

1.Meßmethodik

Die bisherigen Untersuchungen des Staubniederschlags nach Bergerhoff (Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz, 1976) wurden zunächst zur Bestimmung der Gesamtmenge an Staub und der Konzentration von Schwermetallen im Staub erfolgreich eingesetzt. Allerdings haben sich die Messungen der Konzentrationen im Niederschlag sowie im Staub als problematisch herausgestellt, da wegen der Verdunstung und der Wechselwirkung zwischen Staub und Regenwasser Auswertungen die Azidität des Regens betreffend nicht möglich waren.

In der vorliegenden Meßserie wurde dieses Problem durch getrennte Erfassung von Staub und nassem Niederschlag (Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz, 1976) beseitigt. Die Sammlung des sedimentierten Staubes wurde parallel zur Sammlung des Regens mit einem WADOS (**w**et and **d**ry only precipitation sampler) durchgeführt, dessen Funktionsweise im Prinzip darauf beruht, daß zwei gleichartige cylindrische Gefäße zum Beprobieren Verwendung finden, wobei immer ein Gefäß abgedeckt wird, während das andere offen ist. Die Steuerung erfolgt über eine Regensensor, sodaß die Gefäße immer alternativ geöffnet sind, je nachdem ob es regnet oder nicht. (Durch meteorologische Messungen im Stundenintervall kann man die Zeit, in der die trockene Messung stattfindet auf mindestens 80% der Gesamtmeßzeit eines Jahres abschätzen.) Mit dieser Vorgehensweise ist schließlich eine getrennte Sammlung des nassen Niederschlags und der Staubdeposition möglich (Puxbaum et al, 1995).

Tab.1: Stationsübersicht Salzburg

Code	Station	Länge	Breite	Seehöhe [m]	Periode [MM/JJ]	Labor
		E	N			
21	Haunsberg	13°01'00"	47°57'23"	520	Okt.83 -	IAC
24	St.Koloman	13°14'00"	47°39'03"	1020	Okt.83 -	IAC
25	Werfenweng	13°15'12"	47°25'18"	940	Okt.83 -	IAC
	Untersberg	13°00'21"	47°43'23"	1805	Nov.84 -	IAC

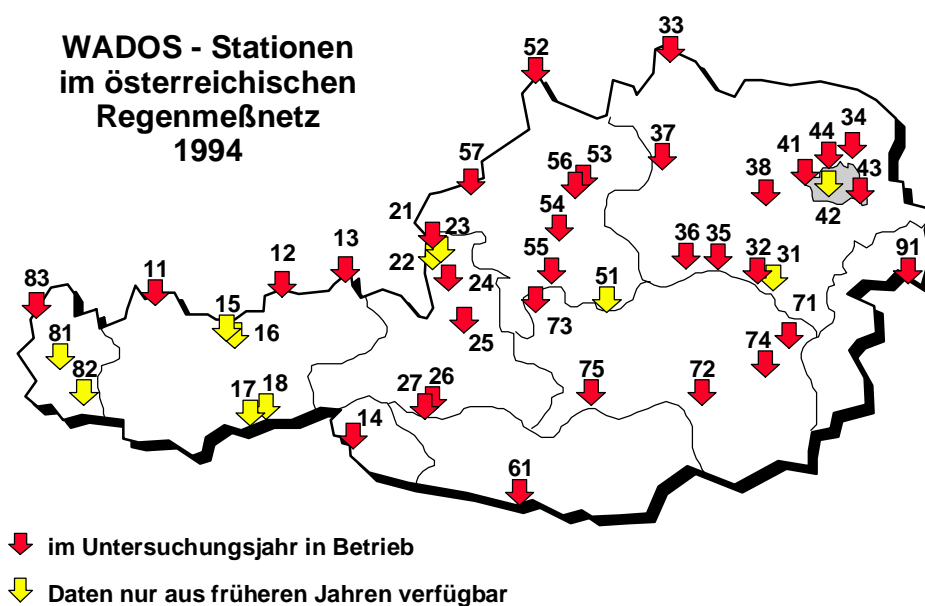


Abb.1: Stationsübersicht aller WADOS-Stationen in Österreich

In der Auswertung wurden die Stationen Haunsberg, St.Koloman und Werfenweng (s.Tab.1, Abb.1) berücksichtigt, da von diesen Stationen Messungen über den Zeitraum von zehn Jahren vorliegen, die Station Untersberg wurde in der Tabelle nur der Vollständigkeit halber aufgeführt. Die Vorgehensweise war im Detail folgende:

- ◆ Meßintervalle von jeweils 28 +/- 2 Tagen
- ◆ trockene Deposition wird in zylindrischen Gefäßen mit den Ausmaßen: Durchmesser 205mm, Höhe 30cm, gesammelt woraus sich eine Depositionsfläche von 330cm² ergibt
- ◆ Aufnehmen der trockenen Deposition mit 250ml destilliertem Wasser
- ◆ Analyse mittels Ionenchromatographie und AAS
- ◆ Umrechnen der Konzentrationen in mg/l auf Depositionen in kg/ha, da die gemessenen Konzentrationen pro 250ml Lösung der Deposition auf 330cm² entsprechen

