

Witterungsspiegel 1991 für die Steiermark (unter besonderer Berücksichtigung von Graz)

Von Reinhold LAZAR, Gerhard Karl LIEB und Dieter PIRKER
Mit 8 Abbildungen und 3 Tabellen (im Text)

Angenommen am 22. April 1992

Erstmals seit 1987 waren die Jahresmittel der Temperatur in weiten Teilen der Steiermark wieder unternormal, und zwar bis zu 0.5° , nur an einigen obersteirischen Stationen wurden die langjährigen Mittel auch erreicht. Fast in der gesamten Steiermark wurden überdurchschnittliche Niederschlagsmengen registriert, wobei die Abweichungen meist 10 bis 20, im Einzelfall (Admont) auch rund 50% betragen. Die Abweichungen der relativen Sonnenscheindauer gingen in negative Richtung, überschritten aber 5% kaum.

Die Monate Jänner und Februar waren in allen Landesteilen sehr sonnenscheinreich und niederschlagsarm, der Jänner war dabei normal bis übernormal temperiert, der Februar hingegen überall viel zu kalt. In scharfem Gegensatz dazu stand der März mit den größten positiven Temperaturabweichungen aller Monate dieses Jahres, zugleich setzte in diesem Monat trübe, vorherrschend zyklonale Witterung ein, die das ganze Frühjahr anhalten sollte. Höhepunkt davon war der um wenigstens 2° zu kalte Mai, der auch als erster Monat an allen Stationen deutlich zu große Niederschlagsmengen, die noch bis in die montane Stufe herab häufig als Schnee fielen, brachte. War der Juni noch etwas zu kühl, so begann mit der Hitze-welle Anfang Juli ein ausgesprochen warmer, wenn auch regional etwas trüber und gewitterreicher Sommer, dem wenigstens von den Temperaturverhältnissen her auch noch der September vorbehaltlos zugezählt werden kann. Die Aufeinanderfolge der drei stark überdurchschnittlich temperierten Monate ergab im gesamten einen der wärmsten Sommer der letzten Jahrzehnte. Demgegenüber blieben Oktober, November und Dezember wieder überwiegend zu kalt, wobei sich in den Gebirgslagen bereits Mitte Oktober die Winterschneedecke aufbaute. Der Oktober selbst wies noch ein Niederschlagsdefizit auf, der November hingegen war in allen Landesteilen, der Dezember in der Obersteiermark (im Nordstaugebiet besonders ausgeprägt) überaus niederschlagsreich, zugleich aber bei der Sonnenscheindauer nicht benachteiligt.

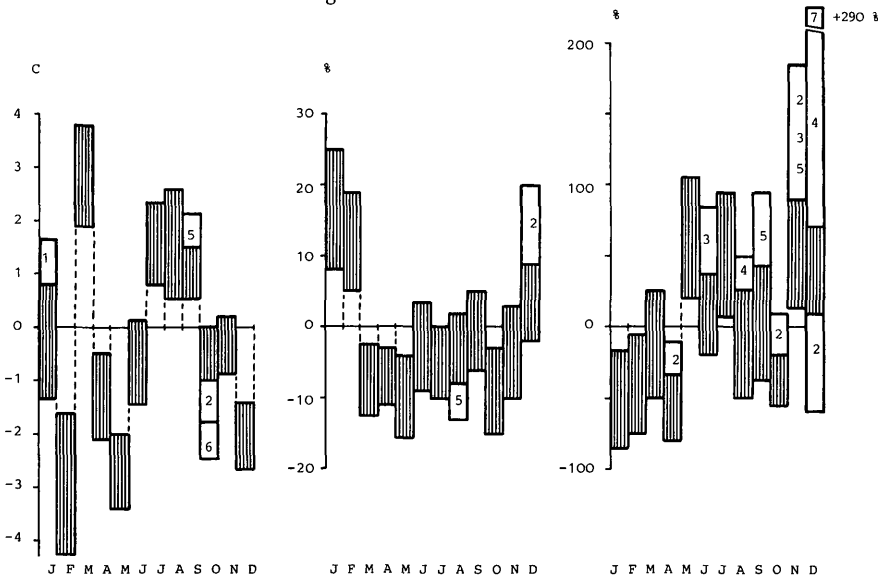
Hauptgrundlage des Witterungsspiegels waren die von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien herausgegebenen täglichen Wetterkarten und die zugehörigen Monatsübersichten der Witterung in Österreich. Für die Starkniederschläge wurden darüberhinaus unpublizierte Daten der Hydrographischen Landesabteilung, für die Luftgütesituation solche des Immissionschutzreferates der Steiermärkischen Landesregierung und bei den Ernteerträgen Informationen der Kammer für Land- und Forstwirtschaft verwendet. Im folgenden werden zuerst die einzelnen Monate hinsichtlich ihres Witterungsablaufes beschrieben, wobei

jeweils auch die Luftgütesituation – schwerpunktmäßig auf Graz bezogen – zur Sprache kommt; die dabei angegebenen Abweichungen der Klimatelemente (vgl. auch Abb.1) beziehen sich jeweils auf die Periode 1951-80. In speziellen Kapiteln werden schließlich noch ausgewählte Starkregeneignisse behandelt und Übersichten über die lufthygienische Situation, die witterungsbedingten Ernteerträge sowie die witterungsbezogene Berichterstattung in den Medien gegeben.

Jänner

- 1.– 7. Eine **Westströmung** steuert feuchte und milde Atlantikluft heran, wodurch sich in der Steiermark überwiegend trübe und milde Witterung einstellt; im Norden gibt es vereinzelt an eingelagerte Fronten gebundenen, mäßig ergebigen Niederschlag.
- 8.–11. Bei vorherrschend **südwestlichen** Strömungskomponenten geht die Niederschlagsneigung zurück, die Temperaturen bleiben aber weiterhin für die Jahreszeit zu hoch (10.: Lobming 13°).
- 12.–14. **Tiefdruck** in Verbindung mit Kaltluftadvektion führt verbreitet zu Niederschlag, wobei die Schneefallgrenze bis in die Tallagen sinkt.
- 15.–31. Unter **Hochdruckeinfluß** herrscht kaltes winterliches Schönwetter, wobei vor allem in den schneebedeckten inneralpinen Tallagen strenge Fröste registriert werden (17.: Oberwölz -18°). Im Vorland stellt sich vor allem in der letzten Monatsdekade wiederholt Hochnebel ein, auf den Bergen ist es zeitweise relativ mild.

Abb. 1: Der Witterungsverlauf im Jahre 1991, dargestellt durch die Abweichungen der Monatsmittel von Temperatur und relativer Sonnenscheindauer sowie der Monatssummen des Niederschlags von den Mittelwerten 1951-80.



Anmerkungen: Die schraffierten Bereiche umfassen die Schwankungsbreite der aufgetretenen Abweichungen; darüber hinausgehende Werte in bestimmten Teillandschaften sind mit Ziffernsymbolen gekennzeichnet: 1 = Vorland und Gebirge, 2 = Vorland, 3 = Murtal zw. Bruck u. Judenburg, 4 = Nordalpenraum, 5 = östliches Randgebirge, 6 = Mittelgebirgslagen, 7 = Raum Admont.

Die Temperaturen des Jänner wiesen an den meisten Stationen leicht positive Abweichungen auf, besonders im Vorland und in den Gebirgslagen; deutlich negative Abweichungen gab es nur in den Tälern des Alpeninneren, die in der antizyklonalen zweiten Monatshälfte bei Schneebedeckung regelmäßig von starken Strahlungsfrösten betroffen waren. Die relative Sonnenscheindauer lag, ebenfalls als Wirkung der zweiten Monatshälfte, über den Erwartungen, die Niederschlagsmenge hingegen deutlich darunter.

Bezüglich der Schadstoffverläufe zeigte der Jänner in Graz zwei Belastungsschwerpunkte. In der ersten Monatshälfte bestimmten die Stickstoffoxide ein überdurchschnittliches Konzentrationsniveau, wobei die Zeitspanne zwischen 9. und 12. durch erhöhte Belastungen gekennzeichnet war. Mit einsetzendem Niederschlag, der durch einen Tiefdruckkomplex über Italien ausgelöst wurde, erfolgte um den 14. ein Rückgang der Schadstoffwerte. In der zweiten Monatshälfte ergaben sich neben einem erneuten Stickstoffdioxidanstieg auch durch Schwebstaub zwischen dem 18. und 21. erhöhte Konzentrationen. Der tagesperiodische Belastungshöhepunkt trat überwiegend am Vormittag auf, da die Erwärmung bei fehlender Schneedecke für größere Mischungsschichthöhen ausreichte und somit am Nachmittag bessere Ausbreitungsbedingungen gegeben waren. Die Luftgütesituation in Graz stellte sich im Vergleich zum Jänner 1990 als wesentlich günstiger dar.

