©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Jber. Biol. Stat. Lunz 6 (1983): 211 - 223

Wie „sauer" sind eigentlich Regen und Schnee ?

F. BERGER

Die in den letzten Jahren bekannt gewordenen Schädigungen des Fischbestandes mancher schwach gepufferter Seen Skandinaviens und das in Europa verbreitete Absterben von Waldbäumen werden z.T. dem erhöhten Säuregehalt der atmosphärischen Niederschläge zugeschrieben. Beim Kondensationsvorgang in der freien Luft werden von den Regentropfen oder Schneekristallen die umgebenden Luftgase, aber auch Staub, Pflanzenpollen und Meeressalzspuren aufgenommen. Die säurebildenden Gase und Abgase, das Kohlendioxid, die Oxide des Stickstoffs und des Schwefels erteilen den flüssigen oder festen Niederschlägen eine gewisse saure Reaktion, der als Gegenkomponenten nur das Ammoniak und mineralischer Staub (Kalk, Dolomit, Feldspat) entgegenstehen. Entsprechend der hohen Löslichkeit des Kohlendioxids, das sich im gleichen Volumen Wasser löst und in Anbetracht seines Partialdrucks in der Atmosphäre, der nur 0.03 bis 0.04 % beträgt, ergibt sich aus der Temperaturabhängigkeit von Gaslöslichkeit und Säurekonstante ein pH, der zwischen 0 und 30° bei 5.58, bzw. 5.66, also bei rund 5.6 liegt. Niedrigere Werte bedeuten, wenn man von flüchtigen organischen Säuren (Ameisensäure) absehen kann, einen Anteil an freier Mineralsäure (Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure). Höhere Werte treten seltener auf. Sie können von Ammoniak (häusliche und Stallabwässer), aber auch von verfrachtetem Wüstenstaub herrühren, wie es gelegentlich beobachtet wird.

Die günstige Lage der Biologischen Station Lunz in den waldreichen Voralpen, weit entfernt von Industriezentren, bot die Gelegenheit, verschleppte saure Abgase als Lösungsbestandteile im Regen und im Schnee nachzuweisen und in einen Zusammenhang mit den jeweiligen Wetterlagen zu bringen. Ein willkommener Vorteil war die Vergleichsmöglichkeit mit Regen-

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

wasseranalysen, die im Jahre 1937 parallel mit Kleinklimauntersuchungen im Laubwald durchgeführt wurden. Vor viereinhalb Jahrzehnten waren Vegetationsschäden nur im Umkreis von industriellen Anlagen bekannt, die Rauch- und Röstgase in die Luft bliesen. An eine Verschleppung von Abgasen über grössere Entfernungen erinnerten mehr die Geruchsbelästigungen, die von grossen Sulfit- und Sulfatzellstoffwerken oder von Zellwollefabriken ausgingen und heute noch ausgehen.

Die Regenuntersuchungen im Jahre 1937 waren darauf angelegt, die chemischen Hauptbestandteile jenes Niederschlagswassers zu ermitteln, das innerhalb eines dichten Laubwaldbestandes den Waldboden erreicht, während das auf freier Wiese gesammelte Wasser die Vergleichswerte der ursprünglichen Zusammensetzung lieferte.

Da sich die damalige Einrichtung der Regensammler sehr bewährte, aber ebensowenig wie die damit erzielten Ergebnisse publiziert worden ist, sei hier einiges Wesentliche mitgeteilt.

Die Regensammler bestanden aus einer V-förmigen Holzrinne, die mit reinem Zinnblech ausgeschlagen eine Auffangfläche von 10 mal 100 cm darbot. Sie war auf eine stabile Holzkiste von der Grösse eines mittleren Handkoffers mit leichtem Gefälle montiert. Am unteren Ende befand sich unter dem Ablaufloch ein kurzes Tulpenrohr, in der Tulpe ein feinmaschiges Drahtnetz aus Phosphorbronze, um zufällige Partikel, aber auch Insekten, Spinnen und Ohrwürmer abzufangen. Durch ein kurzes Schlauchstück Glas an Glas verbunden, folgte ein Verteilerrohr, mit mehreren Ansatzrohren, die senkrecht durch Gummistopfen in die Probenflaschen führten, die nur über ein Steigrohr mit der Aussenluft in Verbindung standen. Über das leicht abwärts geneigte Verteilerrohr füllte sich so die erste Probenflasche bis in ihr Steigrohr, dann lief das Wasser in die zweite usw. Durch Wahl des Flaschenvolumens war damit eine "Fraktionierung" des Regens möglich, etwa in 1 mm, 5 mm und den Rest einer Regenperiode. Alle Glasgeräte waren aus Jenaer Glas und die Aufstellung innerhalb der Kiste schützte sie wirksam vor Beschädigung, die abnehmbare Seitenwand ermöglichte das Auswechseln einzelner Flaschen. Die ganze Einrichtung war äusserlich robust und stabil und mit Handgriffen leicht transportabel gemacht (Fig. 1).

