

**OZON IN ÖSTERREICH
IN DEN SOMMERN 1995 UND 1996**

Ozon in Österreich
in den Sommern 1995 und 1996

BE-137

Wien, Oktober 1998

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie



Autor:

Wolfgang SPANGL

Impressum:

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien
Eigenvervielfältigung

© Umweltbundesamt, Wien, 1998
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)
ISBN 3-85457-479-7

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Statistische Auswertung	2
3	Überschreitung von Grenz-, Schwellen- und Richtwerten.....	17
3.1	Überschreitung von Grenzwerten des Ozongesetzes	17
3.2	Überschreitung des Zielwertes des Immissionsschutzgesetzes-Luft.....	21
3.3	Überschreitung von Schwellenwerten der EU-Richtlinie 92/72/EWG.....	22
3.4	Überschreitungen von wirkungsbezogenen Immissionsgrenzkonzentrationen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.....	33
3.5	Kumulative Ozonbelastung.....	40
4	Der Konzentrationsverlauf in den Sommerhalbjahren 1995 und 1996.....	46
4.1	Der Witterungsverlauf im Sommer 1995	46
4.2	Der Witterungsverlauf im Sommer 1996	48
4.3	Die Ozonbelastung im Sommer-Verlauf 1995 und 1996 im Überblick.....	49
5	Fallstudien 1995	51
5.1	6. bis 7. Mai 1995	52
5.2	24. bis 26. Mai 1995	53
5.3	20. bis 21. Juni 1995	56
5.4	1. bis 3. Juli 1995	57
5.5	7. bis 8. Juli 1995	59
5.6	11. bis 14. Juli 1995	61
5.7	20. bis 22. Juli 1995	64
5.8	26. - 27. Juli 1995.....	68
5.9	7. August 1995	70
5.10	11. August 1995	71
6	Fallstudien 1996.....	72
6.1	18. bis 22. April 1996.....	72
6.2	31. Mai bis 2. Juni 1996	77
6.3	8. bis 12. Juni 1996	79

1 Einleitung

Dieser Bericht bringt eine Dokumentation der Ozonbelastung in Österreich in den Sommerhalbjahren (April bis September) 1995 und 1996. Er stellt eine Fortsetzung der UBA-Publikationen zum Thema „Bodennahes Ozon“ der Jahre 1991 und 1992 (Report UBA-93-079) sowie 1993 und 1994 (UBA-96-125) dar.

Der Bericht behandelt folgende Aspekte der Ozonbelastung in Österreich:

- Verfügbarkeit, Mittelwerte und Extremwerte an allen Ozonmeßstellen
- Übersicht über den Witterungs- und Konzentrationsverlauf
- Überschreitungen von nationalen gesetzlichen Grenzwerten, Schwellenwerten der EU-Richtlinie sowie von Immissionsgrenzkonzentrationen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften
- Analyse von Episoden stark erhöhter Ozonbelastung

Diese Episoden decken sich teilweise mit jenen Tagen, an welchen Messungen im Rahmen des Pannonischen Ozonprojektes (POP) durchgeführt wurden. Die Immissionsituation an diesen Tagen ist im Bericht über diese Messungen ausführlicher dokumentiert¹.

2 Statistische Auswertung

Im Sommerhalbjahr 1995 waren insgesamt 125 Ozonmeßstellen in Österreich in Betrieb, welche von den 9 Ämtern der Landesregierungen, dem Umweltbundesamt und der Forstlichen Bundesversuchsanstalt betrieben werden². Von diesen Meßstellen weisen 120 eine Verfügbarkeit der Meßdaten von über 70% auf, was eine statistische Auswertung dieser Meßreihen erlaubt.

Im Sommerhalbjahr 1996 waren insgesamt 118 Ozonmeßstellen in Betrieb. Von diesen wiesen 116 eine Verfügbarkeit der Meßdaten von über 70% auf, was eine statistische Auswertung dieser Meßreihen erlaubt.

Tabelle 1 umfaßt für 1995 für alle österreichischen Ozonmeßstellen folgende Angaben:

- Seehöhe in m
- Verfügbarkeit der Halbstundenmittelwerte, bezogen auf den Gesamtzeitraum von 183 Tagen (1. April bis 30. September)
- Mittelwert der Ozonkonzentration über den Zeitraum 1. April bis 30. September
- Standardabweichung der Halbstundenmittelwerte (HMW) der Ozonkonzentration für diesen Zeitraum
- Schiefe³ der Halbstundenmittelwerte (HMW) der Ozonkonzentration für diesen Zeitraum

¹ UBA-95-137, Baumann R. et al., Pannonisches Ozon-Projekt (POP). Teilprojekt „Daten & Experimente“. Dokumentation der im Sommer 1995 durchgeführten Messungen und deren Ergebnisse. Wien 1996

² Report UBA-95-117 „Luftgütemeßstellen in Österreich. Stand April 1995“

³ Die Schiefe ist ein Maß für die Abweichung zwischen Median und Mittelwert.

Tabelle 1: Auswertung der Ozonmeßdaten des Jahres 1995.

Meßstelle	Höhe	Verfügbarkeit	Mittelwert	Standardabw.	Schiefe
	(m)	(%)	(ppb) ⁴	(ppb)	
Eisenstadt	160	98	38	17	0,30
Illmitz	117	97	39	15	0,44
Oberwart	330	92	30	17	0,20
Bleiburg	480	98	29	18	0,37
Feldkirchen	550	98	26	17	0,58
Ferlach	460	98	28	17	0,36
Fürnitz	515	95	28	18	0,38
Gerlitzten	1900	96	53	10	-0,19
Hermagor	600	97	30	17	0,43
Klagenfurt Koschatstr.	440	97	26	17	0,42
Klagenfurt Kreuzbergl	550	97	32	17	0,25
Oberdrauburg	612	98	30	17	0,33
Obervellach	685	98	29	16	0,17
Spittal a.d.D.	560	98	25	16	0,44
St.Georgen/St.Paul	540	98	35	16	0,15
St. Veit a.d.G.	475	98	19	12	0,68
Villach	490	98	25	17	0,66
Völkermarkt	460	98	24	17	0,45
Vorhegg	1020	93	41	14	0,25
Wolfsberg	440	98	22	16	0,51
Amstetten	270	98	27	19	0,67
Bad Vöslau	286	97	33	14	0,33
Dunkelsteinerwald	305	94	37	17	0,64
Exelberg	575	80	48	15	0,38
Forsthof	581	97	37	14	0,27
Gänserndorf	161	94	33	16	0,53
Großgöttfritz	710	98	34	14	0,30
Hainburg	165	96	36	16	0,42
Heidenreichstein	560	94	37	16	0,27
Irnfritz	556	91	40	14	0,38
Klosterneuburg	200	95	30	17	0,68
Kollmitzberg	465	87	40	17	0,42
Krems	190	98	26	16	0,66
Mistelbach	250	94	37	16	0,62
Mödling	210	97	35	17	0,36
Nebelstein	1017	83	44	14	0,23
Ostrong	570	98	37	15	0,44
Payerbach	890	95	48	15	0,35
Pillersdorf	315	97	40	14	0,48
Schwechat	158	94	29	18	0,41
Stixneusiedl	210	97	38	16	0,48
Streithofen	220	93	37	17	0,53
St. Leonhard a.W.	790	95	42	15	0,34
St. Pölten	270	93	28	19	0,74
St. Valentin	242	84	26	19	0,70

⁴ 1 ppb = 0,0005 mg/m³

Tabelle 1, Fortsetzung

Meßstelle	Höhe	Verfügbarkeit	Mittelwert	Standardabw.	Schiefe
	(m)	(%)	(ppb) ⁵	(ppb)	
Ternitz	380	98	32	15	0,22
Tulln	180	94	29	18	0,53
Wiener Neustadt	265	90	34	18	0,20
Wiesmath	738	98	47	13	0,32
Wolkersdorf	190	94	36	16	0,59
Bad Ischl	460	99	27	17	0,64
Braunau	363	98	29	18	0,71
Gföll b.W.	400	91	35	16	0,53
Hochburg-Ach	463	96	35	17	0,55
Kirchdorf a.d.K.	453	91	34	16	0,48
Lenzing	510	100	35	16	0,49
Linz Berufsschule	274	95	26	18	0,70
Perg	247	93	28	20	0,69
Schöneben	920	94	43	14	0,33
Steyr	307	97	29	17	0,58
Steyregg	335	99	34	19	0,40
Traun	274	97	27	20	0,58
Gaisberg	1010	97	43	12	0,40
Grödig	450	94	27	15	0,69
Hallein Gamp	460	99	20	16	0,98
Hallein Winterstall	650	96	32	14	0,70
Haunsberg	730	99	41	14	0,47
Salzburg Lehen	455	100	33	20	0,67
Salzburg Mirabellpl.	430	100	30	19	0,81
Sonnblick	3106	71	56	9	-0,15
St. Johann i.P.	620	98	22	17	0,84
St. Koloman	1005	96	45	13	0,29
Tamsweg	1050	90	24	15	0,27
Zell a.S.	770	100	27	15	0,37
Arnfels	785	97	46	13	0,01
Deutschlandsberg	365	98	29	17	0,46
Graz Nord	348	97	27	19	0,51
Graz Platte	661	98	45	15	-0,01
Graz Schloßberg	450	84	33	19	0,31
Graz West	370	96	25	19	0,47
Grundlsee	954	92	38	13	0,49
Hochgößnitz	900	94	47	13	0,03
Judenburg	715	98	27	18	0,37
Kindberg-Wartberg	660	89	29	18	0,42
Leoben	540	79	26	19	0,48
Liezen	664	96	28	16	0,45
Masenberg	1137	94	48	12	0,24
Piber	600	97	35	15	0,24
Rennfeld	1619	96	48	13	0,15
Salberg	1250	97	42	12	0,22

⁵ 1 ppb = 0,0005 mg/m³

Tabelle 1, Fortsetzung

Meßstelle	Höhe	Verfügbarkeit	Mittelwert	Standardabw.	Schiefe
	(m)	(%)	(ppb) ⁶	(ppb)	
Stolzalpe	1302	93	39	14	-0,05
Voitsberg	390	97	26	20	0,55
Weiz	468	98	31	16	0,33
Achenkirch - Am Zenzfeld	940	95	33	15	0,28
Achenkirch - Christlumalm	1280	95	40	11	0,15
Achenkirch - Christlumkopf	1768	94	49	12	0,41
Achenkirch - Mühleggerköpfl	920	94	30	13	0,31
Höfen	880	99	33	15	0,45
Innsbruck Nordkette	1910	99	48	11	0,06
Innsbruck Reichenau	570	100	20	18	0,75
Innsbruck Sadrach	670	100	28	18	0,41
Karwendel West	1730	98	49	11	0,23
Kramsach	600	100	23	17	0,61
Kufstein Festung	550	99	23	20	0,83
Lienz Patriasdorf	730	100	32	15	0,05
Sölden	1350	97	32	16	-0,05
Wörgl	510	100	18	17	0,98
Zillertaler Alpen	1910	99	50	10	0,01
Bludenz	580	100	23	18	0,81
Lustenau	417	99	29	18	0,67
Sulzberg	1020	99	47	15	0,46
Wien Donauturm	312	97	42	16	0,36
Hermannskogel	520	96	43	16	0,50
Wien Hohe Warte	207	100	34	17	0,42
Wien Laaer Berg	250	100	31	16	0,48
Wien Lobau	150	100	34	19	0,43
Wien Stephanspl.	173	94	29	15	0,47
Wien Währinger Str.	188	79	31	16	0,38

Karte 1 zeigt die Lage der österreichischen Ozonmeßstellen, Karte 2 zeigt den Mittelwert der Ozonkonzentration an den österreichischen Ozonmeßstellen im Sommerhalbjahr 1995, Karte 3 im Sommerhalbjahr 1996.

Tabelle 2 umfaßt für 1996 für alle österreichischen Ozonmeßstellen die Verfügbarkeit der Meßdaten, bezogen auf den Gesamtzeitraum von 183 Tagen (1. April bis 30. September), den Mittelwert der Ozonkonzentration, den Mittelwert der täglichen maximalen Halbstundenmittelwerte und den maximalen Halbstundenmittelwert. Standardabweichung und Schiefe wurden für 1996 nicht berechnet; diese Werte sind jenen des Jahres 1995 sehr ähnlich.

⁶ 1 ppb = 0,0005 mg/m³

Tabelle 2: Auswertung der Ozonmeßdaten des Jahres 1996.

Meßstelle	Verfügbarkeit	Mittelwert	Tägl.Max. HMW	
			Mittel	Max
	%	ppb	ppb	ppb
Eisenstadt	79	33	50	96
Illmitz	100	37	54	113
Oberwart	80	30	50	96
Bleiburg	100	27	46	80
Feldkirchen	99	24	42	72
Ferlach	100	30	50	101
Fürnitz	100	29	52	96
Gerlitz	100	51	58	85
Hermagor	100	33	54	99
Klagenfurt Koschatstr.	99	29	50	93
Klagenfurt Kreuzbergl	69	29	47	87
Oberdrauburg	98	29	50	97
Obervellach	100	30	48	88
Spittal a.d.D.	97	32	51	91
St. Andrä	100	24	46	90
St. Georgen	100	33	50	88
St. Veit a.d.G.	71	21	35	66
Villach	100	24	45	88
Völkermarkt	100	23	44	82
Vorhegg	92	42	55	113
Wolfsberg	99	22	44	85
Amstetten	93	24	45	81
Annaberg	99	33	45	79
Dunkelsteinerwald	98	32	49	94
Forsthof	100	41	52	100
Gänserndorf	98	30	49	91
Großgöttfritz	89	28	40	79
Hainburg	95	34	51	103
Heidenreichstein	99	35	52	99
Irnfritz	98	36	50	99
Klosterneuburg	99	29	46	96
Kollmitzberg	73	34	49	87
Krems	99	26	46	105
Mistelbach	99	33	50	87
Mödling	100	31	48	91
Nebelstein	77	44	54	86
Ostrong	98	34	46	79
Payerbach	95	42	51	102
Pillersdorf	99	37	52	88
Rax	87	50	59	115
Schwechat	87	23	41	85
St. Leonhard	100	42	54	90
St. Pölten	98	25	45	88
St. Valentin	100	24	47	85
Stixneusiedl	99	37	54	91

Tabelle 2, Fortsetzung

Meßstelle	Verfügbarkeit	Mittelwert	Tägl.Max. HMW	
			Mittel	Max
	%	ppb	ppb	ppb
Stockerau	100	29	50	87
Streithofen	97	34	52	94
Ternitz	100	33	50	94
Tulln	93	27	48	96
Wiener Neustadt	100	28	48	96
Wiesmath	95	43	52	94
Wolkersdorf	89	31	46	99
Bad Ischl	97	25	44	78
Braunau	90	26	47	81
Grünbach	76	43	54	87
Hochburg-Ach	91	33	51	91
Lenzing	100	32	49	84
Linz Berufsschulzentrum	99	25	47	87
Perg	96	27	49	85
Schöneben	100	38	51	83
Steyr	99	27	47	90
Steyregg	98	31	49	87
Traun	95	25	48	87
Zöbelboden	90	42	52	86
Gaisberg	90	41	51	83
Hallein Winterstall	89	37	51	88
Haunsberg	100	44	56	101
Salzburg Herrnau	87	23	44	96
Salzburg Lehen	100	28	49	90
Salzburg Mirabellplatz	97	24	43	83
Sonnblick	98	56	63	90
St. Johann i.P.	100	23	45	89
St. Koloman	98	42	52	89
Tamsweg	100	29	48	84
Zell a.S.	100	30	47	74
Arnfels	100	46	57	99
Deutschlandsberg	100	29	51	95
Graz Nord	91	25	48	96
Graz Platte	96	43	55	102
Graz Schloßberg	98	33	53	102
Graz West	90	27	51	98
Grundlsee	98	40	51	87
Hochgößnitz	96	44	54	94
Judenburg	100	27	49	84
Kindberg-Wartberg	100	31	55	94
Klöch	81	43	53	100
Leoben	99	21	47	92
Liezen	100	27	47	88
Masenberg	100	45	54	97
Piber	97	34	49	91
Rennfeld	97	49	58	97

Tabelle 2, Fortsetzung

Meßstelle	Verfügbarkeit	Mittelwert	Tägl.Max. HMW	
			Mittel	Max
			%	ppb
Salberg	72	45	54	85
Stolzalpe	98	39	53	86
Voitsberg	100	27	53	93
Weiz	100	32	51	95
Achenkirch Christlumalm	89	42	51	76
Achenkirch Christlumkopf	75	48	56	81
Achenkirch Zenzfeld	100	33	50	81
Höfen	100	30	48	79
Innsbruck Nordkette	100	47	55	93
Innsbruck Reichenau	100	22	45	81
Innsbruck Sadrach	100	28	48	88
Karwendel West	99	49	57	88
Kramsach	98	23	42	82
Kufstein Festung	100	21	44	90
Lienz Sportzentrum	50	24	42	66
Wörgl	100	17	38	74
Zillertaler Alpen	99	49	58	94
Bludenz	99	25	47	87
Lustenau	97	28	50	96
Sulzberg	100	44	54	84
Viktorsberg	100	41	53	87
Hermannskogel	100	40	53	103
Wien Hohe Warte	100	32	51	109
Wien Laaer Berg	100	25	43	93
Wien Lobau	100	31	50	92
Wien Stephansplatz	100	28	47	112

Wie bereits die Auswertungen der Jahre 1991 bis 1994 ergaben, zeigt der Mittelwert der Ozonkonzentration 1995 wie 1996 eine charakteristische Abhängigkeit von der Seehöhe und von der Nähe zu Regionen mit hohen Emissionsdichten von Ozonvorläufersubstanzen. Ausschlaggebend für ersteres ist der von der Geländeform bestimmte Tagesgang, der in Ebenen und Tälern ein deutlich ausgeprägtes Minimum in den Nacht- bzw. Morgenstunden aufweist, an exponierten Standorten dagegen vergleichsweise flach ist, mit nur geringem nächtlichen Abfallen der Konzentration. Aus diesem Grund sind im Gebirge die mittleren Ozonkonzentrationen tendenziell höher als in Tälern und Ebenen. Zum anderen ist in der Nähe von Ballungsräumen die regionale photochemische Ozonbildung vergleichsweise hoch, was vor allem im Umkreis von Wien zu außergewöhnlich hohen Kurzzeitbelastungen, aber auch relativ hohen mittleren Konzentrationen beiträgt.

Die höchsten Mittelwerte der Ozonkonzentration wurden im Sommer 1995 an den Stationen Sonnblick (Verfügbarkeit allerdings nur 71%) mit 56 ppb, Gerlitzten mit 53 ppb, Zillertaler Alpen mit 50 ppb, Karwendel West und Achenkirch Christlumkopf mit 49 ppb, sowie Masenberg, Innsbruck Nordkette, Exelberg, Payerbach und Rennfeld mit 48 ppb erreicht.

Im Sommer 1996 wurden die höchsten Halbjahresmittelwerte an den Meßstellen Sonnblick (56 ppb), Gerlitzten (51 ppb), Rax (50 ppb), Karwendel West, Zillertaler Alpen, Rennfeld (49 ppb) sowie Achenkirch Christlumkopf (48 ppb) gemessen.

Diese Mittelwerte waren 1995 und 1996 zumeist niedriger als 1994 und 1992, lagen aber - abgesehen von Gerlitzten - in einem sehr ähnlichen Bereich wie 1993. Anzumerken ist, daß die mittlere Belastung 1996 trotz niedrigerer Temperaturen nicht wesentlich geringer war als 1995.

Tabelle 3 gibt die Sommermittelwerte für jene Meßstellen an, an welchen in mindestens einem der Jahre 1992 bis 1996 dieser Wert über 50 ppb lag.

Meßstelle	1992	1993	1994	1995	1996
Gerlitzten	55	59	54	53	51
Exelberg	51	45	48	48	⁷
Wiesmath	-	47	51	47	43
Gaisberg	51	49	47	43	41
Sonnblick	53	49	56	56 ⁸	56
Rennfeld	53	49	50	48	49
Achenkirch Christlumkopf	-	54	57 ⁵	49	48
Karwendel West	49	46	53	49	49
Zillertaler Alpen	49	49	51	50	49
Lech Rüfikopf	-	-	54	-	-
Sulzberg	47	46	51	47	44

- keine Messung

Die niedrigsten Sommermittelwerte wurden 1995 so wie 1996 an Meßstellen in inneralpinen Tal- und Beckenlagen gemessen; so betrug der Sommermittelwert 1995 in Wörgl 18 ppb, in St. Veit a.d.G. 19 ppb, in Hallein Gamp und Innsbruck Reichenau 20 ppb. Diese Meßstellen wiesen auch 1996 sehr niedrige Sommermittelwerte auf; diese betragen in Wörgl 17 ppb, in St. Veit a.d.G., Leoben und Kufstein Festung 21 ppb, in Wolfsberg und Innsbruck Reichenau 22 ppb.

Die Standardabweichung der Ozonkonzentration ist i.allg. niedrig für Bergstationen mit geringer täglicher und längerfristiger Variation der Ozonkonzentration, am höchsten für städtische Meßstellen sowie solche in der Ebene. Die niedrigsten Standardabweichungen wurden 1995 an den Stationen Sonnblick (9 ppb), Gerlitzten und Zillertaler Alpen (10 ppb) registriert, die höchsten an den Stationen Perg, Traun, Salzburg Lehen, Voitsberg und Kufstein Festung (20 ppb).

Die Schiefe ist ein Maß für die Abweichung der Verteilungsfunktion der Werte von der Normalverteilung. Negative Schiefe kennzeichnet das Überwiegen von hohen Werten gegenüber dem Mittelwert, positive Schiefe das Überwiegen von kleinen Werten gegenüber dem Mittelwert; die Ozonwerte sind ganz überwiegend positiv schief verteilt, am stärksten an Meßstellen, die einen ausgeprägten Tagesgang mit häufigem Auftreten niedriger Werte nachts und vormittags aufweisen; negative Schiefe tritt nur an Bergmeßstellen auf, an denen die Ozonkonzentration meist relativ konstant auf hohem Niveau bleibt. Negativ schiefe Verteilung weisen 1995 nur die Meßstellen Gerlitzten (-0,19), Sonnblick (-0,15), Stolzalpe und Sölden (-0,05) sowie Graz Platte (-0,01) auf. Die höchsten positiven Schiefewerte wurden an den Stationen Wörgl und Hallein Gamp (0,98), Kufstein Festung (0,83) sowie Bludenz und Salzburg Mirabellpl. (0,81) registriert.

⁷ Die Meßdaten waren 1996 am Exelberg unglaublich niedrig (Halbjahresmittelwert 34 ppb), sodaß sie in die Auswertung nicht einbezogen werden.

⁸ Verfügbarkeit unter 75%

Tabelle 4 gibt die statistische Auswertung der täglichen maximalen Halbstundenmittelwerte für 1995 an. Angeführt sind der Mittelwert über das Sommerhalbjahr, die Standardabweichung und der maximale HMW. Meßstellen mit Verfügbarkeit unter 75% sind kursiv angeführt.

Meßstelle	Mittelwert	Standardabweichung	Maximum
Eisenstadt	58	16	107
Illmitz	58	15	100
Oberwart	50	12	84
Bleiburg	50	13	80
Feldkirchen	51	13	83
Ferlach	49	12	77
Fürnitz	51	12	84
Gerlitzten	62	10	99
Hermagor	52	13	83
Klagenfurt Koschatstr.	48	13	87
Klagenfurt Kreuzbergl	50	14	77
Oberdrauburg	52	12	86
Obervellach	48	10	72
Spittal a.d.D.	46	11	69
<i>St. Andrä</i>	46	13	75
St. Georgen Herzogberg	53	12	81
St. Veit a.d.G.	36	11	66
Villach	49	14	81
Völkermarkt	47	12	74
Vorhegg	56	12	94
Wolfsberg	44	12	70
Amstetten	51	17	104
Annaberg			90
Bad Vöslau	50	13	98
Dunkelsteinerwald	57	17	122
Exelberg	63	17	119
Forsthof	49	14	82
Gänserndorf	53	15	87
Großgöttfritz	48	12	85
Hainburg	55	15	103
Heidenreichstein	53	14	91
Irnfritz	53	14	100
Klosterneuburg	50	18	132
Kollmitzberg	55	17	106
Krems	45	15	90
Mistelbach	56	16	119
Mödling	55	16	134
Nebelstein	55	14	90
Ostrong	51	15	96
Payerbach	60	16	98
Pillersdorf	55	14	104
<i>Rax</i>	59	12	85
St. Leonhard a.W.	54	16	110
St. Pölten	51	18	113
St. Valentin	51	18	99

Tabelle 5, Fortsetzung

Meßstelle	Mittelwert	Standardabweichung	Maximum
Schwechat	50	17	107
Stixneusiedl	55	15	100
Streithofen	58	16	104
Ternitz	50	12	93
Tulln	51	16	100
Wiener Neustadt	56	14	99
Wiesmath	57	13	90
Wolkersdorf	53	16	110
Bad Ischl	48	14	92
Braunau	51	16	90
Gföll	53	14	89
Hochburg-Ach	54	15	106
Kirchdorf a.d.K.	52	14	97
Lenzing	54	15	101
Linz Berufsschule	48	17	98
Perg	52	17	101
Schöneben	56	14	101
Steyr	51	15	94
Steyregg	53	16	100
Traun	51	17	96
Zöbelboden	51	12	77
Gaisberg	53	12	92
Grödig	47	15	88
Hallein Gamp	42	16	87
Hallein Winterstall	48	14	89
Haunsberg	54	13	95
Salzburg Lehen	56	18	104
Salzburg Mirabellpl.	53	18	114
<i>Sonnblick</i>	63	9	83
St. Johann i.P.	46	15	80
St. Koloman	55	13	100
Tamsweg	44	9	73
Zell a.S.	47	11	76
Arnfels	57	11	88
Deutschlandsberg	51	14	84
Graz Nord	52	14	86
Graz Platte	57	13	87
Graz Schloßberg	53	16	89
Graz West	49	13	82
Grundlsee	48	13	83
Hochgößnitz	56	12	88
Judenburg	48	14	82
Kindberg-Wartberg	51	13	90
<i>Klöch</i>	54	13	83
Leoben	48	13	84
Liezen	48	12	84
Masenberg	57	12	89
Piber	52	13	86

Tabelle 5, Fortsetzung

Meßstelle	Mittelwert	Standardabweichung	Maximum
Rennfeld	56	14	88
Salberg	52	11	88
Stolzalpe	53	9	84
Voitsberg	52	13	86
Weiz	51	12	82
Achenkirch - Am Zenzfeld	50	11	80
Achenkirch - Christlumalm	50	10	80
Achenkirch - Christlumkopf	59	12	89
Achenkirch - Mühleggerköpfl	45	10	81
<i>Galtür</i>	52	8	70
Höfen	51	12	86
Innsbruck Nordkette	56	10	77
Innsbruck Reichenau	44	15	76
Innsbruck Sadrach	49	14	84
Karwendel West	58	11	86
Kramsach	43	15	77
Kufstein Festung	48	18	88
Lienz Patriasdorf	49	11	74
Sölden	51	10	77
Wörgl	42	16	77
Zillertaler Alpen	58	9	82
Bludenz	47	15	83
Lustenau	52	17	97
<i>Riezlern</i>	50	11	77
Sulzberg	58	15	104
Wien Donauturm	59	17	133
Hermannskogel	59	18	129
Wien Hohe Warte	55	17	129
Wien Laaer Berg	51	16	112
Wien Lobau	58	17	129
Wien Stephanspl.	48	16	112
Wien Währinger Str.	51	15	105

Karte 4 gibt den Sommermittelwert des täglichen maximalen HMW der Ozonkonzentration an den österreichischen Ozonmeßstellen für 1995, Karte 5 für 1996 an; Karte 6 gibt den höchsten HMW des Jahres 1995 an, Karte 7 jenen des Jahres 1996.

Anders als der Mittelwert aller HMW des Sommerhalbjahres wird der Mittelwert der täglichen maximalen HMW - zusätzlich zur Höhenlage - vom Ausmaß photochemischer Ozonbildung wesentlich stärker mitbestimmt, so daß die höchsten Werte einerseits im Hochgebirge und andererseits in Nordostösterreich auftreten.

Die höchsten Sommermittelwerte des täglichen maximalen HMW wurden 1995 an den Meßstellen Exelberg und Sonnblick (63 ppb), Gerlitz (62 ppb), Payerbach (60 ppb), sowie Hermannskogel, Wien Donauturm und Achenkirch Christlumkopf (59 ppb) registriert. 1996 wurden die höchsten Sommermittelwerte des täglichen maximalen HMW an den Stationen Sonnblick (63 ppb), Rax (59 ppb), Gerlitz und Rennfeld (58 ppb) registriert. Die Werte waren 1996 zumeist etwas niedriger als 1995.

Insgesamt lagen die Werte 1995 und 1996 zumeist auf ähnlichem Niveau wie 1993 und wesentlich niedriger als 1992, aber auch 1994.

Die niedrigsten Sommermittelwerte des täglichen maximalen HMW wurden 1995 so wie 1996 an Meßstellen in inneralpinen Becken- und Tallagen beobachtet, so 1995 in St. Veit a.d.G. (36 ppb), Wörgl und Hallein Gamp (42 ppb), Kramsach (43 ppb) sowie Tamsweg, Wolfsberg und Innsbruck Reichenau (44 ppb). 1996 traten die tiefsten Werte in St. Veit a.d.G. (35 ppb), Wörgl (38 ppb), Schwechat und Großgöttfritz (40 ppb)⁹ sowie Feldkirchen und Kramsach (42 ppb) auf.

Tabelle 5 gibt den Sommermittelwert des täglichen maximalen HMW für jene Meßstellen an, an denen in mindestens in einem Jahr des Zeitraums 1992 bis 1996 dieser Wert über 60 ppb lag. Von diesen Meßstellen liegt mehr als die Hälfte im Ozonüberwachungsgebiet (OÜG) 1.

Meßstelle	OÜG	1992	1993	1994	1995	1996
Eisenstadt	1	-	59	62	58	50
Illmitz	1	63	55	60	58	54
Gerlitz	7	63	68	62	62	58
Vorhegg	7	62	55	59	56	55
Dunkelsteinerwald	1	60	56	62	57	49
Exelberg	1	67	58	65	62	¹⁰
Hainburg	1	61	54	57	55	51
Ostrong	1	62	50	48	51	46
Pillersdorf	1	62	49	61	55	52
Stixneusiedl	1	61	62	63	55	54
Wiesmath	1	-	58	62	57	52
Gaisberg	3	61	59	56	53	51
Sonnblick	4	60	55	64	63 ¹¹	63
Arnfels	2	-	59	62	57	57
Graz Platte	2	63	57	60	57	55
Rennfeld	2	63	58	59	56	58
Lech Rükopf	6	-	-	61	--	-
Sulzberg	6	59	58	62	58	54
Hermannskogel	1	63	57	64	59	53

- keine Messung

Die regionale Verteilung der maximalen HMW des Sommerhalbjahres ist weitestgehend vom Ausmaß regionaler photochemischer Ozonbildung bestimmt; allerdings traten 1995 und vor allem 1996- wie auch in vergangenen Jahren - einige Fälle auf, an denen Spitzenwerte um 100 ppb durch Ozonfernttransport aus Italien und Deutschland bedingt waren.

Die höchsten HMW des Jahres 1995 wurden in Mödling (134 ppb), Wien Donauturm (133 ppb), Klosterneuburg (132 ppb), in Wien Lobau, Wien Hohe Warte und Hermannskogel (129 ppb) sowie Dunkelsteinerwald (122 ppb) gemessen.

Der höchste HMW des Jahres 1996 wurde mit 115 ppb am 19.4. auf der Rax gemessen; ob diese Belastung durch Eindringen stratosphärischen Ozons oder durch photochemische Ozon-

⁹ Die Werte an diesen beiden Stationen sind u.U. zweifelhaft.

¹⁰ Die Meßdaten waren 1996 am Exelberg unglaublich niedrig (45 ppb), sodaß sie in die Auswertung nicht einbezogen werden.

¹¹ Verfügbarkeit unter 75%.

bildung im Lee von Wien verursacht war, läßt sich nicht mit Eindeutigkeit aussagen. 113 ppb wurden in Vorhegg gemessen und sind auf Transport von Südwesten her zurückzuführen, wohingegen die Spitzenwerte von 113 ppb in Illmitz und 112 ppb in Wien Stephansplatz auf regionale Ozonbildung zurückgehen.

Die niedrigsten Spitzenwerte 1995 wie 1996 traten an Meßstellen in inneralpinen Tal- und Beckenlagen auf, so 1995 in St. Veit a.d.G. (66 ppb), Spittal a.d.D. (69 ppb), Wolfsberg und Galtür (70 ppb), Obervellach (72 ppb) und Tamsweg (73 ppb); 1996 in St. Veit a.d.G. (66 ppb), Feldkirchen (72 ppb), Zell a.S. und Kramsach (74 ppb).