Februar

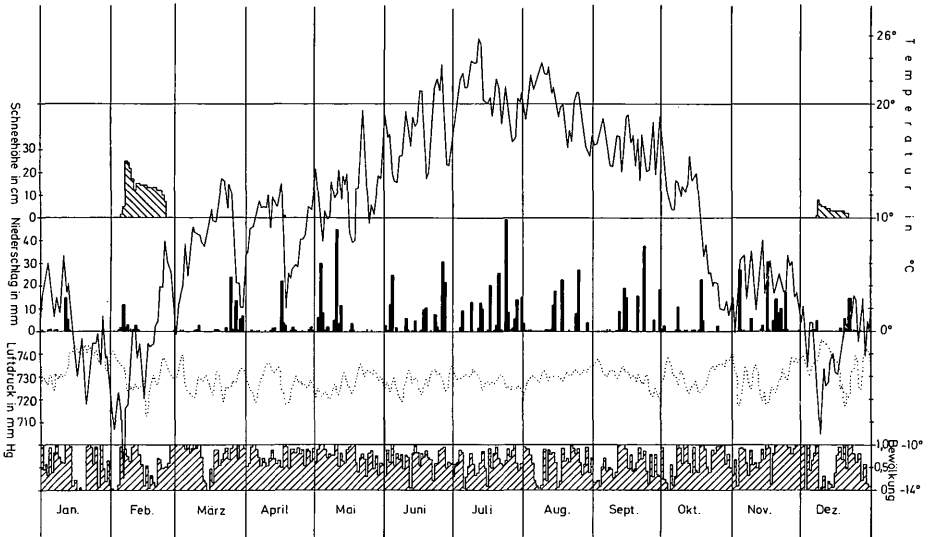
- 1.– 6. Ein **Hochdruckgebiet** mit Kern über Fennoskandien verursacht sonnige, aber außerordentlich kalte Witterung (6.: Schöckl -23°).
- 7.– 9. Ein **Tiefdruckkomplex** über dem Mittelmeerraum bringt verbreitet Schneefälle mit 20–30 cm Neuschneehöhe, die am 9. unter schwachem Zwischenhocheinfluß aufhören.
- 10.–16. Weiter anhaltende **Tiefdrucktätigkeit** bringt zwischen 10. und 12. dem Gebiet südlich, am 16. dem Gebiet nördlich des Alpenhauptkammes Schneefälle von ähnlicher Ergiebigkeit wie am 7./8.; zwischen 13. und 15. stellt sich Wetterberuhigung ein, und in den Tallagen kommt es erneut zu strengen Frösten (15.: Otternitz -27°).
- 17.–28. Vorherrschender **Hochdruckeinfluß** ruft überwiegend sonniges und ab etwa 20. auch mildes Wetter hervor, besonders ab 23. wird es in allen Höhen durch Warmluftadvektion außerordentlich mild (24.: Oberwölz 17°). Am 27./28. wird etwas kühlere und feuchtere Luft herangeführt, wodurch es am Monatsende wieder zu stärkerer Bewölkung kommt.

Trotz der Milde in der letzten Monatsdekade, die aber zu kurz andauerte, blieb der Februar an allen Stationen stark untertemperiert, wobei die negativen Abweichungen bis zu mehr als 4° betragen. Sonnenscheindauer und Niederschlagsmengen wichen ähnlich wie im Vormonat, allerdings mit etwas geringeren Beträgen, von den Normalwerten ab, wofür in beiden Fällen die starke Dominanz antizyklonaler Wetterlagen verantwortlich ist.

Der Belastungshöhepunkt durch Luftschadstoffe in Graz fiel in den Zeitraum zwischen 12. und 21. des Monats. Mit der genannten Tiefdrucktätigkeit erfolgte an der Rückseite eines Troges ab 12. das Einströmen polarer Kaltluft, die einen spürbaren Temperaturrückgang bewirkte. Damit in Zusammenhang war ein Ansteigen der Schwefeldioxidkonzentrationen durch vermehrte Hausbrandtätigkeit immis-sionsseitig zu beobachten. Das ab dem 17. dominierende Hoch bewirkte Sonnen-

scheinreichtum, welcher die luftchemische Bildung von Stickstoffdioxid verstärkte. In der Steiermark konnte ein für diese Jahreszeit ungewöhnlich hoher Ozongehalt der bodennahen Luftschichten registriert werde. Erst im Verlauf des 22. ergab sich durch einsetzenden Luftmassenwechsel die Beendigung dieser lufthygienischen Belastungsphase, die den Februar zu dem am stärksten belasteten Monat des Winters 1990/91 machte.

Abb. 2: Jahresgang der wichtigsten Klimaelemente an der Station Graz/Universität (366,5 m) für das Jahr 1991.



Anmerkungen: Temperatur (durchgezogene Linie), Luftdruck (punktierte Linie) und Bewölkung (schraffierte Stäbe unten) gelten jeweils für die einzelnen Tagesmittel. Vom Niederschlag (dunkle Stäbe) werden jeweils die um 7 Uhr des Folgetages gemessenen Tagessummen angegeben, wobei die Punkte Tagesmengen unter 1,0 mm bedeuten. Die Schneehöhen (schraffierte Stäbe oben) stellen einmalig um 7 Uhr gemessene Werte dar.

März

- 1.- 4. Schwacher **Hochdruckeinfluß** bewirkt wolkige, aber niederschlagsfreie und mäßig milde Witterung.
- 5.-12. Vorherrschend **südliche Strömungsrichtungen** rufen Föhn im Norden bzw. Jauk im Vorland mit entsprechend hohen Temperaturen hervor (meist 17-18°). Ab dem 10. fällt durch eingelagerte Störungen etwas Niederschlag.
- 13.-17. **Hochdruck** verursacht sonnige Witterung. Bei noch häufigen leichten Morgenfrösten ist es tagsüber sehr mild (16.: Hieflau 23°).
- 18.-19. Ein **Trogdurchgang** beendet mit Niederschlägen (18.: Bad Aussee 30 mm) und Advektion kühlerer Luft den vorangegangenen warmen Witterungsabschnitt.
- 20.-24. Eine **Südwestströmung** führt erneut warme und z. T. feuchte Luft heran, wodurch sich eher unbeständiger Witterungscharakter mit hohen Temperaturen (24.: verbreitet 20°) einstellt.

25.–31. Rege **Tiefdrucktätigkeit** läßt die wechselhafte Witterung andauern, doch sinkt die Temperatur ab 27. durch Kaltluftadvektion deutlich. An mehreren Tagen kommt es verbreitet zu Niederschlägen (25.: Viel 38 mm), die am 27./28. bis in die Tallagen in Form von Schnee fallen. Am 31. bewirkt eine Rückseitenströmung Wetterberuhigung.

Der März war an allen Stationen wesentlich (in der Regel um mehr als 2°) zu warm, am wenigsten noch im Vorland. Zugleich blieb aber die relative Sonnenscheindauer hinter den Erwartungen zurück, während die Niederschläge die Normalwerte weithin erreichten – nur wenige Stationen zeigten deutlich negative Abweichungen (z. B. Hieflau).

Abgesehen vom Ozon verzeichneten die Immissionsmeßstationen einen Rückgang der Schadstoffkonzentrationen gegenüber dem Vormonat. Der März kann somit als lufthygienisch mäßig belastet beurteilt werden.

April

- 1.– 3. **Hochdruck** ruft trockene und überwiegend milde Witterung hervor.
- 4.– 9. Ein **Tiefdruckgebiet**, am 6. mit Kern über Italien, verursacht Abkühlung und wenig ergiebige Niederschläge. An seiner Rückseite stellt sich eine kühle Nordwestströmung (mit Nordföhn im Vorland) ein.
- 10.–16. Unter schwachem **Hochdruckeinfluß** herrscht wechselhaftes Wetter, bei labiler Luftschichtung kommt es wiederholt zu wenig ergiebigen Niederschlägen, das Temperaturniveau ist relativ hoch (16.: Leibnitz 22°).
- 17.–19. Eine mächtige **Tiefdruckrinne** mit Sekundärtiefbildung im Süden und Kaltluftadvektion bewirkt einen markanten Temperatursturz und recht ergiebige Niederschläge, die bis in die Täler herab als Schnee fallen.
- 20.–25. **Nördliche bis nordwestliche Strömungen** gestalten den Wetterablauf unbeständig und sehr kühl, in allen Landesteilen treten Fröste auf (20.: Bad Mitterndorf –6°, Schöckl –8°).
- 26.–30. **Tiefdrucktätigkeit**, deren Kern sich nach Mitteleuropa verlagert, ruft weiterhin wolkige und kühle Witterung (erst der 30. ist etwas milder) mit hoher Schauerneigung hervor.

Im Mittel war der April an allen Stationen deutlich zu kalt, obwohl die erste Monathälfte überwiegend übernormal temperiert war. Die Sonnenscheindauer war ähnlich wie im Vormonat zu gering, ebenso die Niederschlagsmenge, was sich aus den nur geringen Niederschlagsintensitäten der Schauer in der zweiten Monathälfte erklärt.

In den Übergangsjahreszeiten spielen naturgemäß die Luftschadstoffkonzentrationen nur eine untergeordnete Rolle, und entsprechend ergaben sich auch im April erwähnenswerte Belastungen nicht. Aus immissionsklimatischer Sicht von Interesse war aber die Schwefeldioxid-Fernverfrachtung am 19., als aus dem nordöstlichen Mitteleuropa vorbelastete Luftpakete in die Steiermark geführt wurden. Dieses Ereignis zeigte sich sehr deutlich an den Höhenstationen in den „Reinluftgebieten“ (z. B. Grundsee 954 m, Rennfeld 1919 m), blieb aber in den Ballungsräumen infolge der höheren Grundbelastung relativ unbedeutend.

Tab. 1: Jahresübersicht der meteorologischen Beobachtungen an der Station Graz/Universität (366,5 m) für das Jahr 1991

	Temperaturen in °C									Sonnenscheindauer		Bewölkung in Zehnteln	relative Luftfeuchtigkeit in %
	mittl. tägl. Maximum	mittl. tägl. Minimum	aperiodische Tagesschwankg.	Monatsmittel	Abweichung von 1951-80	absolutes Maximum	Tag	absolutes Minimum	Tag	Monatssumme in Stunden	Stunden pro Tag		
Jan.	4,2	-3,7	7,9	-0,6	1,1	12,3	4.	-9,8	18.	115	3,7	5,7	82
Feb.	3,2	-6,8*	10,0	-2,8*	-3,4*	13,5	24./25	-16,5*	6.	139	5,0	5,4*	80
Mrz.	12,2	3,3	8,9	6,9	<u>2,4</u>	19,5	24.	-1,2	1.	84	2,7	<u>7,9</u>	84
Apr.	14,4	3,8	10,6	8,4	-1,1	20,5	16.	-1,6	20.	156	5,2	7,5	73
Mai	17,2	7,1	10,1	11,9	-2,1	25,8	22.	3,3	25.	188	6,1	7,4	67*
Juni	23,3	11,9	<u>11,4</u>	17,3	-0,4	29,3	16.	6,4	6.	221	7,4	6,8	80
Juli	<u>26,1</u>	<u>15,3</u>	10,8	<u>20,2</u>	1,3	<u>32,6</u>	12.	8,9	1.	<u>237</u>	<u>7,6</u>	6,1	78
Aug.	24,5	15,2	9,3	19,2	1,1	29,6	9.	<u>9,3</u>	30.	212	6,8	6,2	81
Sept.	21,6	11,0	10,6	15,3	0,7	25,8	5.	7,4	24.	192	6,4	5,4*	87
Okt.	12,7	5,2	7,5	8,1	-1,3	19,8	7.	-2,3	30.	120	3,9	6,7	86
Nov.	7,9	1,4	6,5*	4,0	-0,1	15,0	13.	-4,7	2.	71*	2,4*	7,7	<u>90</u>
Dez.	2,4*	-4,6	7,0	-1,8	-1,5	6,8*	24.	-14,6	10.	114*	3,7	5,4*	87
Jahr Mittel 1951-80	14,1	4,9	9,2	8,8	-0,3	32,6		-16,5		1849	5,1	6,5	81
	13,5	5,3	8,3	9,1		31,3		-14,3		1822	5,0	6,4	75

Anmerkungen zu Tab. 1 und 2: Die mit * versehenen Werte sind die jeweiligen Tiefst-, die fettgedruckten und unterstrichenen die jeweiligen Höchstwerte.

