

III. WISSENSCHAFTLICHE ABHAND- LUNGEN

Witterungsspiegel 1992 für die Steiermark

Von Reinhold LAZAR, Gerhard Karl LIEB und Dieter PIRKER
Mit 6 Abbildungen und 3 Tabellen (im Text)

Angenommen am 12. Mai 1993

Das Jahr 1992 war in der ganzen Steiermark überdurchschnittlich temperiert, und zwar übertraf die Jahresmitteltemperatur den Normalwert um 0,8 bis 1,3 K. Die relative Sonnenscheindauer entsprach im wesentlichen den Erwartungen, was auch für die Niederschlagsmengen gilt, deren Abweichungen in positiver wie negativer Richtung nur in Ausnahmefällen über 20% hinausgingen, wozu aber gesagt werden muß, daß die einzelnen Monatssummen in der Regel sehr starke Abweichungen zeigten.

Die Monate Jänner und Februar waren zu mild und in der Mittelsteiermark zu trocken, während der Norden im Spätwinter (Februar und März) weit übernormale Niederschlagsmengen empfing. Das Frühjahr wies bei den Mittelwerten kaum Besonderheiten auf, abgesehen vom Mai, der zu warm, zu sonnenscheinreich und zu niederschlagsarm war. Der relativ trübe Juni leitete zu einem außerordentlich heißen und im südöstlichen Vorland extrem trockenen Sommer über, der im heißesten August seit Beginn der Instrumentenbeobachtungen gipfelte. Auf den noch etwas zu warmen, aber weithin schon recht niederschlagsreichen September folgte ein in seinem Witterungsablauf äußerst dynamischer, vorherrschend zyklonaler und sehr niederschlagsreicher Herbst, in dem die sonst typischen längeren Hochdruckperioden völlig fehlten; dabei war der Oktober als einziger Monat in diesem Jahr an allen Stationen untertemperiert. November und Dezember waren eher mild und erst im Norden, dann im Süden relativ niederschlagsreich.

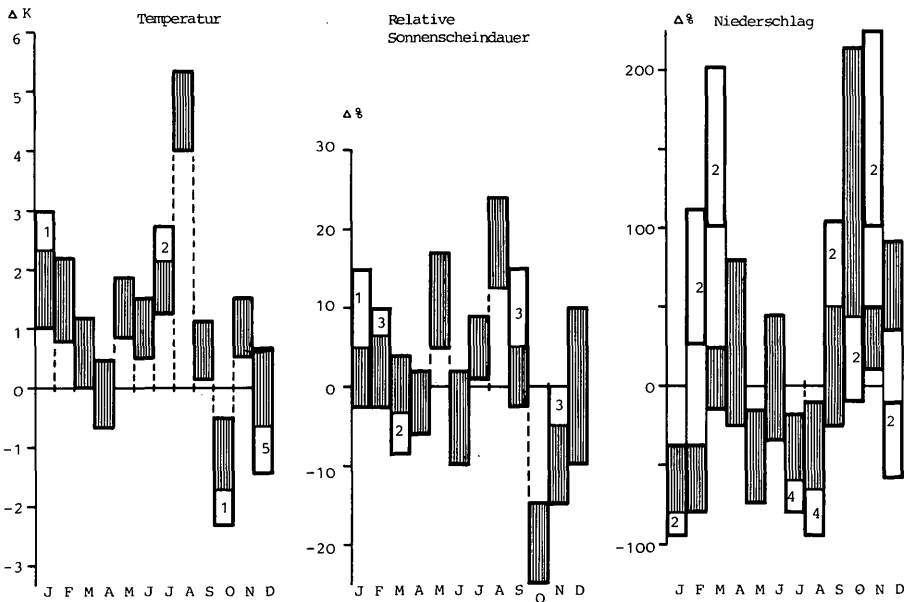
Hauptgrundlage des Witterungsspiegels waren die von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien herausgegebenen täglichen Wetterkarten und die zugehörigen Monatsübersichten der Witterung in Österreich. Für die Starkniederschläge sowie für die Schilderung der Sommerwitterung wurden darüber hinaus unpublizierte Daten der Hydrographischen Landesabteilung und für die Ernteerträge Informationen der Kammer für Land- und Forstwirtschaft verwendet. Weiters wurde versucht, anhand des Datenmaterials aus dem Referat für Luftgüteüberwachung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung die Perioden mit Überschreitung bestimmter Schwellenwerte hervorzuheben. Und zwar wird von einem erhöhten Schadstoffniveau dann gesprochen, wenn durch Schwefeldioxid (SO_2) oder Stickstoffdioxid (NO_2) jeweils Konzentrationen von mindestens $0,100 \text{ mg/m}^3$ als Tagesmittelwert gemessen wurden. Die bisherigen Meßergebnisse haben bestätigt, daß bei höheren Konzentrationen von SO_2 und NO_2 auch die Schadkomponenten Stickstoffmonoxid, Kohlenmonoxid, Schwebstaub und die Kohlenwasserstoffe einen Anstieg zeigen. Während die Zeitabschnitte mit erhöhtem Primärschadstoffgehalt der Luft bei den im folgenden gebotenen Einzelmonatsbeschreibungen des Witterungsablaufes enthalten sind, wird der Schadstoff Ozon (O_3), dem in den letzten Jahren besondere Beachtung geschenkt wurde, im abschließenden Übersichtskapitel der Luftgütesituation schwer-

punktmäßig behandelt. Die angegebenen Abweichungen der Klimatelemente (vgl. auch Abb. 1) beziehen sich jeweils auf die Periode 1951–80. Zu Dank für besondere Hilfestellungen sind die Autoren W. LAZAR und B. STROMBERGER (Graz) verpflichtet.

Jänner

- 1.– 7. Unter vorherrschendem **Hochdruckeinfluß** herrscht sonnige Witterung mit strengen Frösten in den nach den starken Dezemberriederschlägen (LAZAR et al. 1992) schneebedeckten Tallagen. Am 5./6. überquert eine in eine **Westströmung** eingelagerte Störung den Alpenraum und bringt im Norden wenig ergiebigen Niederschlag.
- 8.–11. Eine **Südwestströmung** sorgt für mildes, wolkiges Wetter und im Gefolge eines Störungsdurchganges am 10./11. für meist nur unergiebige Niederschläge.
- 12.–19. Eine anfänglich noch antizyklonale **Nordwestströmung**, überwiegend mit Kaltluftadvektion, führt ab 14. im Norden zu leichten Schneefällen, während es im Vorland z.T. neblig ist, z.T. aber auch föhnig aufklart.
- 20.–23. Nachdem von Nordosten Arktikluft eingeflossen ist (21.: Bad Mitterndorf -20°), kommt es unter dem Einfluß eines **Tiefs im Süden** zu Schneefällen und zum Aufbau einer Schneedecke im Vorland und in der Mur-Mürz-Furche.

Abb. 1: Der Witterungsverlauf im Jahre 1992, dargestellt durch die Abweichungen der Monatsmittel von Temperatur und relativer Sonnenscheindauer sowie der Monatssummen des Niederschlags von den Mittelwerten 1951-80.



Anmerkungen: Die schraffierten Stäbe umfassen die Schwankungsbreite der aufgetretenen Abweichungen; darüber hinausgehende Werte in bestimmten Teillandschaften sind mit den Ziffernsymbolen gekennzeichnet: 1 = Mittelgebirgslagen, 2 = Norden, 3 = Vorland, 4 = südöstliche Steiermark, 5 = inneralpine Beckenlagen.

24.–31. Bei **Hochdruck** herrscht anfangs winterliches Schönwetter mit Neigung zu Hochnebelbildung, nach einem kaum niederschlagswirksamen Störungsdurchgang am 29. stellen sich zum Monatsende milde Temperaturen (30.: Oberwölz 11°) ein.

Die Temperaturen des Jänner wiesen an allen Stationen stark positive Abweichungen auf, besonders in den Gebirgslagen. Die relative Sonnenscheindauer entsprach weithin den Erwartungen und übertraf diese in den Mittelgebirgslagen sogar deutlich. Die Niederschlagsmengen blieben stark unternormal, wobei dieser Jänner im oberen Ennstal gleich trocken wie der bisher trockenste (1964) war (z.B. Gröbming 1,6 mm Monatssumme).

Bereits während der Hochdruckperiode zu Jahresbeginn reicherte sich in der bodennahen Kaltluft im Raum Graz und im Aichfeld NO_2 verstärkt an. Die Westströmung vom 5./6. bewirkte zwar in der ganzen Steiermark einen Schadstoffrückgang, doch blieben in Zeltweg und Knittelfeld die NO_2 -Werte durchwegs über $0,100 \text{ mg/m}^3$ und änderten sich hier bei wieder zunehmendem Hochdruckeinfluß bis zum 8. kaum. Gleichzeitig erfolgte auch in Graz eine Zunahme von NO_2 , wobei das erhöhte Konzentrationsniveau hier im Gegensatz zum Aichfeld um einen Tag länger, also bis zum 9., andauerte. Um die Monatsmitte wurden in Knittelfeld (14., 16.) und in Zeltweg (16.) nochmals bei NO_2 erhöhte Konzentrationen registriert.

Februar

- 1.– 7. Nachdem zu Monatsbeginn noch **Hochdruck** den Wetterablauf bestimmt hat, setzt sich ab 3./4. eine **Nordwestströmung** mit Advektion feuchter und eher milder Luft durch, die am 5. im Nordstau ergiebige Niederschläge hervorruft (Altaussee 64 mm, Hieflau 56 mm, Weichselboden 54 mm).
- 8.– 9. Ein **Hoch** über Mitteleuropa bringt heitere, tagsüber milde Witterung.
- 10.–15. Bei vorherrschend **westlicher Strömung** bleibt es weiterhin mild; eingelagerte Störungen bringen verbreitet, besonders vom 13. auf den 14., wenig ergiebigen Niederschlag.
- 16.–22. Eine **Nordströmung** führt kalte Luft heran und sorgt für hochwinterliche Witterung mit Schneefällen im Norden. Ab dem 20., der unter Zwischenhoch einfluß die tiefsten Temperaturen bringt (Bad Mitterndorf -14°), dreht die Strömung mehr auf Nordwest, wobei die Temperaturen etwas steigen.
- 23.–29. Sich bis zum Monatsende verstärkender **Hochdruckeinfluß** ruft überwiegend sonniges Wetter mit zuletzt frühlinghaften Temperaturen (29.: Bruck/Mur 18°) hervor.