Insgesamt blieben die Spitzenwerte 1996 - mit Ausnahme von Kärnten und der südlichen Steiermark - deutlich hinter jenen des Jahres 1995, aber vor allem der Jahre 1992 und 1994 zurück. Insbesondere im Ozonüberwachungsgebiet 1 war die Spitzenbelastung 1996 vergleichsweise gering, verstärkte Ozonbildung in der Abgasfahne Wiens trat relativ selten auf.

Tabelle 6 gibt den maximalen HMW für jene Meßstellen an, an welchen in mindestens einem Jahr des Zeitraums 1990 bis 1996 ein HMW über 100 ppb lag.

Meßstelle	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Eisenstadt	-	-	-	110	108	107	96
Illmitz	139	109	102	99	103	100	113
Ferlach	-	-	95	86	89	77	101
Gerlitz	90	103	94	108	108	99	85
Oberdrauburg	-	98	106	92	91	86	97
St.Georgen Herzogberg	-	105	89	99	93	81	88
Vorhegg	-	89	101	99	104	94	113
Amstetten	91	97	117	80	90	104	81
Annaberg	-	83	100	80	107	90	79
Dunkelsteinerwald	111	110	122	106	130	122	94
Exelberg	99	106	225	106	158	119	¹²
Forsthof	115	96	110	92	95	82	100
Gänserndorf	112	115	115	103	105	87	91
Hainburg	113	98	117	100	133	103	103
Heidenreichstein	99	85	85	103	97	91	99
Klosterneuburg	-	87	158	118	130	132	96
Kollmitzberg	102	112	103	101	109	106	87
Krems	-	65	108	98	102	90	105
Mistelbach	102	86	102	103	111	119	87
Mödling	-	87	107	84	117	134	91
Nebelstein	128	97	106	101	94	90	86
Ostrong	92	98	121	87	90	96	79
Payerbach	-	-	-	76	91	98	102
Pillersdorf	-	-	110	90	107	104	88
Rax	-	-	-	-	-	85	115
St. Leonhard a.W.	91	94	128	113	107	110	90
St. Pölten	83	85	128	103	103	113	88
Schwechat	87	56	75	96	116	107	85

¹² Die Meßdaten waren 1996 am Exelberg unglaublich niedrig (90 ppb), sodaß sie in die Auswertung nicht einbezogen werden.

Tabelle 6, Fortsetzung

Meßstelle	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Stixneusiedl	99	92	102	96	111	100	91
Streithofen	102	88	134	90	105	104	94
Tulln	-	-	134	103	97	100	96
Wiener Neustadt	110	77	90	91	98	99	96
Wolkersdorf	104	92	113	120	116	110	99
Braunau	98	105	79	97	98	90	81
Hochburg-Ach	-	-	-	95	102	106	91
Lenzing	97	99	100	88	97	101	84
Linz Berufsschule	91	88	105	88	111	98	87
Mattighofen	-	121	95	101	-	-	-
Perg	-	79	112	96	99	101	85
Schöneben	97	94	100	100	94	101	83
Steyr	-	73	90	89	104	94	90
Steyregg	-	99	104	87	110	100	87
Traun	100	104	99	88	110	96	87
Haunsberg	-	111	98	87	95	95	101
Salzburg Lehen	-	111	104	77	87	104	90
Salzburg Mirabellpl.	-	-	-	-	88	114	83
St. Koloman	-	101	105	86	91	100	89
Zell a.S.	110	78	79	73	74	76	74
Graz Platte	-	-	95	88	93	87	102
Graz Schloßberg	-	-	82	83	92	89	102
Graz Süd	106	91	89	83	92	-	-
Grundsee	¹²	101	84	71	84	83	87
Hochgöbnitz	106	79	89	90	90	88	94
Masenberg	122	89	91	81	93	89	97
Rennfeld	122	86	91	87	92	88	97
Salberg	115	85	80	87	79	88	85
Innsbruck Nordkette	106	78	80	80	84	77	93
Kramsach	-	86	104	88	82	77	82
Wörgl	110	84	103	80	88	77	74
Zillertaler Alpen	104	78	81	79	80	82	94
Bludenz	96	98	91	83	102	83	87
Lustenau	109	100	93	98	99	97	96
Sulzberg	123	108	94	97	103	104	84
Wien Donauturm	-	-	-	-	144	133	-
Hermannskogel	170	121	168	114	122	129	103
Wien Hohe Warte	100	87	149	105	148	129	109
Wien Laaer Berg	95	113	121	95	130	112	93
Wien Lobau	80	92	107	94	100	129	92
Wien Stephanspl	-	105	147	100	135	112	112
Wien Währinger Str.	-	87	150	103	125	105	-

- keine Messung

Abbildung 1 zeigt die maximalen HMW der Meßstellen Gerlitz, Masenberg, Illmitz, Hermannskogel, Kollmitzberg, Linz und Lustenau in den Jahren 1990 bis 1996.

Die maximalen HMW der letzten sechs Jahre lassen – nicht nur an diesen ausgewählten Meßstellen – keinen österreichweit einheitlichen Trend erkennen. An allen Meßstellen fällt die

die überdurchschnittlich hohe Belastung in den Jahren 1990, 1992 und 1994 auf – ausgenommen Kärnten mit sehr hohen Werten im Jahr 1993. In allen Jahren ist der Belastungsschwerpunkt bei den Kurzzeitwerten Nordostösterreich; die höchsten Werte traten in und um Wien auf. Zwischen den einzelnen Jahren lassen sich daneben klare regionale Unterschiede im Belastungsbild ausmachen; so war in der Steiermark das Jahr 1990 und 1996 am höchsten belastet, im westlichen Oberösterreich und nördlichen Salzburg 1991 und 1995. Außergewöhnlich hoch war die Belastung zudem in Kärnten 1996.

3 Überschreitung von Grenz-, Schwellen- und Richtwerten

3.1 **Überschreitung von Grenzwerten des Ozongesetzes**

Das Ozongesetz (BGBl. 210/1992) regelt die Information der Bevölkerung über kurzzeitig erhöhte Ozonbelastungen, die akute gesundheitliche Auswirkungen haben können. Es sieht die Ausrufung der Vorwarnstufe oder einer Warnstufe durch die Landeshauptleute vor, sofern

- an zumindest zwei Meßstellen eines Ozonüberwachungsgebietes der Wert des entsprechenden Grenzwertes überschritten ist
- die Wetterlage ein Anhalten oder Ansteigen der Ozonbelastung erwarten läßt.

Das österreichische Bundesgebiet wurde nach der Verordnung zum Ozongesetz BGBl. 510/1992 in sieben Ozonüberwachungsgebiete (OÜG, siehe Karte 1) aufgeteilt¹³. Für die Ausrufung der (Vor-) Warnstufe sind die Landeshauptleute aller Bundesländer verantwortlich, die Anteil am jeweiligen OÜG haben.

Die Grenzwerte der (Vor-) Warnstufen sind als Dreistundenmittelwerte definiert und lauten:

Vorwarnstufe	0,200 mg/m ³	100 ppb
Warnstufe 1	0,300 mg/m ³	150 ppb
Warnstufe 2	0,400 mg/m ³	200 ppb

Tabelle 7 gibt jene Meßstellen an, an welchen im Sommer 1995 MW3 über 0,200 mg/m³ auftraten. Jene Tage, an denen die Vorwarnstufe im OÜG 1 aufrecht war, sind fett angegeben.

Datum	Meßstelle	OÜG	Max. MW3	
7.5.	Salzburg Lehen	3	0,205 mg/m ³	102 ppb
	Salzburg Mirabellplatz	3	0,220 mg/m ³	110 ppb
25.5.	Exelberg	1	0,206 mg/m ³	103 ppb
21.6.	Mödling	1	0,248 mg/m ³	124 ppb
1.7.	Wien Lobau	1	0,210 mg/m ³	105 ppb
3.7.	Wien Donauturm ¹⁴		0,213 mg/m ³	106 ppb
8.7.	Dunkelsteinerwald	1	0,216 mg/m ³	108 ppb
11.7.	St. Pölten	1	0,212 mg/m ³	106 ppb

¹³ Im Jahre 1998 erfolgte mit der Verordnung BGBl. II 359/98 eine Novellierung dieser Gebietsenteilung. Das Gebiet 2 wurde geteilt.

¹⁴ Die Forschungsmeßstelle Wien Donauturm wurde für die Ozonwarnung nicht herangezogen.

Tabelle 7, Fortsetzung

Datum	Meßstelle	OÜG	Max. MW3	
12.7.	St. Pölten	1	0,222 mg/m ³	111 ppb
	Wien Lobau	1	0,212 mg/m ³	106 ppb
13.7.	Klosterneuburg	1	0,214 mg/m ³	107 ppb
	Mistelbach	1	0,212 mg/m ³	106 ppb
	Wien Donauturm		0,207 mg/m ³	104 ppb
	Hermannskogel	1	0,212 mg/m ³	106 ppb
	Wien Hohe Warte	1	0,216 mg/m ³	108 ppb
21.7.	Sulzberg	6	0,204 mg/m ³	102 ppb
26.7.	Amstetten	1	0,203 mg/m ³	102 ppb
	Dunkelsteinerwald	1	0,204 mg/m ³	102 ppb
	Kollmitzberg	1	0,201 mg/m ³	101 ppb
	St. Leonhard	1	0,214 mg/m ³	107 ppb
7.8.	Exelberg	1	0,215 mg/m ³	107 ppb
	Wien Donauturm		0,206 mg/m ³	103 ppb

Insgesamt wurden MW3 über 100 ppb an 12 Tagen an 16 verschiedenen Meßstellen beobachtet; von diesen liegen 13 im Ozonüberwachungsgebiet 1.

Tabelle 8 gibt jene Meßstellen an, an welchen im Sommer 1996 MW3 über 0,200 mg/m³ auftraten. Jene Tage, an denen die Vorwarnstufe im OÜG 1 aufrecht war, sind fett angegeben.

Datum	Meßstelle	OÜG	Max. MW3	
19.4.	Rax ¹⁵		0,224 mg/m ³	112 ppb
20.4.	Vorhegg	7	0,219 mg/m ³	110 ppb
21.4.	Vorhegg	7	0,211 mg/m ³	106 ppb
	Graz Platte	2	0,201 mg/m ³	101 ppb
1.6.	Vorhegg	7	0,218 mg/m ³	109 ppb
9.6.¹⁶	Vorhegg	7	0,201 mg/m ³	101 ppb
	Wien Hohe Warte	1	0,210 mg/m ³	105 ppb
	Wien Stephansplatz	1	0,215 mg/m ³	107 ppb
11.6.	Illmitz	1	0,208 mg/m ³	104 ppb

¹⁵ Die Forschungsmeßstelle Rax wurde für die Ozonwarnung nicht herangezogen.

¹⁶ Die Vorwarnstufe war im OÜG 1 von 9.6. bis 11.6. aufrecht.

Tabelle 9 gibt für die Jahre 1990 bis 1996 die Anzahl der Überschreitungen des MW3 von 0,200 mg/m³ (100 ppb) an.

Meßstelle	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Eisenstadt	-	-	-	1	1	0	0
Illmitz	1	1	0	0	0	0	1
Gerlitz	0	0	0	1	0	0	0
Oberdrauburg	-	-	2	0	0	0	0
St. Georgen Herzogberg	-	1	0	0	0	0	0
Vorhegg	0	0	0	0	0	0	4
Amstetten	0	0	3	0	0	1	0
Annaberg	-	0	0	0	1	0	0
Dunkelsteinerwald	1	1	4	0	3	2	0
Exelberg	0	0	6	2	5	2	0
Forsthof	1	0	0	0	0	0	0
Gänserndorf	1	1	1	0	0	0	0
Hainburg	1	0	1	0	2	0	0
Klosterneuburg	0	0	3	0	6	1	0
Kollmitzberg	0	1	0	0	0	1	0
Krems	0	0	0	0	1	0	0
Mistelbach	0	0	0	1	1	1	0
Mödling	0	0	0	0	1	1	0
Ostrong	0	0	3	0	0	0	0
Pillersdorf	-	-	1	0	0	0	0
Rax	-	-	-	-	-	0	1
Rosalia	0	1	-	-	-	-	-
Schwechat	0	0	0	0	2	0	0
St. Leonhard a.W.	0	0	3	0	0	1	0
St. Pölten	0	0	3	0	0	2	0
St. Valentin	0	0	0	0	1	0	0
Stixneusiedl	0	0	0	1	2	0	0
Streithofen	0	0	3	0	0	0	0
Tulln	-	0	2	1	0	0	0
Wiesmath	-	-	-	0	1	0	0
Wolkersdorf	0	0	2	0	1	0	0
Linz Berufsschule	0	0	1	0	1	0	0
Mattighofen	0	1	0	-	-	-	-
Perg	0	0	1	0	0	0	0
Steyregg	0	0	1	0	1	0	0
Traun	0	0	0	0	1	0	0
Haunsberg	0	1	0	0	0	0	0
Salzburg Lehen	0	1	0	0	0	1	0
Salzburg Mirabellplatz	-	-	-	0	0	1	0
St. Koloman	0	0	1	0	0	0	0
Gaberl	1	0	0	-	-	-	-
Graz Platte	-	0	0	0	0	0	1
Grundlsee	2	0	0	0	0	0	0

Tabelle 9, Fortsetzung

Meßstelle	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Hochgößnitz	2	0	0	0	0	0	0
Masenberg	3	0	0	0	0	0	0
Mürzzuschlag	1	0	0	0	-	-	0
Piber	1	0	0	0	0	0	0
Rennfeld	1	0	0	0	0	0	0
Voitsberg	2	0	0	0	0	0	0
Innsbruck Nordkette	2	0	0	0	0	0	0
Kramsach	2	0	0	0	0	0	0
Kufstein	1	0	0	0	0	0	0
Wörgl	2	0	0	0	0	0	0
Zillertaler Alpen	2	0	0	0	0	0	0
Sulzberg	8	2	0	0	0	1	0
Hermannskogel	2	7	4	0	7	1	0
Wien Donauturm	-	-	-	-	3	3	-
Wien Hohe Warte	0	0	1	0	4	1	1
Wien Laaer Berg	0	0	1	0	0	0	0
Wien Lobau	0	0	0	0	0	2	0
Wien Stephansplatz	-	0	2	0	1	0	1
Wien Währinger Str.	0	0	1	0	1	0	-

- keine Messung

Die Vorwarnstufe laut Ozongesetz war 1995 im OÜG 1 vom 12. bis 14. Juli sowie am 26. und 27. Juli aufrecht.

Die Vorwarnstufe laut Ozongesetz war 1996 im OÜG 1 vom 9. bis 11. Juni aufrecht.

Tabelle 10 gibt für die Jahre 1991 bis 1996

- die Anzahl der Tage mit Vorwarnstufe
- die Anzahl der Tage mit Dreistundenmittelwerten über 0,200 mg/m³ (100 ppb)
- die Anzahl der Meßstellen mit Dreistundenmittelwerten über 0,200 mg/m³ (100 ppb), in Klammer die Gesamtzahl der Meßstellen, die in diesem Jahr in Betrieb war
- den maximalen Dreistundenmittelwert mit der entsprechenden Meßstelle (ausgenommen Forschungsmeßstellen)

an.

	Tage mit Vorwarnstufe	Tage mit MW3 > 0,200 mg/m ³	Meßstellen mit MW3 > 0,200 mg/m ³	Max. MW3 (mg/m ³)	Meßstelle
1990	¹⁷	17	20 (90)	0,252	Illmitz
1991	2 ¹⁸	10	11 (99)	0,242	Hermannskogel
1992	9	10	22 (107)	0,346	Exelberg
1993	0	5	6 (122)	0,215	Exelberg
1994	19 ¹⁹	16	22 (120)	0,240	Wien Hohe Warte
1995	5	12	15 (125)	0,248	Mödling
1996	3	6	6 (120)	0,219	Vorhegg

Karte 8 zeigt jene Meßstellen, an welchen im Sommer 1995 Dreistundenmittelwerte über 0,200 mg/m³ auftraten, die Anzahl der Tage mit derartigen Überschreitungen, sowie den jeweiligen maximalen MW3. Karte 9 zeigt jene Meßstellen, an welchen im Sommer 1996 Dreistundenmittelwerte über 0,200 mg/m³ auftraten.

3.2 Überschreitung des Zielwertes des Immissionsschutzgesetzes-Luft

Das Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L), BGBl. I 115/97, nennt in Anlage 3 als Zielwert zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit den Achtstundenmittelwert von 0,110 mg/m³ über vier Perioden (0-8 Uhr, 8-16 Uhr, 16-24 Uhr, 12-20 Uhr) Dieser Zielwert ist ident mit dem Schwellenwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit der EU-Richtlinie 92/72/EWG.

Die Überschreitungen dieses Zielwertes an den österreichischen Ozonmeßstellen sind – zusammen mit jenen der anderen in der EU-RL 92/72/EWG genannten Schwellenwerte – im folgenden Kapitel in Tabelle 11 und 12 angeführt.

¹⁷ 1990 fand noch keine Information der Bevölkerung über die Ozonbelastung statt

¹⁸ 1991 und 1992 erfolgte die Information der Bevölkerung über die Ozonbelastung ohne gesetzliche Basis bei einer anderen Abgrenzung der OÜG

¹⁹ 1994 wurde die Vorwarnstufe auch an Tagen aufrechterhalten, an denen die Ozonbelastung unter 0,200 mg/m³ lag.

3.3 Überschreitung von Schwellenwerten der EU-Richtlinie 92/72/EWG

Die EU-Richtlinie 92/72/EWG über die Luftverschmutzung durch Ozon sieht folgende Schwellenwerte vor:

	mg/m ³	ppb	Mittelwert-Art
Gesundheitsschutz	0,110	55	MW8* ²⁰
Schutz der Vegetation	0,200	100	MW1
Schutz der Vegetation	0,065	32,5	MW24 (TMW)
Unterrichtung der Bevölkerung	0,180	90	MW1
Auslösung des Alarmsystems	0,360	180	MW1

Tabelle 11 gibt die Überschreitungshäufigkeit der EU-Schwellenwerte an allen österreichischen Ozonmeßstellen, deren Datenverfügbarkeit über 75% lag, für das Jahr 1995 an (%: Anteil der Werte über den Schwellenwert an der Gesamtzahl der gültigen Werte in %; T: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Schwellenwerts)

Station	MW8 0,110 mg/m ³		MW1 0,200 mg/m ³		MW24 0,065 mg/m ³		MW1 0,180 mg/m ³	
	%	T	%	T	%	T	%	T
Eisenstadt	11,9	74	0,0	0	68,9	148	0,1	3
Illmitz	10,6	71	0,0	0	73,9	152	0,1	4
Oberwart	2,9	31	0,0	0	31,5	83	0,0	1
Bleiburg	5,0	43	0,0	0	33,5	86	0,0	0
Feldkirchen	3,1	34	0,0	0	25,0	68	0,0	0
Ferlach	3,6	29	0,0	0	27,3	76	0,0	0
Fürnitz	4,3	36	0,0	0	23,3	69	0,0	0
Gerlitz	38,0	106	0,0	0	98,1	180	0,0	2
Hermagor	5,4	42	0,0	0	36,9	90	0,0	0
Klagenfurt Koschatstr.	2,3	21	0,0	0	24,4	65	0,0	0
Klagenfurt Kreuzbergl	6,0	45	0,0	0	43,9	107	0,0	0
Oberdrauburg	4,2	37	0,0	0	33,2	95	0,0	0
Obervellach	2,5	24	0,0	0	34,8	89	0,0	0
Spittal a.d.D.	1,4	13	0,0	0	19,0	56	0,0	0
St. Georgen - Herzogberg	7,0	50	0,0	0	56,1	129	0,0	0
St. Veit a.d.G.	0,1	1	0,0	0	3,5	14	0,0	0
Villach	3,1	27	0,0	0	19,0	61	0,0	0
Völkermarkt	1,2	11	0,0	0	14,3	45	0,0	0
Vorhegg	11,1	64	0,0	0	71,5	148	0,0	1
Wolfsberg	0,5	7	0,0	0	8,9	34	0,0	0
Amstetten	5,6	45	0,0	1	25,3	75	0,2	2
Annaberg	3,9	16	0,0	0	52,5	108	0,0	0
Bad Vöslau	3,1	29	0,0	0	45,8	114	0,1	2
Dunkelsteinerwald	12,3	70	0,0	3	58,0	130	0,5	6
Exelberg	26,6	82	0,0	5	88,5	143	0,6	10
Forsthoft	7,9	40	0,0	0	60,4	130	0,0	0

²⁰ Achtstundenmittelwerte über folgende Perioden: 0-8 Uhr, 8-16 Uhr, 16-24 Uhr, 12-20 Uhr. Dieser Schwellenwert ist ident mit dem Zielwert zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit des Immissionsschutzgesetzes-Luft.

Tabelle 11, Fortsetzung

Station	MW8		MW1		MW24		MW1	
	0,110 mg/m ³		0,200 mg/m ³		0,065 mg/m ³		0,180 mg/m ³	
	%	T	%	T	%	T	%	T
Gänserndorf	6,6	47	0,0	0	48,8	114	0,0	0
Großgöttfritz	4,5	27	0,0	0	48,7	116	0,0	0
Hainburg	8,3	55	0,0	1	56,3	129	0,1	1
Heidenreichstein	8,9	56	0,0	0	56,0	132	0,0	0
Irnfritz	10,4	54	0,0	0	68,5	137	0,1	2
Klosterneuburg	5,4	39	0,0	3	34,4	88	0,2	3
Kollmitzberg	17,8	71	0,0	2	59,3	120	0,4	4
Krems	2,1	18	0,0	0	18,0	56	0,0	0
Mistelbach	10,6	63	0,0	1	61,7	135	0,2	2
Mödling	7,4	57	0,0	1	54,9	131	0,2	4
Nebelstein	18,1	58	0,0	0	73,7	135	0,0	0
Ostrong	10,1	56	0,0	0	57,1	133	0,1	2
Payerbach	25,3	79	0,0	0	86,0	159	0,4	7
Pillersdorf	11,3	66	0,0	1	69,8	143	0,1	1
St. Leonhard	16,8	63	0,0	2	73,1	150	0,2	2
St. Pölten	6,4	41	0,0	2	26,2	71	0,3	4
St. Valentin	5,5	45	0,0	0	17,7	54	0,1	2
Schwechat	3,8	28	0,0	2	34,3	96	0,1	5
Stixneusiedl	11,6	68	0,0	0	64,7	138	0,2	3
Streithofen	11,0	75	0,0	1	66,9	142	0,2	6
Ternitz	4,2	34	0,0	0	43,2	112	0,0	1
Tulln	4,1	33	0,0	0	28,6	79	0,0	1
Wiener Neustadt	6,9	49	0,0	0	48,8	117	0,1	1
Wiesmath	22,8	75	0,0	0	86,5	172	0,0	0
Wolkersdorf	9,4	53	0,0	1	55,2	127	0,1	2
Bad Ischl	4,8	40	0,0	0	29,9	76	0,0	1
Braunau	6,4	50	0,0	0	31,3	84	0,0	0
Hochburg-Ach	8,8	56	0,0	1	49,5	123	0,0	1
Lenzing	9,4	61	0,0	0	55,9	137	0,1	2
Linz	4,3	33	0,0	0	26,2	74	0,1	2
Perg	6,9	55	0,0	1	30,8	81	0,3	4
Schöneben	16,8	69	0,0	0	74,8	151	0,1	2
Steyr	4,8	37	0,0	0	34,8	88	0,0	2
Steyregg	12,5	70	0,0	0	51,4	122	0,1	3
Traun	6,1	50	0,0	0	25,1	76	0,1	3
Gaisberg	15,6	60	0,0	0	80,5	165	0,1	1
Grödig	3,5	30	0,0	0	29,7	75	0,1	1
Hallein Gamp	1,7	18	0,0	0	8,6	27	0,0	0
Hallein Winterstall	4,5	34	0,0	0	42,4	102	0,0	0
Haunsberg	14,1	59	0,0	0	75,5	159	0,1	1
Salzburg Lehen	11,6	68	0,0	1	46,9	115	0,3	5
Salzburg Mirabellplatz	9,0	61	0,0	1	40,2	96	0,2	3
Sonnblick	41,7	107	0,0	0	76,5	139	0,0	0
St. Johann i.P.	2,7	25	0,0	0	12,6	38	0,0	0
St. Koloman	18,6	71	0,0	0	81,5	168	0,1	1

Tabelle 11, Fortsetzung

Station	MW8		MW1		MW24		MW1	
	0,110 mg/m ³		0,200 mg/m ³		0,065 mg/m ³		0,180 mg/m ³	
	%	T	%	T	%	T	%	T
Tamsweg	0,5	5	0,0	0	8,0	28	0,0	0
Zell a.S.	2,0	22	0,0	0	29,4	75	0,0	0
Arnfels	20,1	79	0,0	0	85,8	170	0,0	0
Deutschlandsberg	4,7	44	0,0	0	33,8	84	0,0	0
Graz Nord	5,2	42	0,0	0	26,7	72	0,0	0
Graz Platte	25,5	80	0,0	0	82,7	165	0,0	0
Graz Schloßberg	9,8	50	0,0	0	49,1	101	0,0	0
Graz West	3,7	33	0,0	0	21,6	70	0,0	0
Grundlsee	8,8	40	0,0	0	58,6	129	0,0	0
Hochgößnitz	25,5	69	0,0	0	86,9	168	0,0	0
Judenburg	3,3	34	0,0	0	32,0	82	0,0	0
Kindberg	5,3	39	0,0	0	32,1	79	0,0	0
Leoben	2,4	25	0,0	0	9,4	31	0,0	0
Liezen	2,3	21	0,0	0	23,2	65	0,0	0
Masenberg	23,0	71	0,0	0	89,7	175	0,0	0
Piber	7,7	47	0,0	0	51,9	120	0,0	0
Rennfeld	23,9	77	0,0	0	85,0	165	0,0	0
Salberg	10,6	47	0,0	0	78,3	168	0,0	0
Stolzalpe	7,3	36	0,0	0	68,0	147	0,0	0
Voitsberg	5,1	46	0,0	0	24,9	65	0,0	0
Weiz	4,3	40	0,0	0	42,8	106	0,0	0
Achenkirch - Am Zenzfeld	4,5	34	0,0	0	41,5	107	0,0	0
Achenkirch Christlumalm	9,1	41	0,0	0	73,7	156	0,0	0
Achenkirch Christlumkopf	27,0	82	0,0	0	92,9	175	0,0	0
Achenkirch Mühleggerköpfl	1,6	13	0,0	0	32,2	88	0,0	0
Höfen	6,3	45	0,0	0	47,6	117	0,0	0
Innsbruck Nordkette	24,7	70	0,0	0	94,3	181	0,0	0
Innsbruck Reichenau	2,3	21	0,0	0	11,8	40	0,0	0
Innsbruck Sadrach	5,9	40	0,0	0	33,3	89	0,0	0
Karwendel West	28,8	82	0,0	0	97,2	181	0,0	0
Kramsach	3,6	29	0,0	0	22,2	57	0,0	0
Kufstein	5,4	38	0,0	0	21,9	62	0,0	0
Lienz	3,8	28	0,0	0	44,0	112	0,0	0
Sölden	4,0	34	0,0	0	44,8	115	0,0	0
Wörgl	2,3	24	0,0	0	8,9	31	0,0	0
Zillertaler Alpen	30,5	93	0,0	0	97,0	183	0,0	0
Bludenz	3,7	29	0,0	0	17,7	58	0,0	0
Lustenau	7,1	49	0,0	0	34,2	96	0,1	1
Sulzberg	24,7	81	0,0	2	85,8	170	0,3	3
Wien Donauturm	17,4	80	0,0	3	74,8	152	0,3	7
Hermannskogel	19,6	82	0,0	3	79,1	159	0,3	5
Wien Hohe Warte	8,2	56	0,0	3	56,4	132	0,2	5
Wien Laaer Berg	5,3	40	0,0	2	44,0	116	0,1	4
Wien Lobau	10,6	77	0,0	5	60,0	139	0,4	5
Wien Stephanspl.	3,1	24	0,0	4	31,2	84	0,3	5
Wien Währinger Str.	3,6	26	0,0	1	32,8	81	0,1	2

Tabelle 12 gibt die Überschreitungshäufigkeit der o.g. EU-Schwellenwerte an allen österreichischen Ozonmeßstellen, deren Datenverfügbarkeit über 75% lag, für das Jahr 1996 an (%: Anteil der Werte über den Schwellenwert an der Gesamtzahl der gültigen Werte in %; T: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Schwellenwerts)

Meßstelle	MW8 0,110 mg/m ³		MW1 0,200 mg/m ³		MW24 0,065 mg/m ³		MW1 0,200 mg/m ³	
	%	T	%	T	%	T	%	T
Eisenstadt	7,2	23	0,0	0	52,1	75	0,1	2
Illmitz	13,4	49	0,1	1	70,5	129	0,2	3
Oberwart	7,5	27	0,0	0	37,9	55	0,1	1
Bleiburg	3,1	15	0,0	0	29,5	54	0,0	0
Feldkirchen	2,6	11	0,0	0	18,8	34	0,0	0
Ferlach	10,5	38	0,0	0	37,2	68	0,1	1
Fürnitz	12,8	45	0,0	0	36,6	67	0,1	1
Gerlitzen	30,8	81	0,0	0	97,8	179	0,0	0
Hermagor	14,2	49	0,0	0	43,2	79	0,3	3
Klagenfurt Koschatstr.	8,5	33	0,0	0	36,1	65	0,0	1
Klagenfurt Kreuzbergl	8,2	21	0,0	0	36,0	45	0,0	0
Oberdrauburg	9,5	33	0,0	0	36,3	65	0,3	3
Obervellach	7,5	31	0,0	0	36,6	67	0,0	0
Spittal a.d.D.	8,1	31	0,0	0	44,1	78	0,0	1
St. Andrä	5,1	21	0,0	0	20,2	37	0,0	0
St. Georgen	10,6	37	0,0	0	46,5	85	0,0	0
St. Veit a.d.G.	0,2	1	0,0	0	3,1	4	0,0	0
Villach	5,6	19	0,0	0	22,4	41	0,0	0
Völkermarkt	2,6	13	0,0	0	16,4	30	0,0	0
Vorhegg	22,5	59	0,5	5	73,2	123	1,3	8
Wolfsberg	2,8	12	0,0	0	15,5	28	0,0	0
Amstetten	3,9	16	0,0	0	15,9	27	0,0	0
Annaberg	6,1	9	0,0	0	33,9	19	0,0	0
Bad Vöslau	1,8	4	0,0	0	43,2	35	0,0	0
Dunkelsteinerwald	8,5	32	0,0	0	46,4	83	0,1	2
Dürnrohr	15,7	39	0,0	0	77,2	88	0,1	1
Exelberg	9,6	25	0,0	0	47,4	74	0,0	0
Forsthof	17,3	52	0,0	0	72,1	132	0,5	4
Gänserndorf	8,2	33	0,0	0	42,7	76	0,0	0
Großgöttfritz	4,9	15	0,0	0	32,3	52	0,0	0
Hainburg	12,5	43	0,0	0	57,0	98	0,1	2
Heidenreichstein	13,8	49	0,0	0	53,0	96	0,1	3
Irnfritz	11,1	36	0,0	0	59,8	107	0,1	2
Klosterneuburg	6,6	29	0,0	0	35,6	64	0,1	1
Kollmitzberg	11,1	30	0,0	0	51,1	68	0,0	0
Krems	4,9	20	0,0	0	23,9	43	0,1	2
Mistelbach	9,1	36	0,0	0	50,3	91	0,0	0
Mödling	5,9	30	0,0	0	44,3	81	0,1	1
Nebelstein	24,3	48	0,0	0	79,1	110	0,0	0
Ostrong	7,8	24	0,0	0	51,7	92	0,0	0
Payerbach	15,7	39	0,0	0	75,6	130	0,5	5