Tab. 2: Fortsetzung von Tabelle 1

	Niederschlag				Tage mit			max. Schneehöhe in cm	Gewittertage	heitere Tage	trübe Tage	Frostrage	Eistage	Sommertage	Nebeltage
	Monatssumme in mm	% des Mittels 1951-80	maximale Tagessumme	Tag	Niederschlag über 0,1 mm	Schneefall	Schneedecke								
Jan.	24*	83	15,4	12.	8*	2	-	-	-	7	12	<u>25</u>	5	-	4
Feb.	24*	67*	11,9*	6.	9	9	<u>20</u>	<u>25</u>	-	8	7	<u>25</u>	<u>8</u>	-	1
Mrz.	61	142	24,2	25.	13	4	-	-	-	3	21	3	-	-	8
Apr.	40	69	22,0	16.	12	4	2	1	3	-	13	2	-	-	2
Mai	113	130	45,2	10.	13	-	-	-	4	-	14	-	-	1	-
Juni	137	111	30,9	26.	16	-	-	-	7	1	10	-	-	11	-
Juli	<u>189</u>	143	<u>48,7</u>	24.	<u>18</u>	-	-	-	<u>13</u>	2	9	-	-	<u>22</u>	-
Aug.	97	89	26,7	25.	14	-	-	-	7	5	11	-	-	13	-
Sept.	122	139	37,5	23.	11	-	-	-	4	4	6*	-	-	1	2
Okt.	48	67*	22,6	18.	12	-	-	-	1	3	14	5	-	-	3
Nov.	123	<u>228</u>	31,1	16.	13	-	-	-	1	2	19	9	-	-	-
Dez.	32	80	14,4	22.	10	7	17	8	-	<u>8</u>	9	<u>25</u>	4	-	5
Jahr Mittel 1951-80	1010	115	48,7		149	26	39	25	40	43	145	94	17	48	26
	865		52,6		142	27	54	24	36	37	140	99	25	43	46

Mai

- 1.– 7. Eine Folge von **Tiefdruckgebieten** mit Zentren über dem Mittelmeerraum oder Mitteleuropa macht den Wettercharakter kühl und niederschlagsreich, wobei der 3. als Hauptniederschlagstag in Erscheinung tritt (Alpl 51 mm).
- 8.– 9. Unter **Zwischenhocheinfluß** kommt es kurzfristig zu Wetterberuhigung und geringer Erwärmung.
- 10.–12. Ein weiteres **Tiefdruckgebiet**, dessen Kern sich zu den Alpen verlagert, ruft bei wieder tieferen Temperaturen sehr ergiebige Niederschläge hervor, wobei am 10. an einem Gros der Stationen mehr als 30 mm registriert werden (Pleschkogel 66 mm, Murau 63 mm, Trahütten 54 mm).
- 13.–14. Bei einem schwachen **Zwischenhoch** lockert die Bewölkung auf; in exponierten Lagen herrscht noch Morgenfrost, doch steigen die Temperaturen tagsüber bis nahe 20° an.
- 15.–19. Nach erneutem Einfließen von Kaltluft aus Norden bewirkt eine kräftige **Tiefdruckrinne** wiederum ergiebige Niederschläge, die bis etwa 1000 m herab in Form von Schnee fallen (17.: Kirchenlandl 69 mm, Bad Radkersburg 57 mm; 19.: Eisenerzer Ramsau 57 mm).
- 20.–28. **Nordwestliche bis nördliche Strömungsrichtungen** gestalten den Witterungscharakter weiterhin wolkig und regnerisch, wobei es bis 23. mild (22.: Leibnitz 27°), danach durch Kaltluftzufuhr wiederum sehr kühl ist; ergiebige Niederschläge gibt es vor allem im Nordstau.
- 29.–31. Am Monatsende hören unter **Hochdruckeinfluß** die Niederschläge auf, und die Temperaturen steigen nach Bewölkungsauflockerung deutlich an.

Mit einer negativen Abweichung der Monatsmitteltemperatur von 2.7° im Mittel aller hier verwendeten Stationen war der Mai einer der kältesten dieses Jahrhunderts: In der Obersteiermark war er meist der zweitkälteste nach dem Mai 1902, in der Mittelsteiermark waren die Mai-Mitteltemperaturen der Jahre 1902, 1919, 1957, 1980 und im Einzelfall auch 1941 gleich oder um wenige Zehntelgrade niedriger als 1991. Die unternormale Sonnenscheindauer versteht sich nach der Beschreibung des Witterungsablaufes geradezu von selbst, was sinngemäß auch für die an allen Stationen zu hohen Niederschlagsmengen gilt: Die höchsten Werte wurden dabei im Bereich Gesäuse-Eisenerzer Alpen gemessen (z. B. Eisenerzer Ramsau 300 mm). Entsprechend dem niederen Temperaturniveau fielen in den höheren Lagen die Niederschläge zu einem bedeutenden Teil in Form von Schnee, was durch Abb. 3 veranschaulicht wird. Beeindruckend ist dabei der Aufbau einer 125 cm mächtigen Schneedecke binnen dreier Tage auf der Planneralm (17.-19.5.), wodurch hier erst die höchste Gesamtschneehöhe dieses „Winters“ erreicht wurde !

Dem kühlen und feuchten Witterungscharakter entsprechend blieb auch im Mai die Schadstoffbelastung gering. Nur an zwei Tagen (8., 19.) erreichten die Ozon-Tagesmittel Konzentrationen von über 0.100 mg/m³ in Graz, während im gesamten südöstlichen Alpenvorland die Ozonkonzentrationen sonst ein für die Jahreszeit nur bescheidenes Ausmaß erreichten.

Juni

- 1.– 6. Es herrscht **Tiefdruckeinfluß** vor, wobei in erster Linie zwischen 2. und 4. ergiebige Niederschläge fallen (4.: Pleschkogel 40 mm). Mit Ausnahme des 1. bleibt es für die Jahreszeit zu kühl.
- 7.– 9. Nach kurzer Zwischenbesserung wird am 8. erneut ein **Tiefdruckgebiet** mit Schauerregen wetterwirksam.

- 10.–16. Abwechselnd prägen **Hochdruck** und **westliche Strömungen** das Witterungsgeschehen; so ist etwa der 12. in der ganzen Steiermark ein ausgesprochener Schönwettertag, während vor allem am 10. lokal heftige Gewitter niedergehen (Pleschkogel 60 mm, Zeltweg 59 mm, Leoben 56 mm).
- 17.–19. Eine mächtige **Tiefdruckrinne** mit Kaltluftadvektion verursacht verbreitet z.T. ergiebige Niederschläge und Abkühlung.
- 20.–25. Überwiegend sonniges und warmes Wetter wird durch **Hochdruck** hervorgerufen, doch treten im Gefolge schwacher Störungen auch lokale Gewitter auf.
- 26.–27. Ein **Störungsdurchzug**, verbunden mit labiler Schichtung, ruft am 26. bei hohem Temperaturniveau (Leibnitz 31°) heftige Gewitter hervor (Alpl 115 mm, Neuhof/Übelbach 94 mm; vgl. auch Abb. 4).
- 27.–30. Eine **Nordwestströmung** mit Kaltluftadvektion gestaltet den Wetterablauf wechselhaft und recht kühl.

Der Juni entsprach an einigen Stationen thermisch den Erwartungen, blieb an den meisten Orten aber doch ein wenig zu kühl. Auch relative Sonnenscheindauer und Niederschlagssummen wichen nur wenig von den langjährigen Mittelwerten ab, mit Ausnahme des zentralen Teiles der Mur-Mürz-Furche sowie der benachbarten Teile des Steirischen Randgebirges, wo aufgrund der Starkregenereignisse vom 10. und 26. deutlich überdurchschnittliche Regenmengen registriert wurden.

Der wechselhafte Witterungsverlauf begünstigte auch in diesem Monat die Luftgütesituation; die Ozonkonzentrationen verblieben weiterhin auf einem jahreszeitlich unterdurchschnittlichen Niveau.

Juli

- 1.–13. Unter **Hochdruckeinfluß**, der sich am 9. sowie 12./13. etwas abschwächt, dominiert hochsommerliches Schönwetter mit Temperaturmaxima, die ab 7. verbreitet um oder über 30° liegen (7.: Hieflau 33°, 12.: Leibnitz 34°); vor allem um 4./5. und 9./10. treten Gewitter auf, ebenso beendet am 13. eine die Steiermark überquerende Gewitterfront diese Witterungsperiode mit z.T. ergiebigen Regenfällen (13.: Rettenegg 81 mm, Glashütten 68 mm).
- 14.–17. Eine **Tiefdruckrinne** führt zu Niederschlägen und Abkühlung, nach kurzer Besserung am 16. überquert eine weitere **Gewitterfront** das Land und ruft heftige Starkregen hervor, die vor allem im nördlichen Teil der Weststeiermark ausgesprochenen Unwettercharakter haben (17.: Södingberg 111 mm, Lobming 102 mm, vgl. auch Abb. 5).
- 18.–23. **Hochdruck** sorgt für sonniges und wieder warmes Wetter, das am 20./21. bei einem Frontdurchgang durch lokal starke Gewitter unterbrochen wird (21.: Weiz 58 mm).
- 24.–28. Mit dem Durchzug einer **Tiefdruckrinne** kommt es zu Kaltluftadvektion (Schneefallgrenze bei ca. 2000 m) und ergiebigen Niederschlägen, die sich am 27./28. durch ein Balkantief noch weiter intensivieren (27.: Gstatterboden 77 mm, 28.: Rettenegg 73 mm, 24.–28. zusammen: Altaussee 190 mm).
- 29.–31. Schwacher **Hochdruck** bringt Wetterberuhigung und Erwärmung, am 31. nähert sich von Südwesten erneut eine **Gewitterzone** und verursacht wiederum Starkregen (Ligist 107 mm, Tragöß 64 mm).