Wie schon der Vormonat so war auch der Februar an allen Stationen zu warm, doch ergab sich keine deutliche Begünstigung der Gebirgslagen. Auch die Abweichungen der relativen Sonnenscheindauer waren wie schon im Jänner gering, während sich in bezug auf die Niederschlagsmengen ein regional sehr unterschiedliches Bild ergibt: Während es im Großteil des Landes zu trocken blieb, verzeichneten besonders die extremen Nordstaulagen sehr stark positive Abweichungen (besonders im Gebiet der Ennstaler Alpen).

Die Immissionsbelastungen im Februar zeigten drei Schwerpunkte: Die erste und zweite Belastungsperiode am 3. und 10. ergaben sich unter jenen witterungsklimatischen Vorzeichen, die in den Wintermonaten immer wieder zu Schadstoffanstiegen führen. Charakteristisch ist die Wetterlagenabfolge von einem Hoch über Mitteleuropa zu einer Strömung mit westlichen Komponenten, die mildere Luft über die in den Talbecken lagernde Kaltluft schiebt. Die immissionsklimatische Relevanz besteht darin, daß die lufthygienisch so bedeutsame Verteilung der Schadstoffe durch die

inverse Schichtung der bodennahen Atmosphäre stark eingeschränkt wird, was an beiden Terminen in Graz zu erhöhten NO_2 -Werten führte. Ab 25. wirkte sich die von Hochdruck hervorgerufene Schönwetterperiode immissionsseitig dadurch aus, daß neuerlich in Graz bei NO_2 und an der Station Straßengel/Kirche bei SO_2 Tagesmittelwerte von $0,100 \text{ mg/m}^3$ erreicht wurden. Darüber hinaus wurden an allen forstrelevanten Meßstationen ab 1000 m Höhe in der ganzen Steiermark steigende Ozonkonzentrationen registriert.

März

- 1.–10. Unter **Hochdruckeinfluß** stellt sich überwiegend sonnige und milde Witterung ein, wobei die höchsten Temperaturen meist am 4. gemessen werden (Graz/Universität und Thalerhof jeweils 20°). Um den 6./7. schwächt sich das Hoch etwas ab, sodaß eine schwache Störung in geringem Maße niederschlagswirksam werden kann.
- 11.–13. Vorherrschend **westliche Strömungsrichtungen** rufen wechselnd wolkiges Wetter, aber kaum Niederschlag hervor.
- 14.–17. Eine kräftige **Nordwestströmung** führt feuchtkühle Luft heran und bringt im Norden ergiebige Niederschläge (15.: Altaussee 48 mm), die bis in die Tallagen in Form von Schnee fallen.
- 18.–19. Ein schwaches **Zwischenhoch** bringt kurzzeitige Wetterberuhigung.
- 20.–31. Rege **Tiefdrucktätigkeit** verursacht eine ausgesprochen zyklonale Witterungsperiode mit häufiger Kaltluftadvektion und Niederschlägen, die am 26./27. auch im Vorland eine wenn auch nur kurzlebige Schneedecke aufbauen; Hauptniederschlagstage sind im Norden der 22. (Oppenberg 37 mm) und im Süden der 26. (Straß 34 mm). Gegen Monatsende klingt mit der Zufuhr milderer Luft aus Südwesten diese spätwinterliche Phase aus.

Die Temperaturen entsprachen im März weitgehend den Erwartungen oder lagen knapp darüber. Dies gilt auch für die relative Sonnenscheindauer, welche nur im Norden unter den langjährigen Mittelwerten blieb. Dies stimmt mit dem dortigen Niederschlagsüberschuß überein, der durch die häufigen Stausituationen bei den zyklonalen Perioden der Monatsmitte und der letzten Monatsdekade zustande kam, während die Niederschlagsmengen in der übrigen Steiermark, besonders im Vorland, nur geringe Abweichungen zeigten.

Die schon am Ende des Vormonats beobachtete Tendenz einer Zunahme der Ozonkonzentrationen auch in tieferen Lagen (bereits am 1. und 2. meldete die Station Piber einen Tagesmittelwert von $0,100 \text{ mg/m}^3$) hielt weiter an, sodaß ab März nur mehr dieser Schadstoff das lufthygienische Belastungsbild bestimmte.

April

- 1.– 6. An der Vorderseite einer **Tiefdruckrinne** herrscht erst wechselhafte und milde Witterung (mit Jauk im Vorland), bei deren Durchgang kommt es dann vor allem am 5. verbreitet zu Niederschlägen und zu Abkühlung.
- 7.–14. Bei **schwachem Hochdruckeinfluß** ist es vorherrschend sonnig; während am Morgen auch in den tiefen Lagen noch verbreitet Fröste auftreten, steigen die Temperaturen tagsüber auf Werte um 15° . Am 13. bringt ein Störungsläufer verbreitet wenig ergiebigen Niederschlag.
- 15.–20. Ein **Trogdurchgang** verursacht einen markanten Wettersturz mit Schneefall bis etwa 1000 m herab; an seiner Rückseite ruft eine **Nordwestströmung** weiterhin kühle und wechselhafte Witterung zu den Osterfeiertagen hervor.
- 21.–28. Die Steiermark liegt abwechselnd im Einflußbereich von **Hochdruckgebieten** (Höhepunkt am 25.) und **westlichen Strömungen** (am 23. und 27. jeweils

mit unergiebigen Niederschlägen), wobei das Temperaturniveau ab 24. früh-sommerlich ist (26.: Thalerhof 28°, im Vorland verbreitet 27°).

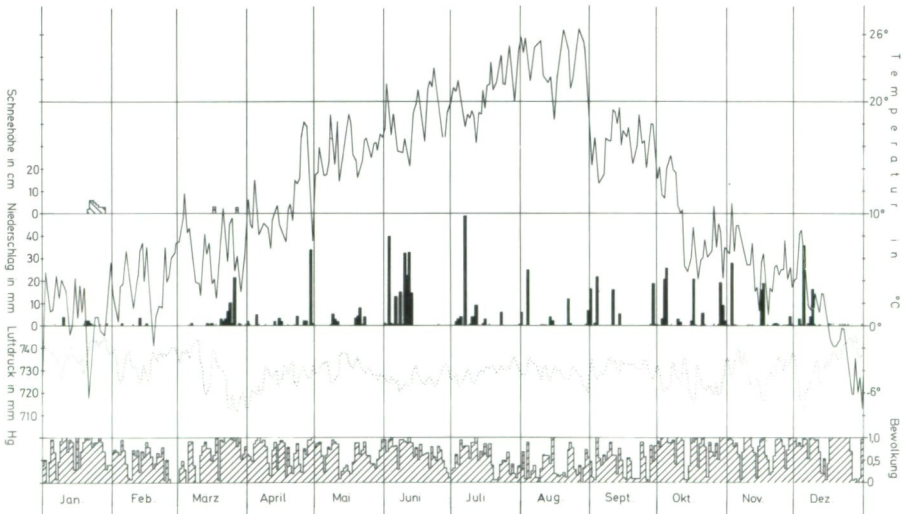
- 29.–30. Rege **Tiefdrucktätigkeit** führt zu einem erneuten Temperatursturz und in allen Landesteilen zu ergiebigen Niederschlägen mit einer Schneefallgrenze von regional unter 1000 m (29.: Wiel 68 mm, Soboth 59 mm, Murau 50 mm, St. Nikolai/Sölkta 45 mm).

Die Temperaturen und die Werte der relativen Sonnenscheindauer wichen im April nur geringfügig von den Normalwerten ab; an den meisten Stationen gilt dies auch für die Niederschlagsmengen, doch traten hierbei lokal auch größere positive Abweichungen auf.

Mai

- 1.– 4. Eine nur schwach wetterwirksame **Tiefdruckrinne** läßt den Monat mit wechselnd wolkiger Witterung, aber nur lokal mit vereinzelt Niederschlägen, beginnen.
- 5.–11. Unter schwachem **Hochdruckeinfluß** setzt sich sonniges und warmes Wetter mit Tageshöchsttemperaturen bis zu 24° durch; ab 9. überqueren Störungen, die in eine **westliche Strömung** eingelagert sind, mit lokal ergiebigen Schauern und Gewittern das Land.
- 12.–16. Ein kräftiges **Hochdruckgebiet** sorgt erneut für frühsummerliches Schönwetter (14.: Hieflau 28°).
- 17.–23. Nachdem mit einer **nördlichen Strömung** am 17. und 18. kühlere Luft herangeführt worden ist, stellt sich bei einem flachen Tief über der Adria am

Abb. 2: Jahresgang der wichtigsten Klimaelemente an der Station Graz/Universität (366,5 m) für das Jahr 1992



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.

19. und 20. unbeständige Witterung ein, die bei **geringen Luftdruckgegensätzen** weiter anhält. Lokale Gewitter treten auf, ohne aber bedeutenden Niederschlag zu bringen.

24.–31. Ein **Hochdruckgebiet** mit Zentrum über Nordosteuropa ist die Grundlage für sonnige und warme Witterung, erst gegen Monatsende wird es an der Vorderseite eines Tiefdruckkomplexes wieder etwas unbeständig.