2. Interpretationen

Die Ergebnisse der Messungen des sedimentierten Staubs (*Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz, 1984*) aus den Analysen können nicht direkt zur Beurteilung der trockenen Deposition herangezogen werden, da hierzu auch Messungen der Immissionskonzentrationen von gasförmigen Schadstoffen und Schwebstaub notwendig wäre. Allerdings ist bei dieser Art der Messung durchaus auch mit trockener Deposition gasförmiger Schadstoffe durch Adsorption an den Gefäßwänden zu rechnen. Die Auswertungen der Daten in Richtung Abschätzung trockener Depositionen ist also zumindest als problematisch einzustufen. Außerdem stehen die Meßergebnisse in enger Beziehung zu Emissionen von Grobstaub sowie zu lokalen Einflüssen (Bodenverhältnisse, örtliche Bodennutzung), was bei der Auswertung zu berücksichtigen ist.

2.1. Zeitreihen(vergleich)

Die Abb.2-10 zeigen eine Gegenüberstellung der Zeitreihen der Depositionen von sedimentiertem Staub und der nassen Deposition (Monatsmittelwerte) der Ionen Ammonium, Nitrat und Sulfat. Zu beachten ist bei der Betrachtung der Graphiken vor allem daß es zu kleinen Phasenverschiebungen der Kurven kommen kann (von maximal etwa einem Monat), da die Meßperioden des sedimentierten Staubs nicht jeweils ein Monat betragen, sondern etwa 28 Tage, woraus es zu Monatsübergreifenden Meßwerten kam. Es wurde in solchen Fällen (um einen Vergleich mit den nassen Depositionen zu ermöglichen) der entsprechende Meßwerte dem Monat zugeordnet, von dem mehr Tage betroffen waren. Im Falle von Überschneidungen, bei denen aufgrund der Zuordnung aufeinanderfolgender Meßwerte eine Lücke von einem fehlenden Monat entstand, wurde der Monatswert als Mittelwerte der benachbarten Monate berechnet.

Auf den ersten Blick ist feststellbar, daß die Deposition von sedimentiertem Staub rund eine Größenordnung unter der nassen Deposition liegt, was sich damit erklären läßt, daß auf diese Art (wie oben beschrieben) nur ein Teil der trocken deponierten Komponenten gemessen werden kann.

Interessant ist weiters, daß bei einigen Stationen (v.a. Haunsberg und St.Koloman) nur in den ersten Jahren der Kampagne, oder überhaupt nur einmalig, sehr hohe Werte gemessen wurden, in den folgenden Jahren dann aber nur mehr recht niedrige (Abb.2-4, 5, 7, 10), bzw. die Deposition sukzessive stark abnimmt. Dieser deutliche Rückgang der Deposition v.a. beim Sulfat, teilweise aber auch beim Ammonium und Nitrat ist auch aus den Jahresmittelwerte gut ersichtlich (Abb.23-25). In manchen Fällen (z.B. Abb. 3) tritt das so kraß auf, daß über längere Perioden nur sehr niedrige Werte, praktisch ohne signifikante Schwankungen gemessen wurden. Allerdings wurde erst ab 1986 die beschriebene Methode einheitlich angewandt, wodurch Artefakte in den ersten zwei Jahren erklärbar wären. Weiters kommen von Zeit zu Zeit Verunreinigungen durch Vogelkot und Insekten vor, die die Meßergebnisse nachhaltig beeinflussen können, umso mehr als das Verhältnis Regen- zu Trockenmeßzeit etwa 1:4 ist.

Außerdem wurden die Werte der Deposition von sedimentiertem Staub den Werten der nassen Deposition in Form von Scatter Plots gegenübergestellt (Abb.11-19), in der Erwartung eines gut erkennbaren statistischen Zusammenhangs der beiden Meßserien. Diese Erwartung muß in dieser Form als völlig unzutreffend abgewiesen werden, im Gegenteil liegt in fast allen Fällen nahezu eine homogene Punktwolke vor! Betrachtet man die Zeitreihen (Abb.2-10) so wird klar warum es zu diesem Ergebnis kommt. Die Werte der Deposition des sedimentierten Staubs liegen in vielen Fällen (z.B. Abb.2, 4, 5, 6) über den Großteil des Jahres sehr niedrig (wie schon oben erwähnt), wenn allerdings Peaks zu sehen sind (z.B. Abb. 5) decken sie sich in vielen Fällen mit Peaks der nassen Deposition (hin und wieder mit kleine Phasenfehlern).