©Biologische Station Lunz-Austria, download unter www.biologiezentrum.at

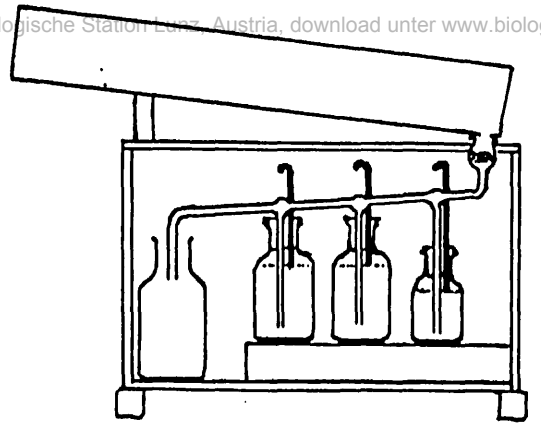
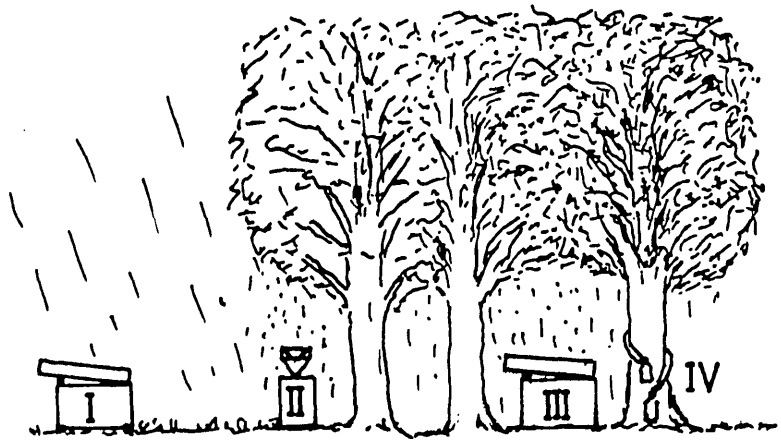


Fig. 1. Regensammler für fraktionierte Probennahme.

Drei derartige Sammler waren im Sommer 1937 in und vor einem alten Buchenbestand auf dem "Durchlass", dem SW-NO gerichteten Bergsattel 170 m über dem Talboden des Lunzer Sees, aufgestellt worden: Nr. I auf einer freien Wiese westlich vom Buchenbestand, Nr. II am Waldrand unter einer frei gegen Westen ausgesetzten Buche, Nr. III im dichten Bestand, wo der Regen das dichte Blätterdach durchtropft. Ausserdem waren am glatten Stamm einer Buche zwei Sammelrinnen aus Zinnblech angebracht, eine an der östlichen Kahlseite und eine an der bemoosten Westseite, die das am Stamm herablaufende Wasser in getrennte Sammelgefässe leiteten (Fig. 2).



Bei trockenem Wetter wurden die Auffangrinnen mit einem Holzdeckel verschlossen gehalten. Beim Herannahen einer Regenzone wurde dieser entfernt und die Rinne nach Abnahme des Tulpenrohres mit destilliertem Wasser und einer weichen Bürste gesäubert, besonders das Tulpenrohr mit dem Bronzedrahtnetz durchspült und gegebenenfalls erneuert. Anfangs wurden mehrere 100 ml-Flaschen angesetzt (für je 1 mm Regen), später die Einteilung 100, 500 und 2.000 ml als ausreichend beibehalten. Sofort nachdem der Regen aufgehört hatte, wurden die Proben

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

ins Labor gebracht und mit den damaligen Methoden analysiert (pH mit der Chinhydron-Elektrode, kolorimetrische Bestimmungen im direkten visuellen Farbvergleich mit jeweils neu angesetzten Messreihen). Die folgende Tabelle gibt zwei Beispiele wieder, die ungefähr die höchsten und die niedrigsten pH-Werte vom Sommer 1937 enthalten. Einige Details in der Wechselwirkung zwischen Regen und Buchen-

A. Gewitterregen vom 13./14. August 1937, nachts 57 mm.

Stelle	Regen-frakt.	Leitf. μS_{20}	pH	NO_3-N mg/l	NO_3-N mval/l	NH_4-N mg/l	NH_4-N mval/l	PO_4-P µg/l
I. Freie Wiese	1 mm	28	6.34	0.10	0.00_7	1.95	0.14	100
	5 mm	5	6.02	0.06	0.00_4	0.17	0.01_2	3
II. Waldrand	1 mm	26	6.21	0.29	0.02	0.85	0.06	5
	5 mm	6	6.01	0.08	0.00_6	0.15	0.01	1
III. Im Bestand	1 mm	10	6.32	0.08	0.00_6	0.27	0.02	2
	5 mm	8	6.02	0.07	0.00_5	0.23	0.01_6	1
Buchenstamm	bemoost	20	6.13	0.12	0.00_9	0.39	0.02_8	200
	kahl	23	5.82	0.02	0.00_1	0.05	0.00_4	24