Der Mai war wegen des Mangels an ausgeprägt zyklonalen Wetterlagen an allen Stationen zu warm, zu sonnenscheinreich und zu niederschlagsarm. Mit diesem Niederschlagsdefizit, das nur an wenigen, von Gewittern stärker betroffenen Stationen geringer als 50% war, wurde gleichsam ein erster Grundstein der sommerlichen Trockenheit gelegt.

Juni

- 1.–13. Nachdem bis 2. eine südwestliche Vorderseitenströmung für Temperaturen bis zu 28° gesorgt hat, stellt sich rege **Tiefdrucktätigkeit** und durch sie ein vorherrschend eher kühler und niederschlagsreicher Witterungsabschnitt ein. Besonders ergiebig ist der Regen am 3. (siehe Abb. 4 mit Erläuterungen) und am 12. (Glashütten 92 mm, Hebalm 88 mm).
- 14.–18. **Schwacher Hochdruck** prägt das Witterungsgeschehen; nur am 16./17. kommt es bei Zufuhr etwas kühlerer Luft zu vereinzelt Gewittern.
- 19.–21. **Geringe Luftdruckgegensätze** gestalten die Witterung unbeständig, doch bleibt das Temperaturniveau hoch (21.: Bruck/Mur 29°).
- 22.–25. Schwüle prägt die Vorderseite eines **Tiefdruckgebietes**, das am 24. verbreitet z.T. ergiebige Niederschläge hervorruft.
- 26.–31. Ein kräftiges **Hochdruckgebiet** bringt heiteres und warmes Frühsommerwetter mit Tageshöchsttemperaturen zwischen 25 und 28°.

Der Juni war übernormal temperiert, wenn auch um einen etwas geringeren Betrag als der Vormonat. An den meisten Stationen blieb demgegenüber wegen der großen Häufigkeit von Tiefdrucklagen die relative Sonnenscheindauer unter den Normalwerten, während diese bei den Niederschlagssummen in der Regel erreicht wurden: Bedeutend übernormale Werte wurden hierbei nur an Stationen mit großen Gewitterereignissen, unternormale nur im Westen der Obersteiermark und im äußersten Südosten registriert.

Juli

- 1.– 4. Der am vorangegangenen Monatsende wetterbestimmende Hochdruck schwächt sich ab, und bei **flacher Druckverteilung** wird es zunehmend gewittrig, bleibt aber warm.
- 5.–13. Rege **Tiefdrucktätigkeit** führt eine mäßig warme und niederschlagsreiche Witterungsphase herbei, worin neben dem 7. vor allem der 11. als wichtigster Niederschlagstag hervortritt (Maria Lankowitz 67 mm, Preiner Gscheid 51 mm).
- 14.–16. In eine schwache **westliche Strömung** eingebettete Störungen gestalten den Wetterablauf unbeständig, doch fallen nur geringe Niederschläge.
- 17.–31. Nur kurzfristig durch gering wirksame Störungen (am 23. und 31.) etwas abgeschwächter **Hochdruck** ruft hochsommerliches Schönwetter mit der ersten Hitzewelle dieses Sommers hervor (21.: Irdning 34°; 31.: Hieflau, Bruck/Mur und Bad Gleichenberg jeweils 34°).

Der Juli war an allen Stationen wesentlich zu warm, besonders im Ennstal und Salzkammergut. Die vorherrschenden antizyklonalen Witterungsverhältnisse spiegeln

sich auch in den allerdings nur schwach überdurchschnittlichen Werten der relativen Sonnenscheindauer und in den deutlich zu geringen Niederschlagsmengen – am stärksten war das Defizit im Südosten des Landes – wider.

August

- 1.– 4. **Geringe Luftdruckgegensätze** und Labilisierung erlauben das Zustandekommen von Gewittern mit lokal relativ ergiebigen Niederschlägen (1.: Kirchenlandl 39 mm, 4.: Graz/Andritz 46 mm).
- 5.–10. Ein mächtiges **Hochdruckgebiet** über Mitteleuropa verursacht bei hochsommerlichem Schönwetter die zweite Hitzewelle des Sommers (9.: Bad Gleichenberg 35°).
- 11.–15. Eine schwache **Westströmung** sorgt für erst geringe, später aber durch eine eingelagerte Kaltfront am 15. deutliche Abkühlung; trotz hoher Schauer- und Gewitterneigung bleiben ergiebige Niederschläge in der Steiermark die Ausnahme (14.: Ramsau 43 mm).
- 16.–20. Wieder herrscht unter **Hochdruck** sommerliches Schönwetter; bei dieser dritten Hitzewelle werden Maxima bis 36° erreicht.
- 21.–24. Mit einer schwachen **Westströmung** wird das Temperaturniveau etwas gedämpft, doch treten erneut kaum Niederschläge auf.
- 25.–31. Ein weiteres Mal verstärkt sich der **Hochdruckeinfluß** und verursacht die vierte Hitzewelle (28.: Bruck/Mur, Bad Gleichenberg jeweils 36°), wobei die Warmluftzufuhr aus Südwest besonders ausgeprägt ist und die relative Feuchte durch föhnige Effekte unter 20% sinkt. Die Hitzewelle wird durch einen Wettersturz in der Nacht zum 1. September beendet.

Tab. 1: Jahresübersicht der meteorologischen Beobachtungen an der Station Graz/Universität (366,5 m) für das Jahr 1992

	Temperaturen in °C								Sonnenscheindauer		Bewölkung in ZehnteIn	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.	5,1	-2,4*	7,5	0,6	2,3	11,8*	2.	-9,8	21.	91	2,9	6,9	87
Feb.	8,7	-1,3	10,0	2,6	2,0	15,5	29.	-6,9	19.	133	4,6	4,9	77
März	12,0	1,0	11,0	5,5	1,0	19,9	4.	-3,7	11.	148	4,8	6,5	77
April	16,5	5,2	11,3	10,2	0,7	27,3	26.	-0,6	11.	168	5,6	6,8	68*
Mai	21,6	9,8	11,8	15,3	1,3	25,7	17.	5,3	12.	243	7,8	6,2	72
Juni	23,8	13,4	10,4	18,4	0,7	29,2	24.	8,7	7.	195	6,5	6,9	74
Juli	26,8	15,0	11,8	20,7	1,8	33,4	31.	10,9	14.	268	8,6	5,3	71
Aug.	30,7	16,7	14,0	22,9	4,8	34,9	28.	10,9	16.	308	9,9	4,0*	69
Sept.	22,8	10,0	12,8	15,2	0,6	26,6	23.	4,3	7.	229	7,6	4,3	78
Okt.	12,6	5,4	7,2	8,2	-1,2*	21,2	7.	-1,5	14.	88	2,8	7,7	89
Nov.	8,9	2,1	6,8	4,8	0,7	15,6	7.	-3,4	19.	70	2,3	7,3	88
Dez.	2,5*	-2,1	4,6*	-0,3*	0,0	12,9	3.	-10,7*	29.	65*	2,1*	7,3	88
Jahr Mittel	16,0	6,1	9,9	10,3	1,2	34,9	-	-10,7	-	2006	5,5	6,2	78
1951/80	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 die jeweiligen Höchstwerte.

Tab. 2: Fortsetzung von Tabelle 1

	Niederschlag				Tage mit			max. Schnee- höhe in cm	Gewittertage	heitere Tage	trübe Tage	Frosttage	Eistage	Sommertage	Nebeltage
	Monatssumme in mm	% des Mittels 1951-80	maximale Tagessumme	Tag	Niederschlag über 0,1 mm	Schneefall	Schneedecke								
Jan.	12	41	4,3	10.	7	4	8	6	-	2	15	28	2	-	7
Feb.	6*	16*	3,5*	13.	3*	1	-	-	-	7	2*	24	-	-	2
März	53	123	21,0	21.	14	6	2	3	-	5	14	11	-	-	1
April	58	100	33,7	29.	13	-	-	-	3	2	13	1	-	3	-
Mai	30	34	7,8	21.	9	-	-	-	5	1*	9	-	-	3	-
Juni	173	142	39,8	3.	14	-	-	-	10	1 ^x	13	-	-	11	-
Juli	84	63	48,8	7.	12	-	-	-	8	5	8	-	-	23	-
Aug.	57	52	24,6	4.	10	-	-	-	7	10	3	-	-	30	-
Sept.	80	91	21,9	4.	7	-	-	-	5	11	5	-	-	7	1
Okt.	116	161	26,3	5.	15	-	-	-	4	3	20	5	-	-	1
Nov.	70	130	27,7	3.	15	-	-	-	-	3	15	7	-	-	9
Dez.	60	150	35,2	5.	10	4	-	-	-	5	19	21	10	-	8
Jahr	799	92	48,8	-	129	15	10	6	42	55	136	97	12	77	29
Mittel 1951/80	865	-	52,6	-	142	27	54	24	36	37	140	99	25	43	46

Die außerordentlichen Witterungsverhältnisse dieses Monats, deren Hauptcharakteristik Temperatur-Monatsmittel sind, die wenigstens 4 K über dem langjährigen Durchschnitt lagen und mit stark übernormaler Sonnenscheindauer und stark unternormalen Niederschlagsmengen verknüpft waren, werden mitsamt ihren hydrologischen Folgewirkungen in einem eigenen Kapitel schwerpunktmäßig behandelt. Hohe immissionsklimatische Relevanz hatte der Wettersturz am Monatsende dadurch, daß er die hochsommerliche Ozonperiode beendete.