Der Juli war an allen Stationen wesentlich zu warm, an einigen war er sogar einer der wärmsten des Jahrhunderts; Ursache hierfür war neben der warmen ersten Monathälfte die Tatsache, daß nur mit dem Trogdurchgang vom 24./25. wirklich

kalte Luft nördlicher Provenienz herbeigeführt wurde, während das Temperaturniveau bei den zahlreichen anderen Störungen vergleichsweise hoch blieb. Diese Störungen und die Dominanz labiler Luftschichtung bewirkten eine große Häufigkeit von Starkniederschlagsereignissen, die mehrfach mit Hochwässern verbunden waren und die in allen Landesteilen übernormale Monatssummen des Niederschlags bewirkten. Die größten positiven Abweichungen wurden je nach der örtlichen Ausprägung der Starkniederschläge verstreut, mit einer gewissen Konzentration im Nordalpenraum von Liezen ostwärts, registriert. Die relative Sonnenscheindauer blieb in den meisten Gebieten schwach unternormal.

Die Tendenz zu geringen Ozonbelastungen in diesem Sommer hielt auch im Juli weiter an. Kurzfristige Ozonspitzen wie etwa jene an der Luftgütemeßstation Graz West von 0.198 mg/m³ als Halbstundenmittelwert am 12. wurden durch nachfolgende Gewitter rasch abgesenkt. Im Vergleich zum Juli des Vorjahres lag das Ozonkonzentrationsniveau deutlich niedriger. Die folgende Übersicht (Tab.3) zeigt anhand der Monatsmittelwerte die Konzentrationsunterschiede für die Monate Juni, Juli und August der Jahre 1990 und 1991 an drei ausgewählten Meßstationen. Hieraus geht auch hervor, daß die Ozonbelastung an den Höhenstationen etwa das Doppelte der Referenzstation für Stadtgebiete (Graz Süd) beträgt; dementsprechend deutlicher sind im Gebirge die Konzentrationsunterschiede zwischen den Sommermonaten der beiden Jahre zu erkennen.

Tab. 3: Monatsmittelwerte der Ozonkonzentration in Mikrogramm pro m³ in den Sommern 1990 und 1991.

Meßstation	Juni 1990	Juni 1991	Juli 1990	Juli 1991	August 1990	August 1991
Graz Süd (345m)	56	55	60	59	52	50
Masenberg (1137m)	104	94	118	104	120	93
Rennfeld (1619m)	103	100	127	104	133	102

August

- 1.– 5. Ein **Tiefdruckgebiet** und eine darauf folgende **Nordströmung** bewirken regnerische und relativ kühle Witterung mit im Nordstau ergiebigen Niederschlägen (1.–4.: Frein 200 mm; 1.–3.: Hieflau, Wildalpen je 174 mm; vgl. auch Abb. 6).
- 6.– 8. **Hochdruck** über Mitteleuropa ist die Grundlage für hochsommerliches Schönwetter (7.: Hieflau 34°, Admont 32°).
- 9.–17. Einer **Westströmung** mit eingelagerter Gewitterfront, die am 9./10. mäßig wetterwirksam ist, folgt **schwacher Hochdruck** mit recht hoher Schauer- und Gewitterneigung, die erst ab 16. abklingt.
- 18.–19. Die in eine **Nordwestströmung** eingebettete Kaltfront überquert die Steiermark – Gewitter und deutliche Abkühlung sind die Folge.
- 20.–27. Wieder setzt sich **Hochdruckeinfluß** durch, nur am 24./25. bringt ein Frontdurchgang lokale Gewitter; das Temperaturniveau ist mit Tagesmaxima von meist unter 25° gedämpft.
- 28.–31. Eine **Nordströmung** führt kühlere Luft heran, ist aber nur im Norden schwach niederschlagswirksam; zum Monatsende hin kommt wieder **Hochdruckeinfluß** zum Tragen.

Über die Monatsmittelwerte von Temperatur und Sonnenscheindauer gelten im wesentlichen dieselben Aussagen wie für den Juli, nur daß die Spannweite der aufgetretenen Abweichungen etwas größer war. Die Niederschlagsmengen erreichten die Erwartungswerte oder blieben etwas darunter, mit Ausnahme des Nordstaugebietes, wo die starken Niederschläge der ersten Monatspendade um bis zu 50% übernormale Werte verursachten.

Mit Anfang August gingen im Stadtgebiet von Graz zwei weitere Ozonmeßstellen in Betrieb. Da, wie bereits angedeutet, die Ozonkonzentrationen mit der Entfernung von den Primärschadstoffemittenten (besonders Verkehr) zunehmen, wurden diese beiden Stationen in Form eines Höhenprofils auf dem Schloßberg (450 m) und auf der Platte (661 m) eingerichtet. Die ersten Meßergebnisse belegen, daß in den Randbereichen von Graz höhere Ozonkonzentrationen als im Zentrum auftreten. Im Zeitraum zwischen 6. und 11. ergaben sich für die vier Grazer Meßstellen folgende Mittelwerte der Ozonkonzentration (in Mikrogramm pro m³): Graz Süd 65, Graz West 64, Schloßberg 73, Platte 127. Dieser Zeitraum hatte die höchsten Ozonbelastungen in Graz, wobei der vertikalen Abwandlung der Ozonbelastung besonderes Augenmerk zu schenken ist.

September

- 1.– 5. Ein mächtiges **Hochdruckgebiet** ist die Grundlage für spätsommerliches Schönwetter mit Tageshöchsttemperaturen bis 28° (4.: Hieflau, 5.: Bruck).
- 6.–11. Nachdem eine **Nordwestströmung** etwas kühlere Luft herangeführt hat, stellt sich ab 8. unter **Hochdruckeinfluß** erneut Schönwetter ein.
- 12.–15. Ein **Tief über Italien** bewirkt wolkige Witterung und verbreitet Niederschläge (12.: Leoben 41 mm).
- 16.–18. **Westliche bis nordwestliche Strömungsrichtungen** und darin eingelagerte Störungen gestalten der Wetterablauf weiterhin wechselhaft, Niederschläge gibt es vor allem im Norden.
- 19.–24. **Schwacher Hochdruck** herrscht vor, am 20. und am 23. bringen die Steiermark überquerende Fronten lokal ergiebige Niederschläge (20.: Bruck 37 mm, 23.: Laßnitzhöhe 40 mm).
- 25.–27. Ein **Trogdurchgang** ist mit Föhn bzw. Jauk an der Vorder- und etwas Regen und Abkühlung an der Rückseite verbunden.
- 28.–30. Eine vorherrschend **südwestliche Strömung** führt feuchtmilde Luft heran, wodurch das Monatsende regnerisch wird (30.: St. Nikolai/Sölkatal 36 mm).

Wie schon die beiden Vormonate so war auch der September wesentlich zu warm, besonders in der Obersteiermark, wofür in der Hauptsache wohl die mit Föhn verbundenen südlichen Strömungsrichtungen zur Monatsmitte und am Monatsende verantwortlich sein dürften. Die Sonnenscheindauer wich nur unwesentlich von den langjährigen Normalwerten ab, während die Niederschläge ein stärker differenziertes Bild zeigten: Bei generell zwar ebenfalls geringen Abweichungen zeichnete sich nur das Randgebirge im Osten der Mur und seine nähere Umgebung (inklusive Graz) durch auffallend hohe Niederschlagssummen aus.

Die Ozonkonzentrationen sanken entsprechend der Jahreszeit weiter ab, und bei den übrigen Schadstoffen traten noch keine nennenswerten Belastungen auf. Am 25. erreichte eine Schwefeldioxid-Fernverfrachtung, diesmal aus Südwesten, das südöstliche Alpenvorland, wofür als Ursache die Vorderseite des für diesen Zeitbereich beschriebenen Trogdurchganges anzuführen ist.

Oktober

- 1.– 2. Eine **Nordwestströmung** von zyklonalem Charakter bringt verbreitet Niederschläge, die im Nordstau z. T. ergiebig sind und bis zur Waldgrenze herab in Form von Schnee fallen.
- 3.– 6. Ein **Hochdruckgebiet** ruft herbstliches Schönwetter hervor; in den nebelfreien Tallagen treten die ersten Nachtfroste auf.
- 7.– 9. Eine **Tiefdruckrinne**, an deren Vorderseite im Nordalpenraum Südföhn herrscht (7.: Admont 23 °), überquert den Alpenraum und führt zu wenig ergiebigen Niederschlägen sowie Abkühlung.
- 10.–17. **Schwacher Hochdruck** in Kombination mit Warmluftadvektion aus Südwesten ruft wechselnd wolkiges, überwiegend niederschlagsfreies und mildes Wetter hervor (Temperaturmaxima bis 20°).
- 18.–20. Ein mächtiger **Tiefdrucktrog** führt zu einem markanten Temperatursturz und zu Niederschlägen, die bis etwa 1000 m herab als Schnee fallen und für die Lagen über etwa 1500 m bereits den Wintereinbruch durch Aufbau der Winterschneedecke bedeuten (vgl. Abb. 3).
- 21.–25. **Nordwestliche bis nördliche Strömungen** bringen weiterhin kühle, aber trockenere Luft in die Alpen, bei unterschiedlicher Bewölkung fallen nur lokal unbedeutende Niederschläge.
- 26.–31. Mit einem **Hoch im Osten** stellt sich herbstliches Schönwetter mit tiefen Morgentemperaturen (30.: in inneralpinen Tallagen verbreitet -7°; 31.: Schöckl -10°) und Tagesmaxima von 2 bis 6° ein.