B. Regen vom 25./26. August 1937, 13.3 mm vom Ende einer längeren Regenperiode vom 20. bis 26. mit insges. 144 mm.

Stelle	Regen-frakt.	Leitf. μS_{20}	pH	NO_3-N mg/l	NO_3-N mval/l	NH_4-N mg/l	NH_4-N mval/l	PO_4-P µg/l
I. Freie Wiese	6 mm	10	4.88	0.14	0.01	0.62	0.04_4	2
	7 mm	14	4.64	0.18	0.01_3	0.74	0.05_3	--
II. Waldrand	6 mm	9	5.24	0.09	0.00_6	0.44	0.03	2
	7 mm	15	5.05	0.20	0.01_4	0.62	0.04_4	--
III. Im Bestand	6 mm	17	5.27	0.19	0.01_4	0.45	0.03	6
	7 mm	--	5.44	0.32	0.02_3	--	--	--
Buchenstamm	bemoost	--	--	0.27	0.01_9	0.46	0.03_5	--
	kahl	--	--	0.03	0.00_2	0.37	0.02_6	--

laub und -stamm sind bemerkenswert. Der freifallende Regen selbst (I. Freie Wiese), im Beispiel A vom Beginn des Gewitters an aufgefangen, zeigt deutlich den zu erwartenden

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

"Auswascheffekt". Der erste Millimeter (Liter pro Quadratmeter) ist an allen Auffangstellen höher konzentriert als die folgenden 5 Millimeter. Diese Unterschiede treten am "Waldrand" etwas gedämpft auf, dagegen sind sie im Bestand nahezu ausgeglichen, hauptsächlich durch Absorption der Spitzenwerte. Der pH liegt mit einer Ausnahme über 6, also über dem Gleichgewichtswert mit der Luftkohlensäure (5.6). Mineralischer Staub, von den ersten Windstössen verblasen, ist wohl die Ursache. Wege und Strassen der Umgebung waren damals nicht asphaltiert. Auch der hohe Phosphatgehalt im ersten Liter des freien Regens kann darin seine Ursache haben. Er verschwindet fast völlig beim Durchfallen des Blätterdaches, während der Ammoniumgehalt sich zeitlich verteilt.

Das am Buchenstamm herablaufende Wasser zeigt grosse Unterschiede zwischen Moos- und Kahlseite. Während die Epiphyten Nitrat und Ammonium zum grossen Teil passieren lassen, werden NO_3 und NH_4 an der Kahlseite fast zur Gänze verbraucht. Der hohe Phosphatgehalt des Wassers von der Mooseite, der in einem anderen Fall bis zu 400 µg/l PO_4-P betrug, stammt wohl aus den Exkrementen moosbewohnender Tiere.

Beispiel B ist aus dem Ende einer mehrtägigen Regenperiode genommen, wo der Auswascheffekt keine Rolle spielt und eine gewisse gleichbleibende Verschiebung in der Zusammensetzung des Regens durch den Kontakt mit dem Buchenlaub anzunehmen ist. Allerdings änderten sich bereits einige Eigenschaften des freifallenden Regens während der letzten Tages- und Nachtzeit, die Leitfähigkeit nahm zu, ebenso der Nitrat- und Ammoniumgehalt, der pH verschob sich in Richtung höherer Säurekonzentration von 4.88 nach 4.64. Die Proben vom Waldrand wiederholen diese Tendenz, die im Bestand undeutlich wird. An der Kahlseite hat das am Stamm herablaufende Wasser wie im Beispiel A fast das ganze Ammonium verloren und das Nitrat etwa zur Hälfte.

Der pH hielt sich in den Grenzen von 4.5 bis 6.5, die schwach sauren Werte blieben nach der Beregnung der Laubkronen unverändert, die stärker sauren (pH unter 5) wurden sehr merklich abgestumpft, aber kaum bis zum Luftgleichgewicht.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die Untersuchungen von 1981 und '82 galten vor allem den chemischen Komponenten frischgefallenen Schnees. Das Geäst der Nadelbäume belastend und umhüllend, ergibt sich für die Schneelast und deren Schmelzwasser eine viel längere Einwirkungsdauer auf empfindliche Pflanzenorgane als sie einem adäquaten Regen zur Verfügung steht. Von den möglichen Erscheinungsformen des Wassers haben die Regentropfen die kleinste, die Schneekristalle die grösste Oberfläche. Der damit verbundenen hohen Adsorptionsfähigkeit steht die Lösungskraft der Regentropfen gegenüber, wenn auch physikalisch von anderer Art.