Tabelle 12, Fortsetzung

Meßstelle	MW8 0,110 mg/m ³		MW1 0,200 mg/m ³		MW24 0,065 mg/m ³		MW1 0,200 mg/m ³	
	%	T	%	T	%	T	%	T
Pillersdorf	12,5	46	0,0	0	68,3	123	0,0	0
Rax	32,2	79	0,3	0	94,3	150	0,4	3
Schwechat	0,9	4	0,0	0	8,1	13	0,0	0
St. Leonhard	18,5	54	0,0	0	79,2	145	0,0	0
St. Pölten	5,8	28	0,0	0	21,2	38	0,0	0
St. Valentin	4,3	19	0,0	0	16,4	30	0,0	0
Stixneusiedl	15,0	55	0,0	0	67,2	121	0,0	1
Stockerau	7,3	32	0,0	0	33,9	62	0,0	0
Streithofen	11,2	43	0,0	0	53,1	94	0,1	3
Ternitz	8,7	32	0,0	0	54,6	100	0,1	1
Tulln	6,0	26	0,0	0	27,2	46	0,1	1
Wiener Neustadt	5,7	25	0,0	0	33,0	60	0,1	1
Wiesmath	18,1	44	0,0	0	79,8	138	0,1	1
Wolkersdorf	5,7	24	0,0	0	42,9	69	0,0	1
Bad Ischl	4,3	16	0,0	0	20,9	37	0,0	0
Braunau	5,0	22	0,0	0	18,2	30	0,0	0
Grünbach	21,2	44	0,0	0	81,3	113	0,0	0
Hochburg-Ach	11,1	43	0,0	0	45,8	76	0,0	0
Lenzing	5,9	27	0,0	0	45,9	84	0,0	0
Linz Berufsschule	5,4	26	0,0	0	23,9	43	0,0	0
Perg	6,6	28	0,0	0	28,2	49	0,0	0
Schöneben	12,8	35	0,0	0	63,7	116	0,0	0
Steyr	5,1	24	0,0	0	28,9	52	0,0	0
Steyregg	10,5	40	0,0	0	43,0	77	0,0	0
Traun	6,3	29	0,0	0	20,2	35	0,0	0
Zöbelboden	16,6	42	0,0	0	80,6	133	0,0	0
Gaisberg	14,3	37	0,0	0	73,6	120	0,0	0
Hallein Winterstall	12,5	41	0,0	0	60,9	98	0,0	0
Haunsberg	24,6	72	0,0	0	79,8	146	0,3	4
Salzburg Herrnau	4,3	16	0,0	0	17,0	27	0,1	1
Salzburg Lehen	8,2	36	0,0	0	37,7	69	0,0	0
Salzburg Mirabellplatz	2,8	13	0,0	0	17,1	30	0,0	0
Sonnblick	49,7	125	0,0	0	99,4	177	0,0	0
St. Johann i.P.	4,0	18	0,0	0	20,2	37	0,0	0
St. Koloman	15,8	46	0,0	0	80,3	143	0,0	0
Tamsweg	4,9	21	0,0	0	31,7	58	0,0	0
Zell a.S.	4,0	18	0,0	0	37,7	69	0,0	0
Arnfels	26,0	70	0,0	0	86,8	158	0,1	1
Deutschlandsberg	10,7	39	0,0	0	36,3	66	0,1	1
Graz Nord	8,2	36	0,0	0	24,9	41	0,1	2
Graz Platte	20,8	58	0,1	1	79,0	139	0,2	2
Graz Schloßberg	14,0	47	0,0	0	50,6	90	0,1	2
Graz West	8,1	33	0,0	0	25,6	42	0,1	1
Grundlsee	14,5	44	0,0	0	76,0	136	0,0	0
Hochgößnitz	21,5	54	0,0	0	84,5	147	0,1	2

Tabelle 12, Fortsetzung

Meßstelle	MW8 0,110 mg/m ³		MW1 0,200 mg/m ³		MW24 0,065 mg/m ³		MW1 0,200 mg/m ³	
	%	T	%	T	%	T	%	T
Judenburg	7,4	30	0,0	0	30,8	56	0,0	0
Kindberg-Wartberg	14,8	54	0,0	0	43,2	79	0,1	1
Klöch	20,3	49	0,0	0	85,1	126	0,2	1
Leoben	5,0	24	0,0	0	14,9	27	0,0	1
Liezen	4,1	17	0,0	0	29,5	54	0,0	0
Masenberg	20,6	51	0,0	0	85,8	157	0,1	1
Piber	10,4	37	0,0	0	48,3	85	0,0	1
Rennfeld	27,6	69	0,0	0	92,7	164	0,5	3
Salberg	15,6	32	0,0	0	87,8	115	0,0	0
Stolzalpe	12,1	34	0,0	0	66,5	119	0,0	0
Voitsberg	10,7	41	0,0	0	27,9	51	0,1	1
Weiz	8,3	32	0,0	0	44,3	81	0,1	1
Achenkirch Christlumalm	13,3	38	0,0	0	85,1	126	0,0	0
Achenkirch Christlumkopf	19,9	42	0,0	0	93,6	117	0,0	0
Achenkirch Zenzfeld	8,2	33	0,0	0	50,0	91	0,0	0
Höfen	4,3	20	0,0	0	41,0	75	0,0	0
Innsbruck Nordkette	20,2	58	0,0	0	94,0	171	0,1	2
Innsbruck Reichenau	4,9	20	0,0	0	15,3	28	0,0	0
Innsbruck Sadrach	9,5	36	0,0	0	34,4	63	0,0	0
Karwendel West	26,8	75	0,0	0	95,0	172	0,0	0
Kramsach	4,5	18	0,0	0	18,5	33	0,0	0
Kufstein Festung	4,4	24	0,0	0	14,2	26	0,0	0
Lienz	0,8	2	0,0	0	16,3	15	0,0	0
Wörgl	1,5	8	0,0	0	6,0	11	0,0	0
Zillertaler Alpen	28,4	81	0,0	0	94,5	171	0,1	2
Bludenz	6,1	31	0,0	0	24,4	44	0,0	0
Lustenau	8,5	36	0,0	0	32,4	57	0,1	1
Sulzberg	20,8	64	0,0	0	84,7	155	0,0	0
Viktorsberg	16,3	53	0,0	0	80,3	147	0,0	0
Hermannskogel	17,9	57	0,0	1	70,0	128	0,2	3
Wien Hohe Warte	8,1	35	0,1	2	51,4	94	0,1	2
Wien Laaer Berg	3,0	16	0,0	0	18,6	34	0,0	1
Wien Lobau	8,2	36	0,0	0	47,3	86	0,0	1
Wien Stephansplatz	4,4	21	0,1	1	35,0	64	0,1	1

Die folgende Tabelle 13 gibt nach Tagen geordnet jene Meßstellen an, an welchen im Sommer 1995 der Schwellenwert zur Unterrichtung der Bevölkerung von $0,180 \text{ mg/m}^3$ als MW1 überschritten wurde. Der MW1 von $0,360 \text{ mg/m}^3$ wurde 1995 in Österreich an keiner Meßstelle überschritten.

<i>Datum</i>	<i>Meßstellen</i>
6.5.	Schöneben
7.5.	Exelberg, Payerbach, Ternitz, Lenzing, Schöneben, Steyr, Gaisberg, Haunsberg, Salzburg Lehen, Salzburg Mirabellplatz, St. Koloman
8.5.	Dunkelsteinerwald, Exelberg, Mödling, Streithofen
24.5.	Eisenstadt, Payerbach
25.5.	Eisenstadt, Exelberg, Forsthof
26.5.	Dunkelsteinerwald, Exelberg, Payerbach, Perg, Steyregg
29.5.	Irnfritz
30.5.	Wien Donauturm
8.6.	St. Pölten
20.6.	Dunkelsteinerwald, Exelberg, Tulln, Hermannskogel
21.6.	Bad Vöslau, Exelberg, Mödling, Schwechat, Hermannskogel, Wien Laaer Berg
1.7.	Vorhegg, Hainburg, Schwechat, Salzburg Mirabellplatz, Sonnblick, Sulzberg, Wien Lobau
2.7.	Wien Donauturm, Wien Hohe Warte
3.7.	Exelberg, Schwechat, Wien Donauturm, Hermannskogel, Wien Hohe Warte, Wien Laaer Berg, Wien Lobau, Wien Stephansplatz, Wien Währinger Str.
7.7.	Bad Vöslau, Dunkelsteinerwald, Payerbach, Wiener Neustadt
8.7.	Dunkelsteinerwald, Exelberg, Mödling, Streithofen, Wien Laaer Berg, Wien Stephansplatz
9.7.	Klosterneuburg
11.7.	St. Pölten, Sulzberg
12.7.	Mistelbach, St. Pölten, Schwechat, Wolkersdorf, Wien Lobau
13.7.	Exelberg, Klosterneuburg, Mistelbach, Stixneusiedl, Wolkersdorf, Wien Donauturm, Hermannskogel, Wien Hohe Warte, Wien Stephansplatz
14.7.	Eisenstadt, Illmitz, Schwechat, Wien Lobau
21.7.	Gerlitz, Irnfritz, Salzburg Lehen, Lustenau, Sulzberg
22.7.	Kollmitzberg, Pillersdorf, St. Valentin, Streithofen, Perg, Traun, Salzburg Lehen, Salzburg Mirabellplatz, Sonnblick
26.7.	Amstetten, Dunkelsteinerwald, Exelberg, Kollmitzberg, Ostrong, St. Leonhard, Streithofen, Lenzing, Linz, Perg, Steyr, Steyregg, Traun, Salzburg Lehen
27.7.	Amstetten, Bad Vöslau, Dunkelsteinerwald, Kollmitzberg, Ostrong, St. Leonhard, Hochburg-Ach, Lenzing, Linz, Perg, Steyregg, Traun
31.7.	Payerbach, Pillersdorf
1.8.	Illmitz, Payerbach
7.8.	Exelberg, Klosterneuburg, Wien Donauturm, Hermannskogel, Wien Laaer Berg, Wien Stephansplatz, Wien Währinger Str.
11.8.	Payerbach, Wien Lobau
12.8.	Mödling
22.8.	Illmitz

Insgesamt traten somit 1995 Überschreitungen des Schwellenwertes zur Unterrichtung der Bevölkerung von $0,180 \text{ mg/m}^3$ als MW1 an 31 Tagen auf; betroffen davon waren insgesamt

51 verschiedene Meßstellen (von 125 Meßstellen, die in Österreich betrieben wurden), die zum ganz überwiegenden Teil in den Ozonüberwachungsgebieten 1, 3 und 7 liegen.

Die folgende Tabelle 14 gibt nach Tagen geordnet jene Meßstellen an, an welchen im Sommer 1996 der Schwellenwert zur Unterrichtung der Bevölkerung von $0,180 \text{ mg/m}^3$ als MW1 überschritten wurde. Der MW1 von $0,360 \text{ mg/m}^3$ wurde 1995 in Österreich an keiner Meßstelle überschritten.

<i>Datum</i>	<i>Meßstellen</i>
10.4.	Graz West
19.4.	Vorhegg, Payerbach, Rax
20.4.	Ferlach, Hermagor, Klagenfurt Koschatstraße, Oberdrauburg, Vorhegg, Dunkelsteinerwald, Forsthof, Irnfritz, Payerbach, Rax, Tulln, Graz Platte, Graz Schloßberg, Rennfeld, Innsbruck Nordkette, Lienz, Zillertaler Alpen, Hermannskogel
21.4.	Eisenstadt, Oberwart, Hermagor, Oberdrauburg, Spittal a.d.D., Vorhegg, Forsthof, Heidenreichstein, Mödling, Payerbach, Rax, Streithofen, Ternitz, Tulln, Wiener Neustadt, Haunsberg, Arnfels, Deutschlandsberg, Graz Nord, Graz Platte, Graz Schloßberg, Graz West, Hochgößnitz, Kindberg, Klöch, Leoben, Masenberg, Piber, Rennfeld, Voitsberg, Weiz, Innsbruck Nordkette, Lienz, Zillertaler Alpen, Hermannskogel
22.4.	Vorhegg, Dunkelsteinerwald, Forsthof, Heidenreichstein, Payerbach, Hochgößnitz, Rennfeld
23.4.	Forsthof, Rax, Streithofen
24.4.	Graz Schloßberg
31.5.	Heidenreichstein, Irnfritz, Krems, Haunsberg, Lustenau
1.6.	Fürnitz, Oberdrauburg, Vorhegg, Haunsberg, Salzburg Herrnau
2.6.	Hermagor, Vorhegg
3.6.	Wien Lobau
7.6.	Streithofen
8.6.	Vorhegg, Haunsberg
9.6.	Vorhegg, Klosterneuburg, Hermannskogel, Wien Hohe Warte, Wien Laaer Berg, Wien Stephansplatz
10.6.	Illmitz, Payerbach, Wiesmath
11.6.	Eisenstadt, Illmitz
12.6.	Illmitz, Graz Nord
19.6.	Hainburg
1.8.	Hainburg
2.8.	Wolkersdorf, Wien Hohe Warte
20.8.	Dürnröhr ²¹ , Stixneusiedl

Insgesamt traten somit 1996 Überschreitungen des Schwellenwertes zur Unterrichtung der Bevölkerung von $0,180 \text{ mg/m}^3$ als MW1 an 21 Tagen auf; betroffen davon waren insgesamt 53 verschiedene Meßstellen (von insgesamt 120), die zum ganz überwiegenden Teil in den Ozonüberwachungsgebieten 1, 2 und 7 liegen. Anders als in den Jahren davor war die Belastung in Oberösterreich und im westlichen Niederösterreich relativ gering, dafür in der Steiermark außergewöhnlich hoch.

1992 wurden Überschreitungen des MW1 von $0,180 \text{ mg/m}^3$ an 54 Meßstellen (von insgesamt 107) beobachtet, 1993 an 46 Meßstellen (von 122), 1994 an 55 Meßstellen (von 120).

²¹ Temporär betriebene Forschungsmeßstelle

Die meisten Überschreitungen wurden 1995 an den Meßstellen Exelberg (11 Tage), Payerbach (7 Tage) und Dunkelsteinerwald und Wien Lobau (6 Tage) beobachtet, 1996 an den Meßstellen Vorhegg (8 Tage) und Payerbach (5 Tage).

Karte 10 MW1 über 90 ppb 1995 Karte 11 MW1 über 90 ppb 1996

Karte 10 zeigt jene Meßstellen, an denen im Zeitraum von April bis September 1995 der MW1 von 0,180 mg/m³ überschritten wurde, Karte 11 analog für 1996.

Tabelle 15 gibt für die Jahre 1992 bis 1996 jene Meßstellen an, an welchen der MW1 von 0,180 mg/m³ überschritten wurde, sowie die Anzahl der Tage mit derartigen Überschreitungen.

Meßstelle	1992	1993	1994	1995	1996
Eisenstadt	-	7	10	3	2
Illmitz	9	1	3	3	3
Oberwart	-	2	1	0	1
Bleiburg	0	1	1	0	0
Ferlach	0	0	0	0	1
Fürnitz	0	1	0	0	1
Gerlitzten	2	6	1	1	0
Hermagor	0	1	1	0	3
Klagenfurt Koschatstraße	0	0	0	0	1
Klagenfurt Kreuzbergl	0	1	0	0	0
Oberdrauburg	3	1	1	0	3
St.Georgen Herzogberg	0	1	0	0	0
Spittal a.d.D.	0	0	0	0	1
Villach	0	1	0	0	0
Vorhegg	3	0	6	1	8
Amstetten	5	0	0	1	0
Annaberg	2	0	2	0	0
Bad Vöslau	0	0	5	2	0
Dunkelsteinerwald	6	5	9	6	2
Dürnrohr	-	-	-	-	1
Exelberg	9	9	18	11	0
Forsthof	2	1	2	1	4
Gänserndorf	5	3	5	0	0
Großgöttfritz	3	0	1	0	0
Hainburg	5	1	11	1	2
Heidenreichstein	0	1	2	0	3
Irnfritz	3	0	2	2	2
Klosterneuburg	5	3	13	3	1
Kollmitzberg	2	2	6	2	0
Krems	3	3	3	0	2
Mistelbach	3	4	5	2	0
Mödling	6	0	7	4	1
Nebelstein	4	2	3	0	0
Ostrong	5	0	0	1	0
Payerbach	-	0	1	7	5
Pillersdorf	9	0	10	2	0
Rax	-	-	-	0	3
St. Leonhard	7	1	3	1	0

Tabelle 15, Fortsetzung

<i>Meßstelle</i>	<i>1992</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>1996</i>
St. Pölten	6	3	3	2	0
St. Valentin	0	1	8	1	0
Schwechat	0	1	7	5	0
Stixneusiedl	3	8	14	1	1
Streithofen	6	0	1	3	3
Ternitz	0	0	0	1	1
Tulln	5	2	1	1	1
Wiener Neustadt	0	3	3	1	1
Wiesmath	-	1	8	0	1
Wolkersdorf	2	0	1	2	1
Bad Ischl	1	0	4	0	0
Braunau	0	0	3	0	0
Hochburg-Ach	0	1	1	1	0
Lenzing	2	0	0	2	0
Linz Berufsschule	5	0	2	1	0
Mattighofen	5	1	-	-	-
Perg	4	2	0	3	0
Schöneben	0	4	0	2	0
Steyr	0	0	1	1	0
Steyregg	8	2	9	2	0
Traun	10	0	3	2	0
Gaisberg	1	0	0	1	0
Hallein Winterstall	1	0	0	0	0
Haunsberg	3	0	0	1	4
Salzburg Herrnau	-	-	-	0	1
Salzburg Lehen	3	0	0	3	0
Salzburg Mirabellplatz	-	0	0	3	0
Salzburg Sterneckstr.	1	0	-	-	-
St. Koloman	1	0	0	1	0
Sonnblick	0	1	0	2	0
Arnfels	-	1	0	0	1
Deutschlandsberg	0	0	0	0	1
Graz Nord	0	0	0	0	2
Graz Platte	2	0	0	0	2
Graz Schloßberg	0	0	0	0	2
Graz West	0	0	0	0	1
Hochgöbnitz	0	0	0	0	2
Kindberg	-	-	0	0	1
Klöch	-	-	-	0	1
Leoben	0	0	0	0	1
Masenberg	0	0	0	0	1
Piber	2	1	0	0	1
Rennfeld	0	0	0	0	3
Voitsberg	0	0	2	0	1
Weiz	0	0	1	0	1
Höfen	0	1	0	0	0
Innsbruck Nordkette	0	0	0	0	2

Tabelle 15, Fortsetzung

Meßstelle	1992	1993	1994	1995	1996
Karwendel West	1	0	0	0	0
Kramsach	1	0	0	0	0
Kufstein Dux	-	1	0	-	-
Lienz Sportzentrum	-	-	-	0	2
Wörgl	1	0	0	0	0
Zillertaler Alpen	0	0	0	0	2
Bludenz	1	0	1	0	0
Lustenau	1	2	1	1	1
Sulzberg	3	0	6	3	0
Hermannskogel	8	3	14	5	3
Wien Donauturm	-	-	14	5	-
Wien Hohe Warte	4	3	4	3	2
Wien Laaer Berg	4	2	9	4	1
Wien Lobau	3	1	4	6	1
Wien Stephanspl.	3	2	7	0	1
Wien Währinger Str.	3	2	9	0	-

- nicht in Betrieb

Auch der Schwellenwert zum Gesundheitsschutz von $0,110 \text{ mg/m}^3$ über vier fixierte achtstündige Perioden pro Tag²² wurde sowohl 1995 als auch 1996 im Hoch- und Mittelgebirge am häufigsten überschritten, allerdings 1995 deutlich stärker als 1996.

Die fünf Meßstellen mit den höchsten Überschreitungshäufigkeiten waren im Sommer 1995 Sonnblick (42%, 107 Tage), Gerlitzten (38%, 106 Tage), Zillertaler Alpen (31%, 93 Tage), Karwendel West (29%, 82 Tage) und Achenkirch Christlumpkopf (27%, 82 Tage). Unter den unmittelbar im Dauersiedlungsgebiet gelegenen Meßstellen waren folgende fünf jene mit den höchsten Überschreitungshäufigkeiten: St. Leonhard (17%, 63 Tage), Haunsberg (14%, 59 Tage), Steyregg (13%, 70 Tage), Dunkelsteinerwald (12%, 70 Tage) und Eisenstadt (12 %, 74 Tage). Die niedrigsten Überschreitungshäufigkeiten von unter 1% wiesen Wolfsberg, Tamsweg und St. Veit a.d.G. auf.

Karte 12 gibt die Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Schwellenwertes zum Gesundheitsschutz von $0,110 \text{ mg/m}^3$ über vier fixierte achtstündige Perioden pro Tag für 1995 an, Karte 13 für 1996.

1996 waren die fünf Meßstellen mit den häufigsten Überschreitungen des MW8 von $0,110 \text{ mg/m}^3$ Sonnblick (50%, 125 Tage), Rax (32%, 79 Tage), Gerlitzten (31%, 81 Tage), Zillertaler Alpen und Rennfeld (28%, 81 bzw. 69 Tage). Unter den im Dauersiedlungsgebiet gelegenen Meßstellen wiesen die folgenden die meisten Überschreitungen auf: Haunsberg (25%, 72 Tage), Grünbach bei Freistadt und Sulzberg (21%, 44 bzw. 64 Tage), Klösch (20%, 49 Tage) und St. Leonhard a.W. (19%, 54 Tage). Überschreitungshäufigkeiten von weniger als 1% registrierten die Meßstellen St. Veit a.d.G., Schwechat und Lienz.

Der Schwellenwert von $0,065 \text{ mg/m}^3$ als MW24 zum Schutz der Vegetation wurde im Sommer 1995 vor allem im Hoch- und Mittelgebirge deutlich überschritten. Die 10 Meßstellen mit den höchsten Überschreitungshäufigkeiten waren 1995 Gerlitzten (98 %, Überschreitungen an 180 von 183 Tagen), Karwendel West (97 %, 181 Tage), Zillertaler Alpen (97%, 183 Tage),

²² 0-8 Uhr, 8-16 Uhr, 16-24 Uhr, 12-20 Uhr.

Innsbruck-Nordkette (94%, 181 Tage), Achenkirch Christlumkopf (93%, 175 Tage), Masenberg (90%, 175 Tage), Exelberg (89%, 139 Tage²³), Hochgöbnitz (87%, 168 Tage), Wiesmath (87%, 172 Tage) und Payerbach (86%, 159 Tage). Überschreitungshäufigkeiten unter 10% zeigten lediglich die Stationen Leoben, Wolfsberg, Wörgl, Hallein Gamp, Tamsweg und St. Veit a.d.G.

Im Sommer 1996 wurde der MW24 von 0,065 mg/m³ weniger dramatisch überschritten, wobei allerdings auch 1996 im Mittel- und Hochgebirge Überschreitungshäufigkeiten nahe 100% beobachtet wurden. Die 10 Meßstellen mit den höchsten Überschreitungshäufigkeiten waren 1996 Sonnblick (99%, 177 Tage), Gerlitzten (98%, 179 Tage), Zillertaler Alpen und Karwendel West (95%, 171 bzw. 172 Tage), Rax, Innsbruck Nordkette und Achenkirch Christlumkopf (94%, 150, 171 bzw. 117 Tage), Rennfeld (93%, 164 Tage), Salberg (88%, 115 Tage) und Arnfels (87%, 158 Tage). Überschreitungshäufigkeiten unter 10% wiesen lediglich St. Veit a.d.G., Schwechat und Wörgl auf.

Karte 14 zeigt den Anteil der MW24 über 0,065 mg/m³ an der Gesamtzahl der gültigen MW24 für das Sommerhalbjahr 1995, Karte 15 für das Sommerhalbjahr 1996.

Der Schwellenwert von 0,200 mg/m³ als MW1 zum Schutz der Vegetation wurde in den Sommern 1995 und 1996 in Österreich kaum überschritten. An bis zu 5 Tagen wurden 1996 Überschreitungen an den Meßstellen Amstetten, Dunkelsteinerwald, Exelberg, Hainburg, Klosterneuburg, Kollmitzberg, Mistelbach, Mödling, Pillersdorf, St. Leonhard, St. Pölten, Schwechat, Streithofen, Wolkersdorf, Perg, Salzburg Lehen, Salzburg Mirabellplatz, Sulzberg, Hermannskogel sowie allen Wiener Meßstellen beobachtet, 1996 lediglich in Vorhegg.

3.4 Überschreitungen von wirkungsbezogenen Immissionsgrenzkonzentrationen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Die Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW) hat zum Schutz der menschlichen Gesundheit und zum Schutz der Vegetation folgende Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen (WIK) erarbeitet:

	mg/m ³	ppb	Mittelwert-Art
Schutz der menschlichen Gesundheit	0,10	50	MW8
Schutz der menschlichen Gesundheit	0,12	60	HMW
Schutz der Vegetation	0,06	30	MW8
Schutz der Vegetation	0,06	30	VPM-MW7 (9.00-16.00) ²⁴
Schutz der Vegetation	0,15	75	MW1
Schutz der Vegetation	0,30	150	HMW

²³ Verfügbarkeit 71%

²⁴ Mittelwert über die Vegetationsperiode (April bis Oktober) über alle täglichen Siebenstundenmittelwerte des Zeitraums von 9.00 bis 16.00 Uhr.

Tabelle 16 gibt die Überschreitungshäufigkeiten der WIK von $0,120 \text{ mg/m}^3$ (60 ppb) als HMW zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie von $0,060 \text{ mg/m}^3$ (30 ppb) als MW8 zum Schutz der Vegetation im Jahr 1995 an (%: Anteil der Werte über den Schwellenwert an der Gesamtzahl der gültigen Werte in %; T: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Schwellenwerts)

Meßstelle	HMW $0,120 \text{ mg/m}^3$		MW8 $0,060 \text{ mg/m}^3$	
	%	T	%	T
Eisenstadt	10,4	78	66,1	171
Illmitz	9,7	73	70,7	176
Oberwart	3,0	30	44,4	163
Bleiburg	4,8	43	40,4	158
Feldkirchen	3,9	46	33,6	149
Ferlach	3,0	31	38,2	154
Fürnitz	4,0	34	38,6	160
Gerlitz	24,4	92	98,8	180
Hermagor	5,1	41	42,1	155
Klagenfurt Koschatstr.	2,2	28	35,1	147
Klagenfurt Kreuzbergl	4,7	44	49,0	161
Oberdrauburg	4,3	40	44,0	165
Obervellach	1,9	24	43,9	156
Spittal a.d.D.	1,3	20	30,1	132
St. Andrä i.L.	1,6	10	30,8	82
St. Georgen Herzogberg	5,9	46	59,0	171
St. Veit a.d.G.	0,2	2	14,7	84
Villach	3,5	32	31,3	140
Völkermarkt	1,6	24	30,4	140
Vorhegg	9,0	55	75,8	178
Wolfsberg	0,9	12	26,0	128
Amstetten	6,3	53	36,0	143
Annaberg	2,3	16	58,3	139
Bad Vöslau	3,2	35	55,8	169
Dunkelsteinerwald	11,0	74	59,3	166
Exelberg	19,8	78	89,6	149
Forsthoft	5,4	39	65,1	155
Gänserndorf	7,0	54	50,7	158
Großgöttfritz	3,3	25	56,5	158
Hainburg	8,4	62	57,1	166
Heidenreichstein	7,4	54	60,7	166
Irnfritz	8,1	46	72,2	157
Klosterneuburg	5,6	48	40,6	146
Kollmitzberg	13,6	66	65,0	147
Krems	2,4	23	30,2	129
Mistelbach	9,4	69	61,8	166
Mödling	7,6	63	56,6	169
Nebelstein	12,1	55	79,6	152
Ostrong	7,5	49	62,9	158
Payerbach	19,2	80	88,3	170
Pillersdorf	9,7	61	73,1	171
St. Leonhard a.W.	12,7	59	75,9	162

Tabelle 16, Fortsetzung

Meßstelle	HMW 0,120 mg/m ³		MW8 0,060 mg/m ³	
	%	T	%	T
St. Pölten	7,2	52	36,2	137
St. Valentin	6,6	50	31,9	120
Schwechat	4,4	41	41,6	144
Stixneusiedl	9,8	62	65,0	166
Streithofen	11,2	79	63,4	171
Ternitz	4,1	39	52,6	166
Tulln	5,5	53	38,3	146
Wiener Neustadt	7,2	60	55,7	160
Wiesmath	16,0	67	89,8	182
Wolkersdorf	8,6	57	57,9	152
Bad Ischl	4,7	45	36,0	141
Braunau	7,2	52	39,0	152
Hochburg-Ach	9,6	57	55,2	169
Lenzing	8,1	56	59,7	166
Linz	4,8	42	32,5	129
Perg	7,2	59	37,4	139
Schöneben	12,4	67	77,9	171
Steyr	4,8	46	41,9	150
Steyregg	10,3	63	52,0	152
Traun	6,7	54	35,8	146
Gaisberg	9,3	46	86,1	175
Grödig	3,7	34	36,6	122
Hallein Gamp	2,2	29	20,4	100
Hallein Winterstall	4,1	37	47,6	141
Haunsberg	9,6	50	78,9	175
Salzburg Lehen	10,8	67	50,5	163
Salzburg Mirabellplatz	8,3	60	42,3	141
Sonnblick	35,8	100	89,1	159
St. Johann i.P.	3,2	34	24,6	120
St. Koloman	13,2	55	86,5	180
Tamsweg	0,4	6	30,9	138
Zell a.S.	1,5	21	38,1	147
Arnfels	13,5	71	86,7	183
Deutschlandsberg	5,2	54	40,1	151
Graz Nord	5,9	50	37,4	153
Graz Platte	17,0	73	84,1	175
Graz Schloßberg	9,4	55	51,0	132
Graz West	4,1	39	35,0	147
Grundlsee	6,5	38	64,5	157
Hochgößnitz	16,8	67	89,4	174
Judenburg	3,8	38	39,4	147
Kindberg	5,4	43	38,8	143
Leoben	4,7	34	27,1	132
Liezen	3,0	29	35,2	145
Masenberg	15,4	66	93,2	181
Piber	6,6	50	58,9	168
Rennfeld	19,1	74	87,7	173

Tabelle 16, Fortsetzung

Meßstelle	HMW 0,120 mg/m ³		MW8 0,060 mg/m ³	
	%	T	%	T
Stolzalpe	4,5	36	71,3	172
Voitsberg	6,5	54	35,7	158
Weiz	5,0	45	48,8	160
Achenkirch Am Zenzfeld	4,0	38	49,0	169
Achenkirch Christlumalm	4,7	31	81,8	174
Achenkirch Christlumkopf	15,7	70	96,2	178
Achenkirch Mühleggerköpfl	1,3	13	45,4	153
Höfen	5,6	39	54,2	169
Innsbruck Nordkette	12,6	57	96,2	182
Innsbruck Reichenau	2,3	26	23,7	113
Innsbruck Sadrach	5,0	37	40,1	145
Karwendel West	16,3	68	97,7	181
Kramsach	3,0	28	29,3	120
Kufstein Festung	5,6	45	29,4	131
Lienz	2,9	24	53,6	169
Sölden	3,0	23	55,3	173
Wörgl	2,6	31	19,1	101
Zillertaler Alpen	15,4	70	97,4	183
Bludenz	4,4	37	29,1	129
Lustenau	6,7	53	40,6	149
Sulzberg	17,7	71	88,5	180
Wien Donauturm	12,7	71	77,0	166
Hermannskogel	14,2	74	81,1	171
Wien Hohe Warte	7,2	60	58,1	165
Wien Laaer Berg	4,5	50	48,5	157
Wien Lobau	9,6	76	58,5	171
Wien Stephansplatz	3,1	31	39,4	139
Wien Währinger Str.	4,1	35	43,4	128

Tabelle 17 gibt die Überschreitungshäufigkeiten der WIK von $0,120 \text{ mg/m}^3$ (60 ppb) als HMW zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie von $0,060 \text{ mg/m}^3$ (30 ppb) als MW8 zum Schutz der Vegetation im Jahr 1996 an (%: Anteil der Werte über den Schwellenwert an der Gesamtzahl der gültigen Werte in %; T: Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Schwellenwerts)

Meßstelle	HMW $0,120 \text{ mg/m}^3$		MW8 $0,060 \text{ mg/m}^3$	
	%	T	%	T
Eisenstadt	4,7	30	57,9	126
Illmitz	7,1	57	70,0	167
Oberwart	4,7	27	48,8	130
Bleiburg	1,7	19	37,8	143
Feldkirchen	1,4	15	29,7	122
Ferlach	6,3	39	43,4	148
Fürnitz	8,4	51	42,0	151
Gerlitzen	14,6	69	98,9	183
Hermagor	8,3	58	50,9	167
Klagenfurt Koschatstr.	5,1	35	42,6	149
Klagenfurt Kreuzbergl	5,0	32	44,7	106
Oberdrauburg	5,6	38	44,5	157
Obervellach	3,8	30	45,3	157
Spittal a.d.D.	5,1	39	49,7	161
St. Andrä	3,0	27	31,7	139
St. Georgen	6,4	37	54,7	164
St. Veit a.d.G.	0,3	3	17,7	74
Villach	3,4	25	30,6	127
Völkermarkt	1,7	18	30,1	131
Vorhegg	13,9	60	75,8	171
Wolfsberg	1,5	21	27,9	125
Amstetten	2,8	30	30,2	122
Annaberg	3,8	11	43,9	52
Bad Vöslau	2,1	13	55,9	76
Dunkelsteinerwald	4,7	37	52,7	154
Dürnrohr	8,6	40	70,7	111
Exelberg	4,7	28	58,7	137
Forsthof	9,5	54	77,3	169
Gänserndorf	4,3	40	47,3	149
Großgöttfritz	2,6	16	39,3	116
Hainburg	7,0	48	55,3	146
Heidenreichstein	7,6	50	58,1	164
Irnfritz	5,1	38	66,4	169
Klosterneuburg	3,7	32	43,9	144
Kollmitzberg	6,0	31	58,0	127
Krems	3,2	33	34,4	137
Mistelbach	4,7	46	54,5	156
Mödling	3,8	34	50,0	153
Nebelstein	14,7	46	85,0	141
Ostrong	4,0	27	58,1	145
Payerbach	9,6	35	80,4	162
Pillersdorf	5,9	44	71,2	169
Rax	18,4	74	94,9	170