Der Oktober blieb trotz der milden ersten Monathälfte, die sich vor allem an für Südföhn anfälligen Stationen auswirkte, zu kalt, besonders in mittleren Gebirgslagen, in denen sich keine Begünstigung gegenüber den Tallagen ergab. Die Sonnenscheindauer blieb unternormal aufgrund der Häufigkeit zyklonaler Wetterlagen, die aber nur eher geringe Niederschlagswirksamkeit zeigten, sodaß die Niederschläge nur im Vorland die Erwartungswerte erreichten, sonst aber zu gering waren.

Der Oktober wurde in Graz zum lufthygienisch günstigsten Monat des gesamten Jahres. Ein begrenzter Schadstoffanstieg erfolgte erst im Anschluß an den „Wintereinbruch“ um den 20. mit dem Einsickern polarer Kaltluftmassen.

November

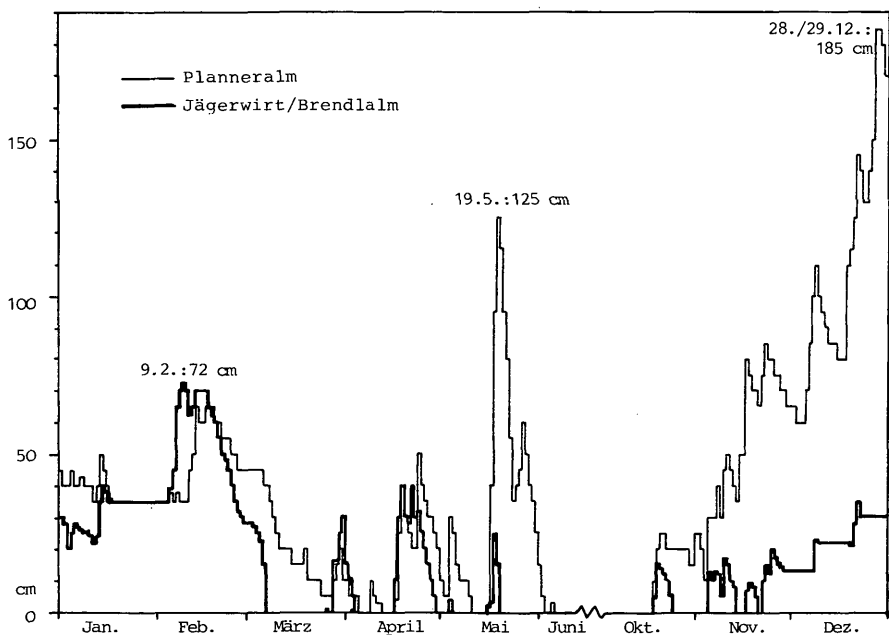
- 1.– 3. Unter **Hochdruck** setzt sich das kühle herbstliche Schönwetter von Ende Oktober fort.
- 4.– 5. An der Vorderseite einer **Tiefdruckrinne** ist es föhnig mild (bei Jauk im Vorland bis 17°), beim Trogdurchgang selbst stellen sich z. T. ergiebige Niederschläge (4.: Thalerhof 39 mm mit Gewitter) ein, die nach Kaltluftadvektion bis in höhere Tallagen als Schnee fallen.
- 6.–12. Vorherrschend **westliche Strömungsrichtungen** bewirken wechselnd wolkiges, z.T. auch heiteres Wetter; eine eingelagerte Störung bringt am 9./10. wieder Schneefall bis in höhere Tallagen.
- 13.–17. Eine lebhaftere Vorderseitenströmung mit Jauk im Vorland (13.: Lobming 16°) leitet rege **Tiefdrucktätigkeit** ein, deren Kern zuletzt über Oberitalien liegt und ergiebige Niederschläge, besonders am 16. (20–40 mm), hervorruft.
- 18.–25. Nach kurzem **Zwischenhoch** am 18. bildet sich ein **Tief über der Adria** aus, das am 21./22. und nach seiner Reaktivierung am 24./25. ergiebige Niederschläge (im Süden jeweils bis 30 mm) hervorruft, wobei die Schneefallgrenze wiederum in nur rund 800 m liegt.

26.–30. Unter **Hochdruck** herrscht herbstliches Schönwetter, allerdings liegen das Vorland und die Mur-Mürz-Furche unter beständigem Hochnebel.

Der außerordentlich dynamische Witterungsablauf mit häufigem Wechsel von Warm- und Kaltluftzufuhr aufgrund der stark meridional orientierten Zirkulation bewirkte im Mittel den Erwartungen entsprechende Temperaturen. Ähnliches, wenn auch mit unverkennbarer Tendenz zu negativen Abweichungen, gilt auch für den Sonnenschein, während die Niederschlagsmengen überall, ganz besonders im Bereich südlich des Alpenhauptkammes (häufige Tiefdruckentwicklung im Süden), weit über den langjährigen Normalwerten lagen.

Länger andauernde Phasen mit erhöhter Schadstoffbelastung ergaben sich wegen des dynamischen Wettergeschehens nicht; als Tag mit den höchsten Schadstoffkonzentrationen in Graz kann der 19. genannt werden.

Abb. 3: Gang der Gesamtschneehöhen in cm an den Stationen Planneralm (1605 m; Nordseite der Wölzer Tauern) und Jägerwirt/Brendlalm (1300 m; Ostseite der Koralpe) nach Einzeltagen für das Jahr 1991 (Quelle: unpubl. Originaldaten des Hydrographischen Dienstes).



Anmerkungen: Die Kurven spiegeln den eigenwilligen Witterungsverlauf mit raschem Abbau der Winterschneedecke im übertemperierten März und mit den bedeutenden Schneefallereignissen im April und Mai wider (zu beachten sind besonders die Verhältnisse auf der Planneralm). Im Herbst fallen der frühe Wintereinbruch und die im Nordalpenraum ergiebigen Niederschläge des Novembers und vor allem des Dezembers auf.

Dezember

- 1.– 4. Das schon Ende des Vormonats wetterbestimmende **Hoch** ruft weiterhin Schönwetter auf den Bergen und Hochnebel (mit Ausnahme des 3.) in den Niederungen hervor.
- 5.– 8. Mit einer **Nordströmung** wird Arktikluft herangeführt, wodurch es verbreitet schneit und auch im Vorland eine Schneedecke aufgebaut wird.
- 9.–17. Ein kräftiges **Hochdruckgebiet** bestimmt eine Periode mit winterlichem Schönwetter und überaus tiefen Temperaturen (10.: Mariazell -26° , Bad Mitterndorf -24°).
- 18.–23. In eine großräumige **Westströmung** sind Frontensysteme eingelagert, die einen mehrfachen Wechsel von Kalt- und Warmluftadvektion und im Nordstau ergiebige Niederschläge hervorrufen (22.: Admont 111 mm, vgl. auch Abb. 7).
- 24.–28. Eine **Nordwestströmung** führt weiterhin feuchtkalte Luft gegen die Alpen, im Norden kommt es besonders am 26. zu ergiebigem Niederschlag, während es im Vorland föhnig aufgelockert ist.
- 29.–31. **Hochdruckeinfluß**, z. T. noch überlagert von einer nordwestlichen Höhenströmung, führt zu Wetterberuhigung bei mäßiger Kälte.

Aufgrund der sehr kalten Monatsmitte blieben auch die Monatsmitteltemperaturen des Dezembers an allen Stationen um wenigstens 1.4° zu tief. Die relative Sonnenscheindauer entsprach in der Obersteiermark in etwa den Normalwerten, wohingegen im Vorland und Teilen des Steirischen Randgebirges stark positive Abweichungen festzustellen waren, weil die vor allem den Nordstaubereich beeinflussenden Strömungslagen hier nur mehr geringe Bewölkung mit sich brachten. Diese Gegebenheiten äußern sich auch in einer klaren Zonierung der Niederschlagsabweichungen: Während im Vorland die langjährigen Mittel nicht erreicht wurden, hatte schon die Mur-Mürz-Furche überdurchschnittliche Niederschlagsmengen, und im Nordstaugebiet schließlich wurden weithin mehr als 200% des Normalwerts registriert, im Raum um Admont sogar fast 400%, wobei in Admont selbst der Wert 332.3 mm den höchsten Dezemberrniederschlag dieses Jahrhunderts darstellt. Die außerordentlich starken Schneefälle der zweiten Monatshälfte in den Nordalpen können auch der Abb. 3 entnommen werden.

Im Dezember stellte sich allmählich jene immissionsklimatische Ungunstsituation in Graz ein, wie sie in ähnlicher Konstellation in der Vergangenheit zu hohen Schadstoffbelastungen geführt hatte. Die Abkühlung der bodennahen Luftschicht in der ersten Monatshälfte hatte eine starke Anreicherung von Schadstoffen zur Folge. An der Luftgütemeßstation Graz Süd erreichte das Stickstoffmonoxid am 13. einen Halbstundenmittelwert von 1.028 mg/m^3 . Im Verlauf des 17. kam mit der noch zögernd einsetzenden Westströmung das für Graz lufthygienisch so wichtige Murtalwindssystem zum Erliegen. Das Tagesmittel der Windgeschwindigkeit nahm am Schloßberg von über 4 m/s am 14. auf unter 2 m/s am 17. ab. Am 19. wurden 0.427 mg/m^3 Stickstoffdioxid als Halbstundenmittelwert in Graz Süd aufgezeichnet. Durch die folgenden Niederschläge wurde der Schadstoffanreicherungsprozeß abgeschwächt, und erst nach den Weihnachtsfeiertagen konnte wieder eine Zunahme der Schadstoffbelastung festgestellt werden. Der Dezember war damit im gesamten gesehen ein Monat mit überdurchschnittlich hohem Luftschadstoffgehalt.