Eine Fraktionierung der Niederschläge, auch des Regens im Sommer, war nicht vorgesehen, als Sammler genügte ein Glastrichter von 15 cm Öffnung über einer 250 ml Jenaer Probenflasche. Schneeproben wurden von der nach Westen offenen Talwiese östlich des Lunzersees unmittelbar nach dem Ende eines Schneefalles von der Oberfläche in ein 3-Litergefäss geschöpft, gewogen und langsam aufgetaut. Der Wassergehalt schwankte zwischen 10 und 40 %, meist lag er um 25 - 30 %. Gelegentlich wurde eine Vergleichsprobe etwa 3 km südlich aus dem Seetal in etwa 740 m Höhe (Talwiese 600 m) geholt.

Die grossräumige Luftströmung zur Zeit des Niederschlags wurde aus den amtlichen Wetterkarten der Zentralanstalt für Meteorologie entnommen, wobei ein oder zwei Vortage der Probennahme mit in Betracht gezogen wurden. Zur begleitenden Darstellung sind die "Topographien der 500 mbar-Fläche" des Tages und des Vortages mit Windrichtungspfeil und Ortsangabe L (Lunz) abgebildet.

Bestimmungen und Methoden:

- pH: Glaselektrode, Kontrolle Standard-Acetat,
- Leitfähigkeit: Philips 9504 Gerät, Kontr. n/100 KCl,
- Azidität: Nach Durchgasen mit N_2 in Schott 17G3-Filternutsche Titr. mit n/100 NaOH u. Bromthymolblau,
- NO_3-N: Diphenylamin-Schwefelsäure + NaCl, Messreihe,
- NH_4-N: Nessler-Winkler,
- PO_4-P: Vogler,
- Na und K: Flammenphotometer "KLINA" (Beckman).

Chlorid, unter 0.5 mg/l, wurde nicht weiter berücksichtigt.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die freien Mineralsäuren (H_2SO_4, HNO_3, HCl) sind stöchiometrisch durch die Azidität definiert, ihre Aktivität ist durch den pH gegeben. Die Azidität ist nach der Vertreibung der Kohlensäure die Summe von Salpetersäure und Schwefelsäure, abzüglich der basischen Äquivalente NH_4 + Na + K. Andere Ionen spielten mengenmässig keine Rolle und konnten unberücksichtigt bleiben.

Es folgen nun fünf Beispiele, vier von Schneefällen, eines von einem kurzen Sommergewitter mit Regen und Hagel.

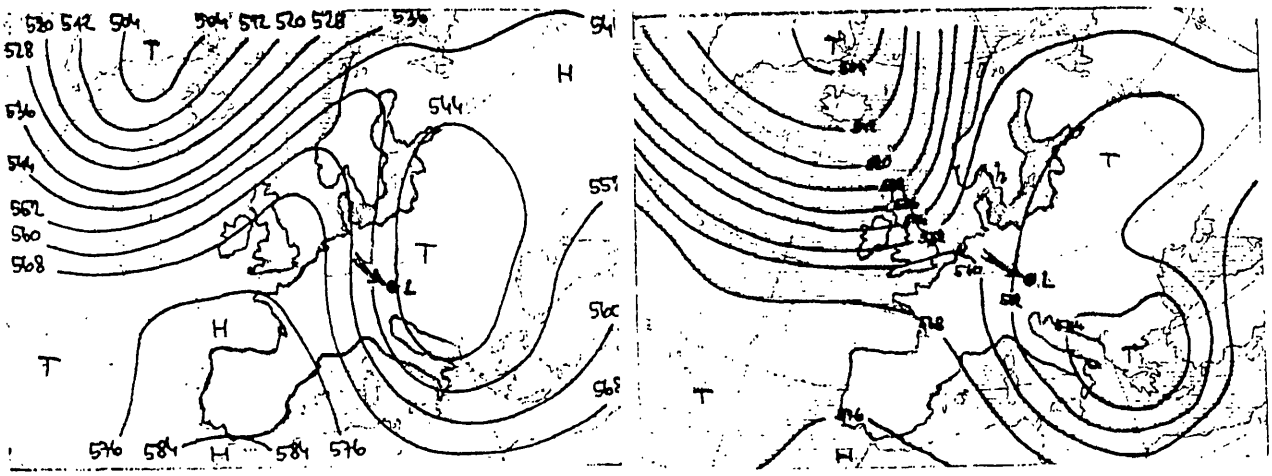
1) Schneefall vom 15./16.Nov. 1981. Talwiese östl.Lunzersee.

pH: 3.86 Leitf: 53 μS_{20} Wassergehalt 30 %

Säuren: mval/l			Basen: mval/l		
	Azidität	0.108		NH_4-N	0.050
	NO_3	0.080		Na	0.022
	Summe	0.188		K	0.008
	- Basen	0.080	PO_4-P = 12µg/l	Summe	0.080
	Freie Säuren (H_2SO_4, HNO_3)	0.108			

NO_3 : 1/2 SO_4 = 1 : 1.35

Wetterlage: Topographie der 500 mbar-Fläche



15.Nov.81 C = Tiefdrucklage 16.Nov. C = Tiefdrucklage

Nördliche Höhenströmung, Kaltluft.