Tabelle 17, Fortsetzung

Meßstelle	HMW 0,120 mg/m ³		MW8 0,060 mg/m ³	
	%	T	%	T
Schwechat	1,1	15	27,9	116
St. Leonhard	9,7	61	81,7	172
St. Pölten	3,7	34	30,6	124
St. Valentin	3,2	36	31,1	132
Stixneusiedl	8,3	60	68,2	169
Stockerau	4,8	43	43,3	153
Streithofen	6,6	50	56,3	158
Ternitz	4,7	39	56,4	159
Tulln	3,9	36	40,0	144
Wiener Neustadt	3,8	34	42,9	148
Wiesmath	9,0	43	84,1	164
Wolkersdorf	2,9	28	48,0	131
Bad Ischl	2,8	20	33,7	124
Braunau	3,4	33	35,0	137
Grünbach	12,6	43	85,9	150
Hochburg-Ach	6,3	43	54,5	155
Lenzing	3,0	30	54,6	163
Linz Berufsschule	3,8	42	33,9	134
Perg	4,3	44	38,9	139
Schöneben	8,2	46	72,0	172
Steyr	3,8	43	37,0	140
Steyregg	6,4	44	49,2	152
Traun	4,4	38	35,9	139
Zöbelboden	9,0	39	84,9	159
Gaisberg	7,5	34	79,8	158
Hallein Winterstall	6,9	40	66,9	154
Haunsberg	14,5	67	82,7	173
Salzburg Herrnau	2,7	20	28,1	107
Salzburg Lehen	5,0	48	40,6	139
Salzburg Mirabellplatz	2,0	19	29,3	116
Sonnblick	27,6	109	99,4	183
St. Johann i.P.	2,9	26	29,5	130
St. Koloman	8,1	37	84,3	172
Tamsweg	2,5	26	46,0	162
Zell a.S.	1,9	22	47,1	156
Arnfels	15,3	63	88,4	178
Deutschlandsberg	6,8	48	42,8	150
Graz Nord	5,4	37	36,5	132
Graz Platte	12,9	57	80,0	166
Graz Schloßberg	8,3	54	53,3	159
Graz West	5,6	41	40,8	142
Grundlsee	7,0	41	79,8	173
Hochgößnitz	13,3	50	86,3	175
Judenburg	4,2	33	40,6	153
Kindberg-Wartberg	8,5	61	49,4	164
Klöch	9,5	48	82,2	176
Leoben	3,9	34	29,1	128
Liezen	2,5	24	40,7	148

Tabelle 17, Fortsetzung

Meßstelle	HMW 0,120 mg/m ³		MW8 0,060 mg/m ³	
	%	T	%	T
Masenberg	12,8	48	89,8	178
Piber	5,7	37	55,4	153
Rennfeld	17,1	64	95,1	181
Salberg	9,2	30	90,4	132
Stolzalpe	7,0	40	73,0	176
Voitsberg	7,5	54	38,6	153
Weiz	5,5	41	51,9	159
Achenkirch Christlumalm	5,1	29	88,3	155
Achenkirch Christlumkopf	10,6	42	94,5	136
Achenkirch Zenzfeld	4,7	37	54,8	168
Höfen	2,8	30	47,9	163
Innsbruck Nordkette	11,1	48	95,8	182
Innsbruck Reichenau	3,1	22	28,8	120
Innsbruck Sadrach	4,8	33	39,8	138
Karwendel West	13,8	61	95,5	182
Kramsach	2,4	19	29,8	118
Kufstein Festung	3,0	27	26,2	119
Lienz	0,4	3	31,8	73
Wörgl	1,3	11	18,5	97
Zillertaler Alpen	13,6	70	96,3	183
Bludenz	3,5	34	33,2	137
Lustenau	5,0	47	42,5	151
Sulzberg	10,0	54	86,1	172
Viktorsberg	9,5	53	78,9	170
Hermannskogel	10,6	58	75,0	167
Wien Hohe Warte	4,5	42	55,5	156
Wien Laaer Berg	1,9	24	32,2	122
Wien Lobau	4,9	44	50,8	157
Wien Stephansplatz	2,7	27	44,9	146

Karte 16 gibt die Anzahl der Tage mit Überschreitung des HMW von 60 ppb (0,12 mg/m³) als HMW für das Sommerhalbjahr 1995 an, Karte 17 für das Sommerhalbjahr 1996. Karte 18 gibt den Anteil der MW8 über 30 ppb (0,06 mg/m³) an der Gesamtzahl der gültigen MW8 für das Sommerhalbjahr 1995 an, Karte 19 für das Sommerhalbjahr 1996.

Der WIK von 60 ppb als HMW zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurde - abgesehen von hochalpinen Meßstellen außerhalb des Dauersiedlungsgebietes wie Sonnblick, Gerlitzten, Rennfeld und Karwendel West - im Sommerhalbjahr 1995 am häufigsten am Exelberg (20%, 78 Tage), in Payerbach (19%, 80 Tage), Sulzberg (18%, 71 Tage), Graz-Platte (17%, 73 Tage), Hochgößnitz (17%, 67 Tage) und Wiesmath (16%, 67 Tage) überschritten. Unter den städtischen Meßstellen wiesen Salzburg Lehen (11%, 67 Tage), Eisenstadt (10 %, 78 Tage) und Steyregg (10%, 63 Tage) die höchsten Überschreitungshäufigkeiten auf. Am seltensten wurde dieser WIK 1995 in Tamsweg, Wolfsberg, Spittal a.d.D., Zell a.S. und Völkermarkt überschritten.

1996 waren unter den Meßstellen im Dauersiedlungsgebiet Haunsberg (15%, 67 Tage), Grünbach bei Freistadt (13%, 43 Tage), Hermannskogel (10%, 58 Tage) und Sulzberg (10%, 54 Tage) jene mit den häufigsten Überschreitungen des MW8 von 60 ppb; unter den städtischen Meßstellen wiesen Graz Schloßberg und Voitsberg (8%, je 54 Tage), Deutschlandsberg (7%,

48 Tage), Graz West und Steyregg (6%, 41 bzw. 44 Tage) die meisten Überschreitungen auf. An weniger als 20 Tagen wurde dieser WIK 1995 in Bleiburg, Feldkirchen, St. Veit a.d.G., Völkermarkt, Annaberg, Schwechat, Salzburg Mirabellplatz, Kramsach und Wörgl überschritten.

Die höchsten Überschreitungshäufigkeiten der WIK zum Schutz der Vegetation von 30 ppb als MW8 wurden im Sommer 1995 an hochalpinen Meßstellen beobachtet: Gerlitzten (99%, 180 Tage), Karwendel West (98%, 181 Tage), Zillertaler Alpen (97%, 183 Tage), Achenkirch Christlumkopf (96%, 178 Tage), Innsbruck-Nordkette (96%, 182 Tage), aber auch an Meßstellen des Ostalpenraums wie Masenberg (93%, 181 Tage), Wiesmath (90%, 182 Tage), Exelberg (90%, 174 Tage) und Hochgößnitz (89%, 174 Tage). Am seltensten (unter 25%) wurde dieser WIK in St. Veit a.d.G., Wörgl, Innsbruck-Reichenau, Hallein-Gamp und St. Johann i.P. überschritten.

Auch 1996 wurden die meisten Überschreitungen des WIK von 30 ppb als MW8 im Mittel- und Hochgebirge beobachtet, so an den Meßstellen Gerlitzten und Sonnblick (99%, je 183 Tage), Innsbruck Nordkette, Zillertaler Alpen und Karwendel West (96%, je 182 Tage), Rax, Achenkirch Christlumkopf und Rennfeld (95%, 172, 136 bzw. 181 Tage), aber auch an niedriger gelegenen Meßstellen Ostösterreichs wie Masenberg (90%, 178 Tage), Arnfels (88%, 178 Tage), Grünbach bei Freistadt und Hochgößnitz (86%, 150 bzw. 175 Tage), sowie Nebelstein und Zöbelboden (85%, 141 bzw. 159 Tage).

3.5 Kumulative Ozonbelastung

Im Rahmen der Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverschmutzung (Convention on long-range transboundary air pollution, C-LRTAP) der UN/ECE wurden bzw. werden Protokolle zur Vereinbarung europaweiter Emissionsreduktionen von Luftschadstoffen erarbeitet. Im Rahmen der Erarbeitung des 2. Stickstoff-Protokolls wurde u.a. eine Methode zur Beurteilung der Schädigung bzw. Gefährdung von Pflanzen durch Ozon bewertet.

Als Maß zur Beurteilung der Schädigung bzw. Gefährdung von Pflanzen wurde als Ergebnis von Forschungsarbeiten innerhalb der ECE die „kumulative Ozonbelastung“ festgelegt, zu deren Berechnung die Einstundenmittelwerte über einer bestimmten cut-off-Konzentration summiert werden (AOT = Accumulated Exposure Over Threshold), wobei 40 ppb jene cut-off-Konzentration darstellen, für welche sich die am besten statistisch abgesicherte Dosis-Wirkungs-Beziehung ableiten läßt. Die endgültige Festlegung der Berechnungsvorschrift sowie der Belastungsgrenze (Critical Level) wurde auf dem ECE-Workshop in Kuopio/Finnland im April 1996 getroffen.

Die kumulative Ozonbelastung wird demzufolge durch Summierung der Überschreitung von 40 ppb (als Einstundenmittelwert) berechnet, wobei der Bezugszeitraum für Wald die Tageslichtstunden der Monate April bis September, für landwirtschaftliche Nutzpflanzen, Wiesen und natürliche Vegetation (ohne Wald) der Monate Mai bis Juli umfaßt. Als Tageslichtstunden wird der Zeitraum mit einer Globalstrahlung über 50 W/m^2 definiert²⁵.

Als Critical Level bezeichnet man jene kumulative Belastung, bei deren Überschreitung mit statistischer Signifikanz Ertrags- bzw. Zuwachseinbußen an den jeweiligen Rezeptorpflanzen beobachtet werden können. Tabelle 18 gibt für die verschiedenen Rezeptorpflanzen Berechnungsvorschrift und Critical Level an.

²⁵ Es muß angemerkt werden, daß in den Entwürfen zu einer neuen EU-Richtlinie betreffend Ozon das Zeitfenster für Tageslichtstunden Eu-weit mit 8 bis 20 Uhr festgelegt wird.

Tabelle 18: Berechnungsvorschrift und Critical Level.

Rezeptor	Berechnungsvorschrift	Critical Level
Waldbäume	Überschreitungssumme des MW1 über 40 ppb, April – September, Tageslichtstunden	10 ppm*h
Landwirtschaftliche Kulturen, Weiden, natürl. Vegetation (ohne Wald)	Überschreitungssumme des MW1 über 40 ppb, Mai - Juli, Tageslichtstunden	3 ppm*h

Tabelle 19 gibt für 1995 für landwirtschaftliche Nutzpflanzen, bewirtschaftete Weiden sowie natürliche Vegetation (ohne Wald) (kurz LNP genannt) sowie für Wald die kumulative Ozonbelastung (AOT40) sowie die Überschreitung des Critical Level (Exceedance) in ppm*h an. Berücksichtigt werden jene Meßstellen, bei denen die Datenverfügbarkeit über 80% lag, wobei bei einer Verfügbarkeit unter 100% die errechnete kumulative Belastung linear auf den jeweiligen Bezugszeitraum extrapoliert wurde.

Tabelle 19: Kumulative Ozonbelastung an den österreichischen Meßstellen – sofern sie für land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebiete repräsentativ sind – im Jahr 1995 in ppm*h.

Station	Meßzeit		Getreide		Wald	
	Getreide	Wald	AOT40	Exceed.	AOT40	Exceed.
	Stunden	Stunden	ppm*h	ppm*h	ppm*h	ppm*h
Eisenstadt	1285	2337	13,423	10,423	37,584	27,584
Illmitz	1203	2186	13,282	10,282	39,162	29,162
Oberwart	1191	2196	7,827	4,827	23,105	13,105
Bleiburg	1258	2264	7,735	4,735	20,604	10,604
Feldkirchen	1234	2222	7,168	4,168	19,655	9,655
Ferlach	1229	2232	5,774	2,774	16,802	6,802
Fürnitz	1224	2158	6,595	3,595	18,966	8,966
Gerlitz	1201	2193	19,300	16,300	59,590	49,590
Hermagor	1224	2231	7,956	4,956	23,276	13,276
Klagenfurt Kreuzberg I	1235	2247	7,341	4,341	21,226	11,226
Oberdrauburg	1258	2251	6,548	3,548	19,743	9,743
Obervellach	1227	2242	5,634	2,634	16,896	6,896
St. Georgen - Herzogberg	1240	2253	8,842	5,842	24,772	14,772
Völkermarkt	1215	2233	4,667	1,667	13,128	3,128
Vorhegg	1189	2058	10,198	7,198	31,588	21,588
Annaberg	1271	2203	6,531	3,531	15,129	5,129
Bad Vöslau	1240	2245	7,037	4,037	18,175	8,175
Dunkelsteinerwald	1185	2159	15,672	12,672	39,806	29,806
Exelberg	1263	1900	16,184	13,184	50,228	40,228
Forsthofer	1255	2258	8,076	5,076	21,350	11,350
Gänsersdorf	1237	2164	10,074	7,074	28,237	18,237
Großgöttfritz	1242	2244	7,457	4,457	18,447	8,447
Hainburg	1213	2207	10,752	7,752	29,909	19,909
Heidenreichstein	1150	2145	11,543	8,543	31,339	21,339
Irnfritz	1247	2125	10,840	7,840	30,706	20,706
Kollmitzberg	1192	2070	13,064	10,064	34,527	24,527

Tabelle 19, Fortsetzung

Station	Meßzeit (h)		Getreide		Wald	
	Getreide	Wald	AOT40	Exceed.	AOT40	Exceed.
	Stunden	Stunden	ppm*h	ppm*h	ppm*h	ppm*h
Mistelbach	1233	2182	11,868	8,868	34,968	24,968
Nebelstein	1191	1948	12,541	9,541	33,444	23,444
Ostrong	1270	2264	9,576	6,576	24,812	14,812
Payerbach	1251	2189	17,292	14,292	46,993	36,993
Pillersdorf	1242	2230	13,379	10,379	36,053	26,053
St. Leonhard	1204	2178	11,939	8,939	30,741	20,741
St. Valentin	1145	1960	9,473	6,473	25,364	15,364
Stixneusiedl	1242	2260	12,396	9,396	34,351	24,351
Streithofen	1199	2072	14,785	11,785	39,650	29,650
Wiesmath	1232	2234	14,418	11,418	41,979	31,979
Wolkersdorf	1200	2166	10,441	7,441	28,757	18,757
Hochburg-Ach	1203	2157	11,480	8,480	29,970	19,970
Lenzing	1299	2344	10,853	7,853	28,179	18,179
Perg	1204	2184	10,042	7,042	27,227	17,227
Schöneben	1243	2192	14,349	11,349	38,692	28,692
Steyregg	1295	2326	10,733	7,733	27,730	17,730
Gaisberg	1269	2301	9,910	6,910	26,326	16,326
Grödig	1144	2201	6,116	3,116	15,378	5,378
Hallein Gamp	1304	2352	4,367	1,367	11,051	1,051
Hallein Winterstall	1264	2274	4,787	1,787	14,036	4,036
Haunsberg	1308	2344	10,782	7,782	28,831	18,831
St. Johann i.P.	1301	2325	5,124	2,124	13,499	3,499
St. Koloman	1216	2184	12,162	9,162	34,449	24,449
Tamsweg	1238	2142	2,392	0	7,336	0
Zell a.S.	1308	2365	4,406	1,406	12,556	2,556
Arnfels	1209	2158	14,234	11,234	40,885	30,885
Deutschlandsberg	1258	2275	7,830	4,830	23,056	13,056
Graz Platte	1302	2302	14,555	11,555	41,149	31,149
Graz Schloßberg	1169	1985	11,524	8,524	30,803	20,803
Grundlsee	1114	2100	8,565	5,565	21,241	11,241
Hochgößnitz	1237	2204	14,181	11,181	40,578	30,578
Kindberg	1285	2148	9,135	6,135	24,075	14,075
Liezen	1189	2189	5,339	2,339	15,877	5,877
Masenberg	1216	2162	15,922	12,922	43,253	33,253
Piber	1232	2223	9,270	6,270	25,387	15,387
Rennfeld	1217	2209	17,555	14,555	43,216	33,216
Salberg	1230	2246	8,217	5,217	23,510	13,510
Stolzalpe	1272	2163	8,349	5,349	27,647	17,647
Achenkirch - Am Zenzfeld	1219	2233	7,560	4,560	20,893	10,893
Achenkirch Christlumalm	1209	2224	6,831	3,831	20,222	10,222
Achenkirch Christlumkopf	1202	2215	13,656	10,656	40,257	30,257
Achenkirch Mühleggerköpfl	1266	2220	4,152	1,152	11,493	1,493
Höfen	1293	2346	8,463	5,463	23,171	13,171
Innsbruck Nordkette	1288	2330	14,171	11,171	40,164	30,164
Innsbruck Sadrach	1297	2340	7,098	4,098	18,088	8,088
Karwendel West	1258	2308	14,913	11,913	42,949	32,949
Kramsach	1308	2360	4,502	1,502	11,016	1,016

Tabelle 19, Fortsetzung

Station	Meßzeit (h)		Getreide		Wald	
	Getreide	Wald	AOT40	Exceed.	AOT40	Exceed.
	Stunden	Stunden	ppm*h	ppm*h	ppm*h	ppm*h
Kufstein	1306	2345	7,340	4,340	18,549	8,549
Sölden	1233	2283	7,059	4,059	20,914	10,914
Zillertaler Alpen	1308	2341	14,367	11,367	46,543	36,543
Sulzberg	1294	2346	16,513	13,513	43,104	33,104
Hermannskogel	1201	2257	15,471	12,471	39,589	29,589
Wien Lobau	1305	2358	13,486	10,486	37,314	27,314

Tabelle 20 gibt für 1996 für Landwirtschaftliche Nutzpflanzen, bewirtschaftete Weiden sowie natürliche Vegetation (ohne Wald) (kurz LNP genannt) sowie für Wald die kumulative Ozonbelastung (AOT40) sowie die Überschreitung des Critical Level (Exceedance) in ppm*h an. Berücksichtigt werden jene Meßstellen, bei denen die Datenverfügbarkeit über 80% lag, wobei bei einer Verfügbarkeit unter 100% die errechnete kumulative Belastung linear auf den jeweiligen Bezugszeitraum extrapoliert wurde.

Tabelle 20: Kumulative Ozonbelastung an den österreichischen Meßstellen – sofern sie für land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebiete repräsentativ sind – im Jahr 1996 in ppm*h.

Station	Meßzeit		LNP		Wald	
	LNP	Wald	AOT40	Exceed.	AOT40	Exceed.
	Stunden	Stunden	ppm*h	ppm*h	ppm*h	ppm*h
Eisenstadt	814	1983	6,554	3,554	12,468	2,468
Illmitz	1326	2436	10,366	7,366	18,045	8,045
Oberwart	838	1984	7,596	4,596	14,391	4,391
Bleiburg	1324	2444	5,196	2,196	7,495	0
Feldkirchen	1305	2452	4,224	1,224	5,639	0
Ferlach	1332	2462	9,100	6,100	12,797	2,797
Fürnitz	1301	2429	11,746	8,746	15,574	5,574
Gerlitz	1319	2459	17,421	14,421	27,682	17,682
Hermagor	1310	2450	12,393	9,393	17,696	7,696
Klagenfurt Kreuzberg	815	1680	9,297	6,297	11,830	1,830
Oberdrauburg	1284	2404	8,988	5,988	12,535	2,535
Obervellach	1306	2442	7,585	4,585	11,232	1,232
Spittal a.d.D.	1311	2375	7,879	4,879	13,146	3,146
St. Andrä	1299	2441	6,024	3,024	8,452	0
St. Georgen	1323	2444	8,594	5,594	12,254	2,254
Völkermarkt	1324	2470	4,151	1,151	5,743	0
Vorhegg	1186	2267	14,553	11,553	21,719	11,719
Annaberg	409	780	3,204	204	10,206	206
Bad Vöslau	862	1140	2,744	0	7,106	0
Dunkelsteinerwald	1310	2395	6,937	3,937	12,760	2,760
Exelberg	1241	2224	5,685	2,685	9,395	0
Forsthof	1299	2438	8,836	5,836	17,138	7,138
Gänserndorf	1270	2393	7,321	4,321	12,366	2,366
Großgöttfritz	1297	2208	2,510	0	5,982	0
Hainburg	1301	2328	11,180	8,180	15,276	5,276

Tabelle 20, Fortsetzung

Station	Meßzeit (h)		LNP		Wald	
	LNP	Wald	AOT40	Exceed.	AOT40	Exceed.
	Stunden	Stunden	ppm*h	ppm*h	ppm*h	ppm*h
Heidenreichstein	1304	2416	9,452	6,452	16,418	6,418
Irnfritz	1279	2405	6,739	3,739	12,394	2,394
Kollmitzberg	972	1876	6,641	3,641	11,613	1,613
Mistelbach	1318	2452	7,699	4,699	12,800	2,800
Nebelstein	1230	1927	8,908	5,908	19,615	9,615
Ostrong	1314	2412	6,088	3,088	9,661	0
Payerbach	1298	2338	9,390	6,390	16,826	6,826
Pillersdorf	1283	2348	9,227	6,227	15,136	5,136
Rax	1144	2201	14,493	11,493	27,101	17,101
St. Leonhard	1304	2460	10,736	7,736	16,812	6,812
St. Valentin	1299	2424	6,620	3,620	9,535	0
Stixneusiedl	1290	2411	10,067	7,067	17,208	7,208
Streithofen	1238	2345	9,731	6,731	15,428	5,428
Traisen	1276	2402	4,203	1,203	6,955	0
Wiesmath	1303	2308	11,748	8,748	17,986	7,986
Wolkersdorf	1222	2215	5,716	2,716	9,143	0
Grünbach	1101	2020	11,230	8,230	18,923	8,923
Hochburg-Ach	1168	2163	8,985	5,985	14,427	4,427
Lenzing	1337	2482	6,552	3,552	11,014	1,014
Perg	1237	2383	7,292	4,292	11,052	1,052
Schöneben	1352	2521	9,118	6,118	15,737	5,737
Steyregg	1303	2452	7,822	4,822	11,767	1,767
Zöbelboden	1079	2151	11,165	8,165	16,487	6,487
Gaisberg	1104	2291	9,422	6,422	13,547	3,547
Hallein Winterstall	1224	2298	8,683	5,683	13,731	3,731
Haunsberg	1378	2565	14,240	11,240	22,313	12,313
St. Johann i.P.	1378	2565	6,237	3,237	8,477	0
St. Koloman	1272	2380	10,954	7,954	16,823	6,823
Tamsweg	1378	2565	5,959	2,959	9,440	0
Zell a.S.	1378	2565	5,888	2,888	8,610	0
Arnfels	1275	2369	16,178	13,178	24,619	14,619
Deutschlandsberg	1328	2443	10,252	7,252	14,526	4,526
Graz Platte	1376	2489	13,267	10,267	20,446	10,446
Graz Schloßberg	1374	2504	10,083	7,083	16,360	6,360
Grundlsee	1317	2427	9,719	6,719	15,609	5,609
Hochgösnitz	1325	2467	13,310	10,310	20,403	10,403
Kindberg-Wartberg	1335	2514	12,616	9,616	18,135	8,135
Klöch	1196	2142	9,079	6,079	17,580	7,580
Liezen	1377	2559	5,480	2,480	8,387	0
Masenberg	1313	2451	12,542	9,542	21,300	11,300
Piber	1287	2395	8,342	5,342	12,842	2,842
Rennfeld	1316	2390	16,567	13,567	26,772	16,772
Salberg	1038	1778	9,470	6,470	16,970	6,970
Stolzalpe	1290	2402	9,893	6,893	16,465	6,465

Tabelle 20, Fortsetzung

Station	Meßzeit (h)		LNP		Wald	
	LNP	Wald	AOT40	Exceed.	AOT40	Exceed.
	Stunden	Stunden	ppm*h	ppm*h	ppm*h	ppm*h
Achenkirch Christlumalm	1202	2177	9,405	6,405	14,695	4,695
Achenkirch Christlumkopf	1183	1885	10,740	7,740	19,762	9,762
Achenkirch Zenzfeld	1346	2521	8,132	5,132	12,247	2,247
Höfen	1373	2552	6,262	3,262	9,954	0
Innsbruck Nordkette	1365	2550	13,932	10,932	21,794	11,794
Innsbruck Sadrach	1369	2553	7,665	4,665	10,851	851
Karwendel West	1373	2545	14,997	11,997	23,949	13,949
Kramsach	1334	2517	4,284	1,284	6,113	0
Kufstein Festung	1376	2560	5,703	2,703	7,720	0
Zillertaler Alpen	1375	2546	15,286	12,286	24,596	14,596
Sulzberg	1377	2562	12,026	9,026	18,850	8,850
Viktorsberg	1378	2565	10,947	7,947	15,770	5,770
Hermannskogel	1373	2557	9,963	6,963	17,500	7,500
Wien Lobau	1378	2563	7,948	4,948	13,354	3,354

Karte 20 und Karte 21 geben für das Sommerhalbjahr 1995 für die einzelnen Meßstellen die kumulative Ozonbelastung entsprechend den in Tabelle 18 genannten Berechnungsvorschriften für Wald sowie für landwirtschaftliche Kulturen, bewirtschaftete Weiden sowie natürliche Vegetation (ohne Wald) an, Karte 22 und Karte 23 analog für 1996.

Die höchsten kumulativen Belastungen für LNP traten 1995 einerseits im Bergland (relevant für Wiesen und Almen) auf - Gerlitz 19,3 ppm*h, Rennfeld 17,6 ppm*h, Payerbach 17,3 ppm*h, Sulzberg 16,5 ppm*h, Exelberg 16,2 ppm*h, Masenberg 15,9 ppm*h, Hermannskogel 15,5 ppm*h - , andererseits im Flachland Nordostösterreichs (relevant für Ackerland): Dunkelsteinerwald 15,7 ppm*h, Streithofen 14,8 ppm*h, Wien Lobau 13,5 ppm*h, Eisenstadt und Pillersdorf 13,4 ppm*h, Illmitz 13,3 ppm*h. Insgesamt ist die kumulative Ozonbelastung im Zeitraum Mai bis Juli während der Tageslichtstunden aber im Gebirge deutlich höher als im Flachland. Der Critical Level für LNP wird somit im Hoch- und Mittelgebirge bis über das Sechsfache, im Flachland Nordostösterreichs bis um das Fünffache überschritten.

Die höchsten Werte der kumulativen Ozonbelastung für Wald wurden 1995 ebenfalls im Hoch- und Mittelgebirge beobachtet: Gerlitz 32,1 ppm*h, Payerbach 25,3 ppm*h, Zillertaler Alpen 25,0 ppm*h, Masenberg und Rennfeld 23,3 ppm*h, Sulzberg 23,2 ppm*h, Karwendel West 23,1 ppm*h, Wiesmath 22,6 ppm*h; eine außerordentlich hohe kumulative Belastung weisen auch Meßstellen im Hügelland wie Exelberg (27,0 ppm*h), Graz-Platte (22,2 ppm*h), Arnfels (22,5 ppm*h) und Hermannskogel (21,3 ppm*h) auf. Hohe kumulative Ozonbelastungen für Wald werden aber auch im ostösterreichischen Flach- und Hügelland beobachtet: Dunkelsteinerwald 21,4 ppm*h, Streithofen 21,3 ppm*h, Illmitz 21,1 ppm*h, Eisenstadt 20,2 ppm*h, Wien Lobau 20,1 ppm*h. Somit wird der Critical Level fallweise um mehr als das Dreifache, verbreitet aber um das Doppelte überschritten. Inneralpine Tallagen (Inntal, Salzachtal, Klagenfurt Becken) weisen 1995 geringe bzw. keine Überschreitungen des Critical Level für Wald auf.

Die kumulative Ozonbelastung für landwirtschaftliche Nutzpflanzen, Wiesen sowie natürliche Vegetation sowie für Wald war 1996 generell niedriger als 1995. Die höchsten AOT40-Werte für LNP wurden 1996 analog den vorangegangenen Jahren im Hoch- und Mittelgebirge beo-

bachtet²⁶ - Gerlitz 17,4 ppm*h, Rennfeld 16,6 ppm*h, Arnfels 16,2 ppm*h, Zillertaler Alpen 15,3 ppm*h, Zillertaler Alpen 15,0 ppm*h -, andererseits im Flach- und Hügelland Ostösterreichs mit 11,7 ppm*h in Wiesmath, 11,4 ppm*h in Voitsberg, 11,2 ppm*h in Hainburg, 10,4 ppm*h in Illmitz, 10,3 ppm*h in Deutschlandsberg, 10,1 ppm*h in Stixneusiedl. Der Critical Level von 3 ppm*h wurde auch 1996 an allen Meßstellen Österreichs überschritten. Die Überschreitungen betragen im Hoch- und Mittelgebirge das Drei- bis Fünffache, im außeralpinen Flachland das Zwei- bis Dreifache.

Die kumulative Ozonbelastung für Wald zeigte 1996 ein grundsätzlich ähnliches räumliches Bild wie in den vorangegangenen Jahren, wenngleich auf niedrigerem Niveau als 1995. Lediglich Teile Kärntens sowie die südliche Steiermark wiesen 1996 höhere AOT40-Werte auf als 1995. Die mit Abstand höchsten AOT40-Werte für Wald wurden im Hoch- und Mittelgebirge registriert²⁷: Gerlitz 27,7 ppm*h, Rax 27,1 ppm*h, Rennfeld 26,8 ppm*h, Zillertaler Alpen 24,6 ppm*h, Karwendel West 23,9 ppm*h, Innsbruck Nordkette 21,8 ppm*h, Masenberg 21,3 ppm*h. Hohe AOT40-Werte im außeralpinen Flach- und Hügelland zeigen Arnfels (24,6 ppm*h), Haunsberg (22,8 ppm*h), Nebelstein (19,6 ppm*h), Grünbach (18,9 ppm*h) sowie Illmitz und Wiesmath (18,0 ppm*h). Der Critical Level von 10 ppm*h wurde 1996 im Hochgebirge um das Zwei- bis Dreifache überschritten. Keine Überschreitungen wurden an Meßstellen in inneralpinen Tälern sowie vereinzelt in Nieder- und Oberösterreich registriert.

Die Südsteiermark und Oberkärnten sind jene Regionen Österreichs, in der die kumulative Ozonbelastung sowohl für LNP wie für Wald 1996 höher war als 1995.

4 Der Konzentrationsverlauf in den Sommerhalbjahren 1995 und 1996

4.1 Der Witterungsverlauf im Sommer 1995

Der April 1995 wies - abgesehen vom Bereich zwischen dem Nordburgenland und den Salzburger Kalkalpen - ein Monatsmittel der Temperatur über dem klimatologischen (langjährigen) Mittelwert (1961 - 1990) auf; die größten positiven Abweichungen wurden in Osttirol, Kärnten und der Südsteiermark registriert, wo auch die Niederschlagsmengen unter 75% des langjährigen Mittelwertes lagen. Im Großteil Österreichs traten durchschnittliche Niederschlagsmengen auf, in den Nördlichen Kalkalpen überdurchschnittliche, v.a. im Salzkammergut (über 175%). Bemerkenswert war ein Kaltlufteinbruch zwischen 8. und 17.4., bei dem Schnee bis 500 m Seehöhe herab fiel.