September

- 1.- 2. Nach einem **Trogdurchgang**, der – wie erwähnt – die Hitzewelle beendet und Niederschläge bringt, die bis fast 1500 m herab als Schnee fallen, kommt es unter **Zwischenhocheinfluß** zu Wetterberuhigung.
- 3.- 6. Eine **Tiefdruckrinne** sorgt erneut für Advektion kühler Luft und ergiebige Niederschläge mit einer Schneefallgrenze bei 1200 m (wie schon am 1. wird kurzzeitig die Sölkpaßstraße gesperrt!); Hauptniederschlagstage sind der 4. und 5. (4.: Pusterwald 63 mm, Planneralm 62 mm; 4./5. zusammen: Gößl 99 mm).
- 7.-13. Erst schwacher, am 8./9. von einem Störungsdurchgang unterbrochener, sich ab 11. aber verstärkender **Hochdruck** bewirkt erst wechselnd wolkige, dann sonnige und spätsommerlich warme Witterung, nachdem am Morgen des 7. in den inneralpinen Beckenlagen schon verbreitet Morgenfrost aufgetreten ist.
- 14.-22. Nach einem in eine **westliche Strömung** eingelagerten Störungsdurchgang mit lokal heftigen Niederschlägen setzt sich erneut Hochdruck und spätsommerliches Schönwetter durch.
- 23.-27. Mit einer kräftigen **Südströmung** wird warme und z.T. feuchte Luft gegen die Alpen gesteuert, wodurch es am 24. zu leichten Niederschlägen kommt, ab 25./26. verstärkt sich aber wieder der **Hochdruck**.

- 28.–30. Ein **Trogdurchgang** beendet endgültig den warmen Nachsommer, wobei am 29. verbreitet ergiebige Niederschläge fallen (Donnersbachwald 77 mm, Frohnleiten 60 mm, Schöckl 56 mm).

Wie schon die vier Vormonate so war auch der September zu warm, allerdings (mit maximalen Abweichungen der Monatsmittel um kaum mehr als 1 K) in wesentlich geringerem Ausmaß. Die Sonnenscheindauer wich nur wenig von den langjährigen Normalwerten ab, mit Ausnahme der Mittelsteiermark, wo sie sehr stark übernormal blieb. Dies hat seine Ursache darin, daß der Norden bei den zyklonalen Lagen stärker von Bewölkung und Niederschlag betroffen war, was auch die dortigen stark positiven Abweichungen der Niederschlagssummen (besonders im Ennstal) erklärt.

Oktober

- 1.– 7. Eine **Nordwestströmung** zu Monatsbeginn wird ab 3. von einem kräftigen **Tief im Süden** abgelöst, bei den verbreitet sehr ergiebigen Niederschlägen (vgl. dazu Abb. 5 samt Erläuterungen) bleibt es relativ mild.
- 8.– 9. Ein **Zwischenhoch** führt zu kurzzeitiger Wetterberuhigung; wobei die Tageshöchsttemperaturen an einigen Stationen noch 21° erreichen und gleichzeitig die Monatsmaxima darstellen.
- 10.–12. Ein weiteres **Tief im Süden** bewirkt wenig ergiebige Niederschläge und mit Kaltluftadvektion an seiner Rückseite Abkühlung.
- 13.–15. Es kann sich kurzzeitig **Hochdruck** durchsetzen, der sonniges Herbstwetter mit verbreiteten Morgenfrösten hervorruft.
- 16.–19. Eine mächtige **Tiefdruckentwicklung** mit Zentrum über der Adria führt zu ergiebigen Niederschlägen (17.: Eibiswald 64 mm), die bis unter 1000 m herab als Schnee fallen und für die höheren Gebirgslagen bereits den Wintereinbruch (fast auf den Tag genau zur selben Zeit wie im Vorjahr, vgl. LAZAR et al. 1992) darstellen. Am 19. treten nach klarer Nacht sehr tiefe Temperaturen auf (Bad Mitterndorf –9°, Oberwölz –6°).
- 20.–27. Die Witterung bleibt bei anhaltendem **Tiefdruckeinfluß**, wobei am 20./21. und am 26. die Kerne der Zyklonen erneut im Süden liegen, überwiegend regnerisch und kühl, doch bleibt die Niederschlagswirksamkeit diesmal geringer; nur am 23. und am Ende dieser Periode bringen **Zwischenhochs** etwas Sonne.
- 28.–31. Wieder bringt **Tiefdruck im Süden** starke Bewölkung, niedrige Temperaturen und ergiebige Niederschläge (29.: Wies 53 mm).

Der Oktober wies als einziger Monat dieses Jahres an allen Stationen deutlich zu tiefe Temperaturen auf, wobei die stärksten negativen Abweichungen in mittleren Gebirgslagen auftraten, wo sich wegen der Häufigkeit zyklonaler Wetterlagen keine Begünstigung gegenüber den Tallagen ergab. Die Sonnenscheindauer blieb aus demselben Grund außerordentlich stark unternormal, während die Niederschläge weit über den Erwartungen lagen, am wenigstens noch im Norden, was sich aus der auffallenden Häufigkeit von Tiefs im Süden erklärt; in der Weststeiermark wurden dabei lokal neue Maximalwerte für den Oktober gemessen, so etwa in Maria Lankowitz, wo die Monatssumme von 246 mm die bisher höchste vom Oktober 1980 (230 mm) deutlich übertraf.

November

- 1.– 5. Nach einem trüben, aber milden Monatsbeginn werden mit einer **westlichen bis nordwestlichen Strömung** feuchte Luftmassen herangeführt, die am 3. verbreitet ergiebige Niederschläge bringen (Leutschach 44 mm, Pack 42 mm).

- 6.–10. Es herrscht **Hochdruck** vor, der sich am 8. etwas abschwächt, wodurch eine Nordströmung mit Wolkenfeldern, aber wenig Niederschlag wetterwirksam werden kann; im übrigen ist es meist sonnig, in den Niederungen aber oft neblig.
- 11.–15. Nach Durchzug eines Frontensystems setzen sich **nordwestliche Strömungsrichtungen** durch und bringen vor allem dem Norden einige Schneeschauer, ab etwa 14. herrscht schwacher **Zwischenhocheinfluß**.
- 16.–19. Eine mächtige **Tiefdruckrinne** überquert die Alpen und bringt ergiebigen Niederschlag mit einer Schneefallgrenze um 500 m (16./17. zusammen: Leutschach 68 mm, Bad Gleichenberg 56 mm), am 19. treten nach klarer Nacht starke Fröste auf (Zeltweg -12°).
- 20.–25. Mit **westlichen bis nordwestlichen Strömungen** wird feuchte und überwiegend milde Luft herangeführt, wobei vor allem im Norden ergiebige Niederschläge registriert werden (22.: Vordernbachalm/Totes Gebirge 118 mm, Gollrad 82 mm, Frein 70 mm); ab 24. kommt es unter schwachem **Hochdruck** zu Wetterberuhigung.
- 26.–30. **Westliche Strömungskomponenten** und darin eingelagerte Fronten bewirken starke Bewölkung und verbreitet Niederschläge, die im Norden erneut recht ergiebig sind (28.: Hieflau 48 mm) und erst am 30. abklingen.

Der außerordentlich dynamische Witterungsablauf ohne längere antizyklonale Perioden bewirkte eine deutlich unternormale relative Sonnenscheindauer und in allen Landesteilen überrnormale Niederschlagsmengen. Dabei war aufgrund der häufigen West- bis Nordwestlagen der Norden besonders stark überregnet und hinsichtlich des Sonnenscheins benachteiligt. Die Temperaturen blieben wegen des Vorherrschens milder Luftmassen über den langjährigen Mittelwerten.

Dezember

- 1.– 6. Bis zum 3. bleibt es an der Vorderseite einer **Tiefdruckrinne** weiterhin mild (mit Jauk im Vorland), beim eigentlichen Trogdurchgang am 5./6. fallen die ergiebigen Niederschläge bis in die Tallagen überwiegend als Schnee (5.: Soboth 61 mm, Schöckl 58 mm, Planai 44 mm).
- 7.–11. Eine mächtige **Tiefdruckentwicklung im Süden** verursacht weiterhin Niederschläge, die vor allem im Südwesten sehr ergiebig sind (9.: Wiel 36 mm).
- 12.–14. Eine **Nordwestströmung** bringt dem Norden Niederschläge (12.: Altaussee 43 mm), während es im Vorland meist föhnig aufgeheitert ist.
- 15.–31. Ein mächtiges **Hochdruckgebiet** mit Kern über dem östlichen Europa ruft eine langanhaltende winterliche Schönwetterperiode hervor. Während es auf den Bergen durchwegs sonnig und am Anfang recht mild ist, liegt im Vorland Hochnebel, dessen Obergrenze zeitweise bis auf 1500 m ansteigt. Er löst sich spätestens am 27. auf, als eine schwache **nördliche Strömung** einige Wolkenfelder bringt. Besonders während der Weihnachtsfeiertage kommt es zur Zufuhr kontinentaler Kaltluft, wodurch sich gegen das Jahresende hin sehr tiefe Temperaturen einstellen (29.: Bad Mitterndorf -19° , 30.: Zeltweg -20°).

Die Monatsmitteltemperaturen des Dezember wichen wenig von den Erwartungswerten ab und waren nur in einigen extremen Beckenlagen um mehr als 1 K zu tief. Die relative Sonnenscheindauer entsprach an den meisten Stationen den Normalwerten, lag aber in einigen hochnebelreichen Gebieten darunter, in manchen Hochtälern der Obersteiermark aber auch deutlich darüber. Die Niederschläge waren südlich des Alpenhauptkammes über-, nördlich davon unternormal.