Die Schneefälle vom 15. und 16. November waren mit 6.0 und 2.9 mm Wassergleichwert schon das Ende der Niederschlagsperiode, die am 13. und 14. mit dem Kaltluftvorstoss begonnen hatte, der 38.5, bzw. 15.8 mm Niederschlag in Form von Schnee brachte. Die enormen Werte für Leitfähigkeit und pH enthalten sicher keinen Anfangsgipfel, sondern entsprechen den dauernd der strömenden Luftmasse zugeführten Verunreinigungen aus dem Norden und Nordwesten.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Mit Änderung der Wetterlage verändert sich die Zusammensetzung der Niederschläge, wofür das Beispiel 2) eine gute Anschauung bietet.

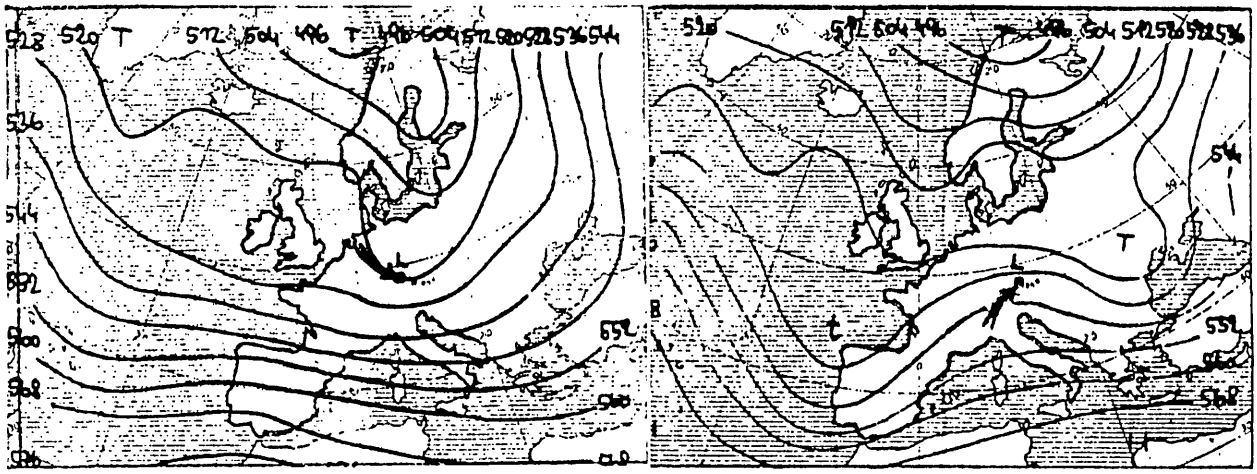
2) Schneefall vom 17./18.Dez. 1981. Talwiese östl. Lunzersee.

pH: 4.38 Leitf: 18 μS_{20} Wassergehalt 21 %

Säuren: mval/l			Basen: mval/l		
	Azidität	0.031		NH_4-N	0.020
	NO_3	0.026		Na	0.004
	Summe	0.057		K	0.003
	− Basen	0.027	PO_4-P:	Summe	0.027
	Freie Säuren (H_2SO_4, HNO_3)	0.030	2 µg/l		

NO_3 : 1/2 SO_4 = 1 : 1.19

Wetterlage: (500 mbar-Fläche)



17.Dez.81 D = Nordwestlage 18.Dez. E 1, Südwestlage mit Warmluftzufuhr

Wie im Beispiel 1) handelte es sich um das Ende eines mehrtägigen Schneefalls, der am 15. begonnen hatte und die Wasserwerte 5.8, 6.6, 2.0 und am 18. Dezember 3.8 mm lieferte. Der nach dem Umschwung auf Südwestlage herangeführte Schnee hatte nur rund ein Drittel der Leitfähigkeit gegenüber dem vom 16. November und ebenso war die Azidität viel kleiner. Die Luftmassen, die dem Alpenhauptkamm entlang streichen oder ihn von Süden her überqueren, sind bedeutend "reiner" als jene aus dem Norden und Nordwesten.

Im Gegensatz zu diesem Ergebnis einer frühwinterlichen Schneeuntersuchung zeigten die Analysen eines mässig starken Schneefalls im Hochwinter (3.5 mm Wasser vom 26. zum 27. Februar 1982) Extremwerte, die noch dazu bei ruhiger Wetterentwicklung - Tiefdrucklage zu flacher Druckverteilung - zustande kamen.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

3) Schneefall vom 26./27. Februar 1982. Zwei Probenstellen: a) Talwiese östl. Lunzersee, b) ca. 3 km südlich talaufwärts, 120 m höher als a).