Im Mai 1995 lagen die Monatsmittelwerte der Temperatur im Großteil Österreichs um den langjährigen Durchschnitt, etwas zu warm war es v.a. in Teilen der Steiermark, Kärntens, Salzburgs und im Westen. Abgesehen von den nördlichsten Teilen Ober- und Niederösterreichs fielen durchschnittliche bis zu geringe Niederschlagsmengen, letzteres trifft vor allem für einen Großteil Niederösterreichs, des Burgenlandes, der Steiermark und Salzburgs zu. Auf eine ungewöhnlich warme Wetterphase zwischen 5. und 8. Mai folgte eine Kälteperiode („Eismänner“), ab 25.5. wurden wieder überdurchschnittliche Temperaturen mit Maxima über 30 °C beobachtet.

Der Juni 1995 war ein vergleichsweise kühler und regional sehr regenreicher Monat. Im größten Teil Österreichs lagen die Monatsmitteltemperaturen unter dem klimatologischen Durch-

²⁶ Sonnblick 24,5 ppm*h

²⁷ Sonnblick 40,7 ppm*h

schnitt, in Teilen Nordtirols und Vorarlberg um mehr als 1,5 °C. Die Niederschlagsmengen lagen vor allem im Osten Niederösterreichs und der Steiermark sowie von Salzburg und Oberkärnten westwärts über dem langjährigen Mittel; im Raum Salzburg, im Bereich Tullnerfeld - Wiener Becken sowie im Seewinkel wurden über 175% des langjährigen Durchschnittswertes registriert, primär in Form von Schauern.

Die höchsten Temperaturen wurden zumeist zwischen 19. und 22.6. oder am 29. und 30.6. gemessen, lagen aber meist unter 30 °C. Zwischen 23. und 25.6. trat eine außergewöhnliche Kälteperiode auf.

Der Juli 1995 wies österreichweit überdurchschnittliche Temperaturen auf, die zumeist 2,5 bis 3,5 °C über dem klimatologischen Mittelwert lagen, im Unterinntal, im Pongau, im Lungau und im oberen Ennstal über 3,5 °C. Die Niederschlagsmengen waren meist unterdurchschnittlich, im Nordburgenland unter 25% des langjährigen Mittelwertes, im Großteil des Burgenlandes, Ober- und Niederösterreichs zwischen 25 und 75%; überdurchschnittlich waren die Niederschläge nur im Raum Innsbruck und in den Gurktaler Alpen.

Das Monatsmaximum der Temperatur trat meist am 22.7. auf; maximal wurden in St. Pölten 36,1 °C gemessen. Ab dem 23.7. trat vor allem in Westösterreich eine merkliche Abkühlung auf, die sich im Nordosten etwas schwächer und später abzeichnete. In Nord- und Ostösterreich lagen die Temperaturen im Juli 1995 etwas unter jenen des Vergleichsmonats 1994, der Süden und Westen waren dagegen wärmer.

Der August 1995 wies im Großteil Österreichs durchschnittliche Temperaturen auf, relativ warm war es vor allem im nördlichen und östlichen Niederösterreich, relativ kalt im Kärntner, Salzburger und Tiroler Zentralalpengebiet. Die Niederschlagsmengen lagen im Großteil Österreichs um den klimatologischen Mittelwert, zu feucht war es vor allem im Norden; im Mühlviertel und in den Allgäuer Alpen wurden über 175% des langjährigen Mittelwerts erreicht.

Die Maximaltemperaturen wurden zumeist am 1.8. registriert. Bis 27.8. lag die Temperatur fast überall bei oder knapp über dem langjährigen Mittel; eine kürzere Abkühlung erfolgte zwischen 15. und 17.8. Ein außergewöhnlicher Kaltlufteinbruch, der vor allem im Westen mit sehr ergiebigen Niederschlägen verbunden war, beendete am 28.8. abrupt den Hochsommer. In Ostösterreich sank die Temperatur bis 7 °C, im Westen bis 10 °C unter das langjährige Mittel.

Der September 1995 wies im Großteil Österreichs Temperaturen auf, die 0,5 bis 1,5 °C unter dem klimatologischen Mittelwert lagen; deutlich kühler noch war es in Vorarlberg, Osttirol und Teilen Salzburgs und Nordtirols sowie des Nordburgenlandes. Die Niederschlagsmengen überstiegen vor allem in Nordostösterreich (Nordburgenland, Großteil Niederösterreichs, Nordoststeiermark, Oberösterreichisches Alpenvorland) um mindestens 175% den langjährigen Mittelwert, im Nordburgenland, Wiener Becken und nördlichen Waldviertel um über 225%. In großen Teilen Tirols und Vorarlbergs wurden dagegen nur 75 % erreicht. Die stärksten Niederschläge wurden meist am 14. und 15.9. registriert.

Nach der dramatischen Abkühlung am 28.8. stieg die Temperatur bis 7.9. nach und nach an und lag bis 27.9. meist um den langjährigen Mittelwert, ehe am 28.9. ein neuerlicher deutlicher Kälteeinbruch erfolgte.

Insgesamt wies der Sommer 1995 Temperaturen auf, die etwas über dem klimatologischen Durchschnitt lagen, von den Rekord-Sommern 1992 und 1994 aber weit entfernt lagen. Außergewöhnlich warm war lediglich der Juli; Mai und August wiesen durchschnittliche Temperaturen auf, Juni und September waren vergleichsweise kühl und regenreich.

4.2 Der Witterungsverlauf im Sommer 1996

Im April 1996 erfolgte ein abrupter Übergang vom Winter zum Frühling. Bis ca. 6.4. sowie von 13. bis 15.4. war es außergewöhnlich kalt, in diesen Zeiträumen fiel Schnee bis in die Niederungen Ostösterreichs. Ab dem 17.4. stieg die Temperatur deutlich an und lag bis 2.5. deutlich über dem klimatologischen Durchschnitt (1961 bis 1990). Von diesen Kälteeinbrüchen waren vor allem der Norden und Osten Österreichs betroffen. In Teilen der Steiermark und Niederösterreichs fiel bis zum doppelten der durchschnittlichen Niederschlagsmenge, und zwar hauptsächlich als Schnee.

Der Süden, vor allem aber der Westen Österreichs waren vergleichsweise trocken mit Niederschlagsmengen unter 75% des klimatischen Mittelwerts. Im Süden und Westen Österreichs lag die Monatsmitteltemperatur 0,5 bis 1,5 °C über dem langjährigen Mittel, im Osten und Norden war die Temperatur durchschnittlich. Die höchsten Temperaturen traten mit 27°C am 23.4. in Salzburg und Oberösterreich auf.

Im Mai lag im Großteil Österreichs die Temperatur über dem langjährigen Durchschnitt, wobei es im Südosten um 1,5 bis 2,5 °C zu warm war. Maximal wurden 31°C am 30.5. gemessen. Der Witterungsverlauf war relativ abwechslungsreich, zu erwähnen wäre ein deutlicher Kälteeinbruch zwischen 21. und 24.5., der mit außerordentlich ergiebigen Niederschlägen (Überschwemmungen im Donauraum) verbunden war. Die Niederschlagsmenge lag im Großteil Österreichs über dem klimatischen Durchschnitt, wobei in Teilen Ober- und Niederösterreichs und im Nordburgenland über 200%, örtlich auch das Dreifache des Normalwertes registriert wurden.

Im Juni lag die Temperatur bis 12.6. zumeist mehr als 5°C über dem klimatischen Mittel. Am 13.6. wurde eine deutliche Abkühlung registriert, worauf die Temperatur ein durchschnittliches Niveau erreichte, ehe zwischen 22. und 28.6. eine ausgesprochene Kältephase folgte. Insgesamt war es im Großteil Österreichs um mehr als 1,5 °C zu warm, im oberen Salzachtal mehr als 2,5°C. Die Niederschlagsmengen bewegten sich im Großteil Österreichs bei 75 bis 125% des Durchschnitts und fielen zumeist an wenigen Tagen in Schauern.

Der Juli 1996 war ein außergewöhnlich kalter Monat, mit Durchschnittstemperaturen, die im größten Teil Österreichs mehr als 0,5°C unter dem langjährigen Mittel lagen, wobei es in Niederösterreich relativ am kältesten war. Im Westen war vor allem die Zeit vom 7. bis 10.7. von einem schweren Kaltlufteinbruch gekennzeichnet, im Osten und im Hochgebirge vom 9. bis 11.7. sowie vom 17. bis 22.7. In Wien handelte es sich um den kältesten Juli seit 1984. Die Niederschlagsmengen lagen zumeist um den Durchschnittswert und fielen vor allem zwischen 2. und 11.7.

Im August lag die Temperatur im Großteil Österreichs um das langjährige Mittel, relativ kühl war es im Niederösterreichischen Alpenvorland. In Westösterreich wurden von 3. bis 5.8. sowie von 12. bis 15.8. Kälteperioden registriert, im Osten nur vom 4. bis 8.8. Die Niederschlagsmengen waren zumeist durchschnittlich, im östlichen Niederösterreich fielen über 175% des langjährigen Mittelwerts.

Ein außerordentlich kalter und verregneter Monat war der September 1996 mit Temperaturen, die im Großteil Österreichs 2,5 bis 3,5°C unter dem langjährigen Mittel lagen, in Teilen der nördlichen Kalkalpen und im Nordburgenland noch mehr darunter. Die Niederschlagsmengen betragen im Osten und Nordosten sowie in den Nordalpinen Staulagen über 200% des klimatischen Mittelwerts, im Wiener Becken beim Dreifachen. Dagegen wiesen Kärnten, Osttirol sowie der Großteil von Nordtirol und Vorarlberg durchschnittliche oder zu geringe Niederschlagsmengen auf. In Wien war der September 1996 der kälteste seit 1932 und der niederschlagsreichste seit 1922.

Insgesamt präsentiert sich somit das Sommerhalbjahr 1996 zweigeteilt. Von der zweiten Aprilhälfte bis zur ersten Junihälfte war es relativ warm, wohingegen Juli und September - vor allem im Osten und Norden Österreichs - zu kalt waren. Die „kühlen“ Monate Juli und August stellen einen besonderen Kontrast zu den überdurchschnittlich warmen Sommern zu Beginn der Neunzigerjahre dar, während derer im Hochsommer Temperaturen weit über dem klimatologischen Durchschnitt registriert wurden.

4.3 Die Ozonbelastung im Sommer-Verlauf 1995 und 1996 im Überblick

Trotz relativ hoher Temperaturen im Juli und August blieb die Ozonbelastung in ganz Österreich im Sommer 1995 deutlich hinter jener der Sommer 1992 und 1994 zurück. Ein wesentlicher Faktor hierfür stellt das Ausbleiben länger anhaltender Hochdruckwetterlagen dar, während derer sich großflächig über Mitteleuropa hohe Ozonkonzentrationen aufbauen können. Zudem wurden 1995 auch selten weit nach Norden reichende, d.h. ganz Mitteleuropa überdeckende Hochdruckgebiete beobachtet, wie sie 1992 und 1994 über mehrtägige Perioden das Wettergeschehen in Europa dominierten.

Abgesehen von den Zeiträumen vom 5. bis 8. Mai, vom 25. bis 31. Mai sowie vom 9. bis 22. Juli 1995 blieb die Temperatur in Nordostösterreich deutlich hinter den Vergleichswerten der Jahre 1991 bis 1994 zurück. Besonders auffällig ist die vergleichsweise niedrige Temperatur ab 2.8. 1995; außerordentlich niedrige Temperaturen wurden vom 22. bis 26. Juni sowie ab 28. August registriert. Diese Temperaturanomalien erklären die relativ geringe Ozonbelastung im Sommer 1995, vor allem verglichen mit den Sommern 1992 und 1994, die nicht nur überdurchschnittlich warm waren, sondern auch außergewöhnlich lange „Hochsommer“-Perioden hatten. So wurden 1992 Tagesmitteltemperaturen über 25 °C in Illmitz - mit Unterbrechungen - vom 3. bis 28.8. registriert, im Sommer 1994 vom 28.6. bis 1.7. sowie vom 27.7. bis 10.8. Im Jahr 1995 traten Tagesmitteltemperaturen über 25 °C in Illmitz lediglich am 13.7. und 22.7. auf, im Jahr 1996 nur am 10.6.

1996 lag die Temperatur in Nordostösterreich Ende April, im Mai und in der ersten Junihälfte über dem Durchschnitt der Jahre 1990 bis 1995. Entsprechend war die Ozonbelastung in diesem Zeitraum vergleichsweise hoch, wohingegen sie im Juli, August und September deutlich unter jener der vorangegangenen Jahre seit 1990 lag. In Illmitz wurden vom 10. bis 12. Juni 1996 mit maximalen HMW über 100 ppb die höchsten Spitzenwerte seit 1991 registriert. Danach stieg die Konzentration nur noch selten über 70 ppb (über 75 ppb am 15.7. und 22.9.).

Abbildung 2 zeigt den Verlauf der täglichen maximalen HMW der Ozonkonzentration in Illmitz für die Jahre 1991 bis 1996, jeweils im Zeitraum vom 1. Juni bis 31. August.

Abbildung 3/1 und 3/2 zeigen den Verlauf der maximalen täglichen HMW der Ozonkonzentration in Illmitz und am Exelberg sowie der TMW der Temperatur im Sommer 1995 in Illmitz, Abbildung 4/1 und 4/2 für den Sommer 1996²⁸.

Spitzenwerte über 90 ppb als MW1 – dies entspricht dem Schwellenwert für die Information der Bevölkerung laut EU-RL 92/72/EWG – wurden 1995 an folgenden Tagen gemessen:

Von 5. und 8. Mai, von 24. bis 26. Mai (als erstmals in Nordostösterreich Tagesmitteltemperaturen über 20 °C beobachtet wurden), am 29. Mai, am 2., 4. und 8. Juni, vom 20. bis 21.

²⁸ Da die Ozonmeßwerte vom Exelberg im Sommer 1996 nicht glaubwürdig sind, werden statt dessen jene vom Hermannskogel dargestellt, welche nach den Erfahrungen der Jahre 1990 bis 1995- abgesehen von einzelnen Spitzen - durchaus vergleichbar sind

Juni, am 1., 3. und 8. Juli, vom 11. bis 14. Juli, vom 21. bis 22. Juli, vom 26. bis 27. Juli, sowie am 1., 4., 7., 11., 12. und 22. August.

7.5. wurde an zwei Meßstellen in der Stadt Salzburg 100 ppb als MW3 überschritten, was - bei Westwind - eine Folge starker Ozonbildung im Lee von München war. Obwohl die Tagesmitteltemperatur im Osten Österreichs vom 24.5. bis 22.6. nicht mehr unter 15 °C sank, war die Ozonbelastung im ganzen Juni österreichweit vergleichsweise niedrig. Von 11. bis 13.7. traten österreichweit Spitzenwerte über 80 ppb, im Raum Wien deutlich über 100 ppb auf; danach sank die Belastung trotz vergleichsweise hoher Temperatur fast überall auf Spitzen unter 70 ppb, im Westen unter 60 ppb. Kurze „Schönwetterphasen“ vom 21. bis 22.7. sowie von 25. bis 27.7. führten zu kurzzeitigem Ansteigen der Ozonbelastung, die aber ihre Maxima infolge relativ hoher Windgeschwindigkeiten bei Ostwind meist im westlichen Niederösterreich erreichte. Eine letzte längere Periode mit Spitzenwerten über 80 ppb wurde vom 31. Juli bis 7. August beobachtet, danach sank die Temperatur diskontinuierlich auf ca. 20 °C in Ostösterreich. Eine warme Periode vom 21. bis 26.8. brachte nochmals deutliches Ansteigen der Ozonspitzenwerte, wobei in Illmitz fast 100 ppb auftraten.

Der folgende extreme Kaltlufteinbruch brachte Tagesmitteltemperaturen um 12°C in Illmitz; die Ozonkonzentration sank auf 50 ppb auf den Bergmeßstellen und um 30 ppb in den Niederungen. Anfang September erfolgte eine nochmalige Erwärmung auf Tagesmitteltemperaturen über 15 °C in Illmitz zwischen 7. und 13. 9., wobei die Ozonkonzentration in Nordostösterreich vereinzelt über 70 ppb stieg, im Westen und Süden aber meist unter 50 ppb blieb.

Abbildung 4/1 zeigt im Temperaturverlauf von Illmitz die beiden deutlichen Kältephasen zu Beginn und Mitte April 1996, auf die jeweils ein sehr starkes Ansteigen der Temperatur wie der Ozonkonzentration folgte. Zwischen 19. und 24. April wurde an Meßstellen in ganz Österreich der MW1 von 90 ppb überschritten, auf der Rax und in Vorhegg auch der MW3 von 100 ppb. Damit war die Ozonbelastung Ende April 1996 - verglichen mit den vorangegangenen Jahren - außergewöhnlich hoch. Wieweit das Eindringen stratosphärischen Ozons für diese erhöhte Belastung verantwortlich ist, kann nicht exakt ausgesagt werden, doch dürfte es für die ungewöhnlichen Spitzenwerte auf der Rax (maximal 115 ppb am 19.4.) mit verantwortlich gewesen sein.

Im Mai war die Ozonbelastung vergleichsweise niedrig und überstieg selten 70 ppb. Eine Wärmephase zwischen 28. Mai und 12. Juni brachte ein deutliches Ansteigen der Ozonbelastung, wobei in Nordostösterreich vereinzelt MW3 über 100 ppb registriert wurden. Insgesamt blieb die Ozonbelastung aber auch während dieser Episode sehr deutlich hinter den sommerlichen Spitzenwerten der Jahre 1990 bis 1995 zurück. Der Kaltlufteinbruch ab dem 13.6. brachte auch ein drastisches Absinken der Ozonkonzentration auf meist unter 80 ppb. Dieser Wert wurde in Nordostösterreich nur mehr am 18.6., 15.7. sowie vom 20. bis 22. 8. überschritten. Der Kaltlufteinbruch ab dem 24.8. ließ die Ozonkonzentration generell unter 60 ppb sinken, im September bewegte sie sich meist um 40 ppb.

Spitzenwerte über 90 ppb als MW1 wurden 1996 an folgenden Tagen gemessen: 10. April, 19. bis 24. April, 31. Mai bis 3. Juni, 9 bis 12. Juni und 1. August, d.h. deutlich seltener als 1995.

5 Fallstudien 1995

Kapitel 5 und Kapitel 6 umfassen eine detaillierte Darstellung der meteorologischen Verhältnisse und des Immissionsgeschehens für Tage bzw. Episoden, an denen in den Jahren 1995 und 1996 außergewöhnlich hohe Ozonbelastungen auftraten bzw. Situationen mit besonders interessanten Fällen von lokaler Ozonbildung oder Ozontransport beobachtet wurden.

Tabelle 21 gibt eine Übersicht über die in Kapitel 5 dargestellten Ozonepisoden des Sommers 1995 mit einer knappen Beschreibung der Ursachen der Ozonbelastung.

Tabelle 21: Ozonepisoden des Sommers 1995

<i>Datum</i>	<i>Belastetes Gebiet</i>	<i>Max. HMW</i>	<i>Windrichtung</i>	<i>Ursache der Ozonbelastung</i>
6.5.	Einzelne Stationen zw. Mühlviertel u. Nordburgenland	101 ppb	NW	Transport aus Mitteldeutschland
7.5.	Nördl. Salzburg	114 ppb	W	Transport aus Bayern
24.5.	N-Burgenland, SE-Niederösterreich	107 ppb	N	Ozonbildung im Lee von Wien
25.5.	Nordburgenland, Raum Wien	107 ppb	N, S	Ozonbildung im Lee von Wien
26.5.	NÖ Alpenvorland, Waldviertel	102 ppb	E	Ozonbildung im Lee von Wien
20.6.	Wien, NÖ Alpenvorland	105 ppb	E	Ozonbildung im Lee von Wien
21.6.	Wien, Wiener Becken	134 ppb	E	Ozonbildung im Lee von Wien und Bratislava
1.7.	Wien, Wiener Becken Vorarlberg	120 ppb 101 ppb	W N	Ozonbildung im Lee von Wien Transport aus Deutschland
2.7.	Wien	101 ppb	W	Ozonbildung im Lee von Wien
3.7.	Wien	119 ppb	SE	Ozonbildung über Wien
8.7.	Wien, NÖ Alpenvorland	122 ppb	E	Ozonbildung im Lee von Wien
11.7.	NÖ Alpenvorland	113 ppb	E	Ozonbildung im Lee von Wien
12.7.	Wien NÖ Alpenvorland	110 ppb 112 ppb	W W	Ozonbildung über Wien nicht erklärbar
13.7.	Wien, Weinviertel	133 ppb	SE-SW	Ozonbildung über Wien
14.7.	Wien - N-Burgenland	104 ppb	uneinh.	Ozonbildung im Lee von Wien
21.7.	Vorarlberg	104 ppb	NW	Transport aus Deutschland
22.7.	Weinviertel NÖ Alpenvorland, Linz	104 ppb 97 ppb		Ozonbildung im Lee von Wien Großflächige Ozonbildung im Lee von Wien und Linz
26.7.	NÖ Alpenvorland, Linz OÖ Alpenvorland	110 ppb 101 ppb	E E	Großflächige Ozonbildung im Lee von Wien und Linz
27.7.	NÖ Alpenvorland, Linz Nördl. Salzburg, westl. OÖ	103 ppb 106 ppb	E uneinh.	Ozonbildung im Lee von Wien und Linz unklar
7.8.	Wien, Wienerwald	114 ppb	SE	Ozonbildung über Wien
11.8.	Wien, SE Niederösterreich	129 ppb	NW	Ozonbildung im Lee von Wien

5.1 6. bis 7. Mai 1995

Wetterlage

Am 6.5. 1995 bestimmte ein flaches Bodenhoch das Wettergeschehen im Alpenraum; eine wenig wetterwirksame Kaltfront lag, ausgehend von einem Tief mit Kern über der Ostsee, über Norddeutschland und England. In 500 hPa war die Situation von einem Höhentrog (langgestreckten Tiefdruckgebiet) über dem Schwarzen Meer und einem Höhenkeil (langgestreckten Hochdruckgebiet) über Westeuropa bestimmt; über dem Alpenraum herrschte nördliche, über Deutschland nordwestliche Strömung. Die Temperatur erreichte am 6.5. in Wien und im Nördlichen Alpenvorland maximal 22 °C, in Oberbayern 23 °C, im Breisgau 29 °C. Im nördlichen Österreich wehte schwacher Wind aus West bis Nordwest mit bis 5 m/s. Bis zum Morgen des 7.5. hatte sich die o.g. Kaltfront nach Süden verschoben, so daß über Mitteleuropa eine ausgeprägte Luftmassengrenze zwischen subpolarer maritimer Luft (Maximaltemperatur 16 °C in Berlin) und subtropischer Luft (26° C im Breisgau) lag, an der es jedoch nur zu geringfügiger Wolkenbildung und Niederschlagstätigkeit kam. Um 13 Uhr lag die Front ungefähr auf der Linie Wien - Nürnberg - Münster. Im österreichischen Alpenvorland wehte zu meist Westwind mit bis 15 m/s. In 500 hPa stellte sich stärkere nordwestliche Strömung ein.

Wettermeldungen von Salzburg-Freisaalweg

- N Bedeckungsgrad in Achtel
 / Himmel unsichtbar (wegen Nebels oder Dunkelheit)
- WR Windrichtung in Grad
 V Variabler Wind (keine einheitliche Richtung)
 90°: Ost, 180°: Süd, 270°: West, 360°: Nord
- WG Windgeschwindigkeit in m/s
 C Calme (Windstille, d.h. Windgeschwindigkeit unter 0,5 m/s)
- T Temperatur in Grad C
- RF Relative Feuchte in %
- RR Niederschlagsmenge der letzten 12 Stunden in mm

Die Zeitangaben erfolgen in MEZ.

		N	WR	WG	T	RF	RR	Wettermeldungen
6.5.	7.00	3	150	6,1	13	67		
	13.00	6	360	3,1	25	44		
	19.00	3	280	1,4	22	46		
7.5.	7.00	7	150	4,7	15	61		
	13.00	3	330	5,0	25	49		
	19.00	7	220	7,8	19	54		

Ozonbelastung

Karte 24 zeigt die maximalen HMW der Ozonkonzentration am 7.5. 1995 an allen österreichischen Ozonmeßstellen. Abbildung 5 zeigt den Ozonkonzentrationsverlauf an den Meßstellen Salzburg Lehen, Salzburg Mirabellplatz, St. Koloman, Lenzing und Schöneben am 6. und 7.5. 1995, Abbildung 6 an den Meßstellen Eisenstadt, Stixneusiedl, Exelberg, Dunkelsteinerwald und Payerbach.

Am 6.5. wehte im nördlichen Alpenvorland Südwest- bis Westwind; es kam zu Transport ozonreicher Luftmassen aus Bayern nach Oberösterreich und ins nördlicher Salzburg. In Oberbayern wurden am 6.5. Ozonspitzenbelastungen - diese sind, so nichts anderes angegeben

ist, stets HMW - zwischen 80 und 90 ppb registriert. In Oberösterreich und im nördlichen Salzburg wurden tagsüber Ozonbelastungen um 80 ppb erreicht, die Spitzen traten in Salzburg-Mirabellplatz mit 87 ppb (12.00 Uhr) und Lenzing mit 83 ppb auf. Zwischen 75 und 80 ppb bewegte sich die Ozonkonzentration im Niederösterreichischen Alpenvorland, im Waldviertel und in den Nördlichen Kalkalpen (Maximum 83 ppb am Nebelstein).

Östlich von Wien wurden am 6.5. Spitzenwerte von 84 ppb in Stixneusiedl und Illmitz erreicht, sonst lag hier tagsüber die Konzentration bei 70 bis 75 ppb.

In der Nacht vom 6. auf den 7.5. stieg in Schöneben (Mühlviertel) bei Westwind die Ozonkonzentration auf über 90 ppb und erreichte kurzzeitig um 24.00 Uhr 101 ppb; am Exelberg wurden maximal 96 ppb (1.00 Uhr) registriert, am Donauturm 91 ppb; bemerkenswert ist der Anstieg der Konzentration in Eisenstadt auf 87 ppb um 3.00 Uhr. In Regen im Bayerischen Wald wurden in dieser Nacht 99 ppb erreicht. Offenbar wurde in der Reservoirschicht aus Mitteleuropa hochbelastete Luft nach Osten verfrachtet, die an einzelnen Orten den Boden erreichte.

Am folgenden Vormittag pendelte sich die Ozonkonzentration im Alpenvorland von Salzburg bis Niederösterreich um 75 ppb ein; sie sank in Nordostösterreich ab ca. 11.00 Uhr kontinuierlich ab, verbunden mit dem Eindringen einer Kaltfront von Norden.

Südlich dieser Front stieg die Ozonkonzentration in Oberbayern, Salzburg und Oberösterreich an diesem Tag über 100 ppb. Es wehte beständiger Westwind, dessen Geschwindigkeit am Nachmittag auf 4 m/s zunahm. In München wurden maximal 107 ppb erreicht, im Raum Salzburg kam es zu außergewöhnlich hohen Ozonspitzenwerten von 114 ppb in Salzburg-Mirabellplatz, 101 ppb in Salzburg-Lehen, 100 ppb in St. Koloman. Am Gaisberg und am Haunsberg sowie in Lenzing, Bad Ischl, Kirchdorf a.d.K., Braunau, Schöneben und Steyr wurden 90 ppb erreicht oder überschritten. In Oberbayern lag die Ozonbelastung verbreitet bei 90 bis 100 ppb (99 ppb: Bad Reichenhall), in Schwaben noch darüber (108 ppb in Augsburg); auch in Nordbayern wurden verbreitet Spitzen um 100 ppb gemessen.

Den Windverhältnisse zufolge fanden am 7.5. großflächiger Ozontransport aus Württemberg (bzw. Mitteleuropa) sowie weitere verstärkte Ozonbildung in der Abgasfahne von München statt.

Bemerkenswert ist der Transport hochbelasteter Luft in die Nördlichen Kalkalpen; parallel zum raschen Ansteigen der Ozonkonzentration in Salzburg wurden im oberen Ennstal 84 ppb (Salberg), im südlichen Niederösterreich 90 bis 96 ppb (Payerbach) gemessen. Hier blieb die Ozonbelastung den Großteil des Tages bei über 80 ppb, während im Raum Wien maximal 75 ppb auftraten.

In der Steiermark wurden am 7.5. verbreitet Konzentrationen über 80 ppb erreicht, maximal 90 ppb in Kindberg und Voitsberg. Da über der Steiermark Nordwest- bis Westwind wehte, dürfte auch hier Ozontransport aus Bayern für die außergewöhnlich hohe Ozonbelastung verantwortlich gewesen sein.

5.2 24. bis 26. Mai 1995

Wetterlage

Über Mitteleuropa kam es am 24.5. bei flacher Luftdruckverteilung zu Warmluftzufuhr von Süden bzw. Südosten, wobei in Nordostösterreich Temperaturen bis 21 °C, durch föhnige Effekte im Westen bis 23 °C auftraten. In 500 hPa gab es über dem Alpenraum südwestliche Strömung ca. westlich von Linz, nordwestliche Strömung östlich davon. Am Boden wehte sehr schwacher Wind, der in Nordostösterreich und dem Nördlichen Alpenvorland meist aus

West bis Nord, im Südosten und Süden Österreichs dagegen aus Süd bis Ost kam. Am 25.5. veränderte sich die Großwetterlage über Mitteleuropa nur wenig; von Nordwesten her drang, ausgehend von einem Tief westlich der Britischen Inseln, kühle, feuchte Luft in Mitteleuropa ein, was jedoch das warme Wetter im Alpenraum noch nicht beeinträchtigte. Die Maximaltemperatur betrug in Wien 24,5 °C, in Salzburg 26,7 °C. Nach wie vor wehte im Nördlichen Alpenvorland schwacher Nordwestwind, im Osten und Süden Österreichs schwacher Südostwind. Am 26.5. erreichte die o.g. Kaltluft den Alpenraum. Sie lag mittags im Bereich von Salzburg, zu dieser Zeit wurden in Wien 26 °C, in München 22 °C gemessen. Die Front war mit regional ergiebigen Niederschlägen verbunden. Über Ostösterreich wehte vor dem Frontdurchzug noch Südostwind. Im Höhendruckfeld dehnte sich der Keil über Mitteleuropa weit nach Norden aus, über den Westalpen bestand starke Südströmung.

Wettermeldungen von Wien und St. Pölten

		N	WR	WG	T	RF	RR	Wettermeldungen
Wien								
24.5.	7.00	1	100	1,1	13	72		
	13.00	3	20	3,6	22	43		
	19.00	1	70	1,9	20	42		
25.5.	7.00	1	90	1,1	16	71		
	13.00	4	100	2,5	24	45		
	19.00	3	160	1,9	22	47		
26.5.	7.00	0	150	1,1	17	75		
	13.00	2	150	3,1	26	51		
	19.00	6	150	4,2	24	49		

St. Pölten

24.5.	7.00	1		C	10	69		
	13.00	2	230	0,6	23	26		
	19.00	2	60	2,5	22	34		
25.5.	7.00	1	190	1,1	14	76		
	13.00	4	270	1,9	24	36		
	19.00	3	50	2,5	23	38		
26.5.	7.00	1	40	1,9	16	74		
	13.00	3	40	1,4	25	48		
	19.00	3	30	4,2	24	48		

Ozonbelastung

Karte 25 bis Karte 27 zeigen die maximalen HMW der Ozonkonzentration am 24., 25. und 26.5. 1995 an allen österreichischen Ozonmeßstellen

Am 24.5. stieg in Nordostösterreich die Ozonkonzentration an den meisten Meßstellen relativ gleichmäßig auf 70 bis 80 ppb. Bis 9.00 Uhr wehte schwacher Westwind, der dann auf Nord bis Nordost drehte. Um 12.00 Uhr stieg die Ozonkonzentration jedoch in Eisenstadt sprunghaft auf 107 ppb, im Lauf des Nachmittags wurden im südöstlichen Niederösterreich Konzentrationen um 90 ppb (Payerbach: 91 ppb) erreicht.

Aller Wahrscheinlichkeit nach wurde Luft von Wien über das Nordburgenland bis ins südöstliche Niederösterreich transportiert, wobei es relativ kleinräumig zu rascher Ozonbildung kam.

In Oberösterreich und Salzburg drehte der Wind im Lauf des Vormittags von Süd bis West auf Nord. Bereits um 12.00 Uhr wurde in Salzburg eine Konzentration um 80 ppb erreicht;

maximal wurden 86 ppb in St. Koloman gemessen. Da in Bayern noch höhere Ozonwerte auftraten (90 ppb in Regen), dürfte mit Nordwind höher belastete Luft Salzburg und Oberösterreich erreicht haben. Im Raum Garmisch-Partenkirchen wurden 90 bis 100 ppb (Wank) gemessen, in Achenkirch-Christlumkopf immer noch 87 ppb. Bei Spitzenwerten von 90 bis 115 ppb in Schwaben wurden in Vorarlberg maximal 87 ppb gemessen.

Ansonsten überschritt die Ozonbelastung nirgendwo in Österreich 80 ppb.