Die Hitze und Trockenheit des Sommers und ihre Konsequenzen

Der Beginn der Trockenperiode kann in der Monatsmitte des Juni angesetzt werden, da in der Folge bis zum Monatsende im Vorland nur wenig Niederschlag fiel, wobei aber nicht übersehen werden darf, daß auch schon der Vormonat deutlich unternormale Niederschlagsmengen aufgewiesen hatte. Trotz des eher unbeständigen Witterungscharakters der ersten Julihälfte blieben die Niederschläge weiterhin gering, besonders wiederum im Vorland, von dem nur ein etwa 20 km breiter Gebirgsfußstreifen bei einigen Gewittern überregnet wurde. Ab dem 14. Juli gelangte mit südwestlichen Winden wiederholt subtropische Warmluft nach Mitteleuropa. Die damit verbundenen vier Hitzewellen (eine im Juli, drei im August) wurden nur kurzfristig durch abgeschwächte Gewitterstörungen unterbrochen. Dabei blieb die Ergiebigkeit dieser Niederschläge, bedingt durch die Trockenheit der herangeführten Luft, in der Steiermark (im Gegensatz zu Westösterreich, wo sich auch Unwetter einstellen) weiterhin sehr gering. Die Trockenheit wurde zweifellos durch die hohen Temperaturen (an den meisten Stationen im Vorland gab es 20–22 Tropentage, d.s. solche mit einem Temperaturmaximum von wenigstens 30°) und gegen Ende August auch durch lebhaft südliche Winde mit föhnigem Charakter (Jauk) bei extrem niedriger relativer Feuchte (um 15–20% bei 33–35°) verschärft. Der August wurde dadurch zu einem Jahrhundertereignis mit Abweichungen des Temperaturmonatsmittels von mehr als 5 K vom langjährigen Durchschnitt – in der Steiermark ist er damit der heißeste, seit es meteorologische Aufzeichnungen gibt.

Für die Niederschlagsverteilung war eine Abnahme der Niederschlagsmengen von Westen nach Osten charakteristisch. Betrachtet man in der Mittelsteiermark den gesamten Sommer (Juni bis August), so ergeben sich entlang des Steirischen Randgebirges nur geringe Niederschlagsdefizite gegenüber den Normalwerten, während diese gegen Südosten stark ansteigen – in Bad Gleichenberg etwa wurden nur 35% des Erwartungswertes registriert. Mit 10–20% (!) des Normalwertes in der südöstlichen Steiermark und 30–50% im Bereich der Koralpe erweist sich das Verteilungsmuster im August als durchaus ähnlich. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß von den benachbarten Gebieten vor allem das Südburgenland, Slowenien und das Klagenfurter Becken in vergleichbarem Ausmaß von der Trockenheit betroffen waren. Aus einer Analyse der Niederschlagswerte seit 1901 geht hervor, daß der Sommer 1992 in der südöstlichen Steiermark zu den trockensten zählt, wobei der Sommer 1932 der bisherige „Spitzenreiter“ mit in der Weststeiermark noch spärlicheren Niederschlägen war. Hinzuweisen ist weiters auf die Sommer 1950 und 1976, als etwa zwischen 1. Juni und 19. Juli 1976 in Leibnitz nur 15% des Normalwertes gemessen und bedeutende Trockenschäden festgestellt wurden. Insgesamt muß demnach im südöstlichen Alpenvorland etwa alle 20 bis 30 Jahre mit einem solchen Trockensommer gerechnet werden; europaweit war wohl der Sommer 1976 der schlimmste, vor allem in Frankreich, gefolgt vom Sommer 1959 in Deutschland.

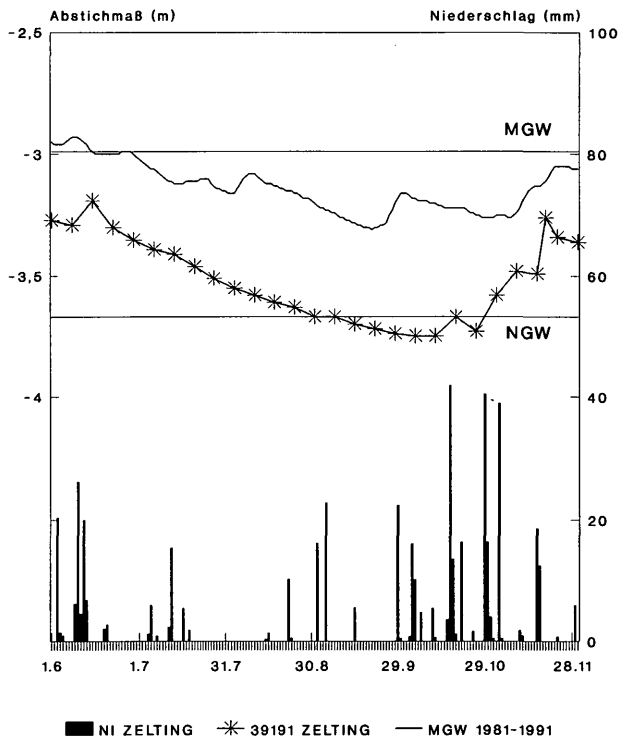
Fragt man nach den Ursachen der anhaltenden Trockenheit, so ist an erster Stelle eine abnormale Druckverteilung mit viel zu tiefem Druck über dem Ostatlantik und zu hohem über dem östlichen Mitteleuropa zu nennen. Sich rasch regenerierende Zyklogen über dem Atlantik kamen kaum nach Osten voran, verursachten aber an ihren Vorderseiten wiederholte Vorstöße subtropischer und überwiegend sehr trockener Luft in den Ostalpenraum. Als extrem seltenes Phänomen konnte man Gewitter beobachten, die nur lokal geringfügigen Niederschlag brachten, da viel Feuchtigkeit von der trockenen Atmosphäre aufgenommen wurde. Aus dem geringen Feuchtigkeitsangebot läßt sich auch erklären, warum die Gewitter nicht bzw. nur abgeschwächt das Vorland erfaßten. Der Sommer 1992 paßt ferner recht gut zur Tendenz einer globalen Erwärmung, an der wohl auch das CO₂ (Treibhauseffekt) stark beteiligt ist. In diese Richtung

weist die im letzten Dezennium beobachtete Häufung von deutlich zu warmen Sommern wie 1982, 1986 und 1991 bzw. auch der Rekordjuli 1983, der aber doch an den meisten Stationen um etwa 1 K kühler als der August 1992 blieb.

Die Witterung des Sommers und ihre Folgewirkungen kommen in diesem Witterungsspiegel mehrfach zur Sprache, besonders natürlich im Abschnitt Witterung und Ernteerträge. Eine unmittelbare Konsequenz der Trockenheit waren die außerordentlich ungünstigen hydrologischen Gegebenheiten, auf die in der Folge genauer eingegangen werden soll. Aus dem Verhalten der Grundwasserspiegelbewegungen zwölf repräsentativer Meßstellen im besonders betroffenen Bezirk Radkersburg ist zu erkennen, daß das Jahresmittel unter dem langjährigen Mittelwert lag und daß bei allen Stationen die bisher bekannten Tiefstwerte des Grundwasserstandes im Mittel um 10 cm unterschritten wurden. Die Abb. 3 zeigt beispielhaft die Verhältnisse an der Station Zeltling (bei Bad Radkersburg) für den Sommer und den Herbst, wobei die Niederschläge und die Grundwasserganglinie für 1992 der mittleren Ganglinie gegenübergestellt werden.

Zu Jahresbeginn lagen die Grundwasserspiegel – nicht zuletzt aufgrund des Hochwassers vom Dezember des Vorjahres – über dem Mittelwert, wobei an den

Abb. 3: Niederschlags- und Grundwasserverhältnisse vom Juni bis November 1992 in Zeltling bei Bad Radkersburg (Quelle: Hydrographische Landesabteilung)



Anmerkungen: Die obere Kurve stellt den Gang des mittleren Grundwasserspiegels (MGW) 1981–91, die untere den Gang im Jahre 1992 dar. Die horizontale Linie mit der Bezeichnung MGW zeigt den Mittelwert für die gesamte Periode 1981–91, die horizontale Linie mit der Bezeichnung NGW den tiefsten bisher registrierten Grundwasserstand an diesem Meßpegel.

meisten Stationen Ende März die höchsten Grundwasserstände des Jahres erreicht wurden. Danach setzte eine Absenkung der Grundwasserstände ein, die mit einer kurzen Unterbrechung Anfang Juni allgemein bis in den Herbst anhalten sollte (Rückgang über 1 m). Bereits im April wurde der Mittelwert unter- und erst im November/Dezember wieder überschritten, wobei die niedrigsten Grundwasserstände meist Mitte Oktober registriert wurden (vgl. auch Abb. 3). Die ergiebigen Herbstregen führten erst ab Ende Oktober zu einer Auffüllung des Grundwassers, wobei an einigen Stationen der Wert von Ende März fast erreicht wurde. Diese extremen Grundwasserstände gab es nur in der südlichen Steiermark, während in den Gebieten nördlich von Graz sich das gewöhnliche Bild (Minimum Februar, Maximum Mai/Juni, sekundäres Maximum Oktober) zeigte.

Beunruhigend ist, daß die südliche Steiermark nun bereits zum drittenmal nach 1989 und 1990 innerhalb von vier Jahren extrem unterdurchschnittliche Grundwasserstände aufwies. Während meist aber durch feuchte Frühsommer ein gewisser Ausgleich erfolgte, war 1992 nicht nur der Sommer heiß und trocken, sondern auch schon der vorangegangene Winter niederschlags- und vor allem schneearm. Die sich seit mehr als einem Jahrzehnt abzeichnende fallende Tendenz des Grundwasserspiegels ist auf mannigfache Ursachen zurückzuführen (hierzu gehören u.a. die Eintiefung der Mur, Drainagierungen, Intensivlandwirtschaft und Bodenversiegelung) und hat den Wunsch nach einer regionalen Nutzung von Grundwasservorräten zur Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen hervorgerufen. 1992 jedenfalls wurden zahlreiche Grundwasserbrunnen zur Bewässerung der Monokulturen neu errichtet, was die Trinkwasserbrunnen beeinträchtigte. Darüber hinaus wurde örtlich den Oberflächengewässern Wasser entnommen, wodurch einige kleinere Bäche austrockneten. Da auch hiermit der Bedarf vielfach nicht gedeckt werden konnte, mußten manche Haushalte und Betriebe zusätzlich mit Tankwagen versorgt werden.