2.2. Saisonalitäten

Betrachtet man die Ionenkonzentrationen im Niederschlagswasser, so stellt man fest, daß eine starke saisonale Variation vorliegt (Puxbaum et al. 1995). In den Wintermonaten sind die Ionenkonzentrationen geringer als in der Periode vom Frühjahr bis zum Herbst., L. Horváth und E. Mészáros (1974, 1984) sowie H. Rodhe und L. Granat (1984) untersuchten die jahreszeitlichen Abhängigkeiten von Sulfat- und Nitratkonzentrationen im Niederschlagswasser an verschiedenen Standorten in Europa. Übereinstimmend stellten sie die geringsten Ionenkonzentrationen während der Wintermonate, die höchsten im Frühjahr und im Sommer fest.

Vergleichbare Ergebnisse zeigen die Jahresgänge an den Salzburger Meßstellen im Untersuchungszeitraum. Auffällig ist in allen Zeitreihen das Auftreten eines lokalen Konzentrations-Maximums im Zeitraum März bis Mai. Auch die Ergebnisse von Messungen im übrigen Bundesgebiet weisen auf saisonabhängige regelmäßige Erhöhungen

gen der Konzentration an Ionen im Niederschlagswasser hin (Puxbaum et al., 1991). Jahreszeitlich unterschiedlich starke Emissionen sowie jahreszeitliche Unterschiede bei luftchemischen Prozessen dürften ursächlich für das saisonabhängige Auftreten hoher Ionenkonzentrationen im Niederschlagswasser sein (Hedin et al. 1991, Kasper und Puxbaum 1994, Kalina und Puxbaum 1994).

So lag die Vermutung nahe, daß sich diese Saisonalitäten auch in den Staubdepositionen wiederfinden lassen. Da bedingt durch das Rauschen und die individuellen Unterschiede zwischen den Meßserien der einzelnen Jahre die saisonale Variation der Meßdaten aus den Zeitreihen alleine nicht gut ersichtlich ist, wurde eine andere Art der Darstellung gewählt, die den Jahresgang der Sulfat-, Nitrat- und Ammoniumionen deutlich besser visualisiert: Alle Depositionen gleicher Monate aller Jahre wurden gemittelt und graphisch - der besseren Interpretierbarkeit wegen - mittels Spline-Interpolation dargestellt (Abb.20-22)

Auch hier ist die Parallele zum Regen nur in wenigen Fällen zu finden. Auffallend sind eigentlich nur :

- ◆ Sulfat und Nitrat zeigen bei der Station St.Koloman ein Frühjahrsmaximum (Abb.21)
- ◆ Ammonium hat an der Station St.Koloman ein deutliches Maximum im Sommer (Abb.21)
- ◆ in Haunsberg zeigen Sulfat und Nitrat recht hohe Werte im Winter, im Sommer ist im besonderen beim Sulfat ein Minimum im August zu beobachten (Abb.20)
- ◆ unerwartet ist auch das Spätherbstmaximum von Sulfat bei der Station Werfenweng (Abb.22), das wenn es auftritt üblicherweise früher und weniger intensiv zu beobachten ist.

2.3. Cross-Correlations

Um Zusammenhänge zwischen Konzentrationsverläufen einzelner Ionen feststellen zu können wurden Cross - Correlations für alle Stationen berechnet. In den Tabelle ist der Korrelationskoeffizient r für alle Ionenpaare aufgelistet. Aus einem hohen Korrelationskoeffizienten dürfen allerdings keine direkten Schlüsse auf chemische oder andere Zusammenhänge interpretiert werden, umso mehr als es sich um Korrelationen von Zeitreihen handelt, die an sich schon zu Gemeinsamkeitskorrelationen (Sachs, 1992) neigen. Hohe Werte sollten als Indiz und Aufforderung für nähere Untersuchungen und detailliertere Analysen verstanden werden. So können folgende Schlüsse aus den Ergebnissen gezogen werden:

- ◆ Lokale Einflüsse (wie in der Einleitung erwähnt) könnten auch eine Erklärung für die relativ hohen Kalzium Werte (Abb.23-25) und die einzige Korrelation, die bei den Stationen Haunsberg, St.Koloman und Werfenweng gleichermaßen hoch ist, nämlich zwischen Kalzium und Magnesium (Tab.2-4), sein. Dieses Ergebnis läßt darauf schließen, daß ein großer Teil des Kalziums als $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (Dolomit) vorliegt, was einerseits durch den Einfluß der Kalkalpen erklärbar ist, andererseits wird Dolomit in großen Mengen als Baumaterial, Straßenunterlage, zur Kalkherstellung und in weiten Bereichen der chemischen Industrie verwendet (Greenwood, Earnshaw, 1990).
- ◆ Die Korrelationen zwischen Nitrat und Sulfat, wie auch bei den Regenmessungen an den Stationen Haunsberg und St.Koloman recht hoch, allerdings findet man nur an der Station Haunsberg auch signifikante Werte für die Korrelation zwischen Ammonium/Nitrat und Ammonium/Sulfat (Tab.2), was auf Neutralisationsgleichgewichte zwischen Ammoniak und Salpeter- bzw. Schwefelsäure zurückgeführt wird (Zitat Kalina, Kasper, Puxbaum).

