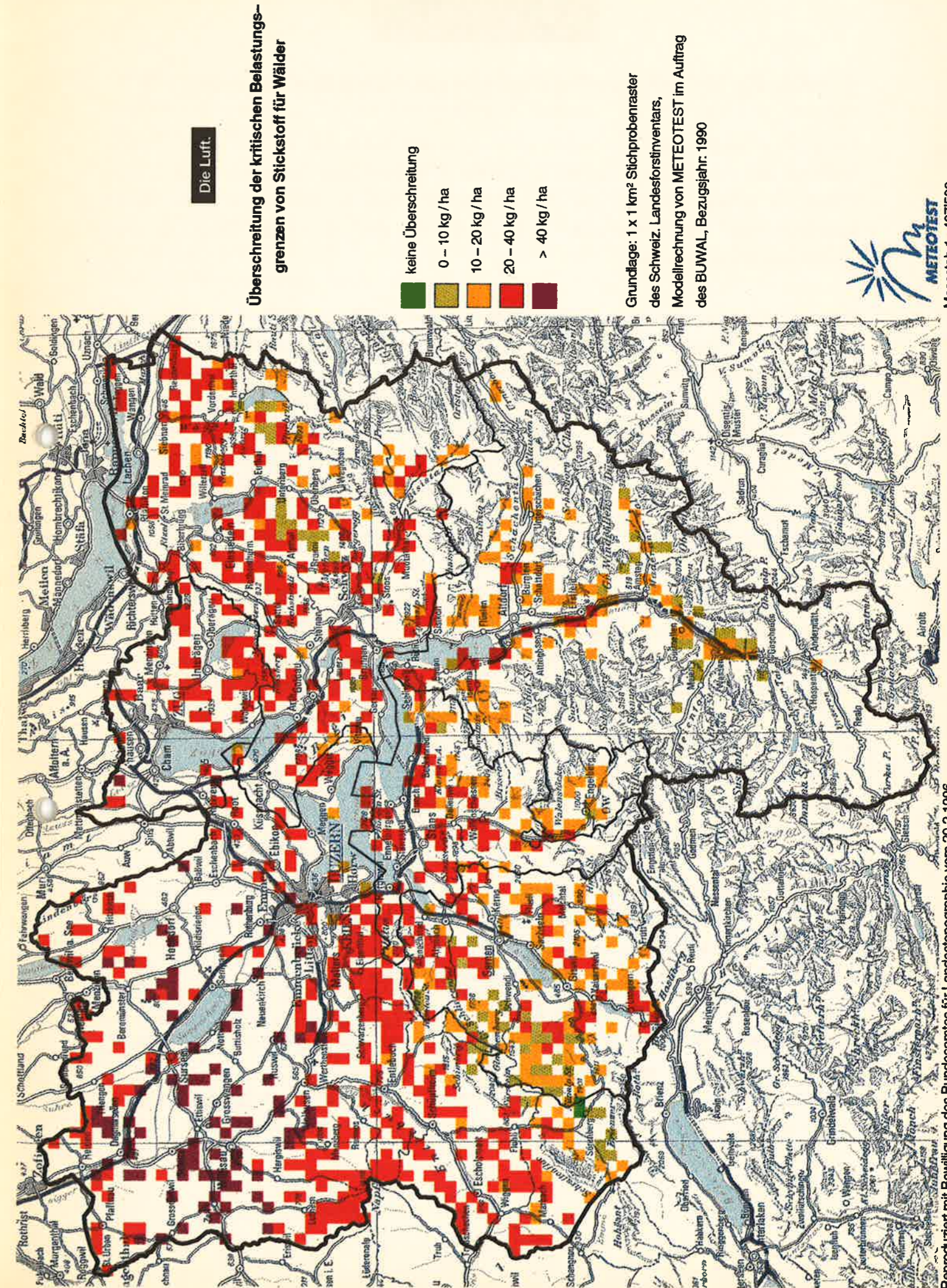
Die Luft.