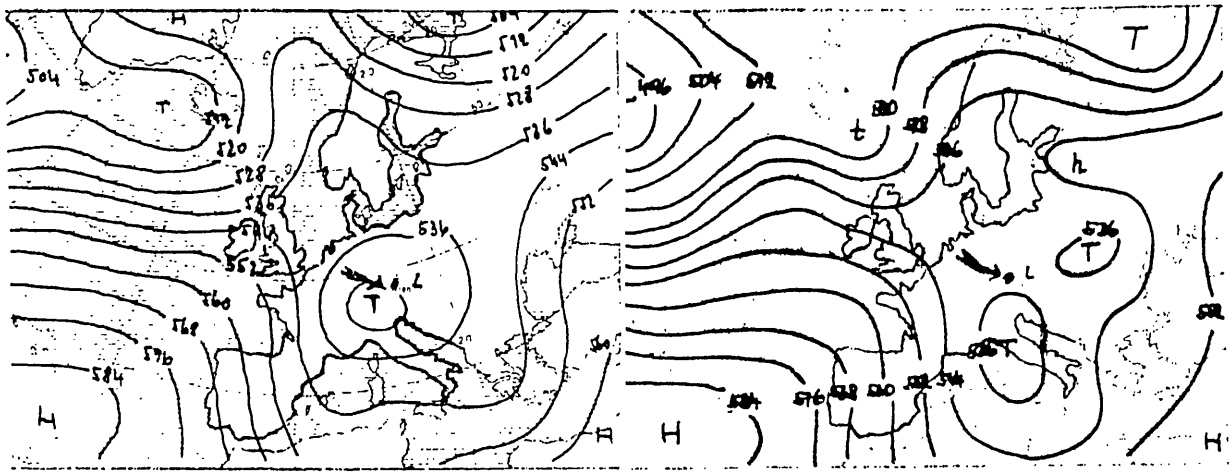
pH: a) 3.72 b) 3.72 Leitf: a) 68 µS$_{20}$ b) 68 Wassergehalt a) 23 % b) 23 %

Säuren: mval/l	a) = b)	Basen: mval/l		a)	b)
Azidität	0.128		NH_4	0.103	0.101
NO_3	0.110		Na	0.010	0.008
Summe	0.238		K	0.008	0.007
- Basen	0.118		Summe		0.118$_5$
Freie Säuren (H_2SO_4, HNO_3)	0.120		Mittel		

PO_4-P: a) 4 µg/l b) 2 " "

NO_3 : 1/2 SO_4 a) = b) = 1 : 1.16

Wetterlage: (500 mbar-Fläche)



26.Feb.1982 C = Tiefdrucklage 27.Feb. B = Flache Druckverteilung

Die Übereinstimmung in den Daten für die beiden Probestellen ist praktisch vollkommen. Da Stelle a) nur wenige hundert Meter von einigen bewohnten und beheizten Häusern entfernt ist, Stelle b) aber nach Süden, Westen und Osten fast unbewohntes Waldgebirge vor sich hat und 3 km von a) entfernt 120 m höher liegt, kann angenommen werden, dass die bei a) gemessenen Werte für ein Gebiet von mehreren Quadratkilometern repräsentativ sind, obwohl das Dürrensteinplateau und seine Täler für kleinklimatische Differenzierungen bekannt sind.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

4) Gewitterregen und Hagel vom 30./31. Juli 1982.

Probenstelle: Wiese südl. Biolog. Station.

Regen: (einschl. Hagel) 54.2 mm, Hagel: 13 der grösseren Körner aus dem Gras gesammelt = 63.2 g, mittl. Durchmesser 21 mm.

pH: 6.10 Leitf: 16 μS_{20}

Säuren: mval/l		Basen: mval/l	
Azid.	0.000_8	NH_4	0.016_6
NO_3	0.028_6	Na	0.007
Sum.	0.029_4	K	0.005
−	0.028_6	Sum.	0.028_6
Freie S.	0.000_8	PO_4-P: 1 µg/l	