2.4. Fazit

Eine Weiterführung der Messerien ist an diesen Standorten nicht weiter sinnvoll, da die Methodik aus folgenden Gründen zu geringe Aussagekraft besitzt:

- ◆ es wird nicht die Gesamttrockendeposition, sondern nur die Staubdeposition gemessen - für eine längerfristige Überwachung wäre nur eine Messung der gesamten trockenen Deposition sinnvoll
- ◆ die Staub-Depositionen weisen im Vergleich zur nassen Deposition deutlich niedrigere Werte auf
- ◆ in der Auswertung der 10-Jahres Meßserien konnten keine neuen Erkenntnisse gewonnen werden
- ◆ für eine kontinuierliche Überwachung der Schadstoffe stellt die Messung der nassen Deposition eine wesentlich sicherere Methode dar

3. Graphiken

3.1. Zeitreihen

3.1.a. Haunsberg

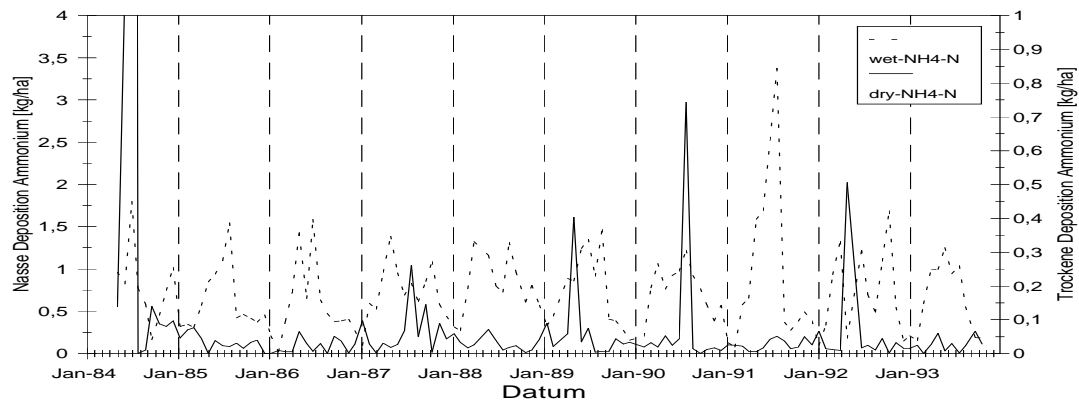


Abb.2: Gegenüberstellung der Zeitreihen der trockenen Deposition sedimentierten Staubs und der nassen Deposition von Ammonium auf Basis der Monatswerte

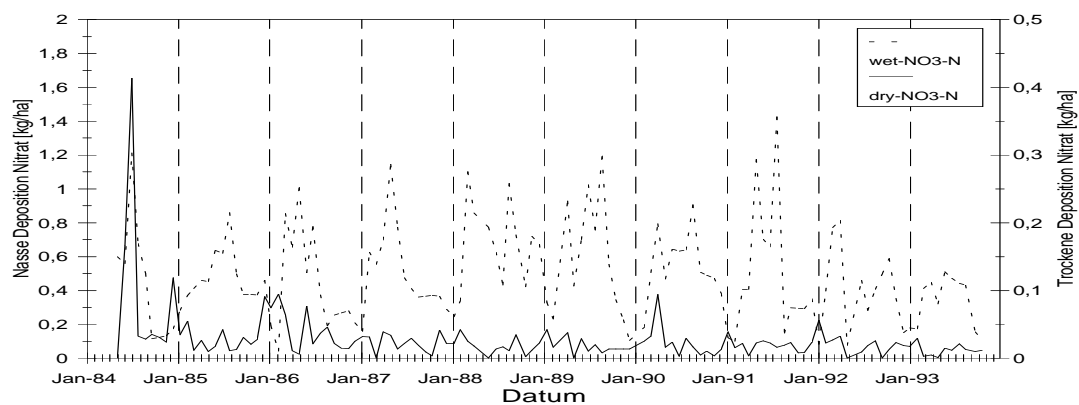


Abb.3: Gegenüberstellung der Zeitreihen der trockenen Deposition sedimentierten Staubs und der nassen Deposition von Nitrat auf Basis der Monatswerte