Die *Stickstoff-Karte* gibt an, wo und um wieviel die kritische Belastungsgrenze von Stickstoff für Wälder überschritten ist. Die Karte zeigt, dass für die Wälder der Innerschweiz die kritische Belastungsgrenze nahezu flächendeckend überschritten wird. Die höchsten Belastungen finden sich dabei im Mittelland; aber auch in den Alpentälern treten erhebliche Überschreitungen auf. Die auf der Rigi-Wissiflue gemessenen Werte sind kein Einzelfall, sondern der Stickstoffeintrag in die Wälder ist grossräumig zu hoch. Die Rigi liegt, ebenso wie andere voralpine Orte, noch im Einflussbereich der Stickstoff-Emittenten. Aufgrund der Schutzwirkung der Wälder sind die Überschreitungen der Belastungsgrenzen für Stickstoff in den voralpinen Gebieten besonders problematisch. Verursacher der Stickstoffbelastung ist neben Verbrennungsprozessen hauptsächlich die Landwirtschaft. Gerade in Viehwirtschaftsgebieten stammt ein beachtlicher Teil an der Stickstoffbelastung der Luft aus dieser Sparte (Verflüchtigungen aus Tierexkrementen).

4.3. Konsequenzen für den Lebensraum

Die Beispiele von der Stickstoffdüngung aus der Luft und der übermässigen Ozonbelastung zeigen, dass das kritische Mass für unseren Lebensraum überschritten ist. Langfristig sind negative Auswirkungen auf die Stabilität der Ökosysteme zu erwarten. So bedeutet gerade in den Bergkantonen der Wald für die Bevölkerung, aber auch für Infrastrukturanlagen wie Eisenbahnlinien und Strassen, ausserordentlich viel. Die Rigilehne zwischen Immensee und Goldau zeigt dies eindrücklich: Die N4, Verbindungsstrassen, die Gotthardeisenbahnlinie, Hochspannungsleitungen und Siedlungen liegen hier im Gefahrenbereich von Naturereignissen. Der Wald an den Steilhängen vermindert mit seiner Schutzwirkung Schäden an Siedlungen und Infrastrukturanlagen.¹² Ähnliche Situationen finden sich in den meisten Alpentälern. Der Verlust der Schutzfunktionen würde zu hohen Kosten führen.

¹² Der Wald im Kanton Schwyz. Ein Porträt. 1994.



5. Welche Massnahmen wurden und werden ergriffen?

Damit die Luft wieder sauber wird, braucht es das notwendige Verständnis und die Beteiligung breiter Schichten. Das Luftreinhaltekonzept des Bundes hat die Kantone dazu verpflichtet, Wege zu einer Zukunft mit sauberer Luft zu finden. Die Innerschweizer Kantone haben in den letzten Jahren Massnahmenpläne zur Erreichung der Ziele ausgearbeitet und sind mit der Umsetzung vieler Einzelmassnahmen beschäftigt.

In Bereichen wie der Industrie oder bei den Hausfeuerungen sind mit Unterstützung der Betreiber der Anlagen beträchtliche Schadstoffeinsparungen erzielt worden. Massnahmen zur Verbesserung der Luftqualität im Bereich Verkehr sind demgegenüber nur teilweise umgesetzt worden. Zwar konnten technische Innovationen wie der Katalysator den Schadstoffausstoss eines einzelnen Fahrzeugs beträchtlich senken. Die Einführung der Gasrückführung bei den Tankstellen führte auch im Bereich der VOC zu entsprechenden Emissionsminderungen. Die allgemeine Verkehrszunahme, insbesondere des Schwerverkehrs, verhinderten einen wesentlichen Rückgang der Emissionen. Mit Stellungnahmen zu lufthygienisch relevanten Vorlagen nahmen die kantonalen Fachstellen Einfluss, um das Erreichen der Qualitätsziele für die Luft zu fördern.

Für saubere Luft braucht es neben Massnahmenplänen, Verordnungen usw. auch die Beteiligung der breiten Bevölkerung. Nur so können die Ziele erreicht werden. Als Kampagne zur Sensibilisierung der Innerschweizer Bevölkerung für die Belange der Luft, starteten die Innerschweizer Umweltschutzdirektoren mit den Fachstellen der Kantone im Jahr 1994 die Aktion „Die Luft.“. Im März 1994 ist der Startschuss für die ungewöhnliche Kampagne gefallen: Ungewöhnlich, weil sich sechs Kantone geeinigt haben, Werbung für saubere Luft zu ihrer gemeinsamen Sache zu machen. Aussergewöhnlich ist auch der Tonfall oder die konzeptionelle Grundidee: *Die Luft* spricht für sich selbst. Unter anderem in Anzeigen und Radiospots, auf Plakaten und am Telefon.