Am 25.5. kam es bei schwachem Wind wechselnder Richtung in Nordostösterreich kleinräumig zu starker Ozonbildung. Im Nordburgenland wehte bis 12.00 Uhr schwacher Nordwind (1 bis 2 m/s), der dann über West auf Süd drehte; im Raum Wien wehte zunächst Ost-, dann Südwind. Im Nordburgenland und südöstlichen Niederösterreich trat bereits vormittags eine relativ einheitliche Konzentration um 80 ppb auf, die auch in Köröshegy in Ungarn gemessen wurde. Dieses Konzentrationsniveau wurde in Eisenstadt mit 95 ppb (15.00 Uhr) bei schwachem Westwind deutlich überschritten.

Im Raum Wien stieg die Konzentration bei Südwind nachmittags gleichmäßig bis auf 107 ppb am Exelberg; sonst wurden Spitzen von 80 bis 90 ppb gemessen. In der folgenden Nacht hielten sich hier Konzentrationen um 85 ppb; dieser Wert wurde um 23.00 Uhr auch in Payerbach erreicht.

In Oberösterreich und im nördlichen Salzburg wehte schwacher Wind aus Südwest bis Südost; hier sowie im Wald- und Mostviertel wurden meist Spitzenwerte um 80 ppb erreicht, maximal 86 ppb in Schöneben und Steyregg sowie 89 ppb in Salzburg-Lehen. Auch an diesem Tag kam es zu Transport hochbelasteter Luft aus Bayern in diesen Raum; in Regen wurden 90 ppb, in Bad Reichenhall 88 ppb gemessen, im Raum Garmisch-Partenkirchen 90 bis 100 ppb.

Mit bis zu 84 ppb war auch die Steiermark - bei Südostwind - relativ hoch belastet.

Am 26.5. brachte Südostwind Luft mit Vorbelastungen von 75 bis 80 ppb nach Nordostösterreich; die Windgeschwindigkeit stieg im Tagesverlauf bis auf 6 m/s, was stärkere Ozonbildung im Raum Wien selbst unterband, aber zu Spitzenwerten von 90 bis 100 ppb im Lee von Wien in 60 bis 160 km Distanz im Waldviertel, Mostviertel und im östlichen Oberösterreich führte. Um 13.00 Uhr wurden im Dunkelsteinerwald 107 ppb gemessen; 90 ppb wurden in Irnfritz, Heidenreichstein, Pillersdorf, Kollmitzberg, Perg und Steyregg erreicht oder überschritten. Demgegenüber blieb in Salzburg und im westlichen Oberösterreich die Konzentration unter 80 ppb.

In der Steiermark wurden bei Südwind generell Konzentrationen von 85 bis 90 ppb gemessen. Die Luftmassen, die die Steiermark erreichten, waren folglich anderen Ursprungs als jene, die aus Ungarn nach Nordostösterreich transportiert wurden, und kamen möglicherweise aus Oberitalien. Maximal wurden 89 ppb in Weiz und Graz-Schloßberg gemessen, in Payerbach wurden 96 ppb erreicht. In Kärnten blieb die Konzentration meist unter 80 ppb (Maximum 82 ppb in Vorhegg).

5.3 20. bis 21. Juni 1995

Wetterlage

Am 20. und 21.6. bestimmte ein ausgedehntes Hochdruckgebiet das Wetter in Österreich, welches sich von Nordafrika bis ins nordöstliche Mitteleuropa erstreckte. Das Höhendruckfeld in 500 hPa zeigte am 20.6. einen Höhenkeil über dem westlichen Mitteleuropa, einen Höhentrog über Osteuropa, so daß über dem Alpenraum in dieser Höhe Nordwestströmung herrschte. Am 21.6. verlagerte sich der Höhenkeil ostwärts und lag direkt über dem Alpenraum. Am 20.6. kam es von Südwesten her zu starker Warmluftadvektion nach Mitteleuropa. In Wien wurde eine Maximaltemperatur von 27°C erreicht, in Salzburg 30,1°C, im Breisgau 31,6°C. In Bodennähe wurden die Alpen umströmt, in Süd- und Ostösterreich wehte Südwind, nördlich der Alpen Ostwind.

Am 21.6. erreichte eine Konvergenzzone, verbunden mit teilweise ergiebigen Niederschlägen, Mitteleuropa, die einer von Norwegen bis zum Golf von Biscaya reichenden Kaltfront vorgelegt war. Diese Konvergenzzone lag mittags ca. auf der Linie Dresden - Linz. Im Nördlichen Alpenvorland wehte schwacher Westwind, an ihrer Vorderseite noch schwacher Südwind. Die Temperatur stieg am 21.6. in Salzburg noch auf 30°C, erreichte in Südwestdeutschland aber nur mehr 27°C. Am Nachmittag des 21.6. erreichte die o.g. Kaltfront Deutschland und abends Österreich; es kam zum Einfließen kühler Luft maritimen Ursprungs, zu teilweise ergiebigen Niederschlägen und starkem Westwind nördlich der Alpen.

Wettermeldungen von Wien und St. Pölten

		N	WR	WG	T	RF	RR	Wettermeldungen
Wien								
20.6.	7.00	1	V	1,1	18	81		
	13.00	3	100	2,5	26	54		
	19.00	1	110	5,0	24	57		
21.6.	7.00	0	100	1,1	20	77		
	13.00	2	80	1,4	27	62		
	19.00	7	310	2,5	20	90	3	Regenschauer
St. Pölten								
20.6.	7.00	1	270	1,4	18	78		
	13.00	1	60	3,1	25	51		
	19.00	1	60	6,1	25	60		
21.6.	7.00	0	310	0,6	19	79		
	13.00	2	250	3,6	28	45		
	19.00	8	310	4,2	24	70	0,2	Regenschauer

Trajektorien

Großräumige Trajektorien, die auf der Basis von Winddaten des Europäischen Zentrums für Mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) in Reading/GB berechnet werden, liegen täglich für den Zeitpunkt 12.00 UTC, d.h. 13.00 MEZ, vor.

Kleinräumige Trajektorien werden mittels eines am Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien entwickelten Modells berechnet, welches Bodenwind- und Radiosondenmessungen sowie Winddaten des EZMW berücksichtigt.

Über Nordostösterreich wehte am 20.6. (mittags) in Bodennähe außerordentlich schwacher, meist östlicher Wind. Die zwölfstündige Trajektorie für Exelberg beginnt bei Mistelbach, jene für Stixneusiedl bei Gänserndorf, jene für Eisenstadt bei Stixneusiedl, jene für Unterbergern

bei Hollabrunn. Am 21.6. erreichten die kleinräumigen Trajektorien mittags das östliche Niederösterreich und nördliche Burgenland von Südosten bei mäßiger Windgeschwindigkeit. Die 12-h-Trajektorie für Exelberg beginnt bei Sopron, jene für Eisenstadt bei Szombathely. Im Niederösterreichischen Alpenvorland hingegen wehte schwacher Südwestwind.

Ozonbelastung

Karte 28 und Karte 29 zeigen die maximalen HMW der Ozonkonzentration am 20. und 21.6. 1995 an allen österreichischen Ozonmeßstellen.

Abbildung 7 zeigt den Ozonkonzentrationsverlauf an den Meßstellen Hermannskogel, Dunkelsteinerwald, Wien Donauturm, Tulln und Kollmitzberg am 20. und 21.6. 1995, Abbildung 8 an den Meßstellen Mödling, Wien Laaer Berg, Hainburg, Bad Vöslau und Payerbach.

Am 20.6. wehte im Raum Wien in Bodennähe zunächst Westwind, der um 9.00 Uhr auf Ost drehte. In höheren Luftschichten wurde bis 9.00 Uhr überwiegend Südwind, danach Ostwind beobachtet. Die Ozonbelastung lag bei 50 bis 60 ppb im Nordburgenland und im Wiener Becken, bei 70 ppb im Weinviertel. Trotz der geringen Windgeschwindigkeiten in Bodennähe dürfte in größeren Höhen Ozontransport von Osten stattgefunden haben.

Über Wien stieg die Ozonbelastung rasch an, um 12.00 Uhr wurde am Laaer Berg eine Konzentration von 82 ppb erreicht, um 13.00 Uhr am Donauturm 94 ppb, am Exelberg 101 ppb, und um 14.00 Uhr am Hermannskogel 105 ppb. Dies entspricht einer Ozonbildung von 35 bis 45 ppb über Wien. Möglicherweise führte die Winddrehung in Bodennähe von West auf Ost am Vormittag über Wien zur Rezirkulation von Luftmassen, die mit Ozonvorläufersubstanzen angereichert waren.

Von Wien breitete sich ozonreiche Luft westwärts aus, in Tulln und im Dunkelsteinerwald wurden 100 ppb erreicht, im Mostviertel 85 ppb.

Ostwind hielt am 21.6. im Raum Wien an, wo ab 12.00 Uhr wie am Vortag Konzentrationen von 90 bis 100 ppb erreicht wurden (100 ppb in Schwechat und am Laaer Berg). Wie am Vortag dürfte lokale Ozonbildung verantwortlich für die raschen Konzentrationszuwächse im Raum Wien gewesen sein. Bemerkenswert ist der steile Konzentrationszuwachs in Mödling, wo um 14.00 Uhr 134 ppb erreicht wurden; in Bad Vöslau stieg die Konzentration auf 98 ppb, in Payerbach auf 85 ppb, wohingegen in Wiener Neustadt nur 71 ppb auftraten. Die Luftmassen, die den Bereich südlich von Wien erreichten, kamen weder von Wien noch von Bratislava, sondern von Südosten, so daß lokal Ozonbildung über dem Wiener Becken stattgefunden haben muß. Westlich von Wien stieg die Konzentration auf 80 bis 85 ppb (St. Pölten).

Der Konzentrationsanstieg in Hainburg auf 91 ppb dürfte dem Einfluß Bratislavas zuzuschreiben sein.

In Oberösterreich stieg die Ozonkonzentration am 20. und 21.6. kaum über 75 ppb. Am 21.6. erfolgte mit dem Einsetzen von Westwind und Regen ab 15.00 Uhr der Einbruch der Ozonkonzentration, im Raum Wien ca. um 19.00 Uhr.

5.4 1. bis 3. Juli 1995

Wetterlage

Ein Hochdruckgebiet mit Kern über Osteuropa bestimmte am 1.7. das Wetter in Österreich. Im 500 hPa-Niveau lag ein Höhenkeil über den Westalpen; über den Ostalpen herrschte Nordwestströmung. Am Boden drang von Nordwesten feuchte Kaltluft ins nördliche Mitteleuropa ein; über Südwesteuropa traten, bestimmt durch ein Höhentief über der Iberischen Halbinsel, starke Gewitter auf. Der Alpenraum blieb noch im Bereich warmer Luft und wolkenar-

men Wetters. In Südost- und Ostösterreich wehte schwacher, meist südlicher Wind, nördlich der Alpen meist westlicher Wind. Die Maximaltemperaturen lagen in Nordostösterreich über 31 °C.

Am 2.7. erreichte feuchtwarmer Luft, gesteuert von einem Höhentief über Spanien, den Alpenraum; über dem westlichen Österreich traten Gewitter auf. Die am 1.7. in Norddeutschland eingedrungene Kaltluft breitete sich hingegen nicht weiters südwärts aus. Österreich lag nach wie vor im Bereich warmer Luft mit schwachem Wind, der die Alpen umströmte; im Südosten und Osten trat meist Südwind, nördlich der Alpen Ostwind auf. Anders als an den Vortagen trat verbreitet konvektive Bewölkung, teilweise verbunden mit Regenschauern, auf. Die Temperaturen erreichten in Nordostösterreich nur noch 27 °C, in Salzburg 30 °C.

Am 3.7. drang von Nordwesten her feuchte, kühle Luft bis zu den Alpen vor, die mittags St. Pölten erreichte. In 500 hPa herrschte zügige Südwestströmung. Es trat verbreitet konvektive Bewölkung, teilweise verbunden mit Regenschauern, auf. Im Südosten und Osten Österreichs wehte schwacher Südwind, nördlich der Alpen Nordwestwind. Die Temperatur erreichte in Nordostösterreich noch ca. 30 °C, in Salzburg 25 °C.

Wettermeldungen von Wien und St. Pölten

		N	WR	WG	T	RF	RR	
Wien								
1.7.	7.00	1	90	1,1	20	78		
	13.00	1	310	1,9	29	41		
	19.00	1	300	1,9	26	52		
2.7.	7.00	6	110	1,1	22	71		
	13.00	7	C		23	69		Regen
	19.00	6	200	1,4	25	71		
3.7.	7.00	5	130	1,1	21	87		
	13.00	2	360	1,1	28	61		
	19.00	2	170	1,1	26	59	Spuren	Regen
St. Pölten								
1.7.	7.00	0	220	1,4	19	65		
	13.00	1	260	4,7	29	40		
	19.00	2	220	1,9	27	34		
2.7.	7.00	7	150	1,1	19	78		
	13.00	3	80	1,1	24	61		Regen
	19.00	5	310	1,9	27	59		
3.7.	7.00	6	40	1,1	20	77		
	13.00	4	260	5,0	26	50		
	19.00	2	250	5,0	24	65		

Ozonbelastung

Karte 30 zeigt die maximalen HMW der Ozonkonzentration am 1.7. 1995, Karte 31 am 3.7. an allen österreichischen Ozonmeßstellen.

Abbildung 9 zeigt den Ozonkonzentrationsverlauf an den Meßstellen Hainburg, Schwechat, Wien Lobau, Kollmitzberg und Wien Hohe Warte vom 1. bis 3.7. 1995.

Am 1.7. wehte im Raum Wien Westwind, dessen Geschwindigkeit zwischen 7.00 Uhr und 11.00 Uhr von ca. 7 m/s auf 3 m/s abnahm. Im Osten Wiens stieg ab 8.00 Uhr die Ozonkon-

zentration steil an und erreichte in Wien-Lobau um 8.00 Uhr ca. 70 ppb, um 13.00 Uhr 120 ppb; gleichzeitig wurden in Schwechat 103 ppb gemessen. Im Luv von Wien lag die Ozonbelastung um 80 bis 85 ppb. Am Nachmittag wurde bei Westwind in Hainburg eine Konzentration von 103 ppb erreicht, in Bratislava 110 ppb.

Neben dem Raum Wien waren Salzburg, Vorarlberg und Oberkärnten von erhöhter Ozonbelastung betroffen. In Salzburg-Lehen wurden 92 ppb erreicht, was dem Belastungsniveau in Oberbayern und Schwaben entspricht (Maxima 90 ppb in München, 94 ppb in Augsburg). Bei West- bis Nordwind lag hier jedenfalls Ozontransport aus Bayern vor. Im Nördlichen Alpenvorland und im Salzkammergut wurde großflächig eine Belastung von 80 bis 90 ppb erreicht (Maxima in Grundlsee und Dunkelsteinerwald 88 ppb).

In Vorarlberg wurden Spitzen von 101 ppb (Sulzberg) gemessen, die auf Ozontransport aus Deutschland zurückzuführen sind.

In Oberkärnten traten Ozonbelastungen von 80 bis 90 ppb auf, maximal wurden in Vorhegg 94 ppb um 20.00 Uhr erreicht. Diese hoch belastete Luft wurde mit Südwestwind aus Italien herangeführt.

Der 2.7. brachte einen generellen leichten Rückgang der Ozonbelastung, die verbreitet Spitzenwerte um 80 ppb erreichte. Der Belastungsschwerpunkt war Wien, wo am Donauturm 101 ppb gemessen wurden, auf der Hohen Warte 96 ppb. Bis 13.00 Uhr wehte hier Westwind, der dann auf Südost drehte.

Am 3.7. ging im Westen und Süden Österreichs die Ozonbelastung noch weiter zurück und überschritt nirgends 70 ppb.

In Nordostösterreich hingegen wurden 100 ppb deutlich überschritten. Bei Südostwind mit 3 bis 5 m/s stieg die Ozonkonzentration in Wien ab 11.00 Uhr rasant über der im Luv der Stadt auftretende Konzentrationsniveau von 60 bis 70 ppb. An den Meßstellen Schwechat, Lobau, Laaer Berg, Donauturm, Hohe Warte, Hermannskogel und Exelberg wurde um 13.00 Uhr der Wert von 100 ppb überschritten; die maximale Konzentration lag am Exelberg bei 119 ppb. Die Ozonbildung in der Abgasfahne Wiens war bis Streithofen (100 ppb) zu verfolgen; im Dunkelsteinerwald hingegen wurde das großflächige Konzentrationsniveau von 75 ppb nicht überschritten.

5.5 7. bis 8. Juli 1995

Wetterlage

Zwischen einem Höhentief über dem Balkan und einem hochreichenden Tiefdruckgebiet über dem Nordostatlantik bestimmte ein Hochdruckgebiet (Höhenkeil, ausgehend vom Atlantik bis Ostmitteleuropa) das Wettergeschehen in Mitteleuropa. Es gab, abgesehen von orographisch induzierter Quellbewölkung, kaum Wolken. Über Ost- und Südostösterreich wehte schwacher, meist nördlicher Wind, im Nördlichen Alpenvorland schwacher Ostwind. Die Temperaturen erreichten hier 27 °C. Am 8.7. verlagerte sich der Kern des Hochdruckgebiets nach Ostmitteleuropa, während sich über der Iberischen Halbinsel ein großes Höhentief ausbildete. Österreich blieb, bis auf vereinzelte Quellbewölkung, wolkenlos. In Ost- und Südostösterreich wehte schwacher Südostwind, im Nördlichen Alpenvorland Nordost- bis Ostwind. Die Maximaltemperaturen lagen um 30 °C.

Wettermeldungen von Wien und St. Pölten

		N	WR	WG	T	RF	RR	Wettermeldungen
Wien								
7.7.	7.00	0	340	1,4	19	64		
	13.00	0	350	1,4	24	50		
	19.00	0	40	1,1	24	50		
8.7.	7.00	0	70	1,4	19	74		
	13.00	1	140	2,5	28	49		
	19.00	0	140	2,5	26	49		
St. Pölten								
7.7.	7.00	0	90	1,1	18	69		
	13.00	0	80	1,4	24	44		
	19.00	0	90	2,5	24	45		
8.7.	7.00	0	60	1,4	17	74		
	13.00	0	50	3,6	28	42		
	19.00	0	80	3,6	27	43		

Ozonbelastung

Karte 32 zeigt die maximalen HMW der Ozonkonzentration am 8.7. 1995 an allen österreichischen Ozonmeßstellen.

Abbildung 10 zeigt den Ozonkonzentrationsverlauf an den Meßstellen Wien Stephansplatz, Streithofen, Mödling, St. Pölten und Dunkelsteinerwald am 7. und 8.7. 1995.

Die Ozonbelastung erreichte am 7.7. in fast ganz Österreich Maximalwerte von 70 bis 80 ppb; niedriger belastet war Kärnten.

Die höchsten Ozonwerte wurden im südöstlichen Niederösterreich und im Nordburgenland gemessen, sie betragen 99 ppb in Wiener Neustadt, 97 ppb in Payerbach, 96 ppb in Bad Vöslau. 85 ppb wurden in diesem Raum zudem in Eisenstadt, Mödling, Wiesmath, Ternitz und Rax überschritten; demgegenüber wurden in Illmitz nur 74 ppb erreicht. Da in diesem Raum Nordwind wehte, dürfte Ozonbildung in der Abgasfahne Wiens Ursache dieser hohen Ozonkonzentrationen gewesen sein.

Auch westlich von Wien stieg die Ozonkonzentration etwas über das großräumige Niveau mit 85 ppb am Hermannskogel, 84 ppb in St. Pölten, 84 ppb in Linz. Auch in diesem Raum dürften, da im Alpenvorland Ostwind vorherrschte, Ozonvorläufersubstanzen aus Wien die Ursache der erhöhten Ozonbelastung gewesen sein.

Wesentlich höhere Spitzenwerte wurden dann am 8.7. im Raum Wien gemessen, wo am Stephansplatz 112 ppb, am Exelberg 109 ppb erreicht wurden. Im Dunkelsteinerwald stieg die Konzentration auf 122 ppb, in Streithofen bis 104 ppb. Im Raum Wien wehte beständiger Ostwind mit ca. 3m/s. Im Luv von Wien wurden relativ hohe Konzentrationen von 80 bis 90 ppb gemessen (91 ppb in Hainburg, 85 ppb in Bratislava); da sowohl in der Slowakei als auch in Ungarn die Konzentration kaum 70 ppb überstieg, könnten im östlichen Niederösterreich sowohl Ozonbildung im Lee von Bratislava als auch Ozonfernttransport von Süden eine wesentliche Rolle gespielt haben.

Von Bedeutung war am 8.7. jedenfalls Ozonfernttransport von Süden bzw. Südwesten; auf der Gerlitz (Kärnten) wurden 91 ppb erreicht, wohingegen die meisten anderen Kärntner Stationen Spitzenwerte unter 70 ppb aufwiesen. In der Steiermark und im südöstlichen Niederösterreich wurden an mehreren Standorten Spitzenwerte über 80 ppb gemessen.

Im Raum Wien sowie im Niederösterreichischen Alpenvorland spielte jedenfalls Ozonbildung im Lee von Wien die dominierende Rolle, die bis ins westliche Waldviertel (Nebelstein) und ins Mostviertel (Amstetten, Kollmitzberg) zu beobachten war.

Relativ hohe Ozonkonzentrationen wurden auch im Oberösterreichischen Alpenvorland erreicht, wo Gföll im Lee von Linz 86 ppb erreichte, sowie in Vorarlberg mit 85 ppb in Lustenau.

5.6 11. bis 14. Juli 1995

Wetterlage

Am 11.7. bestimmte ein Höhenkeil das Wetter in Mitteleuropa, der sich vom zentralen Mittelmeer sowohl zur Ukraine als auch zur Nordsee hin ausdehnte. Am Boden herrschte über Mitteleuropa flache Druckverteilung. Von einem ausgeprägten Tiefdruckgebiet westlich von Irland ausgehend erstreckten sich mehrere Frontalsysteme nach Süden, an deren Vorderseite sehr warme, feuchte Luft nach Mitteleuropa geführt wurde, die über Frankreich starke Gewitterbildungen hervorrief. Über dem westlichen Mittelmeer kam es zu Tiefdruckbildung. Dagegen drang von Norden kühle Luft nach Mitteleuropa vor, die aber - auch an den folgenden Tagen - nur Norddeutschland und Polen erreichte. Im Alpenraum blieb es, bis auf lokale Quellbewölkung, weitgehend wolkenlos. Im Osten und Südosten Österreichs wehte schwacher Südost- bis Südwind, im Nördlichen Alpenvorland schwacher Ostwind. Die Temperaturen erreichten über 32 °C. Am 12.7. verflachte der Höhenkeil etwas, während das Tiefdruckgebiet westlich von Irland stationär blieb. Das Höhentief im westlichen Mittelmeer verlagerte sich ostwärts. Die Advektion sehr feuchter, warmer Luft von Südwesten nach Mitteleuropa verstärkte sich am 12.7.; über den Alpen und über Deutschland kam es verbreitet zu Gewittern mit ergiebigen Niederschlägen. Im Osten und Südosten Österreichs wehte schwacher Südost- bis Südwind, im Nördlichen Alpenvorland hingegen Westwind. In Nordostösterreich traten Maximaltemperaturen um 30 °C auf. Am 13.7. verflachte der Höhenkeil weiter; bei flacher Druckverteilung am Boden hielt die Advektion feuchter, warmer Luft von Süden an, was über Mitteleuropa verbreitet zu starker Quellbewölkung und Gewittern mit ergiebigen Niederschlägen führte; Österreich war davon weniger betroffen. Am 13.7. umströmte der Wind die Alpen wieder im Gegenuhrzeigersinn (Süd- bis Südostwind im Osten, Ostwind im Nördlichen Alpenvorland). In Nordostösterreich wurden Maximaltemperaturen um 30 °C erreicht. Am 14.7. verlagerte sich der Höhenkeil ostwärts; ausgehend von dem westlich von Irland liegenden Tief drang eine Kaltfront in Frankreich ein, vor und in welcher es zu starker Gewitterbildung mit ergiebigen Niederschlägen kam. Östlich davon herrschte bei anhaltender Advektion feuchtwarmer Luft den ganzen Tag noch warmes Wetter, allerdings trat verbreitet starke Quellbewölkung auf. In Nordostösterreich wehte schwacher, unregelmäßiger Wind, meist aus Nordost bis Ost; die Maximaltemperaturen lagen um 30 °C.

Wettermeldungen von Wien und Salzburg

		N	WR	WG	T	RF	RR	Wettermeldungen
Wien								
11.7.	7.00	0	140	2,5	23	69		
	13.00	1	120	6,1	30	47		
	19.00	1	150	4,7	28	47		
12.7.	7.00	5	30	0,6	22	78		
	13.00	5	280	2,5	29	55		
	19.00	6	310	5	27	56		
13.7.	7.00	3	90	1,4	22	79		
	13.00	7	100	2,5	29	56		
	19.00	5	320	1,4	27	62		
14.7.	7.00	0	130	0,6	23	79	Spuren	
	13.00	4	270	1,9	30	48		
	19.00	6	90	1,4	25	77		
Salzburg								
11.7.	7.00	2	170	3,1	21	67		
	13.00	2	20	2,5	30	53		
	19.00	7	90	4,4	22	64		Gewitter
12.7.	7.00	7	160	2,5	18	86		
	13.00	4	V	0,6	27	52		
	19.00	4	V	1,4	26	54		
13.7.	7.00	3	140	1,1	23	65	20	
	13.00	1	340	1,9	29	46		
	19.00	2	340	1,4	29	47		
14.7.	7.00	7	160	3,6	20	71		
	13.00	3	300	2,5	29	50		
	19.00	6	150	3,6	28	52		

Trajektorien

Die kleinräumigen Trajektorien erreichten Nordostösterreich am 11.7. mit relativ hoher Geschwindigkeit von Südosten und zeigen deutlich die Umströmung der Alpen mit zügigem Ostwind im Nördlichen Alpenvorland.

Der 12.7. zeigte hingegen sehr heterogene Windverhältnisse. Westlich des Wienerwaldes wehte Westwind, im Wiener Becken und im Nordburgenland hingegen sehr schwacher Südostwind. In der Konvergenzzone dazwischen, die den Alpenostrand sowie das Weinviertel umfaßte, zeigen die Trajektorien Südwind, der im Weinviertel auf Südwest drehte.

Am 13.7. war die Situation ähnlich; im westlichen Niederösterreich wehte zügiger West- bis Nordwestwind, im Osten hingegen sehr schwacher Südostwind. Im Bereich des Alpenostrandes zeigen die Trajektorien sehr schwache, unbeständige Strömungsverhältnisse.

Am 14.7. griff der Nordwestwind weiter nach Osten durch; mittags erreichten die Trajektorien das Weinviertel und das westliche Wiener Becken von Nordwesten, wobei gerade hier die Windgeschwindigkeit niedriger war als weiter westlich. Im Nordburgenland und im östlichen Wiener Becken zeigen die Trajektorien unbeständigen Wind und praktisch keine Luftmassenverlagerung.

Karte 33 11.7. Karte 34 12.7. Karte 35 13.7. Karte 36 14.7. Abbildung 11 W,N, 11.-14.7.95
Abbildung 12 W, N 11.-14.7.95 Abbildung 13 SODAR Stix 11.-14.7.95

Ozonbelastung

Karte 33 bis Karte 36 zeigen die maximalen HMW der Ozonkonzentration vom 11. bis 14.7. 1995 an allen österreichischen Ozonmeßstellen.

Abbildung 11 zeigt den Ozonkonzentrationsverlauf an den Meßstellen Wien Donauturm, Hermannskogel, Wien Hohe Warte, Wolkersdorf und St. Valentin vom 11. bis 14.7. 1995, Abbildung 12 an den Meßstellen Wien Stephansplatz, St. Pölten, Wien Lobau, Schwechat und Klosterneuburg, Abbildung 13 den Verlauf von Windrichtung und -geschwindigkeit in Höhen von 10 m bis 250 m über Boden in Stixneusiedl.

Mit Südostwind, der im Lauf des Tages mehr auf Süd drehte, erreichten am 11.7. Luftmassen mit 65 bis 75 ppb Ozonbelastung den Raum Wien. Westlich von Wien kam es am 11.7. vereinzelt zu deutlich höheren Ozonkonzentrationen, so wurden in St. Pölten um 15.00 Uhr 113 ppb erreicht, in Heidenreichstein bei parallelem Anstieg um 13.00 Uhr 88 ppb. In St. Pölten sank die Ozonkonzentration bis 17.00 Uhr auf 75 ppb, erreichte aber um 20.00 Uhr nochmals über 90 ppb. Ansonsten blieb in Niederösterreich und Wien die Konzentration durchwegs unter 75 ppb. Der Konzentrationsverlauf in St. Pölten und Heidenreichstein deutet darauf hin, daß höhere Ozonkonzentrationen in größerer Höhe transportiert wurden und nur stellenweise den Boden erreichten. Die Windverhältnisse deuten auf verstärkte Ozonbildung im Lee von Wien hin.

Im Raum Linz betrug die Ozonkonzentration maximal 72 ppb, in Gföll (im Lee von Linz) wurden 82 ppb erreicht. Im westlichen Oberösterreich, im nördlichen Salzburg und in Oberbayern herrschten sehr heterogene Windverhältnisse, hier wurde ein Konzentrationsniveau von 75 bis 85 ppb (Maximum 87 ppb in Salzburg-Lehen) erreicht.

In Vorarlberg wurden 100 ppb (Sulzberg) erreicht, vermutlich aus Württemberg herantransportiert.

Am 12.7. wehte im Niederösterreichischen Alpenvorland und im Raum Wien West- bis Südwestwind. Im Wiener Becken hingegen wehte vormittags Ostwind, ab 10.00 Uhr schwacher Südwind an, der zeitweise auf West drehte.

Die Ozonbelastung wies in Nordostösterreich ein sehr heterogenes Muster auf. In Teilen Wiens sowie östlich und nordöstlich davon stieg die Ozonkonzentration deutlich über das großflächige Niveau von 60 bis 70 ppb und erreichte in Wien-Lobau 110 ppb, in Schwechat 107 ppb, in Mistelbach und Wolkersdorf 96 ppb. 80 ppb wurden auch am Hermannskogel, in Wien Hohe Warte, am Donauturm, am Laaer Berg, in Stixneusiedl, Hainburg, Mödling und Gänserndorf überschritten. In diesem Bereich läßt sich Ozonbildung im Lee von Wien als Ursache der erhöhten Ozonbelastung anführen; die Anströmung Wiens von Westen her mit Luftmassen, die einige Stunden zuvor von Süden herangeführt wurden, sowie die Änderungen in der Windrichtung erklären den weiten Bereich der erhöhten Belastung. Während in Wien-Lobau bereits um 10.00 Uhr 97 ppb erreicht wurden, stieg die Konzentration in Schwechat erst um 14.00 Uhr über 90 ppb, in Wolkersdorf um 16.00 Uhr.

Bei den herrschenden Windverhältnissen schwer interpretierbar ist die außergewöhnlich hohe und lang anhaltende Belastung in St. Pölten, wo maximal 112 ppb erreicht wurden und von 13.00 Uhr bis 19.00 Uhr die Konzentration über 100 ppb lag; 80 ppb wurden auch in Streithofen und im Dunkelsteinerwald überschritten. Im Niederösterreichischen Alpenvorland lag die Konzentration sonst um 70 ppb, im Raum Linz um 60 ppb, im westlichen Oberösterreich bei 70 bis 80 ppb. Als einzige plausible Erklärung der außergewöhnlich hohen Konzentration in

St. Pölten kann angenommen werden, daß sich in diesem Raum in der Reservoirschicht derart hohe Konzentrationen hielten, die durch Vertikalaustausch hier in Bodennähe gelangten.

Relativ hoch war die Belastung in der Südsteiermark, wo maximal 87 ppb erreicht wurden. In Kärnten hingegen lag die Konzentration unter 70 ppb, auch in Tirol und Vorarlberg wurden 70 ppb kaum überschritten.

Am 13.7. wurden die höchsten Ozonkonzentrationen in Wien und im Weinviertel erreicht: 133 ppb am Donauturm (11.00 Uhr), 132 ppb in Klosterneuburg (13.00 Uhr), 130 ppb am Hermannskogel (13.00 Uhr), 129 ppb in Wien Hohe Warte (12:30 Uhr), 119 ppb in Mistelbach, 110 ppb in Wolkersdorf, 106 ppb in Wien Stephansplatz, 101 ppb am Exelberg. In Wien wehte bis 9.00 Uhr schwacher Westwind, danach schwacher Süd- bis Ostwind. Die Windverhältnisse deuten klar darauf hin, daß die bereits relativ früh, aber nur kurzzeitig auftretenden Spitzenwerte in Wien durch lokale Ozonbildung über Wien zustande kamen; durch die am Nachmittag erfolgende Winddrehung auf Süd dürfte aus dem Raum Wien hochbelastete Luft ins Weinviertel verfrachtet worden sein. Insgesamt dürfte sich über Wien in größeren Höhen über längere Zeit hohe Ozonkonzentration gehalten haben, da am Exelberg um 16.00 Uhr 101 ppb erreicht wurden, als an den meisten anderen Meßstellen die Konzentration bereits auf ca. 80 ppb gesunken war.