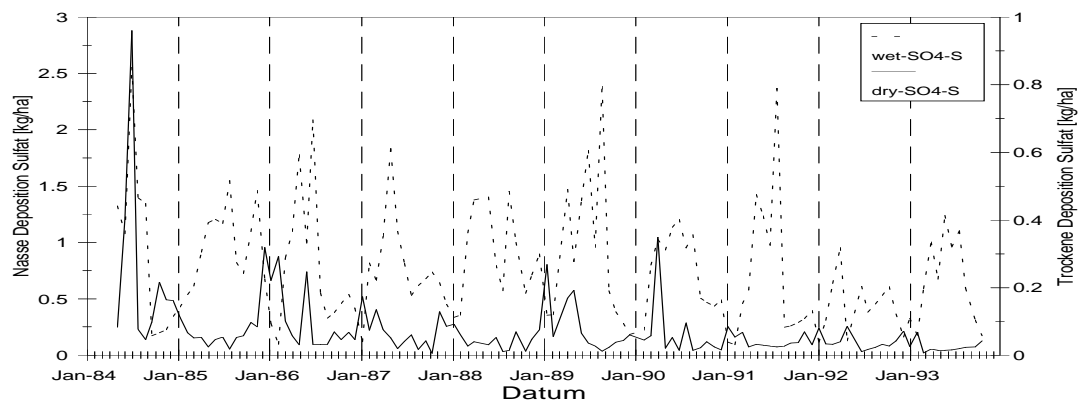


Abb.4: Gegenüberstellung der Zeitreihen der trockenen Deposition sedimentierten Staubs und der nassen Deposition von Sulfat auf Basis der Monatswerte

3.1.b. St.Koloman

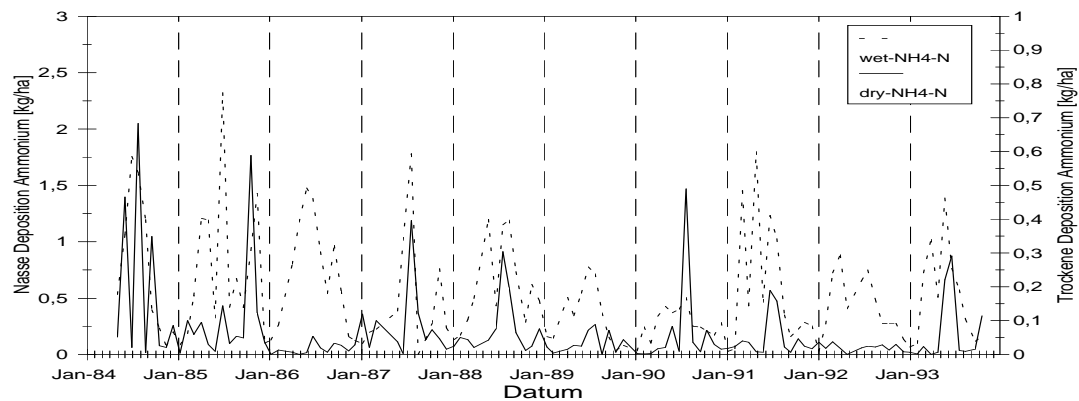


Abb.5: Gegenüberstellung der Zeitreihen der trockenen Deposition sedimentierten Staubs und der nassen Deposition von Ammonium auf Basis der Monatswerte

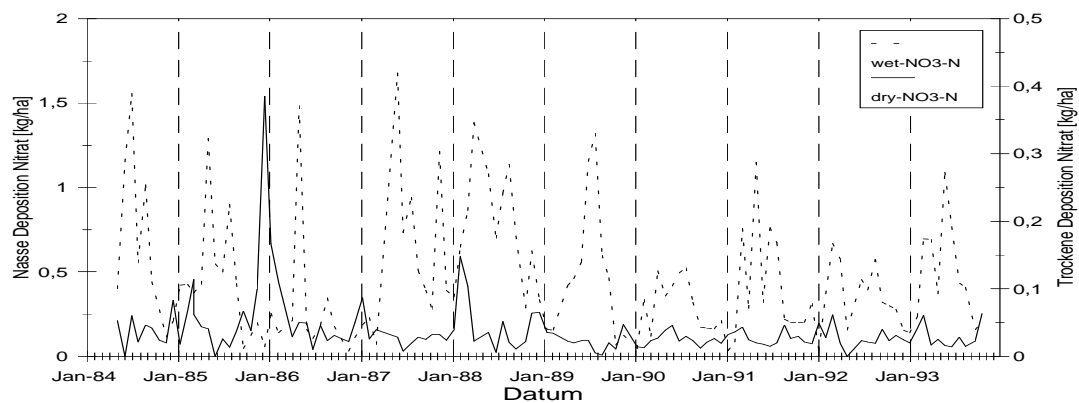


Abb.6: Gegenüberstellung der Zeitreihen der trockenen Deposition sedimentierten Staubs und der nassen Deposition von Nitrat auf Basis der Monatswerte