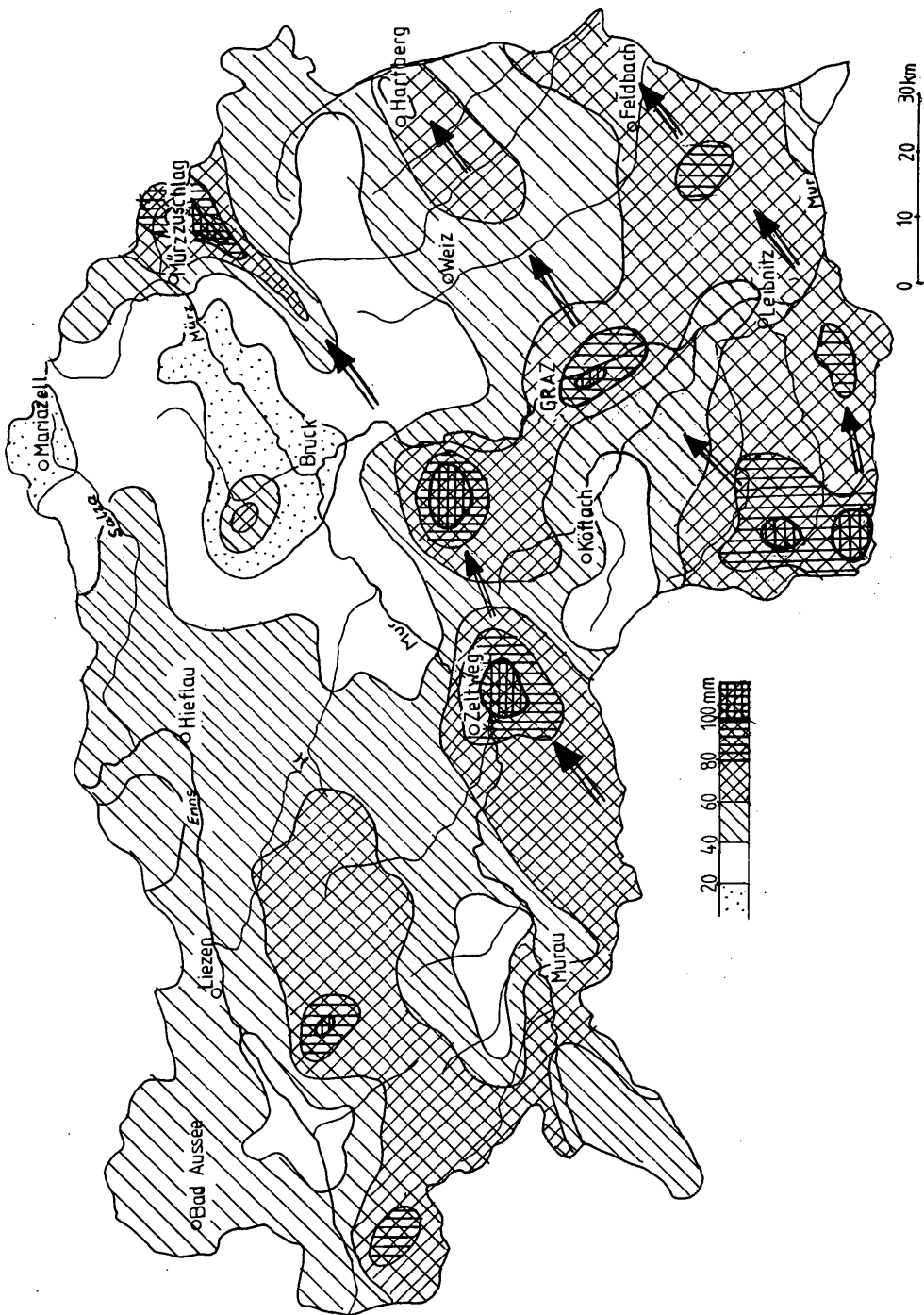


Abb. 4: Niederschlagsverteilung am 26. und 27. 6. 1991 (Erläuterungen im Text).

Starkregenereignisse

1) 26./27. 6. (zu Abb. 4):

Wie bisherige Analysen von Unwetterereignissen (insbesondere solche mit Hagel; in Zusammenarbeit mit der steirischen Hagelabwehr) zeigten, stellen meist eine Südwestströmung in der 500 hPa-Fläche und eine gradientschwache Lage in Bodennähe, kombiniert mit Labilisierung der feuchtwarmen Luft vor Annäherung einer Kaltfront, die geeigneten Bedingungen dar. Am 26.6. wurde die Labilisierung durch die Zufuhr etwas kühlerer Luft in mittelhohen Schichten begünstigt (Abkühlung am Sonnblick, 3106 m: Von 9° um 12 Uhr auf 6° um 18 Uhr und schließlich auf 3° um 6 Uhr des 27.6.). Am Nachmittag des 26. kam es zur verbreiteten Ausbildung lokal heftiger Gewitter zunächst in der nördlichen Obersteiermark (Planneralm 54 mm), in weiterer Folge entlang des Randgebirges: Ausgehend von den Seetaler Alpen (Zeltweg 71 mm) waren bald die Gleinalpe (Verstärkungseffekt – Neuhof 94 mm), dann die Fischbacher Alpen, wo sich nochmals eine kräftige Gewitterzelle aufbaute (Alpl 115 mm), und schließlich der Wechsel betroffen. Daneben entwickelten sich aber auch über der Koralpe sekundäre Gewitterherde, die sich teils schon nahe dem Entstehungsgebiet entluden (Glashütten 70 mm), sich teils aber in der Zugrichtung Südwest-Nordost verlagerten und im Raum Graz erneut verstärkten (Graz-Murfeld 62 mm).

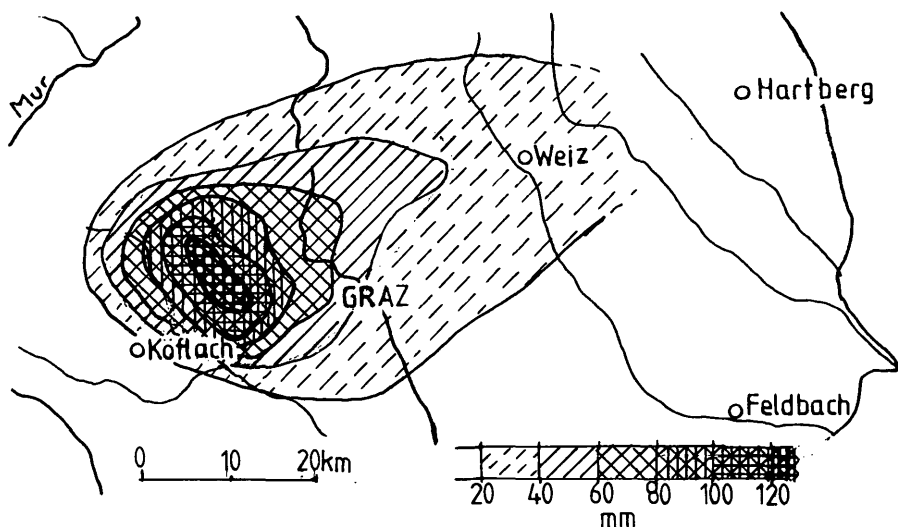


Abb. 5: Niederschlagsverteilung am 17. 7. 1991 (Erläuterungen im Text).

Der 27. war durch eine ausgeprägte Trogvorderseitenlage gekennzeichnet und schon deshalb unwetterträchtig, da an der Rückseite des Troges rasch Polarluft vorstieß (Sonnblick: um 12 Uhr noch 3°, um 6 Uhr des 28.6. nur mehr -7° !; Absinken der Schneefallgrenze auf ca. 2000 m). Diese Kaltluft erfaßte mit lebhaften nördlichen Winden am Abend das Vorland, wo sie sich unter die hier lagernde feuchtwarme Luft schob. Heftige Gewitter waren verbreitet die Folge (Fürstenfeld 61 mm), wenn auch die Niederschläge nicht mehr die Ergiebigkeit des Vortages

erreichten. Die Verteilung der Niederschläge an den beiden Tagen zeigt eine für Gewitter typische zellenartige Struktur ohne Zusammenhang mit der Seehöhe. Eindrucksvoll kommen die beschriebenen niederschlagsreichen Gebiete zur Geltung, wobei die Zugrichtung der einzelnen Herde (Pfeile in Abb.4), speziell am 26., von der Südwestströmung bestimmt wurde.

2) 17. 7. (zu Abb. 5):

Die synoptischen Voraussetzungen waren mit jenen vom 27.6. durchaus vergleichbar, wenn auch der Trogdurchgang nicht so markant und die damit verbundene Abkühlung geringer war (Sonnblick: 5° um 12 Uhr, -2° um 18 Uhr). In der Obersteiermark zeichnete sich eine der vorhin beschriebenen Periode im Juni ähnliche Verteilung ab (Planneralm 56 mm, sonst 20 bis 40 mm), in der Mur-Mürz-Furche waren die Gewitter nicht so heftig (Großlobming 52 mm), und in der Weststeiermark entwickelte sich im Raum Voitsberg-Gratwein ein Unwetter, das lange nahezu ortsfest blieb und durch feuchtwarmer Luft aus dem Vorland genährt wurde. Erst nach etwa drei Stunden weitete sich die Gewittertätigkeit in abgeschwächter Form auf das übrige Vorland aus. Dieses Unwetter darf als Musterbeispiel für präfrontale Cumulonimbus-Entwicklungen angesehen werden, die nach Radarbildanalysen des Instituts für Nachrichtentechnik der Technischen Universität Graz Höhen von 15 km und mehr erreichen können. An diesem Tag war im übrigen wegen tiefer Wolkenuntergrenzen nur ein begrenzter Einsatz der Hagelabwehr möglich – zusätzlich zu Hochwasser und Vermurungen gab es lokal große Hagel Schäden (Södingberg-Geistthal-Rein).

3) 1.-3. 8. (zu Abb. 6):

Nach dem Durchzug einer in eine südwestliche Strömung eingebetteten Kaltfront, die am 31.7. Unwetter (z. B. in Ligist) verursacht hatte, kam es über Ungarn zur Abschnürung eines Kaltlufttropfens. Dieses Tief war besonders in Bodennähe gut ausgebildet und blieb, wenn auch abgeschwächt, bis 4.8. erhalten. Die Obersteiermark lag dabei in einer kräftigen Rückseitenströmung aus nördlichen Richtungen, wobei in größerer Höhe feuchtwarmer Luft aus dem Karpatenraum herangeführt wurde. Die damit verbundenen Stau- und Hebungseffekte bescherten vor allem dem Raum Hieflau exzessive Niederschläge. Auffällig war deren Abnahme nicht nur nach Süden (im Vorland Nordföhn), sondern auch nach Westen (Hieflau 185 mm, Admont 120 mm, Gröbming 18 mm), offensichtlich eine Auswirkung der nordöstlichen Höhenströmung. Die Folge waren Hochwasser und Überschwemmungen speziell im Salzatal und im oberen Mürztal.