Ansonsten erreichte die Ozonkonzentration in Nordostösterreich maximal ca. 80 ppb. Höhere Werte wurden lediglich in Streithofen, Gänserndorf, Mödling und Stixneusiedl (93 ppb) erreicht.

Spitzenwerte zwischen 80 und 90 ppb wurden - bei Westwind - auch im westlichen Oberösterreich und nördlichen Salzburg (maximal 88 ppb in Hochburg-Ach) gemessen, womit die Belastung hier etwas über jener in Oberbayern lag.

Der 14.7. wies im Osten Niederösterreichs sehr uneinheitliche Windverhältnisse auf; der Wind wechselte in Stixneusiedl morgens von Süd auf Nordost, mittags auf Südwest, abends wieder auf Süd. In Wien trat überwiegend Nordwestwind auf. Die höchsten Ozonwerte wurden in Wien Lobau (104 ppb), Eisenstadt (101 ppb) und Stixneusiedl (100 ppb) erreicht, die Belastung lag im Luv, d.h. im Westen von Wien bei ca. 75 ppb. Die Spitzen wurden relativ früh (um 11.00 Uhr in Wien Lobau) erreicht. Das Belastungsmuster deutet relativ klar auf Ozonbildung im Lee Wiens hin.

Gegenüber dem großflächigen Niveau erhöht war - bei Westwind - auch die Ozonbelastung im westlichen Oberösterreich und im nördlichen Salzburg mit 90 ppb in Salzburg-Lehen und 89 ppb in Braunau. Dies lag etwas über dem Belastungsniveau in Oberbayern (88 ppb in München).

5.7 20. bis 22. Juli 1995

Wetterlage

Ein Hochdruckgebiet, verbunden mit einem Höhenkeil, der sich von Nordwestafrika bis Mitteleuropa erstreckte, bestimmte am 20.7. das Wettergeschehen in West- und Mitteleuropa. Lediglich über Norddeutschland brachte eine Warmfront stärkere Bewölkung, sonst war es weitgehend wolkenlos. In Österreich wehte schwacher unbeständiger Wind; im Osten von Niederösterreich wurde einheitlicher Nordwind mit bis zu 5 m/s gemessen. Die Maximaltemperaturen lagen bei 32°C. Am 21.7. verstärkte sich der Zustrom warmer Luft subtropischen Ursprungs nach Mitteleuropa. In Nordwestdeutschland wurden 35°C erreicht, in Ostösterreich 33°C. In Ostösterreich wehte schwacher südlicher bis östlicher Wind. In Nordostösterreich zeigte das Windfeld deutlich die Umströmung der Alpen (d.h. des Wienerwaldes), der Wind

drehte von Süd im Nordburgenland auf West im Weinviertel, wobei Windgeschwindigkeiten bis 8 m/s auftraten. Bis auf Quellwolkenbildungen über den Alpen blieb es wolkenlos. Mit starker südwestlicher Höhenströmung gelangte am 22.7. weiterhin feuchtwarme Luft nach Mitteleuropa, wobei mit einer Kaltfront von Westen her rasch starke Gewitterzellen herangeführt wurden, die über Frankreich und Deutschland ergiebige Niederschläge brachten. Ostösterreich wurde von dieser Kaltfront erst am Morgen des 23.7. erreicht, hier traten am 22.7. noch Temperaturmaxima um 35°C auf. Es wehte überwiegend südlicher bis östlicher Wind, wobei das Windfeld im östlichen Niederösterreich durch das Umströmen der Alpen (Wienerwald) bestimmt wurde und Geschwindigkeiten bis 8 m/s auftraten, während im westlichen Niederösterreich sehr schwacher Westwind wehte. Abgesehen von Quellwolken im Gebirge blieb es vor dem Frontdurchzug fast wolkenlos.

Wettermeldungen von Wien und Salzburg

		N	WR	WG	T	RF	RR	
Wien								
20.7.	7.00	0	320	1,9	23	59		
	13.00	4	320	1,1	28	46		
	19.00	1	90	2,5	27	45		
21.7.	7.00	2	80	1,1	21	80		
	13.00	2	130	4,7	30	55		
	19.00	4	170	3,6	29	47		
22.7.	7.00	0	110	1,1	22	75		
	13.00	0	130	4,7	33	43		
	19.00	2	150	3,6	30	42		

Salzburg

20.7.	7.00	1	140	4,2	20	77		
	13.00	1	360	3,1	29	50		
	19.00	1	50	2,5	29	48		
21.7.	7.00	5	150	4,2	21	68		
	13.00	3	20	3,1	32	48		
	19.00	1	20	1,1	31	47		
22.7.	7.00	0	140	5	24	68		
	13.00	1	360	3,1	34	44		
	19.00	6	V	0,6	31	48		

Trajektorien

Am 20.7. 13.00 erreichten die großräumigen und die kleinräumigen Trajektorien Nordostösterreich von Norden; 48 h vorher lag die entsprechende Luftmasse über der Nordsee, 96 h vorher über dem Ostatlantik, wobei sie England überquerte.

Am 21.7. erreicht die großräumige Trajektorie Wien von Südsüdost, doch überquerte die Luftmasse vorher Nordwest- und Mitteleuropa und lag 48 h vorher über Nordostdeutschland und 96 h früher über Cornwall. Die kleinräumigen Trajektorien erreichten die Zielpunkte im Nordburgenland, im Wiener Becken und im Alpenvorland mit relativ starker Strömung von Ost-südosten, wohingegen die Luftmassen, die das südöstliche Niederösterreich erreichten, von Süden kamen.

Am 22.7. erreichte die großräumige Trajektorie Wien mit sehr geringer Verlagerungsgeschwindigkeit von Süden; 48 h vorher lag die Luftmasse über Westungarn, 96 h vorher über der Nordsee.

Die kleinräumigen Trajektorien erreichten am 22.7. die Zielpunkte im östlichen Niederösterreich von Südosten, im westlichen von Westsüdwesten her.

Ozonbelastung

Karte 37 und Karte 38 zeigen die maximalen HMW der Ozonkonzentration am 21. und 22.7. 1995 an allen österreichischen Ozonmeßstellen.

Abbildung 14 zeigt den Verlauf von Windrichtung und -geschwindigkeit in Höhen von 10 m bis 200 m über Stixneusiedl vom 20. bis 22.7. 1995, Abbildung 15 den Ozonkonzentrationsverlauf an den Meßstellen Illmitz, Exelberg, Unterbergern im Dunkelsteinerwald, Stixneusiedl, Wien Donauturm, Pillersdorf und Mistelbach, Abbildung 16 an den Meßstellen St. Leonhard, Ostrong, Streithofen, Kollmitzberg, Amstetten und St. Valentin.

Am 20.7. wehte im Wald- und Mühlviertel schwacher, im Weinviertel starker Nordwind. Während die Ozonbelastung im Wald- und Mühlviertel im Verlauf des Vormittags ca. 60 bis 65 ppb erreichte, lag sie im Weinviertel bei ca. 70 bis 75 ppb.

Die höchste Ozonkonzentration in Österreich wurde mittags im Lee von Wien mit 84 ppb in Illmitz und 83 ppb in Eisenstadt erreicht, und zwar nur kurzzeitig um 13.00 Uhr. Anschließend sank die Konzentration an diesen Meßstellen auf ca. 75 ppb; dieses Konzentrationsniveau wurde verbreitet in Wien und im östlichen Niederösterreich erreicht.

Im westlichen Niederösterreich und östlichen Oberösterreich stieg die Ozonkonzentration relativ langsam und gleichmäßig und erreichte meist um 18.00 Uhr herum Spitzen von 70 bis 75 ppb. In Unterbergern wurden bei sehr unregelmäßigem Konzentrationsverlauf um 17.00 Uhr 80 ppb überschritten und um 19.00 Uhr 83 ppb erreicht. Dieses Ansteigen der Ozonkonzentration im westlichen Niederösterreich folgte der Drehung des Windes von Nord auf Ost und war vermutlich die Folge von Ozontransport aus dem Raum Wien, wobei die relativ hohen Werte, die auch in Oberösterreich und im nördlichen Salzburg erreicht wurden (75 ppb in Gföll) wahrscheinlich auf weitere Ozonbildung im Lee von Linz zurückzuführen waren.

Vergleichsweise niedrig war die Ozonkonzentration im Westen Österreichs und in Kärnten; im Gebirge wurden Spitzen um 65 ppb erreicht. Lediglich das Unterinntal wies mit maximal 70 ppb (Innsbruck-Sadrach) etwas erhöhte Belastung auf.

In der Nacht vom 20. auf den 21.7. drehte der Wind in Nordostösterreich von Nord auf Süd bis Ost.

Der 21.7. wies bei sehr einheitlichem und kräftigem Südostwind (5 bis 6 m/s am Exelberg) im Nordburgenland und östlichen Niederösterreich ab Mittag relativ einheitliche Ozonkonzentrationen um 75 ppb auf. Dies deutet - wie auch am 22.7. - auf großflächig einheitlichen Ozontransport auf diesem Belastungsniveau von Ungarn nach Nordostösterreich hin.

Entsprechend den Windverhältnissen traten die höchsten Ozonkonzentrationen in Niederösterreich westlich bzw. nordwestlich von Wien auf; die Spitzenwerte wurden in Kollmitzberg mit 85 ppb, in St. Valentin, Pillersdorf und Heidenreichstein mit 88 ppb, in Irnfritz mit 100 ppb erreicht. Die Maximalkonzentration wurde in Irnfritz um 14.00 Uhr erreicht; in Pillersdorf blieb die Konzentration von 13.30 Uhr bis 18.00 Uhr, in Heidenreichstein von 16.00 Uhr bis 18.30 Uhr über 80 ppb.

Im westlichen Niederösterreichischen Alpenvorland sowie im östlichen Oberösterreich erreichte die Konzentration bis Mittag 60 bis 70 ppb. In diesem Gebiet drehte der Wind ca. ab 14.00 Uhr auf West. Die Ozonkonzentration stieg weiter leicht an und überschritt verbreitet

ab 15.30 Uhr 80 ppb. Das Belastungsbild deutet auf die Ausbreitung hoch belasteter Luftmassen aus dem Raum Wien über das ganze Alpenvorland bis in den Raum Linz hin, worauf diese Luftmassen ab ca. 14.00 Uhr wieder ostwärts transportiert wurden.

Auf der Gerlitzen (Kärnten) wurde um 14.30 Uhr ein Spitzenwert von 99 ppb gemessen, was die Annahme von Transport hochbelasteter Luftmassen in größeren Höhen von Südwesten her erhärtet.

Mit einem Spitzenwerte von 92 ppb in Salzburg-Lehen war auch das nördliche Salzburg relativ hoch belastet. Hier wehte schwacher, unbeständiger, aber überwiegend nordwestlicher Wind, so daß eine Beeinflussung von Oberbayern her wahrscheinlich ist. Dort war die Belastung relativ uneinheitlich mit Spitzenwerten von 95 ppb in München, aber nur 70 bis 80 ppb an den meisten ländlichen Stationen.

In Vorarlberg registrierte die Station Sulzberg ein Maximum von 104 ppb, Lustenau 97 ppb, was in das Belastungsbild der gesamten Bodenseeregion mit Spitzenwerten von 100 bis 110 ppb paßt, wohingegen weiter nördlich nur 70 bis 80 ppb auftraten.

In der Nacht vom 21. auf den 22.7. geriet das westliche Niederösterreich wieder in den Bereich schwachen Ostwindes, der aber ab ca. 8.00 Uhr auf Südwest, ab ca. 18.00 Uhr auf Südost drehte. Im Osten hielt relativ starker Südostwind an.

Am 22.7. traten im Nordburgenland und östlichen Niederösterreich ab Mittag - ähnlich dem Vortag - Ozonbelastungen um 75 ppb auf. Die Trajektorien, welche Wien überquerten, erreichten am 22.7. zunächst nicht mehr das westliche Niederösterreich, sondern das Tullnerfeld, das östliche Wald- und das Weinviertel, so erwartungsgemäß die Spitzenwerte auftraten: 88 ppb in Imfritz, 91 ppb in Streithofen, 99 ppb am Hermannskogel und 104 ppb in Pillersdorf. Konzentrationswerte über 80 ppb traten in Pillersdorf von 12.00 Uhr bis 17.00 Uhr auf (mit einem kurzen, steilen Maximum um 13.30 Uhr).

Die Ozonkonzentration stieg im westlichen Niederösterreichischen Alpenvorland gleichmäßig im Lauf des Nachmittags an und erreichte Werte über 90 ppb; die höchsten Konzentrationen traten in Traun (93 ppb), St.Valentin (95 ppb Uhr) und Kollmitzberg (97 ppb um 19.00 Uhr) auf. Im Raum Linz blieb die Konzentration von ca. 12.00 Uhr bis 17.00 Uhr um 90 ppb. Aufgrund der sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten und uneinheitlichen Windrichtungen in Bodennähe ist schwer zu differenzieren, wie weit die Ozonbelastung im westlichen Niederösterreich durch Ozonbildung in den Abgasfahnen von Linz oder Wien bestimmt wurde. Konzentrationen von 88 ppb in Payerbach und 87 ppb in Schöneben belegen jedenfalls, daß in höheren Luftschichten großräumig ein sehr hohes Konzentrationsniveau vorlag und die Ozonbildung im Bereich Linz - Amstetten in Bodennähe auf einem bereits hohen Belastungsniveau aufbaute, welches auf regionale Ozonbildung im Bereich von Wien bis Linz zurückzuführen sein dürfte.

Außergewöhnlich hoch belastet war am 22.7. auch der Raum Salzburg mit Spitzen von 97 ppb in Salzburg-Lehen und 96 ppb in Salzburg-Mirabellplatz. In Oberbayern wurden Spitzenwerte bis 85 ppb gemessen. Hier herrschte sehr schwacher, uneinheitlicher, aber überwiegend westlicher Wind, was eine Beeinflussung aus dem Raum München wahrscheinlich erscheinen läßt, aber nicht belegt werden kann.

Die in Lustenau erreichte Belastung von maximal 83 ppb fügt sich gut in das Gesamtbild des Bodenseeraumes mit Spitzen bis 90 ppb.

Kärnten war von Ozontransport von Südwesten betroffen, Spitzen von 83 ppb wurden in Vorhegg und auf der Gerlitzen registriert. Demgegenüber waren die niedrigeren Meßstellen in Kärnten sowie die Steiermark mit 70 bis 75 ppb niedriger belastet.

5.8 26. - 27. Juli 1995

Wetterlage

Am 26.7. bestimmten ein Hochdruckkeil im 500 hPa-Niveau, der sich vom Mittelmeer nordwestwärts bis zur Nordsee erstreckte, und ein flaches Bodenhoch das Wettergeschehen in Mitteleuropa. Vom Atlantik her erreichte eine wenig wetterwirksame Kaltfront Frankreich, von der Ostsee her drang Luft subpolaren Ursprungs in Norddeutschland ein, die sich aber rasch erwärmte. Der Alpenraum war von Zufuhr warmer Luft von Südwesten gekennzeichnet.

In Österreich wehte überwiegend schwacher südlicher bis östlicher Wind; in Niederösterreich zeigte das Windfeld deutlich die Umströmung der Alpen mit Südostwind im Osten, relativ starkem Ostwind im Wein- und Waldviertel (bis 8 m/s), sowie Nordostwind westlich des Wienerwaldes. In Österreich traten Maximaltemperaturen um 30°C, in Südwestdeutschland bis 35°C auf. Abgesehen von Quellwolken primär im Gebirge war es wolkenlos. Die o.g. Kaltfront erreichte am 27.7. Westdeutschland, wo es zu heftigen Gewittern mit Sturmböen und sehr ergiebigen Niederschlägen kam. Vor der Kaltfront hielt Zufuhr sehr warmer Luft von Südwesten an, in Österreich wurden noch Temperaturen bis 32°C gemessen. Das Windfeld über Niederösterreich entsprach weitgehend den Verhältnissen am 26.7. Die Kaltfront erreichte am Nachmittag des 27.7. Salzburg und am 28.7. gegen Mittag - bei starker Wellenbildung über den Alpen - Ungarn. Am 27.7. traten über dem Bergland in Österreich starke Quellwolkenbildungen, aber noch ohne Niederschläge, auf.

Wettermeldungen von Wien und Linz

		N	WR	WG	T	RF	RR	
Wien								
26.7.	7.00	0	80	1,1	18	63		
	13.00	0	130	3,6	28	43		
	19.00	0	120	3,1	27	42		
27.7.	7.00	1	60	1,4	20	63		
	13.00	1	130	5,0	30	46		
	19.00	6	130	3,1	28	49		

Linz Flughafen

26.7.	7.00	0	C		19	76		
	13.00	1	110	5,0	29	44		
	19.00	2	120	2,5	28	48		
27.7.	7.00	1	120	4,2	20	74		
	13.00	2	130	3,1	30	50		
	19.00	8	280	1,4	30	54		

Trajektorien

Die großräumige Trajektorie erreichte Wien am 26.7. 13.00 Uhr mit geringer Geschwindigkeit von Osten; 48 h vorher lag die entsprechende Luftmasse über Südpolen, 96 h vorher über der Nordsee.

Die kleinräumigen Trajektorien erreichten ihre Zielpunkte in Niederösterreich durchwegs von Osten, wobei im Alpenvorland relativ hohe Verlagerungsgeschwindigkeiten zu beobachten waren.

Am 27.7. erreichte die großräumige Trajektorie Wien von Südosten her; 48 h vorher lag die Luftmasse über Südungarn, 96 h vorher über Ostpolen.

Die kleinräumigen Trajektorien erreichten Niederösterreich durchwegs von Osten, wobei wie am Vortag im Alpenvorland hohe Verlagerungsgeschwindigkeiten auftraten. Lediglich im südöstlichen Niederösterreich kam die Luft von Süden.

Ozonbelastung

Karte 39 und Karte 40 zeigen die maximalen HMW der Ozonkonzentration am 26. und 27.7. 1995 an allen österreichischen Ozonmeßstellen.

Abbildung 17 zeigt den Verlauf von Windrichtung und -geschwindigkeit in Höhen von 10 m bis 200 m über Boden in Stixneusiedl am 26. und 27.7. 1995, Abbildung 18 den Verlauf der Ozonkonzentration in Hochburg-Ach, Lenzing und Haunsberg sowie von Windrichtung und -geschwindigkeit in Hochburg-Ach, Abbildung 19 den Ozonkonzentrationsverlauf an den Meßstellen Klosterneuburg, Wien Donauturm, Wien Hohe Warte, Wien Laaer Berg und Dunkelsteinerwald

Am 26.7. wehte in Nordostösterreich einheitlichen, relativ starker Ostwind. An den meisten Meßstellen im Nordburgenland, in Niederösterreich und Wien wurde ab dem späten Vormittag ein relativ einheitliches Konzentrationsniveau von ca. 80 bis 85 ppb erreicht.

Westlich von Wien, d.h. im Lee, stieg die Ozonkonzentration bereits mittags deutlich über dieses Niveau hinaus, vor allem im westlichen Niederösterreichischen Alpenvorland. In Streithofen trat um 12.30 Uhr ein Spitzenwert von 102 ppb auf, in Unterbergern um 14.00 Uhr 106 ppb (hier lag die Konzentration von 13.30 bis 15.30 Uhr über 100 ppb), am Kollnitzberg um 15.30 Uhr 106 ppb, in St. Leonhard um 14.00 Uhr 110 ppb (hier lag die Konzentration von 13.00 bis 15.30 Uhr über 100 ppb), in Amstetten um 14.00 und 15.30 Uhr 104 ppb. Der Konzentrationsaufbau erfolgte im westlichen Niederösterreichischen Alpenvorland relativ gleichmäßig; nach ca. 15.00 Uhr sank die Konzentration auch gleichmäßig wieder ab.

Etwas später als im Raum Amstetten stieg im Raum Linz die Konzentration über 90 ppb, nachdem sich tagsüber hier ein einheitliches Konzentrationsniveau um 80 ppb eingestellt hatte; in Perg wurden um 16.00 Uhr 101 ppb erreicht. Außergewöhnlich hoch belastet war am 26.7. fast ganz Oberösterreich mit Spitzenwerten über 90 ppb in Steyregg (100 ppb), Linz, Traun, Kirchdorf a.d.K., Gföll, Steyr und Lenzing (101 ppb). Auch das nördliche Salzburg wies am 26.7. Spitzenwerte um 90 ppb (Maximum 93 ppb in Salzburg-Lehen) auf.

Da in Oberösterreich Ostwind wehte, dürfte sich hier Ozonbildung in der Abgasfahne von Linz jener in der Abgasfahne von Wien überlagert haben.

Die ungewöhnlich hohe Konzentration von 88 ppb, die am Salberg erreicht wurde, deutet auf Ozontransport aus dem Alpenvorland bis ins obere Ennstal hin.

Demgegenüber lag in Oberbayern die Konzentration nachmittags vergleichsweise niedrig bei 75 bis 80 ppb. Spitzenwerte in diesem Bereich wurden auch in Nordtirol und Vorarlberg erreicht.

Der 27.7. wies ähnliche Windverhältnisse, aber noch etwas höhere Temperaturen als der 26.7. auf.

Das Konzentrationsniveau, das ab Mittag im Luv von Wien erreicht wurde, war mit ca. 75 bis 80 ppb etwas niedriger als am Vortag. Entsprechend der Windrichtung wurden die maximalen Ozonkonzentrationen wieder im westlichen Niederösterreichischen Alpenvorland sowie im Raum Linz erreicht, und zwar bereits relativ früh: 101 ppb um 11.00 Uhr in Unterbergern, 103 ppb um 13.30 Uhr am Kollnitzberg, 103 ppb um 14.30 Uhr in St. Leonhard. Weiters traten in Ostrong, Amstetten, St. Valentin, Perg (100 ppb), Steyregg, Linz, Traun und Lenzing Spitzen über 90 ppb auf.

Etwas erhöht war die Belastung auch im Weinviertel mit 88 ppb in Mistelbach. Da die Konzentration hier deutlich über jener im Wiener Becken lag, dürfte hier Ozonbildung im Lee von Bratislava stattgefunden haben.

Im westlichen Oberösterreich und nördlichen Salzburg wehte bis ca. 10.00 Uhr Ostwind, danach schwacher Nordwestwind, der zeitweise auf Nordost drehte. Insgesamt waren die Windverhältnisse im westlichen Oberösterreich und in Oberbayern vor dem Eintreffen der o.g. Kaltfront uneinheitlich. Die Konzentration stieg in Hochburg-Ach steil an und erreichte bei Nordwestwind 106 ppb (13.30 Uhr), parallel dazu stieg die Konzentration in Lenzing auf 90 ppb und blieb bis 15.00 Uhr so hoch. Nach 14.00 Uhr wurden in Salzburg-Lehen 92 ppb gemessen; 80 ppb wurden in Braunau, am Haunsberg, am Mirabellplatz, in Grödig und Hallein-Winterstall, aber auch in Kufstein überschritten. Die Ozonbelastung erreichte in Oberbayern 80 bis 90 ppb und war somit deutlich niedriger im westlichen Oberösterreich und nördlichen Salzburg. Eine schlüssige Erklärung für das dortige hohe Belastungsniveau kann nicht gegeben werden; Transport hochbelasteter Luftmassen von Osten dürfte aufgrund des im Oberösterreichischen Alpenvorland bis zum Nachmittag wehenden Ostwindes ebenso eine Rolle gespielt haben wie Ozonbildung in Oberbayern und Vertikalaustausch mit höher belasteten höheren Luftschichten.

Relativ hohe Werte wurden in Kärnten und der Weststeiermark mit bis zu 87 ppb (Vorhegg) registriert. Diese war auf Luftmassentransport von Südwesten her zurückzuführen.

5.9 7. August 1995

Wetterlage

Das Wetter in Mitteleuropa wurde am 7.8. von einem flachen Hochdruckgebiet mit Kern über Polen bestimmt, über dem ein Höhenkeil zwischen Höhentiefs über Rumänien und Westfrankreich lag. Ausgehend von einem Tief über Frankreich breiteten sich Wolkenfelder über den Alpenraum und weite Teile Deutschlands aus, wobei von Nordwesten kühlere Luft nach Mitteleuropa einströmte. Während in Norddeutschland die Temperatur am 7.8. 25°C kaum überschritt, wurden südöstlich der von Südfrankreich bis zur Ostsee verlaufenden Tiefdruckrinne noch Temperaturen bis 30 °C (Wien) gemessen. Vormittags wehte im , im Wiener Becken schwacher Südostwind, im nordöstlichen Niederösterreich schwacher Nordwind, der im Tagesverlauf auf Südost drehte, im NÖ Alpenvorland hingegen schwacher Westwind. Über den Alpen und dem Großteil Deutschlands traten bereits ab dem Morgen Gewitter und Regenschauer auf, in Nordostösterreich erst am 8.8.

Wettermeldungen von Wien und St. Pölten

		N	WR	WG	T	RF	RR	
Wien								
7.8.	7.00	1	180	0,6	18	69		
	13.00	3	130	1,9	29	42		
	19.00	8	180	2,5	26	44		
St. Pölten								
7.8.	7.00	1	210	1,9	18	78		
	13.00	7	300	2,5	30	35		
	19.00	8	200	1,9	23	58		

Ozonbelastung

Karte 41 zeigt die maximalen HMW der Ozonkonzentration am 7.8. 1995 an allen österreichischen Ozonmeßstellen.

Die Ozonkonzentration erreichte am 7.8. in Nordostösterreich großflächig Spitzenwerte von 65 bis 70 ppb. Die höchste Ozonbelastung wurde in und knapp nordwestlich von Wien mit Spitzenwerten von 114 ppb am Donauturm (12:30 Uhr) und am Exelberg (16.00 Uhr), 108 ppb in Klosterneuburg, 107 ppb in Wien Laaer Berg, 106 ppb am Hermannskogel, 105 ppb in Wien Währinger Str. erreicht. In Streithofen, Wolkersdorf und Mistelbach wurden 80 ppb überschritten. Das Belastungsbild deutet klar auf verstärkte Ozonbildung über Wien hin.

Etwas erhöht war die Ozonbelastung auch im westlichen Oberösterreich und nördlichen Salzburg mit maximal 88 ppb in Salzburg-Lehen.

5.10 11. August 1995

Wetterlage

Ein Hochdruckgebiet mit Kern über Südsandinavien bestimmte am 11.8. das Wetter in Mitteleuropa. In 500 hPa erstreckte sich ein Höhenkeil von Italien bis zur Nordsee. Die bereits seit Ende Juli beobachtete Höhendruckverteilung mit „langen Wellen“ hielt weiter an.

Während am Boden in Ostösterreich schwacher Nordwind wehte, wurde großräumig warme Luft von Südwesten nach Mitteleuropa gebracht. Über dem westlichen Mittelmeer sorgte ein kräftiges Tief für ergiebige Niederschläge in Ostspanien, Südfrankreich und den Westalpen. Demgegenüber war Österreich am 11.8. fast wolkenlos, die Maximaltemperatur lag bei 28°C.

Wettermeldungen von Wien

		N	WR	WG	T	RF	RR
11.8.	7.00	0	120	1,1	16	70	
	13.00	2	350	1,9	26	34	
	19.00	5	310	1,9	23	41	

Ozonbelastung

Karte 42 zeigt die maximalen HMW der Ozonkonzentration am 11.8. 1995 an allen österreichischen Ozonmeßstellen.

In Niederösterreich und im Nordburgenland wehte am 11.8. Nord- bis Nordwestwind. Die Ozonkonzentration erreichte in Oberösterreich und im westlichen und nördlichen Niederösterreich ziemlich einheitlich Spitzenwerte von 70 bis 75 ppb. Über Wien sowie südöstlich davon traten die höchsten Ozonkonzentrationen auf; maximal wurden 129 ppb in Wien-Lobau erreicht. In Payerbach stieg die Konzentration auf 92 ppb; 80 ppb wurden weiters in Eisenstadt, Illmitz, Wiener Neustadt, Rax und Wiesmath überschritten. Ozonbildung im Lee von Wien kann jedenfalls als Ursache der regional erhöhten Ozonbelastung angesehen werden.

Erhöht war die Belastung auch in Salzburg mit bis 85 ppb (Salzburg-Lehen); sowie in der Steiermark mit bis 85 ppb auf dem Rennfeld. Hier wehte Ostwind; ob Ozonverfrachtung aus dem östlichen Niederösterreich hierher stattfand, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden.

6 Fallstudien 1996

Kapitel 6 bringt – analog zu Kapitel 5 – für das Jahr 1996 die detaillierte Darstellung hoch belasteter bzw. interessanter Ozonepisoden. Tabelle 22 gibt eine Übersicht über die Ozonepisoden des Sommers 1996 mit einer knappen Beschreibung der Ursachen der Ozonbelastung

Tabelle 22: Ozonepisoden des Sommers 1996.

<i>Datum</i>	<i>Belastetes Gebiet</i>	<i>Max. HMW</i>	<i>Wind-richtung</i>	<i>Ursache der Ozonbelastung</i>
19.4.	Südöstl. Niederösterreich	115 ppb	N	Entweder Eindringen stratosphärischen Ozons oder photochemische Ozonbildung im Lee von Wien Ferntransport von SW
	Oberkärnten	97 ppb	SW	
20.4.	Östl. Niederösterreich Kärnten	99 ppb 111 ppb	S SW	Ferntransport von SW
21.4.	Östl. Niederösterreich Kärnten	102 ppb 107 ppb	S SW	Ferntransport von SW
1.6.	Oberkärnten Nördl. Salzburg und westl. Oberösterreich	113 ppb 101 ppb	SW W	Ferntransport von SW Ozonbildung im Lee von München
9.6.	Wien Kärnten	112 ppb 103 ppb	E SW	Ozonbildung über Wien Ferntransport von SW
10.6.	Nordburgenland, südöstl. NÖ	106 ppb	NW	Ozonbildung im Lee von Wien
11.6.	Nordburgenland	112 ppb	NW	Ozonbildung im Lee von Wien
12.6.	Nordburgenland	100 ppb	NW	Ozonbildung im Lee von Wien

6.1 18. bis 22. April 1996

Wetterlage

Am 18.4. bestimmte ein kräftiges Hochdruckgebiet mit Kern über Polen das Wettergeschehen in Mitteleuropa, im 500 hPa-Niveau dehnte sich ein Höhenkeil von Südwesteuropa bis Südschweden aus. Eine Luftmassengrenze erstreckte sich von den Westalpen bis Dänemark und trennte feuchte, maritime Luft im Westen von sehr trockener Luft im Osten, die im Hochdruckgebiet mit Nordwind nach Mitteleuropa verfrachtet wurde. Am 19.4. verlagerte sich der Kern des Hochdruckgebietes über die Alpen. Nördlich der Britischen Inseln lag ein hochreichendes Tief, dessen Kaltfront sich von Norwegen bis zum Ärmelkanal erstreckte. Über Ostösterreich herrschte schwache nördliche Strömung. Die Tageshöchsttemperaturen lagen bei wolkenlosem Himmel und sehr starken Tagesgängen um 21°C; bemerkenswert war die Trockenheit der Luft, nachmittags lag die relative Feuchte gebietsweise um 20%.

Am 20.4. änderte sich die Wetterlage kaum, es blieb bei starkem Hochdruckeinfluß wolkenlos. Die Tageshöchsttemperaturen erreichten in Österreich 25°C; die großräumige schwache Nordströmung mit Advektion sehr trockener Luft hielt an.

Diese Wetterlage hielt auch am 21.4. an. In Ostösterreich ging die nördliche Strömungslage im Lauf des Tages in eine südliche über, wobei windschwache Verhältnisse mit uneinheitlichem Wind auftraten. Großräumig wurde dann trockene, warme Luft von Süden in den Alpenraum geführt; in Wien wehte mäßig starker Südostwind. Die Tageshöchsttemperaturen

lagen bei wolkenlosem Himmel um 25°C. Bei Verlagerung des Hochdruckgebietes nach Osten und Annäherung einer von den Britischen Inseln bis Spanien reichenden Tiefdruckzone verstärkte sich am 23.4. der Südwind in Mitteleuropa; während in Ostösterreich Tageshöchsttemperaturen um 26°C erreicht wurden, stiegen sie in Mittel- und Norddeutschland bis über 29°C. Der Himmel war nach wie vor wolkenlos.