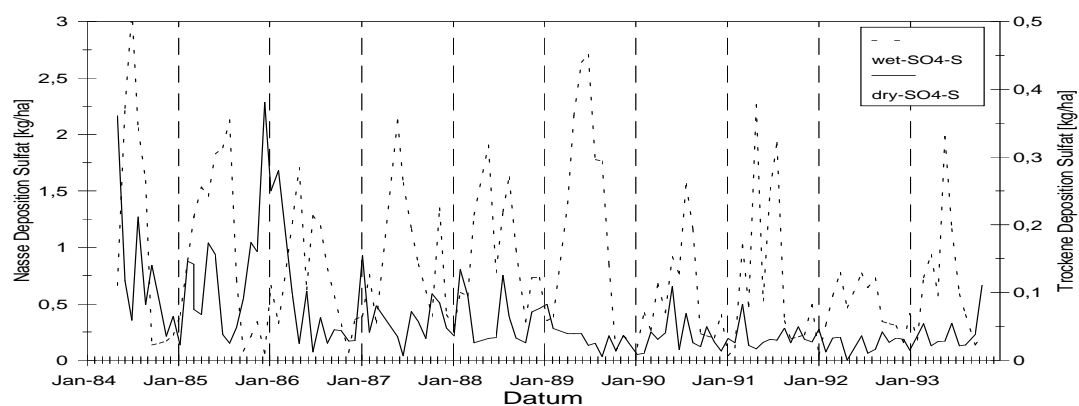


Abb.7: Gegenüberstellung der Zeitreihen der trockenen Deposition sedimentierten Staubs und der nassen Deposition von Sulfat auf Basis der Monatswerte

3.1.c. Werfenweng

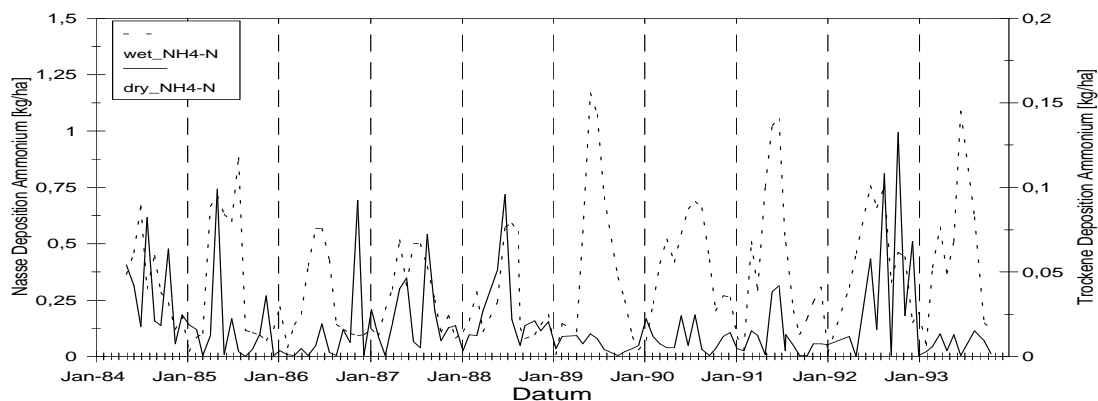


Abb.8: Gegenüberstellung der Zeitreihen der trockenen Deposition sedimentierten Staubs und der nassen Deposition von Ammonium auf Basis der Monatswerte

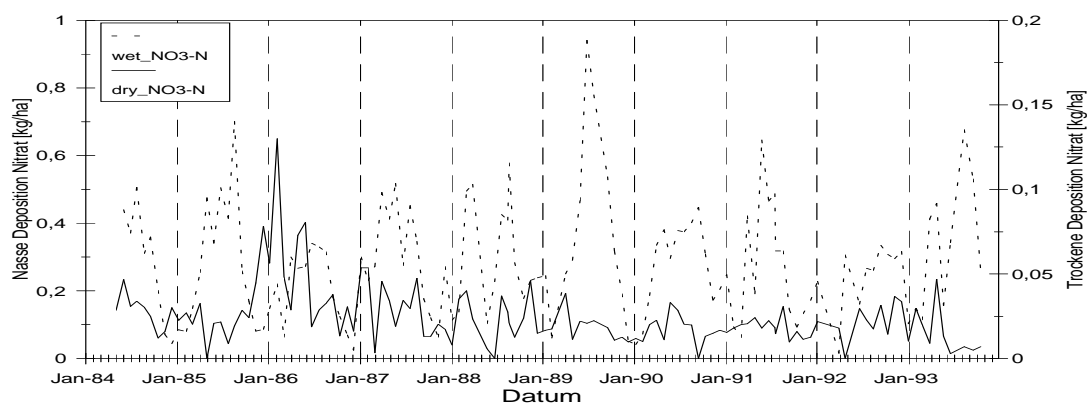


Abb.9: Gegenüberstellung der Zeitreihen der trockenen Deposition sedimentierten Staubs und der nassen Deposition von Nitrat auf Basis der Monatswerte