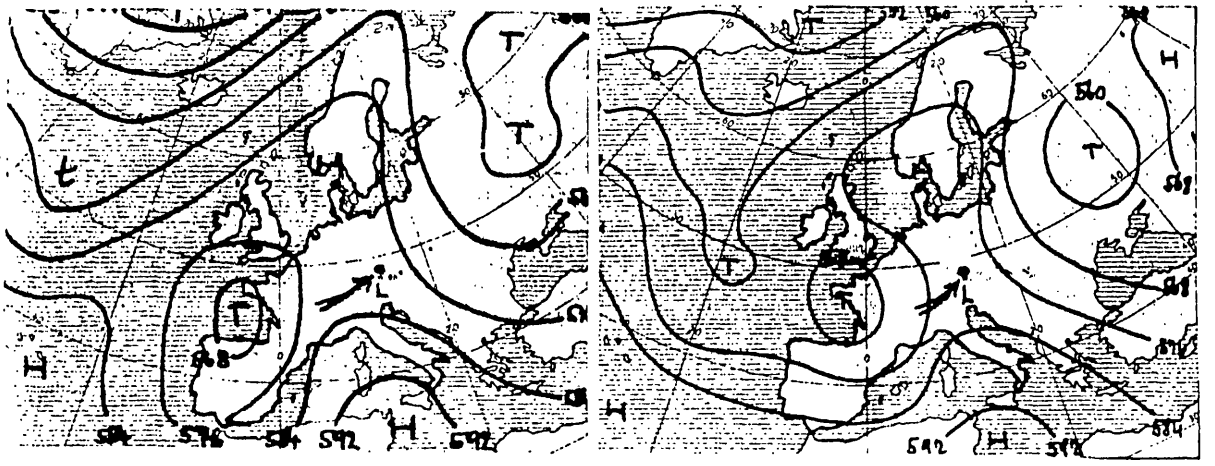
NO_3 : 1/2 SO_4 = 1 : 0.03

pH: 6.30 Leitf: 17 μS_{20}

Säuren: mval/l		Basen: mval/l	
Azid.	0.000_5	NH_4	0.013_9
NO_3	0.033	Na	0.014
Sum.	0.033_5	K	0.005
−	0.032_9	Sum.	0.032_9
Freie S.	0.000_6	PO_4-P: 127µg/l	

NO_3 : 1/2 SO_4 = 1 : 0.02

Wetterlage: (500 mbar-Fläche)



30.Juli 1982 B = Flache Druckverteilung 31.Juli, E = Südwestlage

Dieser ausgiebige Gewitterregen (54.2 mm !) ist überhaupt nicht "sauer", sein pH liegt höher als dem Gleichgewicht mit der Luftkohlensäure entspricht, verursacht durch die basischen Komponenten, die die Salpetersäure eben neutralisieren und eine nicht mehr bestimmbare Spur an Azidität übriglassen (die oben angebenen "freien Säuren" sind nur errechnet). Zwei Gründe liegen hier vor: die Luftbewegung war gering (flache Druckverteilung) und der Übergang zur Südwestlage führte die Luftmasse entlang dem Alpenhauptkamm, was erfahrungsgemäss wenig oder keine Abgase bedeutet. Ein zweiter Umstand ist die lokale Begrenzung der Gewitterbasis, die über den Alpen aufsteigenden Luftmassen saugen ihren Nachschub fern von Industriegebieten an. Zum

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Phosphatwert im Hagel-Schmelzwasser, der mit 127 µg PO_4-P/l enorm hoch erscheint, ist zu bemerken, dass er wahrscheinlich von der gedüngten Wiese stammt, wo die Hagelkörner eingesammelt wurden.

5) Schneefall vom 29./30. Dezember 1982.

Talwiese östl. Lunzersee.

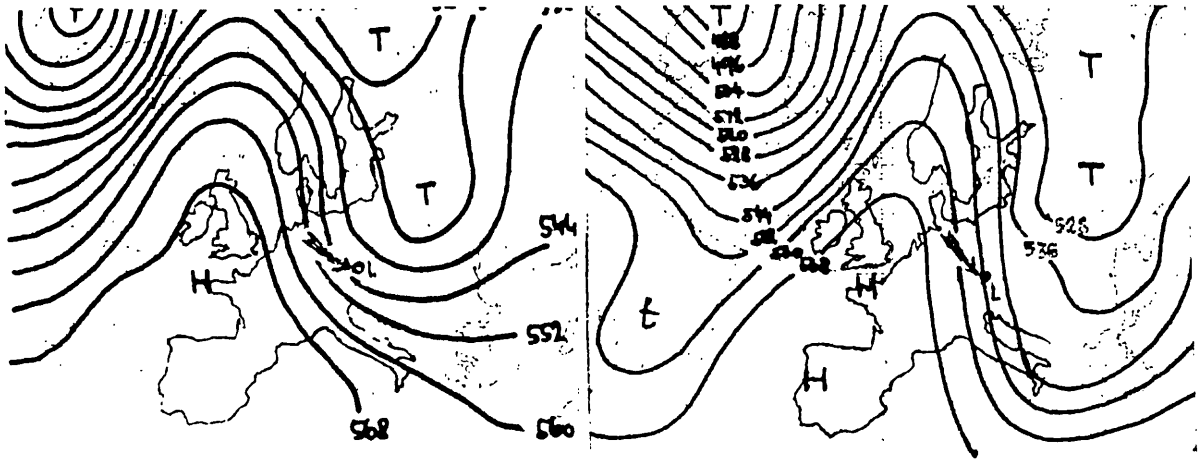
pH: 4.27 Leitf: 39 μS_{20} Wassergehalt 13 %