Wettermeldungen von Wien und Villacher Alpe

- N Bedeckungsgrad in Achtel
/ Himmel unsichtbar (wegen Nebels oder Dunkelheit)
- WR Windrichtung in Grad
V Variabler Wind (keine einheitliche Richtung)
90°: Ost, 180°: Süd, 270°: West, 360°: Nord
- WG Windgeschwindigkeit in m/s
C Calme (Windstille, d.h. Windgeschwindigkeit unter 0,5 m/s)
- T Temperatur in Grad C
- RF Relative Feuchte in %
- RR Niederschlagsmenge der letzten 12 Stunden in mm
- Zeitangaben in MEZ.

		N	WR	WG	T	RF	RR
--	--	---	----	----	---	----	----

Wien

18.4.	7.00	1	230	1,1	9	60	
	13.00	2	350	3,1	18	36	
	19.00	5	350	1,9	17	33	
19.4.	7.00	0	110	1,1	9	75	
	13.00	1	70	1,9	20	33	
	19.00	1	10	1,4	16	34	
20.4.	7.00	0	90	1,1	9	71	
	13.00	2	130	5,0	21	39	
	19.00	1	140	1,9	19	40	
21.4.	7.00	0	110	1,1	12	73	
	13.00	0	150	6,1	24	39	
	19.00	0	150	4,2	21	40	
22.4.	7.00	0	160	2,5	14	66	
	13.00	0	150	3,6	23	46	
	19.00	0	130	3,6	22	46	

Villacher Alpe

18.4.	7.00	1	20	8,3	-1	58	69 cm Schneedecke
	13.00	1	340	3,1	2	47	
	19.00	1	50	4,7	2	56	
19.4.	7.00	1	360	3,1	1	55	67 cm Schneedecke
	13.00	1	320	1,9	5	51	
	19.00	1	230	4,7	5	39	
20.4.	7.00	1	250	12,2	3	45	65 cm Schneedecke
	13.00	1	230	5,0	7	53	
	19.00	1	250	10,8	5	65	
21.4.	7.00	0	250	10,8	3	70	60 cm Schneedecke
	13.00	1	230	8,3	6	42	
	19.00	0	230	11,9	4	69	
22.4.	7.00	1	250	16,9	3	69	56 cm Schneedecke
	13.00	2	250	10,3	6	43	
	19.00	7	230	17,5	4	82	

Ozonbelastung

Karte 43 bis Karte 45 zeigen die maximalen täglichen HMW der Ozonkonzentration an allen österreichischen Meßstellen am 19., 20. und 21. April 1996.

Abbildung 20 zeigt den Verlauf der Ozonkonzentration an den Meßstellen Vorhegg, Klagenfurt Koschatstraße, Gerlitz, Ferlach und St. Georgen Herzogberg vom 19. bis 22.4. 1996, Abbildung 21 die Ozonkonzentration an den Meßstellen Rax, Payerbach und Forsthof sowie Windrichtung und -geschwindigkeit am Exelberg.

Die Ozonbelastung erreichte am 18. April österreichweit ein relativ einheitliches Niveau von 70 bis 75 ppb, wobei im Raum Wien, im südöstlichen Niederösterreich und im Raum Salzburg vereinzelt höhere Werte gemessen wurden, maximal 81 ppb am Hermannskogel, 79 ppb auf der Rax und in Payerbach, 78 ppb in Stixneusiedl, 77 ppb in Forsthof. Da der Hermannskogel bei Nordwest- bis Nordwind jedenfalls im Luv von Wien lag, kann regionale Ozonbildung nicht für die dortige hohe Konzentration verantwortlich gewesen sein. Großflächiger Ozontransport von Norden dürfte die Ursache der erhöhten Belastung gewesen sein.

Am 19.4. setzte ab 11 Uhr ein steiler Konzentrationsanstieg auf der Rax und in Payerbach ein, der weniger deutlich auch in Ternitz, Wiener Neustadt, Illmitz und weiteren Meßstellen im südöstlichen Niederösterreich beobachtet wurde. Die Konzentration stieg auf der Rax bis 16 Uhr auf 115 ppb, in Payerbach auf 98 ppb, in Ternitz auf 90 ppb. 80 ppb wurden in Wiener Neustadt, Illmitz, Forsthof, Rennfeld, Masenberg und mehreren Meßstellen im Raum Graz überschritten.

Eine eindeutige Interpretation der ungewöhnlich hohen Ozonbelastung im südlichen Niederösterreich ist mit dem vorliegenden Datenmaterial nicht möglich.

- Da die Trajektorien, welche am 19.4. die Rax erreichten, Wien überquerten - in Niederösterreich wehte am 19.4. bis 18 Uhr Nord- bis Nordwestwind - , könnte verstärkte photochemische Ozonbildung im Lee von Wien eine Ursache der erhöhten Ozonbelastung gewesen sein, wobei jedoch stets ein deutlicher Konzentrationsgradient zum Boden hin auftrat. Auch in Mödling (70 ppb) und Wiener Neustadt (88 ppb) traten Maximalwerte über dem Belastungsniveau des Weinviertels auf. Die strahlungsreiche, wolkenlose Hochdruckwetterlage könnte trotz relativ niedriger Temperatur derartige Ozonbildung ermöglichen.

- Auf der anderen Seite sprechen mehrere Indizien für die Möglichkeit von Ozontransport aus der Stratosphäre. Als Indikator für den Luftmassentransport von der Stratosphäre in Bodennähe kann die Konzentration der radioaktiven Isotops Beryllium-7 (^7Be) herangezogen werden, welches durch Einwirkung der Kosmischen Strahlung in der Stratosphäre gebildet wird²⁹. In den letzten Jahren lag in Wien im Jahresmittel die ^7Be -Konzentration - diese wird in Form von Wochenmittelwerten bestimmt - bei 3 bis 4 mBq/m³³⁰. Im April erreicht die ^7Be -Konzentration jedes Jahr ihr Maximum, was auf gehäuftes Eindringen stratosphärischer Luft in die untere Troposphäre im Frühling hindeutet; sie lag im April 1996 bei 3,2 bis 8,6 mBq/m³, wobei die außergewöhnlich hohe Be-Konzentration von 8,6 mBq/m³ in der Woche vom 15. bis 22.4. auftrat.

Das Eindringen stratosphärischer Luft in die Troposphäre erfolgt an sog. Tropopausenfaltungen, welche meist im Zusammenhang mit Kaltfronten auftreten, an deren Vorder- und Rückseite die Tropopause (d.h. die Grenzfläche zwischen Tropo- und Stratosphäre, welche über Europa im Frühling in einer Höhe von durchschnittlich 10 km liegt) unterschiedliche Höhe aufweist. Im gegenständlichen Fall könnte dies an der Südseite des über Skandinavien liegenden Tiefdruckgebiets erfolgt sein. Die dreidimensionalen Trajektorien für Ostösterreich für den Zeitraum vom 18. bis 20. April bewegen sich über Südsandinavien ostwärts und biegen über der Ostsee nach Süden ab. Sie zeigen über den Zeitraum von 96 h deutliche Absinkbewegung von ca. 4000 m, was darauf hindeutet, daß das Eindringen stratosphärischer Luft entsprechend früher stattgefunden haben muß.

Eine eingehendere Diskussion dieses Problems findet sich im Bericht „Messungen der Ozonkonzentration auf der Rax, Juni 1995 bis Oktober 1996“, UBA-BE-080.

Auch weiterführende Analysen durch das Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung (Garmisch-Partenkirchen) und das Institut für Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur³¹ konnten keine eindeutige Klärung der Frage bringen, ob die erhöhte Ozonbelastung im südöstlichen Niederösterreich die Folge einer stratosphärischen Intrusion oder photochemischer Ozonbildung in der bodennahen Troposphäre waren.

Neben dem südöstlichen Niederösterreich war am 19.4. Oberkärnten von außergewöhnlich hoher Ozonbelastung betroffen. Bei einem großflächigen Belastungsniveau von 60 bis 70 ppb stieg in Vorhegg zwischen 16.30 und 19 Uhr rasant von 69 auf 97 ppb und pendelte sich ab 22 Uhr um 80 ppb ein; dieses Konzentrationsniveau wurde ab Mitternacht auch auf der Station Gerlitzten erreicht. Parallel zu Vorhegg stieg in Oberdrauburg die Ozon-Konzentration auf 76 ppb. Diesem Konzentrationsanstieg ging die Drehung des Windes (siehe Wetterdaten Villacher Alpe) von Nord auf Südwest voraus. Ozontransport von Südwesten (d.h. Italien) - wie er fallweise bereits in früheren Jahren in Oberkärnten beobachtet wurde - kann somit als Ursache der erhöhten Belastung in Vorhegg identifiziert werden, die sich an den folgenden Tagen fortsetzte.

Am 20.4. stieg die Ozonkonzentration nachmittags in Vorhegg auf 111 ppb, am 21.4. nachmittags 107 ppb, am 22.4. nachmittags 98 ppb.

Parallel dazu war auch an zahlreichen anderen Kärntner Meßstellen eine außergewöhnlich hohe Ozonbelastung festzustellen, so wurden am 20.4. in Ferlach 100 ppb, Hermagor 98 ppb, in Oberdrauburg 97 ppb, in Klagenfurt 93 ppb, in Villach und Obervellach 88 ppb erreicht; am 21.7. in Hermagor 98 ppb, in Oberdrauburg 94 ppb, in Spittal a.d.D. 91 ppb, in Ferlach und St. Andrä 90 ppb, in Klagenfurt und Fürnitz 88 ppb; am 22.4. in Oberdrauburg 86 ppb.

²⁹ Die Meßdaten der ^7Be -Konzentration wurden dem Autor vom Bundesministerium für Gesundheit und Konsumentenschutz, Abt. III/7, Dr. E. Henrich, freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

³⁰ Die Konzentration radioaktiver Stoffe wird in der Aktivitätseinheit Bequerel pro Kubikmeter angegeben.

³¹ Persönliche Korrespondenz mit dem Autor.

Weiters waren auch die südliche Steiermark und das Südburgenland von ungewöhnlich hohen Konzentrationen betroffen. Hier wurden am 20.4. auf dem Rennfeld und in Graz Platte 93 ppb erreicht, in Graz Schloßberg 92 ppb, in Arnfels 90 ppb; am 21.4. in Graz Platte und Graz Schloßberg 102 ppb, in Klösch 100 ppb, in Arnfels und Deutschlandsberg 99 ppb, in Graz West 98 ppb, auf dem Rennfeld und auf dem Masenberg 97 ppb, in Oberwart und Graz Nord 96 ppb, in Weiz 95 ppb, in Hochgöbnitz und Kindberg 94 ppb, in Voitsberg 93 ppb, in Leoben 92 ppb, in Piber 91 ppb; am 22.4. auf dem Rennfeld 94 ppb, in Hochgöbnitz 91 ppb. Gleichzeitig traten auch in Slowenien verbreitet Ozonspitzenwerte über 90 ppb auf.

Diese hohe Belastung fiel mit beständigem sehr starkem Südwestwind zusammen, mit dem sehr trockene, warme Luft nach Südösterreich verfrachtet wurde.

Abbildung 22 zeigt den Verlauf der Ozonkonzentration, der Windrichtung und -geschwindigkeit sowie von Temperatur und Relativer Feuchte in Vorhegg vom 19. bis 22.4.1996. Diese Meßstelle befindet sich in 1020 m Seehöhe an einem Südhang oberhalb des Lesachtales. Nachts wurde jeweils der der lokalen Zirkulation entsprechende Hangabwind (Nordwestwind) beobachtet; bei Sonnenaufgang setzte griff der Taleinwind des Gailtales (Ostwind) zusammen mit dem Hangaufwind bis zur Meßstelle durch, doch setzte sich am 20., 21. und 22.4. ab mittags stets mit der großräumigen Strömung Südwestwind an der Meßstelle durch.

Der Konzentrationsverlauf in Vorhegg zeigt, daß die Ozonkonzentration jeweils nachmittags anstieg, wenn die vertikale Durchmischung der Luft intensiv war und der Südwestwind ins Tal durchgriff. Hingegen sank die Konzentration hier sofort auf 75 bis 85 ppb ab, sobald sich abends die Atmosphäre stabilisierte und der Hangabwind (Nordwestwind) einsetzte. Die Advektion ozonreicher Luft erfolgte somit in einer bodenfernen Luftschicht, die nur nachmittags die Bodenmeßstellen erreichte. Auf der Meßstelle Gerlitzten (1900 m) stieg die Ozonkonzentration nie über 85 ppb, diese Station lag mithin stets oberhalb jener Luftschicht, in der Ozonkonzentrationen von über 100 ppb herangeführt wurden.

In der Südsteiermark war der Konzentrationsverlauf regional sehr einheitlich und läßt sich bei starkem Südwestwind - analog wie in Kärnten - auf großflächigen Ozontransport zurückführen. Stets waren Graz Schloßberg und Platte die höchstbelasteten Meßstellen, was auf leichte zusätzliche Ozonbildung über Graz schließen läßt, die jedoch 5 ppb gegenüber dem Luv der Stadt kaum erreichte.

In Niederösterreich wehte ab dem 19.4. abends durchgehend Südostwind. Ozonferntransport von Süden spielte hier von 20. bis 22.4. ebenso wie im südlichen Österreich die wesentliche Rolle für die hohe Ozonbelastung, die allerdings 100 ppb kaum mehr überschritt.

Im östlichen Niederösterreich wurden am 20.4. maximal 99 ppb auf der Rax, 95 ppb in Forst- hof, 93 ppb in Payerbach erreicht. Am Hermannskogel wurden um 12 Uhr 96 ppb erreicht, was etwas über dem Belastungsniveau unmittelbar im Luv von Wien lag; zufolge der mit 5 bis 7 m/s (Exelberg) relativ hohen Windgeschwindigkeit dürfte regionale Ozonbildung über und im Lee von Wien nur eine geringe Rolle gespielt haben. Nachmittags traten auch nordwestlich von Wien Konzentrationen über 90 ppb auf, so wurden in Irnfritz 96 ppb, im Dunkelsteinerwald 94 ppb gemessen, was gegenüber dem Luv der Stadt eine Konzentrationszunahme von 5 bis 10 ppb bedeutet.

Ein ähnliches Bild stellte sich am 21.4. in Niederösterreich dar, an dem im Südosten - wie in der angrenzenden Steiermark - Konzentrationen von 90 bis 100 ppb erreicht wurden, nämlich 102 ppb in Payerbach, 100 ppb in Forst- hof, 96 ppb in Wiener Neustadt, 95 ppb auf der Rax, 94 ppb in Ternitz, 92 ppb in Eisenstadt. Am Hermannskogel traten maximal 98 ppb auf, nordwestlich von Wien Spitzen von 96 ppb in Tulln und Heidenreichstein, 91 ppb in Streithofen. Am 22.4. ging - bei durchaus ähnlicher Verteilung der Belastung - die Konzentration et-

was zurück, maximal wurden 92 ppb in Payerbach, 91 ppb in Forsthoft, 88 ppb am Hermannskogel, 93 ppb im Dunkelsteinerwald, 91 ppb in Heidenreichstein gemessen. Im westlichen Niederösterreich und in Oberösterreich überstieg die Ozonbelastung vom 20. bis 22.4. 80 ppb kaum.

In Nordtirol erreichte am 19.4. die Ozonbelastung Spitzen um 75 ppb. Der Maximalwert von 96 ppb in Achenkirch Christlumalm könnte - da Nordwind wehte - auf Ozonbildung im Lee von München zurückzuführen sein. Am 20.4. drehte der Wind auch hier auf südliche Richtung, womit auch in Nordtirol und Salzburg Ozonadvektion von Italien her wirksam wurde und Spitzenwerte über 90 ppb auftraten, so am 20.4. 94 ppb auf den Zillertaler Alpen und 92 ppb in Innsbruck Nordkette, am 21.4. 94 ppb auf den Zillertaler Alpen, 93 ppb in Innsbruck Nordkette, 92 ppb am Haunsberg und 90 ppb am Sonnblick.

6.2 31. Mai bis 2. Juni 1996

Wetterlage

Ein flaches Hochdruckgebiet lag am 31.5. über Mittel- und Südeuropa, während sich nördlich der Britischen Inseln ein ausgeprägtes Hochreichendes Tiefdruckgebiet befand, dessen Kaltfront von der Nordsee bis Portugal reichte. In Österreich war das Wetter wolkenlos, es wehte schwacher, meist östlicher Wind. Die Tageshöchsttemperatur lag bei 29°C.

Am 1.6. näherte sich die besagte Kaltfront den Alpen und Deutschland. Der Wind wurde in Österreich stärker, und es trat Quellbewölkung auf, obwohl der Alpenraum noch im Warmsektor des o.g. Tiefdruckgebiets blieb. Mittags lag die Front entlang der Alpennordseite und bog östlich von Salzburg nach Norden ab. Die Tageshöchsttemperatur lag östlich der Kaltfront bei 30°C. Westlich davon wehte schwacher Westwind, hier wurden bis 27°C erreicht.

Am 2.6. erreichte die Kaltfront Österreich und bildete über den Alpen einen kleinräumigen Tiefdruckwirbel; sie kam in den folgenden Tagen über den Ostalpen zum Stehen. Vor der Front wehte mäßiger Südostwind, es war relativ wolkenarm. Die Temperaturen stiegen hier bis 29°C, westlich der Front bis 26°C.

Wettermeldungen von Salzburg und Villacher Alpe

		N	WR	WG	T	RF	RR
Salzburg Flughafen							
31.5.	7.00	5	160	4,2	16	62	
	13.00	4	330	4,2	27	43	
	19.00	5	40	1,4	27	40	
1.6.	7.00	2	150	3,6	19	73	
	13.00	3	330	6,1	26	54	
	19.00	7	250	1,9	22	83	0,3
2.6.	7.00	7	V	0,6	17	91	17
	13.00	4	320	3,1	24	64	
	19.00	6	40	1,9	24	59	

Villacher Alpe

31.5.	7.00	2	270	5,0	11	41	Schneeflecken
	13.00	3	20	1,9	15	48	
	19.00	3	230	3,1	13	64	
1.6.	7.00	2	230	4,7	11	49	Schneeflecken
	13.00	2	230	5,6	15	59	
	19.00	4	230	8,3	12	73	
2.6.	7.00	1	270	1,1	11	60	Schneeflecken
	13.00	3	200	8,6	11	82	
	19.00	2	230	11,9	10	86	

Ozonbelastung

Karte 46 gibt die maximalen HMW der Ozonkonzentration am 1.6. 1996 an.

Abbildung 23 zeigt den Verlauf der Ozonkonzentration an den Meßstellen Salzburg Lehen, Haunsberg und Hochburg-Ach sowie der Windrichtung und -geschwindigkeit in Hochburg-Ach vom 31.5. bis 2.6. 1996.

Schwerpunkte der Ozonbelastung während dieser Episode waren Oberkärnten sowie das nördliche Salzburg und westliche Oberösterreich.

In Kärnten erreichten am 31.5. Vorhegg und Fürnitz Spitzenwerte über 80 ppb. Am 1.6. stieg hier die Ozonkonzentration von morgens bis zum späten Abend kontinuierlich an, wobei in Vorhegg maximal 113 ppb (20 Uhr), in Oberdrauburg 97 ppb, in Fürnitz 96 ppb, in Hermagor 86 ppb registriert wurden. Die 1900 m hoch gelegene Meßstelle Gerlitzten hingegen erreichte lediglich 77 ppb. Ähnlich der Episode vom 19. bis 22. April kann Ozonfernttransport aus Italien mit dem starken Südwestwind, welcher in Kärnten wehte, für die ungewöhnlich hohe Belastung verantwortlich gemacht werden. Bis zum Morgen sank am 1.6. wie am 2.6. an allen Kärntner Meßstellen die Ozonkonzentration. Am 2.6. wurden in Vorhegg nochmals maximal 93 ppb registriert, in Hermagor 94 ppb, in Fürnitz 86 ppb.

Im nördlichen Salzburg und im westlichen Oberösterreich wurden am 31.5. in Hochburg-Ach und am Haunsberg Konzentrationen über 90 ppb erreicht. Zu dieser Zeit wehte hier schwacher westlicher Wind, der ab 16 Uhr über Nord auf Südost drehte. Daher kann regional verstärkte Ozonbildung in der Abgasfahne von München als Ursache der erhöhten Belastung identifiziert werden, ebenso am folgenden Tag, an welchem tagsüber der westliche bis nordwestliche Wind auffrischte (bis 5 m/s). Die oben genannte Kaltfront hatte zu dieser Zeit Salzburg bereits überquert, das betrachtete Gebiet lag schon in einer Luftmasse maritimen Ursprungs. Am 1.6. wurden zwischen 15 und 16 Uhr am Haunsberg 101 ppb gemessen, in Salzburg Herrnau 96 ppb, in Salzburg Lehen und Hochburg-Ach 90 ppb. Mit bis zu 89 ppb war die Konzentration auch in St. Koloman und St. Johann i.P. außergewöhnlich hoch. Offenbar kam es über Südbayern auch nach dem Frontdurchgang noch zu starker regionaler Ozonbildung.

Relativ hoch war die Ozonkonzentration - nach dem Frontdurchgang - auch in Oberösterreich mit Spitzen von 87 ppb in Traun und Grünbach., 86 ppb in Grundlsee und 85 ppb in Kufstein.

Vergleichsweise niedrig war sie hingegen in Niederösterreich, in dessen westlichen Regionen maximal 77 ppb (St. Valentin, Kollmitzberg) gemessen wurden, während im Osten im Flachland 50 bis 60 ppb und im Gebirge 68 ppb (Rax, Payerbach) erreicht wurden.

Am 2.6. ging die Ozonbelastung im Norden und Nordosten Österreichs zufolge der stärkeren Bewölkung und der Niederschläge, die in der Nacht gefallen waren, auf zumeist unter 70 ppb zurück. Starker Südwestwind führte nach wie vor in Kärnten zu hohen Belastungen, aber auch in der Südsteiermark wurden mit bis zu 89 ppb (Arnfels, Deutschlandsberg, Rennfeld) ungewöhnlich hohe Konzentrationen gemessen.

6.3 8. bis 12. Juni 1996

Wetterlage

Vom 8. bis 12.6. war das Höhendruckfeld (500 hPa) von einem Hoch mit Kern über dem Balkan und mäßiger Südwestströmung über dem Alpenraum gekennzeichnet. Am Boden herrschte sehr flache Luftdruckverteilung, wobei großräumig Südwestströmung überwog, mit der feuchte und sehr warme Luftmassen nach Mitteleuropa verfrachtet wurden.

Am 8.6. erstreckte sich - ausgehend von einem hochreichenden Tiefdruckgebiet über dem Nordatlantik - eine komplexe Frontalzone von Norwegen bis Spanien. Über Österreich war es wolkenlos mit Tageshöchsttemperaturen bei 32°C. Das Windfeld zeigte Umströmung der Alpen im Gegenuhrzeigersinn.

Vom 9. bis 11.6. lag eine Luftmassengrenze an der Alpennordseite und über dem östlichen Mitteleuropa, wobei es am Alpennordrand zu kleinräumiger Tiefbildung kam. Südöstlich der Luftmassengrenze wehte Süd- bis Südostwind, nordwestlich davon Westwind. Insgesamt war es infolge des Hochdruckeinflusses eher wolkenarm; die Luftmassengrenze war nicht mit frontaler Bewölkung verbunden. Während es in der sehr feuchten Luft nordwestlich der Luftmassengrenze zu starker Gewitterbildung und teilweise sehr intensiven Niederschlägen kam, war es an ihrer Südostseite trocken. Die Tageshöchsttemperatur lag am 9.6. im Südosten bei 31 °C, nordwestlich der Luftmassengrenze bei 25 bis 28°C.

Am 10.6. verstärkte sich von Westen her der Hochdruckeinfluß über Mitteleuropa wieder. Advektion sehr feuchter und warmer Luft führte über weiten Teilen Mitteleuropas zu starker Gewitterbildung. Am 10.6. wehte zeitweise auch südöstlich der relativ stationären o.g. Luftmassengrenze Nordwind; d.h., die Alpen wurden von Nordwesten her umströmt. Die Tageshöchsttemperaturen lagen um 29°C.

Am 11.6. lag nach wie vor eine Luftmassengrenze am Alpennordrand und dem Weinviertel. Südöstlich von dieser wehte schwacher Südwestwind, nordwestlich von ihr Nordwestwind. Die Advektion warmer, feuchter Luft von Südwesten hielt an; über weiten Teilen Mitteleuropas gab es starke Gewitterbildungen und intensive Niederschläge. Die Tageshöchsttemperatur lag um 29°C.

Am 12.6. erreichte eine komplexe Frontalzone Nordwestdeutschland, die mit dem Eindringen von Kaltluftmassen verbunden war. In Österreich herrschte noch Hochdruckwetter mit schwachem Wind und Tageshöchsttemperaturen bei 31°C. Es bildete sich jedoch teilweise starke Quellbewölkung, fallweise gab es Regenschauer.

Wettermeldungen von Wien und Villacher Alpe

		N	WR	WG	T	RF	RR
--	--	---	----	----	---	----	----

Wien

8.6.	7.00	0	130	1,4	21	81	
	13.00	1	150	4,7	29	54	
	19.00	0	140	3,6	27	52	
9.6.	7.00	0	70	1,1	22	76	
	13.00	2	90	1,4	30	59	
	19.00	6	350	1,4	26	71	
10.6.	7.00	0	280	1,1	24	67	
	13.00	3	20	1,9	29	60	
	19.00	5	10	1,9	27	65	
11.6.	7.00	6	290	1,9	23	76	
	13.00	2	20	3,1	29	63	
	19.00	7	360	1,4	24	73	
12.6.	7.00	0	290	1,1	24	71	
	13.00	1	340	2,5	30	46	
	19.00	5	10	5,0	23	63	Spuren

Villacher Alpe

8.6.	7.00	0	230	7,2	13	32	Schneeflecken
	13.00	1	230	5,6	16	45	
	19.00	1	230	7,2	15	57	
9.6.	7.00	1	50	2,5	14	63	Schneeflecken
	13.00	1	230	4,7	16	54	
	19.00	4	230	5,0	15	77	
10.6.	7.00	0	50	5,6	14	86	Schneeflecken
	13.00	4	230	4,2	16	72	
	19.00	6	230	6,1	15	68	

Ozonbelastung

Karte 47 gibt die maximalen HMW der Ozonkonzentration am 9.6. 1996 an, Karte 48 am 11.6. 1996.

Abbildung 24 zeigt den Verlauf der Windrichtung und -geschwindigkeit in Illmitz und am Exelberg sowie der Temperatur in Illmitz vom 8. bis 12.6. 1996, Abbildung 25 zeigt den Verlauf der Ozonkonzentration in Illmitz, am Hermannskogel, in Wien Stephansplatz, Wien Hohe Warte und Klosterneuburg.

Schwerpunkt der Ozonbelastung in Österreich war vom 8. bis 10. Juni Oberkärnten, vom 9. bis 12. Juni Wien, das östliche Niederösterreich und das Nordburgenland. Hier war vom 9. bis 11.6. die Vorwarnstufe laut Ozongesetz aufrecht.

In Vorhegg stieg die Ozonkonzentration am 8.6. ab 15 Uhr von ca. 65 ppb auf 99 ppb (20.30 Uhr); an anderen Kärntner Meßstellen wurden maximal 70 bis 75 ppb registriert. Am folgenden Tag stieg das Konzentrationsniveau generell an, auf der Gerlitzten wurden 78 ppb erreicht, in Vorhegg hingegen 103 ppb. Weitere hoch belastete Stationen waren u.a. Hermagor (88 ppb), Ferlach (87 ppb) und Klagenfurt Kreuzbergl (86 ppb). Auch in der Südsteiermark waren am 8. und 9.6. die Ozonwerte sehr hoch. Am 8.6. wurden in Kindberg 90 ppb, in Deutschlandsberg 81 ppb erreicht, am 9.6. in Arnfels 89 ppb, auf der Stolzalpe 85 ppb, in Kindberg, Deutschlandsberg und Hochgöbnitz 82 ppb.

Da starker Südwestwind wehte, kann - wie schon bei den früheren Ozonepisoden in Südösterreich - Ozonfernttransport von Südwesten als Ursache der erhöhten Belastung identifiziert werden.

Am 10.6. trat stärkere Bewölkung auf. Die Ozonbelastung ging zurück und erreichte in Klagenfurt noch 87 bzw. 83 ppb, auf dem Rennfeld 81 ppb, Vorhegg, Kindberg und Voitsberg noch 80 ppb. Derartige Maximalkonzentrationen wurden auch am 11. und 12.6. hier registriert.

Im Raum Wien und im östlichen Niederösterreich war die Ozonbelastung am 8.6. bei starkem Südostwind (beständig 7 m/s am Exelberg) mit Spitzen um 70 ppb relativ gering. Allerdings konnte im Waldviertel die „Ozonfahne“ von Wien beobachtet werden: am Hermannskogel wurden 69 ppb erreicht, in Irnfritz 81 ppb, in Heidenreichstein 86 ppb.

Am 9.6. flaute der Wind im Raum Wien morgens ab (3 bis 4 m/s am Exelberg), drehte kurzzeitig auf West und dann über Süd auf Ost. Über Wien kam es bereits vormittags zu rasanter Ozonbildung, auf der Hohen Warte wurden um 10.30 Uhr 102 ppb erreicht, am Stephansplatz um 11 Uhr; in Wien Laaer Berg erreichte die Konzentration mittags 93 ppb, in Wien Lobau 86 ppb. Diese relativ begrenzte „Ozonwolke“ verlagerte sich nachmittags Nordwestwärts und führte um 15 Uhr am Hermannskogel zum Konzentrationsanstieg auf 103 ppb und in Klosterneuburg auf 96 ppb. Maximal wurden auf der Hohen Warte 109 ppb, am Stephansplatz 112 ppb (HMW) gemessen. Diese beiden Stationen waren verantwortlich für die Ausrufung der Vorwarnstufe.

Die erhöhte Ozonbelastung blieb jedoch auf den engen Bereich der genannten Meßstellen beschränkt. Sonst wurden in Niederösterreich relativ einheitlich Spitzenkonzentrationen von 70 bis 75 ppb gemessen.

Am 10.6. - der mit maximal 31,2 °C in Wien der wärmste Tag des Jahres 1996 war - drehte der Wind im Raum Wien auf Nordwest. Die Ozonkonzentration erreichte im Großteil Niederösterreichs Spitzen um 75 ppb (maximal 82 ppb im Luv von Wien auf dem Hermannskogel), doch konnte deutlich die „Ozonfahne“ Wiens im Südosten der Stadt beobachtet werden. Um 13 Uhr erreichte Illmitz einen maximalen HMW von 106 ppb, in Wiesmath wurden 94 ppb, Payerbach 91 ppb, in Wiener Neustadt 90 ppb, auf der Rax 86 ppb gemessen.

Bei weitgehend gleichbleibender Wetterlage war am 11.6. ein ähnliches Belastungsbild mit maximal 113 ppb in Illmitz (13 Uhr), 96 ppb in Eisenstadt, 83 ppb in Wien Lobau zu beobachten. Im Wiener Becken lag die Maximalkonzentration - wie im Großteil Niederösterreichs - bei 70 bis 75 ppb.

Auch am 12.6. lag bei anhaltendem Nordwestwind das Nordburgenland noch im Lee von Wien. Maximal wurden in Illmitz 100 ppb, in Eisenstadt 90 ppb gemessen. Ansonsten lagen die Maximalkonzentrationen in Niederösterreich bei 75 bis 80 ppb (maximal 85 ppb in St. Leonhard).

Die Konzentrationszunahme im Lee von Wien (jeweils auf der maximalen Konzentration im Luv und Lee abgeschätzt) lag somit am 10. und 12.6. bei ca. 25 ppb, am 11.6. bei 35 ppb.

Ein weiterer Belastungsschwerpunkt war das nördliche Salzburg und westliche Oberösterreich sowie das untere Inntal. Hier kann Ozonimport aus Deutschland, vermutlich zufolge verstärkter Ozonbildung in der Abgasfahne von München, für die erhöhte Belastung verantwortlich gemacht werden.

Am 8.6. wurden am Haunsberg³² maximal 93 ppb, in Kufstein 90 ppb, in Hochburg-Ach 85 ppb gemessen, am 9.6. am Haunsberg 83 ppb, am 10.6. am Haunsberg 85 ppb, am 11.6. am Haunsberg 88 ppb, am 12.6. am Haunsberg 84 ppb, in Hochburg-Ach, Salzburg Lehen und Hallein 81 ppb.

³² Die Ozonwerte von Haunsberg sind möglicherweise (um ca. 5 ppb) zu hoch, wurden aber in der vorliegenden Höhe vom Meßnetzbetreiber publiziert.