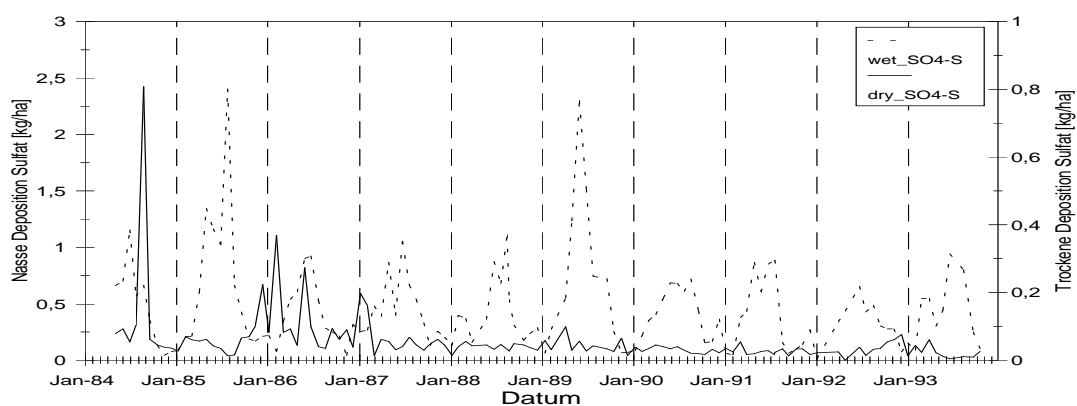


Abb.10: Gegenüberstellung der Zeitreihen der trockenen Deposition sedimentierten Staubs und der nassen Deposition von Sulfat auf Basis der Monatswerte

3.2. Scatter Plots

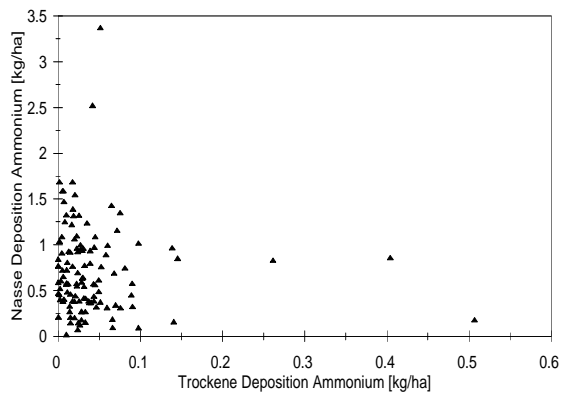


Abb.11: Zusammenhang Sedimentation/nasse Deposition von Ammonium in **Haunsberg**

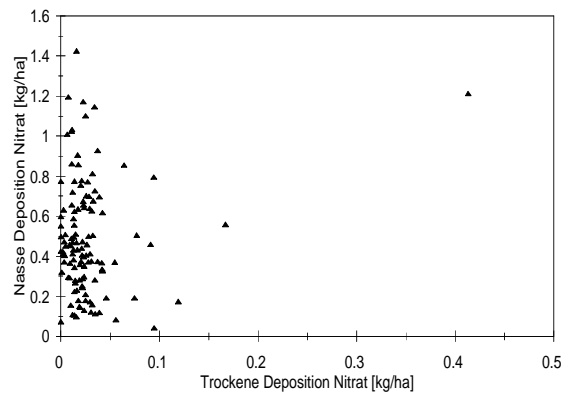


Abb.12: Zusammenhang Sedimentation/nasse Deposition von Nitrat in **Haunsberg**

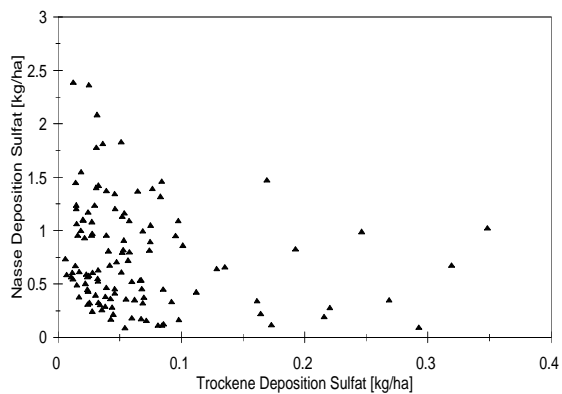


Abb.13: Zusammenhang Sedimentation/nasse Deposition von Sulfat in **Haunsberg**

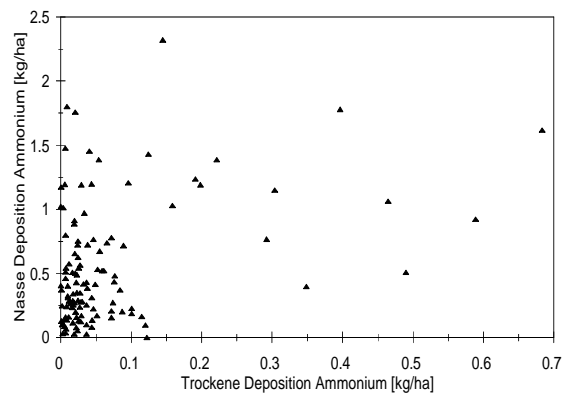


Abb.14: Zusammenhang Sedimentation/nasse Deposition von Ammonium in **St.Koloman**