Starkregenereignisse

1) 3. 6. 1992 (zu Abb. 4)

Die Gewittertätigkeit blieb zwar im Sommer 1992 deutlich unterdurchschnittlich, dennoch traten an einigen Tagen bevorzugt im Juni lokale Unwetter auf. Das Ereignis des 3. Juni war von allen das bedeutendste, da mit Ausnahme des oberen Mur- und Ennstales überall Gewitter verzeichnet wurden, die etwa in Leutschach einen Spitzenwert von 122 mm Niederschlag erbrachten. Die Voraussetzungen hierfür waren geradezu ideal: Eine in die südwestliche Höhenströmung eingelagerte Störungszone mit etwas kühlerer Luft und ein zugehöriges flaches Bodentief über der nördlichen Adria verursachten bereits am Morgen erste Gewitter, die von Kärnten her rasch auf die Steiermark übergriffen. Die Hauptwelle überquerte dann im Laufe des Nachmittags und Abends mit anhaltenden Gewitterregen speziell den Nordosten der Steiermark. In der Verteilung fällt auf, daß sich die Gewittertätigkeit im wesentlichen auf Teile des Randgebirges und den Nordosten beschränkte. Wie es auch für den weiteren Verlauf des Sommers typisch sein sollte, fielen bereits bei diesem Ereignis im äußersten Osten nur geringe Regenmengen.

2) 3.–5. 10. 1992 (zu Abb. 5)

Diese Niederschlagsperiode ist deshalb interessant, weil alle drei Tage durchaus ähnliche Boden- und Höhenwinde aufwiesen und somit orographische Staueffekte in ihrem Ausmaß sehr gut beurteilt werden können. Das steuernde Aktionszentrum war ein kräftig entwickeltes Boden- und Höhentief über dem Raum Genua, wobei die Steiermark an seiner Vorderseite lag. Die Hebungsvorgänge, anfangs verbunden mit Warmluftadvektion, später auch mit Okklusionsvorgängen, wurden durch die östlichen Winde in Bodennähe orographisch erheblich verstärkt. So betrug etwa die

Niederschlagszunahme von Feldbach bis Graz nur rund 20 mm, von Graz bis zum Gebirgsrand der Gleinalpe bereits weitere 50 mm und schließlich zu den Kammlagen der Stub- und Gleinalpe selbst weitere 30 bis 40 mm. Der Südwesten, der bei derartigen Wetterlagen die höchsten Niederschläge zu verzeichnen pflegt, blieb aber unter den Erwartungswerten, offensichtlich als Folge der Höhenströmung aus Süd bis Südost anstatt aus dem Sektor Süd bis Südwest. Die langandauernden Regenfälle verursachten lokale Überschwemmungen im Bereich des Randgebirges.

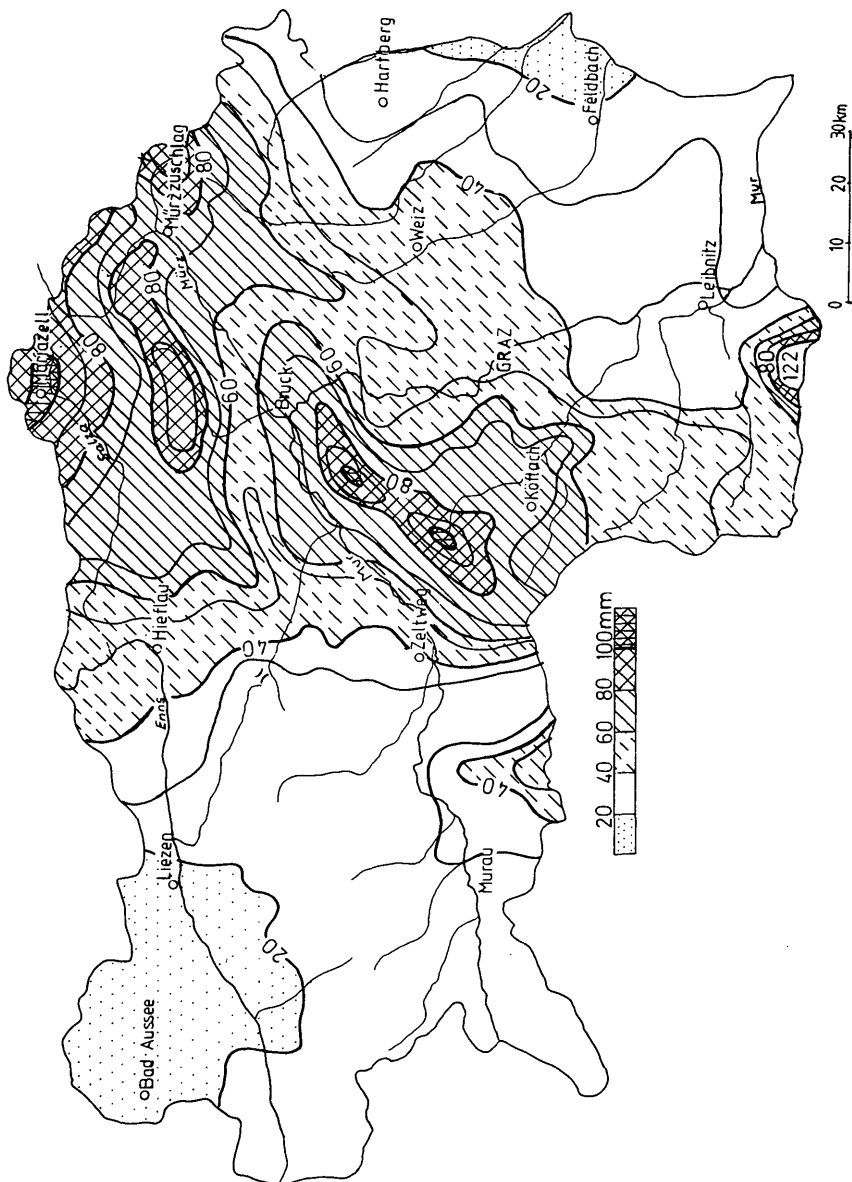
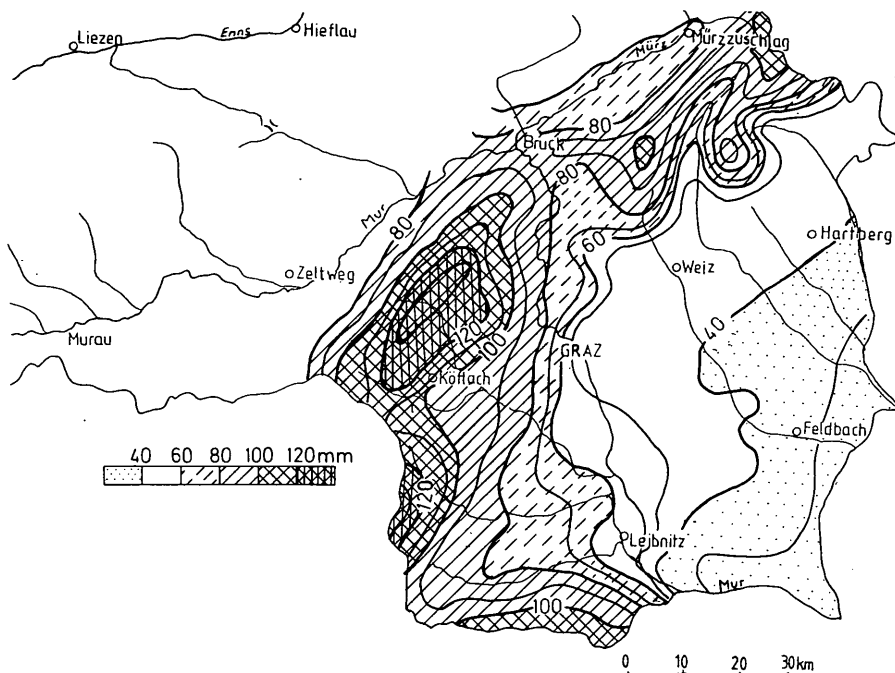


Abb. 4: Niederschlagsverteilung am 3. 6. 1992 (Erläuterungen im Text)

Abb. 5: Niederschlagsverteilung für den Zeitraum 3.–5. 10. 1992 (Erläuterungen im Text)



Die lufthygienische Situation in der Steiermark unter besonderer Berücksichtigung des Ozons

Das lufthygienische Belastungsbild war im Jahr 1992 vorwiegend vom Schadstoff Ozon geprägt, wobei die höchsten Konzentrationen im August im Vorland und im Steirischen Randgebirge auftraten, während die Obersteiermark ein insgesamt geringeres Ozonniveau verzeichnete. Der hohen Bedeutung dieses Schadstoffes entsprechend wird die Beschreibung seines Verlaufes der Übersicht über die lufthygienische Gesamtsituation vorangestellt. Die Ozonbildung wird besonders an strahlungsreichen Tagen angeregt. Ein erhöhter Ozongehalt ist daher im Winter vorwiegend an längerfristig andauernde Hochdrucklagen gebunden. Für die Sommermonate hingegen läßt sich eine eindeutige witterungsklimatische Abhängigkeit nur für abnehmende Ozonkonzentrationen bei Kaltfrontdurchgängen und Tiefdrucktätigkeit nachweisen. Die Sonneneinstrahlung und die höheren Temperaturen sind durchwegs auch bei bewölkungsarmen Strömungslagen und gradientschwachen Lagen noch ausreichend, um die Ozonbildung zu forcieren. Im Hochsommer ist es daher zielführender, die Witterungsperioden mit einem geringeren Ozongehalt hervorzuheben. Die Meßergebnisse aus dem steirischen Luftgütemeßnetz belegen, daß die Ozonkonzentrationen in Gebieten mit einheitlicher Ausprägung der jeweils vorherrschenden Witterung auch ein ausgeglichenes Schadstoffbild erkennen lassen.