Säuren: mval/l			Basen: mval/l		
	Azidität	0.055		NH_4	0.035
	NO_3	0.064		Na	0.026
	Summe	0.119		K	0.007
	- Basen	0.068		Summe	0.068
	Freie Säuren (H_2SO_4, HNO_3)	0.051			

PO_4-P: 3 µg/l

NO_3 : 1/2 SO_4 = 1 : 0.8

Wetterlage: (500 mbar-Fläche)



29.Dez.1982 D = Nordwestlage 30.Dez. D = Nordwestlage
Nördliche Höhenströmung, Kaltluft.

Diese mittleren Werte für Leitfähigkeit und pH sind in den letzten Jahren öfter anzutreffen als die stark sauren mit pH unter 4 und Leitfähigkeiten über 50 µS. Nach der Neutralseite und für kleine Leitfähigkeiten sind wie früher auch gewisse Grenzen gesetzt. Bewegte sich der pH vor einigen Jahrzehnten im Bereich zwischen 4.5 und 6.5, so ist dieser nunmehr erweitert auf 3.5 bis 6.5, also nur um eine Einheit nach unten (was allerdings einer Verzehnfachung der Mineralsäurekonzentration entspricht).

Bemerkenswert ist an den stärker sauren Niederschlägen, dass auch das Nitrat, also die Salpetersäure zunimmt, während bei hohem pH der Sulfatanteil fast verschwindet (Beispiel 4). Es ergibt sich so eine Regel für die Relationen

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

pH - NO_3 - SO_4 (giltig für den hiesigen Erfahrungsbereich), dass schwach saure Niederschläge zwar Nitrat, aber fast keine Schwefelsäure enthalten, während mit sinkendem pH die Schwefelsäure, aber auch der Nitratanteil ansteigt.

Zusammenfassung

In den Jahren 1981 und 82 wurden fallweise und im Hinblick auf bestimmte Grosswetterlagen Regen-, bzw. Schneeproben im östlichen Talende des Lunzersees chemisch analysiert. Die Messungen betrafen pH, Leitfähigkeit, Azidität (nach Vertreiben der CO_2 durch Stickstoff), Nitrat, Ammonium, Na, K und Phosphat. Aus Azidität, NO_3 und pH wurde das Sulfat berechnet und damit auch das Äquivalentverhältnis HNO_3:1/2 H_2SO_4 bestimmt. Lokale Gewitter (Bp. 4) und Südwestlagen (Bp. 2) brachten elektrolytarme Niederschläge. Tiefdrucklagen mit nördlicher Höhenströmung starke (Bp. 1 u. 3) bis mittlere (Bp. 5) Säurebelastung. Freie Mineralsäuren waren in Konzentrationen von 10^{-6} bis $10^{-3.5}$ Äquiv./l vorhanden, unter den basischen Bestandteilen dominierte das Ammonium weit vor Na und K, Phosphat war nur in einzelnen, hier nicht erwähnten Fällen bis 60 µg/l nachweisbar, ein höherer Wert (Bp. 4) ist nachträgliche Einschleppung.

45 Jahre vorher waren ebenfalls in der Umgebung von Seehof-Lunzersee Regenwässer untersucht worden. Mit fraktionierenden Sammlern wurden im Sommer 1937 Regenproben auf freier Wiese, am Rand und im Innern eines alten Buchenbestandes, wo der Regen das dichte Blätterdach durchtropfte, gesammelt, ausserdem das an einem dicken Buchenstamm herablaufende Wasser von der Moos- und Kahlseite getrennt aufgefangen. Die Veränderungen durch die Berührung mit der Laubkrone oder mit der Rinde des Buchenstammes waren damals Gegenstand des Interesses. Zwei Beispiele sind im Text angeführt. Der pH-Bereich lag damals zwischen 4.5 und 6.5, derzeit ist er um eine Einheit nach unten, bis 3.5, verbreitert. Es gibt fallweise Niederschläge, die um eine Zehnerpotenz saurer sind als die mit dem niedrigsten pH-Wert vor 45 Jahren.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Abstract

Samples of rain and snow were collected at different places in Lunz-Seehof. Their pH, conductivity, and acidity were determined, also the content of nitrate, ammonium, sodium, potassium, and phosphate ions. The results from 1981 and 1982 were compared to those from 1937. At this time the pH of precipitates reached down to 4,5, whereas now it often goes down to 3,5. This is of interest in discussions concerning the question of the noxious effects of these precipitates on the wood.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresbericht der Biologischen Station Lunz

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: 1982_006

Autor(en)/Author(s): Berger Franz

Artikel/Article: Wie "sauer" sind eigentlich Regen und Schnee? 211-223