4) 22./23. 12. (zu Abb. 7):

Die Starkniederschläge an beiden Tagen lassen deutliche Ähnlichkeiten mit den Bedingungen in der Periode 13.-15.2.1990 (LAZAR et al. 1991: 175 ff.), aber auch mit Ereignissen im Dezember 1974, erkennen. Die Grundlage solcher exzessiven Niederschläge, die dann oft bis in große Höhen als Regen fallen (auch am 23.12. Anstieg der Schneefallgrenze bis 2000 m), ist eine „umgelenkte“ Westströmung: Dabei wird an der Vorderseite eines ausgeprägten Trog über dem Atlantik feuchtmilde Subtropikluft so um ein Hoch über der Iberischen Halbinsel herumgeführt, daß die Alpen als Barriere voll wirksam werden (Anströmung mit hohen Geschwindigkeiten aus Nordwest bis Nord). Hinzu kam im speziellen Fall, daß sich in Bodennähe wegen der geringen Druckgegensätze Kaltluft halten konnte, die die Hebungsprozesse noch zusätzlich verstärkte. Den Spitzenwert für 24-stündigen Niederschlag verzeichnete nach der Berliner Wetterkarte mit 250 mm die Station Gütsch (2287 m, bei Andermatt in den Glarner Alpen, Schweiz; zum Vergleich Hieflau: 92 mm am 22.). Die Verteilung der Niederschläge wurde durch hohe Mengen im Nordwesten

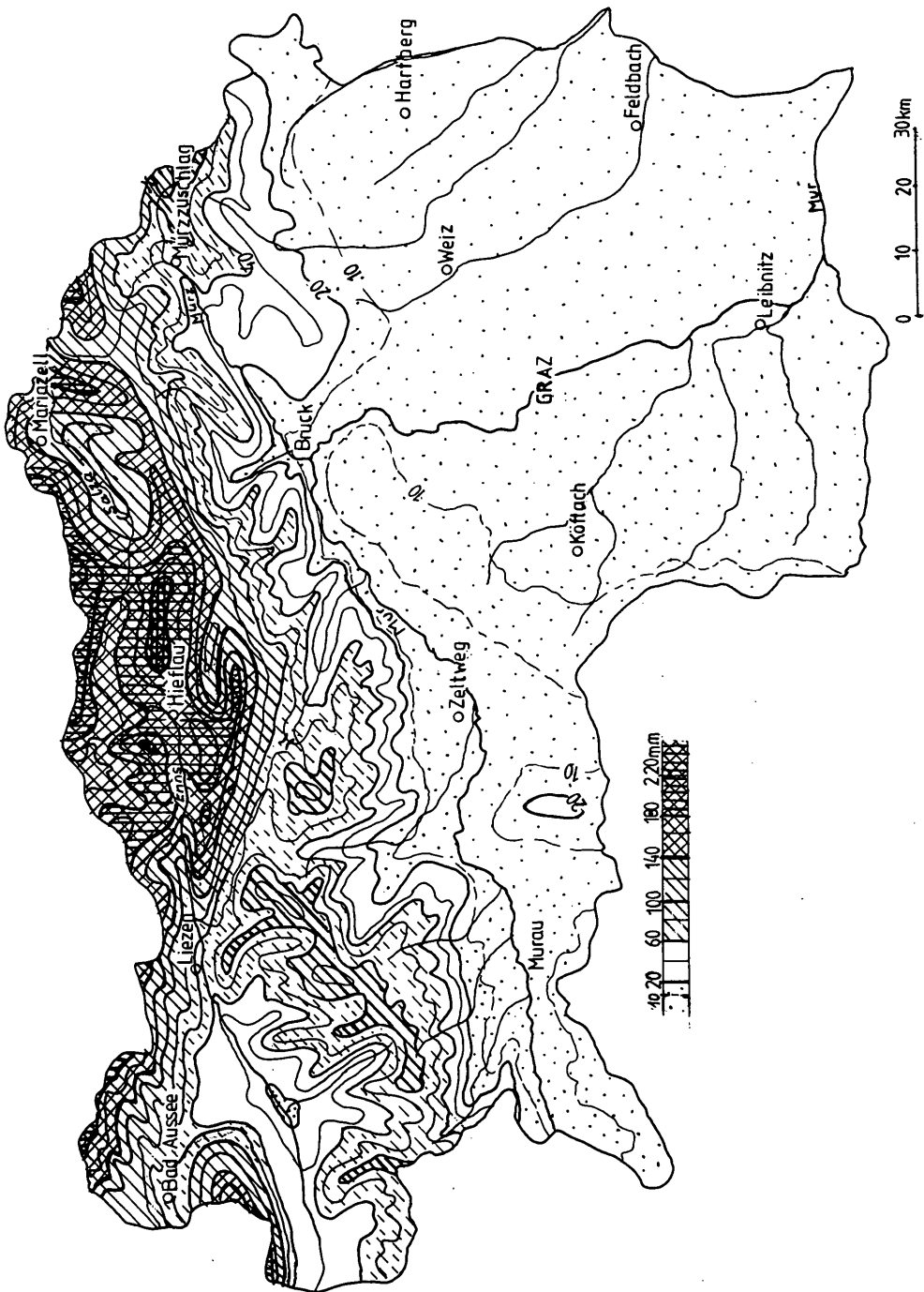


Abb. 6: Niederschlagsverteilung in der Periode vom 1. bis 3. 8. 1991 (Erläuterungen im Text).

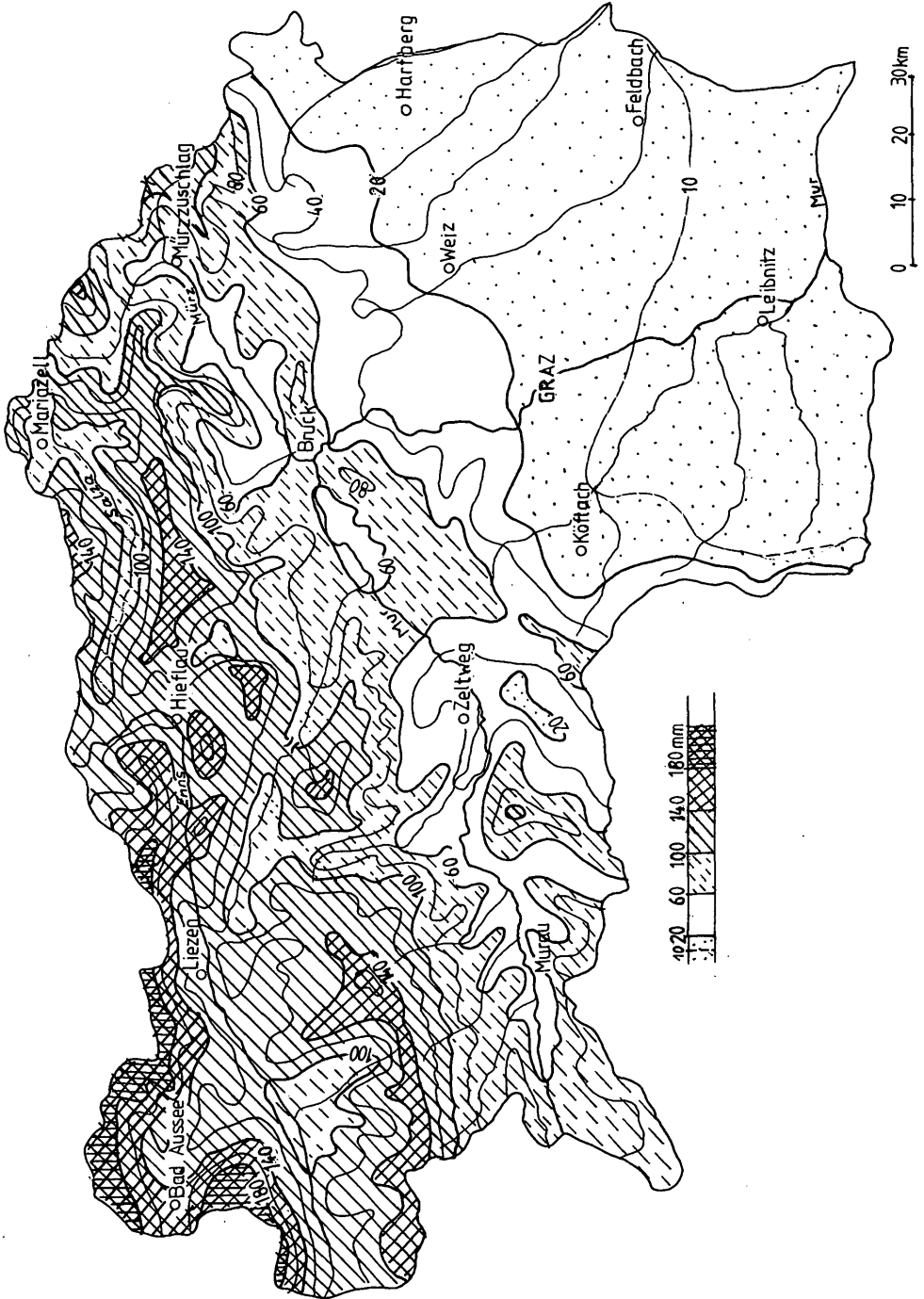


Abb. 7: Niederschlagsverteilung am 22. und 23. 12. 1991 (Erläuterungen im Text).

(Pürgg 144 mm an beiden Tagen) und Norden (vgl. die schon erwähnten Werte von Admont) und durch sehr geringe im Vorland (unter 10 mm) charakterisiert. Im Ennstal kam es wegen der ergiebigen Regenfälle und der Schneeschmelze zu Überschwemmungen.

Die lufthygienische Situation in Graz

Das Jahr 1991 war durch zwei lufthygienische Belastungsschwerpunkte gekennzeichnet. Im Februar ergaben sich zwischen 16. und 22. überdurchschnittliche Konzentrationen, wobei sämtliche Luftschadstoffe beteiligt waren. Den Dezember hingegen prägten die außergewöhnlich hohen Stickstoffoxidimmissionen, wie sie seit dem Winter 1988/89 nicht mehr aufgetreten waren. Allerdings waren diese Schadstoffspitzen nur kurzzeitige Ereignisse, sodaß die Kriterien der Smog-Vorwarnstufe (BGBl. vom 21.10.1987) nicht erreicht wurden.