Für die räumliche Beschreibung der Ozonverteilung wird die Gliederung der Landschaften der Steiermark mit einheitlichen Witterungszügen (WAKONIGG 1978) zugrunde gelegt. Zu berücksichtigen ist weiters, daß mit zunehmender Seehöhe eine Nivellierung der Tagesgänge erfolgt, sodaß in der Höhe die lufthygienische Belastung

bei Zugrundelegung längerfristiger Mittelwerte höher ausfällt als vergleichsweise in den Talbereichen des jeweiligen Gebietes. In den täglichen Maxima der Halbstundenmittelwerte ergeben sich dennoch annähernd gleiche Konzentrationen.

Tab. 3: Übersicht über das Konzentrationsniveau von Ozon in den Gebieten mit einheitlichen Witterungszügen der Steiermark für den Zeitraum 10. April – 29. August 1992.

Gebiet:	Station	Seehöhe der Meßstation	MPMW mg/m ³	TMW _{max} mg/m ³	MT _{max} mg/m ³	HMW _{max} mg/m ³
Nordstaugebiet	Grundlsee	980 m	0,084	0,128	0,108	0,167
Oberes Ennstal und Niedere Tauern	Salberg	1275 m	0,094	0,144	0,114	0,159
Oberes Murtal	Judenburg Stolzalpe	715 m	0,056	0,089	0,101	0,160
		1302 m	0,090	0,127	0,118	0,165
Mürztal	Mürzschlag Rennfeld	725 m	0,056	0,089	0,101	0,161
		1620 m	0,109	0,152	0,130	0,181
Randgebirge und Vorland	Voitsberg Masenberg	390 m	0,060	0,114	0,121	0,180
		1180 m	0,104	0,156	0,124	0,181

Erläuterung: MPMW: Mittelwert über den Zeitraum 10. 4. 92–29. 8. 92, TMW_{max}: höchster Tagesmittelwert, MT_{max}: mittleres tägliches Maximum, HMW_{max}: höchster Halbstundenmittelwert.

Die Zuordnung der Stationen Salberg und Rennfeld ist aufgrund ihrer peripheren Lage im jeweiligen Gebiet nur bedingt aussagekräftig. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, daß für den Nordstaugebiet und das Obere Ennstal derzeit noch keine Station in den talbodennahen Siedlungsgebieten existiert.

In den nachfolgenden Ausführungen werden analog zu den durch SO₂ und NO₂ verursachten Belastungsperioden Ozonphasen nur dann als solche berücksichtigt, wenn Tagesmittelwerte auftreten, die 0,100mg/m³ überschreiten und zumindest mehrere Tage hintereinander in einem der oben angeführten Gebiete andauern. Mit diesem unteren Grenzwert werden genaugenommen allerdings nur die Höhenlagen berücksichtigt, da nur dort derartige Tagesmittel in diesem Sommer erreicht wurden. Unter Berücksichtigung der oben dargelegten Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Mittelwerten sind auch die Belastungsspitzen in den Siedlungsräumen zeitlich ausreichend dokumentiert.

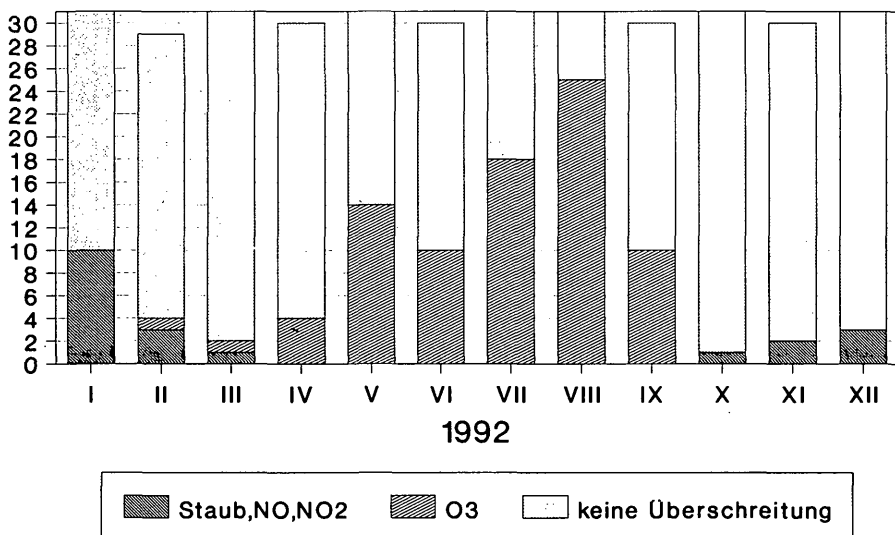
Der Beginn der „Ozonperiode“ 1992 kann mit dem 10. April festgesetzt werden. Ab diesem Zeitpunkt werden in der gesamten Steiermark mehrere Tage lang anhaltende Ozonepisoden beobachtet. Davor werden zwar ebenfalls bereits an einigen Tagen Ozonkonzentrationen von über 0,100mg/m³ als Tagesmittelwert registriert, allerdings treten diese Erscheinungen zeitlich eng begrenzt auf. Eine Ausnahme davon bildet die bereits angesprochene Schönwetterperiode um den Monatswechsel Februar–März.

Im April wird neben der schon angedeuteten Ozonperiode zwischen 10. und 13. noch eine weitere im Zeitraum vom 25. bis 28. registriert. Im Mai erfolgt nach dem Trogdurchgang zu Monatsbeginn zwischen dem 5. und 9. ein Ansteigen der Ozonwerte vornehmlich im Vorland und im Steirischen Randgebirge. In der Obersteiermark fällt noch am 5. Regen, sodaß hier die Ozonbildung zeitlich verzögert einsetzt. Das

zwischen dem 12. und 17. dominante Hoch verursacht im Oberen Murtal und in den nördlich anschließenden Gebieten ebenfalls ein geringeres Ozonniveau als vergleichsweise im Randgebirge und Vorland. Gegen Monatsende (25.–31.) wird in der gesamten Steiermark ein erhöhter Ozongehalt verzeichnet. Die auftretenden Gewitter führen nur lokal und kurzfristig zu einem Schadstoffrückgang. Die Witterung der ersten Junihälfte war einer verstärkten Ozonbildung eher abträglich. Erst um die Monatsmitte kann im südöstlichen Alpenvorland von einer Ozonepisode im hier gebräuchlichen Sinn gesprochen werden. Ab dem 27. setzt wieder Hochdruck und damit auch Ozonanstieg ein. Trotz des Wetterlagenwechsels zu Anfang Juli bleibt der Ozongehalt der bodennahen Atmosphäre bis zum 4. 7. konstant hoch.

In der Folge wird zwischen dem 20. Juli und dem 29. August der Höhepunkt der Ozonbelastung erreicht. Ab dem genannten Tag können nur mehr ausgesprochene Schlechtwettereinbrüche den Ozongehalt absenken. Die durch die flache Druckverteilung begünstigte Gewitterbildung bewirkt zwischen 1. und 3. 8. nur nördlich des Alpenhauptkammes einen Ozonrückgang. Ein steiermarkweites Zurückgehen der Ozonbelastung bringt der Durchgang einer Kaltfront am 4.; danach werden mit Ausnahme des Oberen Ennstales und der Nordstaugebiete erneut erhöhte Konzentrationen gemeldet, die am 15. durch einen Frontdurchgang deutlich zurückgehen. Die anschließenden Wetterlagen bewirken wiederum nur im südöstlichen Landesteil einen verstärkten Ozonanstieg. Die am 23. auftretenden Niederschläge sorgen zwei Tage lang für ein geringes Ozonniveau. Zwischen dem 25. und 29. steigen nicht nur die Lufttemperaturen, sondern naturgemäß auch der Ozongehalt in der Luft, wobei erneut die Nordsteiermark begünstigt bleibt. Nachdem ein Kaltlufteinbruch Ende August unter die sommerliche Ozonperiode einen Schlußstrich gezogen hat, werden im September nur mehr im Steirischen Randgebirge und Vorland einzelne Ozonepisoden (9.–13. und 20.–23.), bevorzugt unter Hochdruckeinfluß, registriert.

Abb. 6: Anzahl der Tage mit Überschreitungen von Richt- und Grenzwerten verschiedener Luftschadstoffe in Graz.



Anmerkungen: Die Grenzwerte beziehen sich auf das LGBI. Nr. 5/1987; der Richtwert für Ozon beträgt $0,120 \text{ mg/m}^3$ als Halbstundenmittelwert (Österr. Akademie der Wissenschaften).

Der Jahresgang der Ozonbelastung läßt sich auch anhand der Tage mit zumindest einer Überschreitung des von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften veröffentlichten Halbstundenmittelwertes von $0,120 \text{ mg/m}^3$ für das Stadtgebiet von Graz veranschaulichen (Abb. 6). Die geringe Überschreitungsanzahl im Juni ist auf die Schlechtwetterperiode in der ersten Monatshälfte zurückzuführen. Eine Warnstufe im Sinne des Ozonalarmgesetzes (BGBl. Nr. 210/1992) wurde in der gesamten Steiermark im Sommer 1992 nicht erreicht.

Hauptsächlich aufgrund der unbeständigen niederschlagsreichen Witterung im Herbst und Winter blieben die Immissionskonzentrationen von Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickstoffmonoxid und Kohlenmonoxid im Belastungsgebiet Graz deutlich unter den Grenzwerten der Smogalarm-Vorwarnstufe (BGBl. Nr. 38/1989). Im Oktober wurde im gesamten Stadtgebiet nur an einem Tag eine Überschreitung nach der Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) durch Schwebstaub gezählt. Der Oktober ist damit jener Monat mit der geringsten Schadstoffbelastung. Beachtenswert ist ferner, daß es weder durch Schwefeldioxid noch durch Kohlenmonoxid zu einer Grenzwertüberschreitung im Sinne der Immissionsgrenzwertverordnung (LGBl. Nr. 5/1987) kam. Daher fehlen auch diese beiden Schadkomponenten in der Legende des Diagramms, welches unter denselben Gesichtspunkten erstellt wurde wie im Witterungsspiegel des Jahres 1991 (LAZAR et al. 1992).