Schwerpunkte im vergangenen Jahr waren:

- **Die Werbekampagne:** Plakate, Radiospots, Inserate, Kleinanzeigen, 155er Nummern, Broschüre, Frage- und Antwortspiel auf Plakaten, Partner-Plakate, Busblenden, Strassentafeln, Bergbahnplakate, Leuchtplakate an Poststellen usw.
- **Die Goodwill-Aktionen:** z.B. der „Tag der Luft“ am 15. August 1995 in Luzern
- **Das Luftbulletin:** Monatlich gab *die Luft* in den Medien über ihren Zustand Auskunft
- **Der Auftritt der Wirtschaft:** Firmen unterstützen als Partner *die Luft*. Regelmässige Fachtagungen (z.B. für Anwender von Lösungsmittelhaltigen Produkten)
- **Das Luftschloss:** Ein Zelt mit Ausstellungen, Spielen, Gestaltungsatelier, Bibliothek, Videos usw. Hier können Erwachsene und Kinder in eine lehrreiche und unterhaltsame Welt der Luft eintauchen.

Die Luft wird sich 1996 vornehmlich mit dem Thema Verkehr auseinandersetzen. Stichworte: Mobilität, Fahrverhalten, Verkehrsinfrastrukturbauten, Fahrzeuge, Geschwindigkeit. Es wird spannend sein, Verkehrsteilnehmer als Partner im Verkehr zusammenzuführen und dazu *die Luft* als Vehikel zu benutzen. In allen Innerschweizer Kantonen werden 1996 Projekte verwirklicht, die der Verkehrsberuhigung, Verkehrsbeschränkung und Verkehrsumlagerung dienen. Für diese Massnahmen soll *die Luft* Verständnis schaffen. Und ein weiterer Punkt: *Die Luft* wird wieder auf die Partnerschaft der ihr freundlich gesinnten Unternehmen setzen und ihnen „Dankeschön“ für luftschonende Massnahmen sagen.

6. Ausblick

Die Luftmessungen des vergangenen Jahres zeigen es: An vielen Orten in der Innerschweiz ist die Luftschadstoffbelastung zu hoch. Vom Ziel des Luftreinhaltekonzeptes, im Jahr 1995 wieder eine Luft wie in den Fünfziger Jahren zu haben, sind wir noch weit entfernt. Gemäss den neusten Prognosen¹³ werden auch im Jahr 2010 die Stickstoffdioxidkonzentrationen in städtischen Gebieten an stark befahrenen Strassen über dem Grenzwert liegen. Die Gebiete mit Überschreitungen des Jahresmittelgrenzwertes werden aber flächenmässig deutlich zurückgehen. Für Ozon wird eine Reduktion der Spitzen um ca. 15 bis 25 Mikrogramm pro Kubikmeter erwartet. Der Kurzzeitgrenzwert der LRV wird nach wie vor flächendeckend überschritten werden. Der Sommersmog wird uns demzufolge auch im nächsten Jahrtausend beschäftigen.

Die Innerschweiz als Lebensraum muss vielfältigen Nutzungsansprüchen, wie Arbeit, Wohnen, Freizeit, Produktion, Dienstleistung, Personen- und Gütertransport genügen. Es besteht damit die Gefahr der Übernutzung. Die langfristige Erhaltung eines integralen Lebensraumes muss ein vorrangiges Ziel sein. Zum Vorbeugen vor Schäden, welche durch Luftschadstoffe verursacht werden, sollen die entsprechenden Leitwerte eingehalten werden, so die Immissionsgrenzwerte der LRV, aber auch die von der UN-ECE speziell für die Vegetation festgelegten „critical levels“ und „critical loads“. Damit ist auch ein Schutzziel für empfindliche Ökosysteme festgelegt.