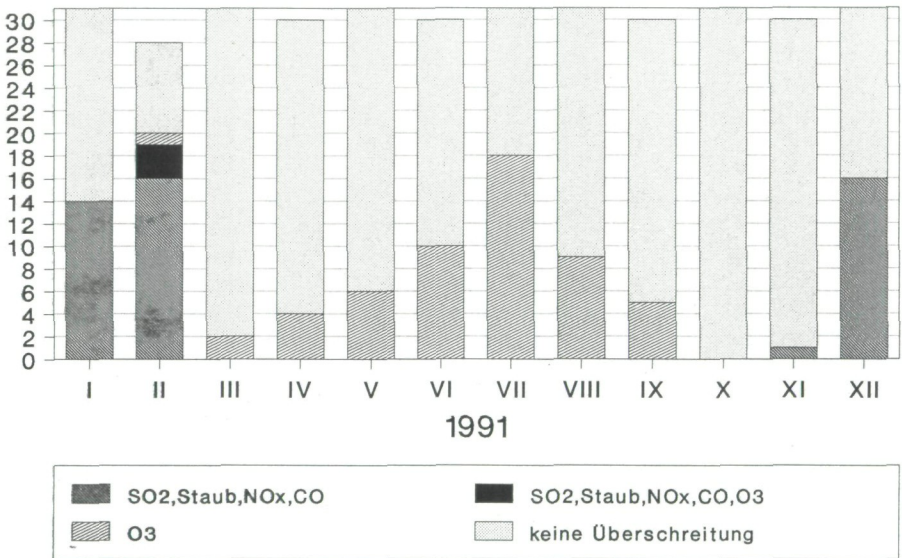


Abb. 8: Anzahl der Tage mit Überschreitungen von Schwellenwerten verschiedener Luftschadstoffe in Graz (Erläuterungen im Text).

Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte traten aber in Graz im Jänner, Februar, November und Dezember auf: In Abb. 8 sind jene Tage dargestellt, an denen an wenigstens einer der sechs Grazer Luftgütemeßstationen (Graz Nord, West, Mitte, Ost, Süd, Südwest) eine Überschreitung der Immissionsgrenzwerte (lt. LGBl. Nr.5/1987) entweder als Tagesmittelwert oder als Halbstundenmittelwert vorlag. Weiters wurden die Tage mit Überschreitungen des Halbstundenmittelwertes für Ozon von 0,120 mg/m³ eingetragen. Bei den Primärschadstoffen (wie Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Schwebstaub und Kohlenmonoxid) treten naturgemäß in der kalten Jahreszeit vermehrt Überschreitungen auf, während in den Sommermonaten die Überschreitungshäufigkeit bei Ozon stark zunimmt. Bemerkenswert ist auch der am 20., 21. und 23.2. aufgetretene seltene Fall, daß im städtischen Bereich Überschreitungen von Schwellenwerten bei Primärschadstoffen zugleich mit erhöhten Konzentrationen von Stickstoffdioxid und Ozon registriert

wurden. Unter Berücksichtigung des gesamten Schadstoffpotentials lagen daher im Februar die ungünstigsten Verhältnisse des gesamten Jahres vor.

Witterung und Ernteerträge

Im Witterungsverlauf des Jahres 1991 stach besonders der überaus kühle Mai hervor, der phänologisch Verspätungen von zwei bis drei Wochen bewirkte, was vor allem die Weinblüte betraf. Diese war dann aber wegen der trockenen und warmen Witterung Anfang Juli binnen einer Woche beendet, und der Vegetationsrückstand wurde aufgeholt. Ausrieselungsschäden gab es im Gegensatz zum Vorjahr keine, ebenso blieben Frostschäden im Mai wegen der bewölkten Nächte und des häufigen Nordföhneinflusses aus. Das wesentliche Problem für den Wein bildeten im Sommer die häufigen Gewitter: Die feuchtwarme Witterung begünstigte die Ausbildung von Peranospora, beim Apfel im späteren Verlauf die Schorfinfektion. Lokal gab es Ernteaufschläge durch Hagelschlag (Raum Stainz-Ligist, z. T. auch Bezirk Leibnitz), während der Mais diesmal durch die Witterung außerordentlich begünstigt war (Rekordjahr mit einem Durchschnittsertrag von 84,2 dt/ha und somit noch besser als 1988).

Die unbeständige Witterung im Oktober verzögerte bzw. behinderte die Lese, Qualitätseinbußen durch beginnende Fäule traten lokal ein. Ein besonderes Charakteristikum beim Wein war der überdurchschnittlich dichte Behang an Trauben, der letztlich für eine quantitativ ausgezeichnete Ernte verantwortlich war. Hinsichtlich der Qualität wurde aber nur bei angemessener Peranospora-Bekämpfung und geeignetem Lesetermin ein guter Jahrgang eingebracht. Die Obsternte verlief, speziell beim Apfel, außerordentlich zufriedenstellend, wobei es kaum Qualitätsverluste durch Hagel und Schorf gab. Die gewitterreiche Witterung mit lokalen Überschüssen an Bodenfeuchte bewirkte aber Ausfälle bei der Kartoffel (Kartoffelfäule, nur 223 dt/ha gegenüber 250–280 in den Jahren zuvor), beim Ölkürbis (409 dt/ha gegenüber 500–560 in den Vorjahren) und bei der Heuernte (Ertrag nur 68 dt/ha, was einem Verlust von rund 20% im Vergleich zu guten Jahren entspricht). Bei Hafer, Weizen und Gerste wurden Ernten erzielt, die der Erwartung entsprachen, während bei den Sonderkulturen Pferde- und Sojabohne ebenfalls Ertragsseinbußen hingenommen werden mußten.

Witterung und Medienecho

Von den Witterungsanomalien des Winters waren die tiefen Temperaturen an der Monatswende Jänner-Februar und die außerordentlich hohen an der Wende Februar-März sowie der bedeutende Schneefall in Graz um den 10.2., der hier seit dem Jahr 1987 zum ersten Mal wieder eine länger andauernde Winterschneedecke hervorrief, in den Medien präsent. Von Ende März bis Ende Mai las und hörte man viel Wahres und Unwahres über „das verrückt spielende Wetter“, insbesondere über die für die Jahreszeit viel zu tiefen Temperaturen, die bis hin zu Anzeichen einer neuen „Eiszeit“ hochgespielt wurden.

Mitte Mai kam dann das erste Unwetterereignis mit Hochwasser, Muren und Lawinen dazu (Tiefdruckrinne). Das zweite, von den Medien stark reflektierte Unwetter war das vom 26./27.6. (Gewitterzone), welches besonders das Mürztal im Raum Krieglach mit Schäden an Bauwerken betraf. Anfang Juli bejubelten die Medien zuerst das lang ersehnte Badewetter und stöhnten schon wenige Tage später über die Hitzewelle der ersten Julidekade (Hochdruck). Für den Rest des Monats Juli dominierte wieder die Berichterstattung über Starkniederschläge und ihre Fol-

gewirkungen, wobei die Ereignisse vom 13./14. und 17. stärker als die vom 24./25. und 31. (jeweils Front- oder Trogdurchgänge) von der regionalen Presse „ausgeschlachtet“ wurden. In allen Fällen gab es Schäden in Millionenhöhe durch Hagel, Hochwässer und Vermurungen, Ende Juli entgleiste sogar ein Eisenbahnzug im Paltental wegen Verlegung des Gleises durch eine Mure. Das Unwetter Anfang August betraf das benachbarte Niederösterreich stärker als die Steiermark, weshalb die in Abb. 6 dargestellten Regenmengen im steirischen Nordalpenraum ein wenig übersehen wurden.

Die Wärme des August und September entgingen weithin den Medien (wegen des Fehlens spektakulärer Temperaturmaxima) ebenso wie die Starkregen der zweiten Septemberhälfte, die allerdings nur lokal kleinere Schäden hervorriefen. So war das nächste von der Presse aufgegriffene Ereignis der frühe Wintereinbruch Mitte Oktober (Tiefdrucktrog), der etwa dazu führte, daß dem Sölkpaß bereits ab 19.10. Wintersperre auferlegt wurde. Weitere Themen waren die Kälte Ende Oktober/Anfang November sowie erneut Mitte Dezember und verschiedene Schneefälle, besonders wenn es durch sie zu Verkehrsunfällen gekommen war. In Zusammenhang mit den exzessiven Niederschlägen der letzten Dezemberdekade (West- und Nordwestströmung) wurde über Muren und Überschwemmungen besonders im Ausseer Land und über eine Lawinenkatastrophe bei Pusterwald (Wölzer Tauern), die drei Todesopfer forderte, berichtet.

Literatur

- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, (1991): Luftgüteberichte über die Meßergebnisse des automatischen Luftgütemeßnetzes des Landes Steiermark (für die einzelnen Monate des Jahres 1991). Graz.
- LAZAR, R., LIEB, G.K., & PIRKER, D. (1991): Witterungsspiegel 1990 für die Steiermark (unter besonderer Berücksichtigung von Graz). – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 121: 165–181.
- REPUBLIK ÖSTERREICH, (1987): Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren für das Leben und die Gesundheit von Menschen durch Luftverunreinigungen (Smogalarmgesetz), BGBl. 443 vom 21.10.1987.
- STEIERMÄRKISCHE LANDESREGIERUNG, (1987): Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 19.1.1987, LGBl. Nr. 5/1987.
- WAKONIGG, H. (1978): Witterung und Klima in der Steiermark. – Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz 23: 473 S.

Anschrift der Verfasser: Univ.-Doz. Dr. Reinhold LAZAR, Mag. Dr. Gerhard Karl LIEB, beide Institut für Geographie der Universität Graz, Heinrichstraße 36, 8010 Graz. Mag. Dieter PIRKER, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung Ia, Landhausgasse 7, 8010 Graz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [122](#)

Autor(en)/Author(s): Lazar Reinhold, Lieb Gerhard Karl, Pirker Dieter

Artikel/Article: [Witterungsspiegel 1991 für die Steiermark \(unter besonderer Berücksichtigung von Graz\). 65-85](#)