Überschreitungen der Landesgrenzwerte (LGBl. Nr. 5/1987) wurden 1992 in der Steiermark durch folgende Schadstoffe angezeigt:

Schwefeldioxid: Erhöhte Konzentrationen von SO_2 wurden nur im Bereich des Gratkorner Beckens festgestellt. Die Monate November und Dezember waren die einzigen, in denen keine Überschreitungen registriert wurden.

Schwebstaub: Von Überschreitungen der Schwebstaub-Immissionsgrenzwerte waren Fohnsdorf (Dezember), Zeltweg (Jänner), Knittelfeld (Dezember), Bruck/Mur (Jänner, Mai) und Graz (Jänner, Februar, Oktober) betroffen.

Stickstoffmonoxid: Im Jänner zeigten die Immissionsmeßgeräte in Krems/Voitsberg, Leoben und Graz erhöhte Stickstoffmonoxidgehalte in den bodennahen Luftschichten an. In Graz wurden darüber hinaus in den Monaten Februar, November und Dezember noch weitere Grenzwertüberschreitungen aufgezeichnet.

Stickstoffdioxid: Erhöhte Werte waren zu Beginn des Jahres in Zeltweg und Knittelfeld (jeweils Jänner) sowie in Graz (Jänner bis März) maßgeblich an einer ungünstigen lufthygienischen Situation beteiligt.

Witterung und Ernteerträge

Im Gegensatz zum Jahr 1991 mit einem überaus kühlen Mai und den daraus resultierenden phänologischen Verzögerungen (LAZAR et al. 1992) war der Verlauf im Jahre 1992 durch Vorsprünge im Ausmaß von zwei bis vier Wochen geprägt. Spätfröste blieben weitgehend aus, und durch die Trockenheit und Wärme des Mai wurde die Weinblüte begünstigt. Die nachfolgende extreme Trockenheit speziell im August bereitete vor allem dem Mais große Probleme, wobei die Trockenschäden entsprechend den oben schon getätigten Aussagen im südöstlichen Vorland am größten waren. Dort waren neben dem Mais (-25% gegenüber dem Normaljahr) auch noch die Pflirsiche (bis zu -30%), der Holunder (-30%) und in geringerem Maße die Birnen betroffen; Jungkulturen bei Obst waren stark gefährdet bzw. fielen der Trockenheit gänzlich zum Opfer. Beim Wein hielten sich die Verluste in Grenzen, wobei die Abweichung zu einer Normalernte -15 bis -20% betrug. Dem Vegetationsvorsprung im Herbst ist es zu verdanken, daß die Lese im wesentlichen schon im September abgeschlossen werden konnte. Der Jahrgang 1992 darf in der Gesamtbeurteilung durchaus als hervorragend eingestuft werden und läßt sich mit den bisher besten Jahren nach 1945, und zwar 1947

und 1950, vergleichen. Im zu kühlen und verregneten Oktober hätte es bei der Lese zweifelsohne große Probleme im Sinne von Qualitätsverlusten durch Fäule gegeben. So aber wurden nur die letzten Feldarbeiten im Spätherbst durch die anhaltend niederschlagsreiche Witterung behindert.

Im Zusammenhang mit den Ernteerträgen sei noch erwähnt, daß die wichtigste Sonderkultur, der Apfel, die sommerliche Trockenheit relativ gut verkraftete und mit 85.000 t eine Durchschnittsernte eingebracht werden konnte. Die Qualität war als ausgezeichnet einzustufen; da allerdings im gesamten EG-Raum eine Rekorderte verzeichnet wurde, entstanden marktwirtschaftliche Probleme durch Preisverfall. Die größten Verluste beim Getreide mußten Roggen und Weizen (etwa -20%), gefolgt von Gerste (-15%) hinnehmen; besser schnitt der Hafer (nur gering negativ) ab. Die zweimähdigen Wiesen verzeichneten bei der Heuernte Ertragseinbußen von ca. 10%, wobei vor allem der zweite Schnitt sehr bescheiden ausfiel und nur in Abschnitten mit ausreichenden Gewitterregen zufriedenstellend verlief. Schließlich sei noch auf einige Sonderkulturen im Vorland wie die Pferde- und Sojabohne verwiesen, die von der Trockenheit besonders hart getroffen wurden (40-70% Ernteausfälle); der Ölkürbis kam mit einem Minus von 15 bis 25% noch vergleichsweise glimpflich davon.

Witterung und Medienecho

Abgesehen von den lufthygienischen Themen wie Treibhauseffekt, Ozon, Autoverkehr und Grazer Stadtklima, die in den letzten Jahren immer mehr zu „Dauerbrennern“ in der Medienlandschaft avancierten, begann die Berichterstattung über Witterungseigenheiten im wesentlichen erst in der zweiten Februarhälfte. Dabei ging es vor allem um die bis in den März hinein wiederholt auftretenden starken Schneefälle im Norden (die dort die Grundlage einer zufriedenstellend verlaufenden touristischen Wintersaison boten), aber auch um die Milde des Winters. Daß es dann gerade um den astronomischen Frühjahrsbeginn auch im Vorland zu Schneefällen kam, sorgte erwartungsgemäß für weitere Schlagzeilen und journalistische Frühlingsbeschwörungen. Bei den letzten, bis in mittlere Gebirgslagen herabreichenden Schneefällen in der Karwoche ereignete sich ein Lawinenunglück bei Pusterwald (Wölzer Tauern), das ein Todesopfer forderte. Nur eine Woche später waren die frühsommerlichen Temperaturen und später die in deren Gefolge auftretende überdurchschnittliche Produktion und Verfrachtung des Blütenstaubes von Koniferen, besonders der Fichte, Zeitungs-, Rundfunk- und Tagesgesprächsthemen. Entsprechend der geringen Häufigkeit von Gewittern und Starkregen gab es im Frühjahr und Sommer nur wenige Meldungen über die Wirkungen von Unwettern, am meisten noch über das Ereignis vom 3. 6. (Abb. 4) und weitere in der von reger Tiefdrucktätigkeit geprägten ersten Junihälfte. Wenn im übrigen Schäden verursacht wurden, so waren eher Blitzschlag, kaum aber Hagel oder gar Überschwemmungen die Auslöser.

Wichtigstes witterungsspezifisches Thema des Jahres in den Medien war aber selbstverständlich der trockene und heiße Sommer: Im Mittelpunkt standen dabei die Probleme, mit denen die Landwirtschaft zu kämpfen hatte (besonders auch die Schwierigkeiten bei der Entschädigung für Ernteausfälle), und allerlei Kuriositäten, etwa die Frage, wie sich Prominente gegen die Hitze schützen und daß Versorgungsgespässe bei den (in speziellen „Hitlisten“ gereihten) Erfrischungstränken zu befürchten seien. Zu den Kuriositäten ist wohl auch zu zählen, daß die Verantwortlichkeit von Hagelabwehraktivitäten an der Dürre „diskutiert“ wurde. Den folgenden Wettersturz vom 31. 8. auf den 1. 9. brachte eine Grazer Tageszeitung mit der Formulierung „Badehosen weg, Schneeketten her“ in eine Überschrift ihres Lokalteiles, doch zog sich die Berichterstattung über die Trockenschäden an landwirtschaftlichen Kulturen unabhängig von der aktuellen Witterung noch weit in den Herbst hinein. In diesem selbst wurden zuerst

die übernormale Sonnenscheindauer des September, dann die Vermurungsschäden bei den Starkregen Anfang Oktober (Abb. 5) und schließlich die Schneefallereignisse mit diversen Verkehrsbehinderungen bzw. -unfällen ab Mitte Oktober hervorgehoben.

Literatur

- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (1992): Luftgüteberichte über die Meßergebnisse des automatischen Luftgütemeßnetzes des Landes Steiermark (für die einzelnen Monate des Jahres 1992). Graz.
- BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH (1989): 38. Bundesgesetz vom 21. Oktober 1987 über Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren für das Leben und die Gesundheit von Menschen durch Luftverunreinigungen (Smogalarmgesetz), BGBl. Nr. 38 vom 20. 1. 1989.
- BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH (1992): 210. Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl. Nr. 38/1989, geändert wird (Ozongesetz). BGBl. Nr. 210 vom 24. 4. 1992.
- LAZAR, R., LIEB, G. K., & PIRKER, D. (1992): Witterungsspiegel 1991 für die Steiermark (unter besonderer Berücksichtigung von Graz). – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 122: 65–85.
- LANDESGESETZBLATT FÜR DIE STEIERMARK (1987): Immissionsgrenzwertverordnung der Steiermärkischen Landesregierung. LGBl. Nr. 5 vom 21. 10. 1987.
- ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, (1989): Photooxidantien in der Atmosphäre – Luftqualitätskriterien Ozon. – Kommission für Reinhaltung der Luft. Wien.
- WAKONIGG, H., (1978): Witterung und Klima in der Steiermark. – Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz 23: 473 S.

Anschriften der Autoren: Univ.-Doz. Dr. Reinhold LAZAR, Mag. Dr. Gerhard Karl LIEB, beide Institut für Geographie der Universität Graz, Heinrichstraße 36, A-8010 Graz.
Mag. Dieter PIRKER, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung Ia, Landhausgasse 7, A-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: 1993

Band/Volume: [123](#)

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

Artikel/Article: [Witterungsspiegel 1992 für die Steiermark. 53-72](#)