Um die Ziele zu erreichen, sind, entsprechend dem Luftreinhaltekonzept des Bundesrates und dem Ozonbericht, die Luftschadstoffemissionen nachhaltig zu senken. Die durch die Luftbelastung verursachten Kosten müssen in Zukunft vom Verursacher getragen werden. Es besteht ein Handlungsbedarf auf lokaler, kantonaler, eidgenössischer und europäischer Ebene. Rasch umzusetzen sind die schnell und stark wirksamen Massnahmen. Dazu zählen die Einführung der leistungs- und emissionsabhängigen Schwerverkehrsabgabe und die Verlagerung des Transitverkehrs auf die Schiene. Die Sanierungen bei Industrie und Gewerbe sind weiterzuführen. Zusätzlich ist die Erziehung zu umweltgerechtem Verhalten zu fördern.

¹³ Fachtagung BUWAL/SVI/Cercl'Air 25./26. 1.96; Referat P. Filliger, BUWAL

7. Literaturverzeichnis

- Arbeitsgruppe Waldbericht (1994): Der Wald im Kanton Schwyz. Ein Porträt. Bericht an den Kantonsrat Schwyz.
- BUWAL (1986/88): Schadstoffemissionen des privaten Strassenverkehrs 1950-2000 (inkl. Nachtrag vom September 1988). Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 55, Bern.
- BUWAL (1994): Critical Loads of Acidity for Forest Soils an Alpine Lakes. Steady State Mass Balance Method. Environmental Series Nr. 234.
- BUWAL (1994): VOC- und PAH-Immissionsmessungen in der Schweiz (1991 / 1992). Umwelt-Materialien Nr. 10, Luft. Bern.
- BUWAL (1995): Luftschadstoff-Emissionen des Strassenverkehrs 1950-2010. Schriftenreihe Umwelt Nr. 255, Luft.
- BUWAL (1995): Immissionsmesswerte 1994. Umwelt-Materialien Nr. 41, Luft.
- BUWAL (1995): Luftbelastung. Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) (monatliche Zusammenstellung der Immissionsdaten)
- Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (1995): Atmosphärische Stickstoffkomponenten in Schüpheim (Kt. Luzern). Resultate 1995. Im Auftrag des Amtes für Umweltschutz des Kantons Luzern.
- Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (1995): Abschätzung der Stickstoffdeposition am Standort Rigi-Wissiflue. April - September 1995. Im Auftrag des Amtes für Umweltschutz des Kantons Luzern.
- 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.

Wollen Sie mehr über „Die Luft.“ erfahren?

Dann setzen Sie sich direkt mit der Luft in Verbindung

Die Luft. Postfach 311, 6061 Sarnen

oder wenden sich an eine der untenstehenden Adressen (hier ist auch die Broschüre mit den Detaildaten der Luftmessungen 1995 erhältlich):

Fachstellen der Kantone

- | | |
|-------------------|--|
| Kanton Luzern: | Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern
Postfach 6002
6002 Luzern
Tel. (041) 228 64 50 |
| Kanton Nidwalden: | Amt für Umweltschutz des Kantons Nidwalden
Postfach 1240
6371 Stans
Tel. (041) 63 75 04 ab 23. März 96: (041) 618 75 04 |
| Kanton Obwalden: | Amt für Umweltschutz des Kantons Obwalden
Postfach 311
6061 Sarnen
Tel. (041) 66 93 27 ab 23. März 96: (041) 666 63 27 |
| Kanton Schwyz: | Amt für Umweltschutz des Kantons Schwyz
Schlagstrasse 82
6430 Schwyz
Tel. (043) 24 20 35 ab 23. März 96: (041) 819 20 35 |
| Kanton Uri: | Amt für Umweltschutz des Kantons Uri
Gurtenmundstrasse 33
6460 Altdorf
Tel. (044) 4 24 30 ab 23. März 96: (041) 875 24 30 |
| Kanton Zug: | Amt für Umweltschutz des Kantons Zug
Postfach 897
6301 Zug
Tel. (042) 25 33 44 ab 23. März 96: (041) 728 33 44 |

Bund:

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Abteilung Luftreinhaltung

Laupenstrasse 20, 3003 Bern