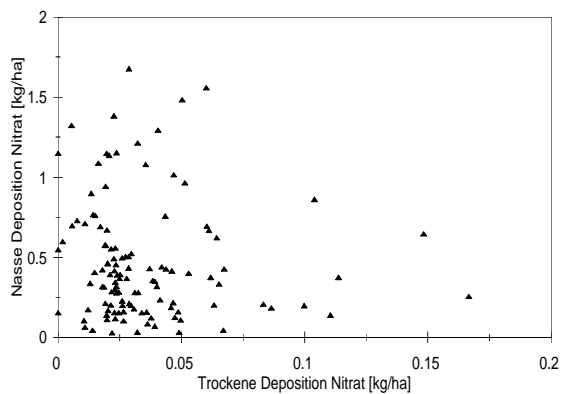


Abb.15: Zusammenhang Sedimentation/nasse Deposition von Nitrat in **St.Koloman**

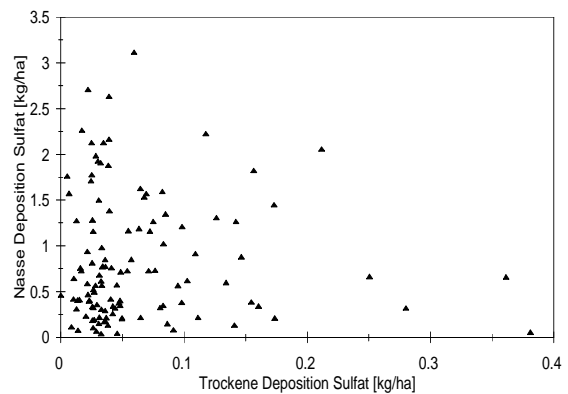


Abb.16: Zusammenhang Sedimentation/nasse Deposition von Sulfat in **St.Koloman**

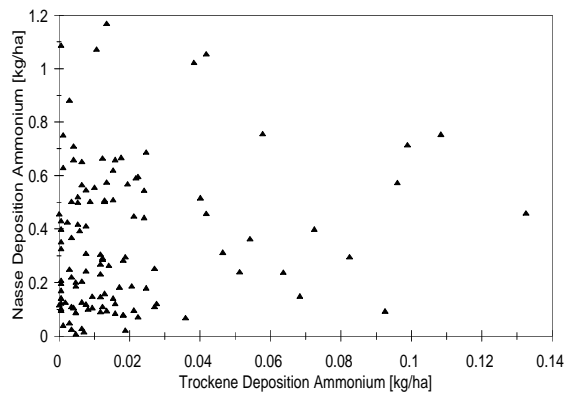


Abb.17: Zusammenhang Sedimentation/nasse Deposition von Ammonium in Werfenweng

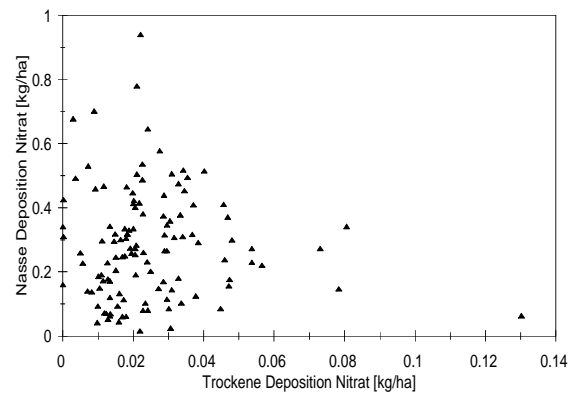


Abb.18: Zusammenhang Sedimentation/nasse Deposition von Nitrat in Werfenweng

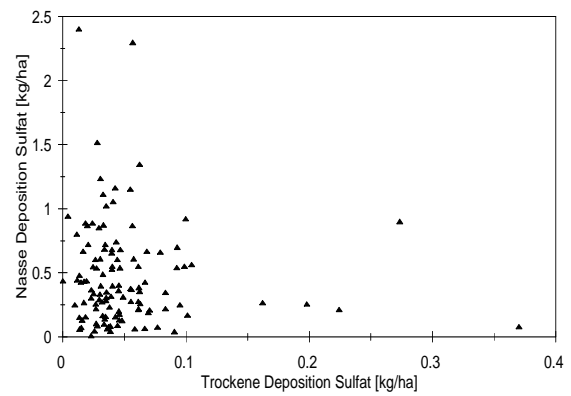


Abb.19: Zusammenhang Sedimentation/nasse Deposition von Sulfat in Werfenweng

3.3. Saisonalitäten

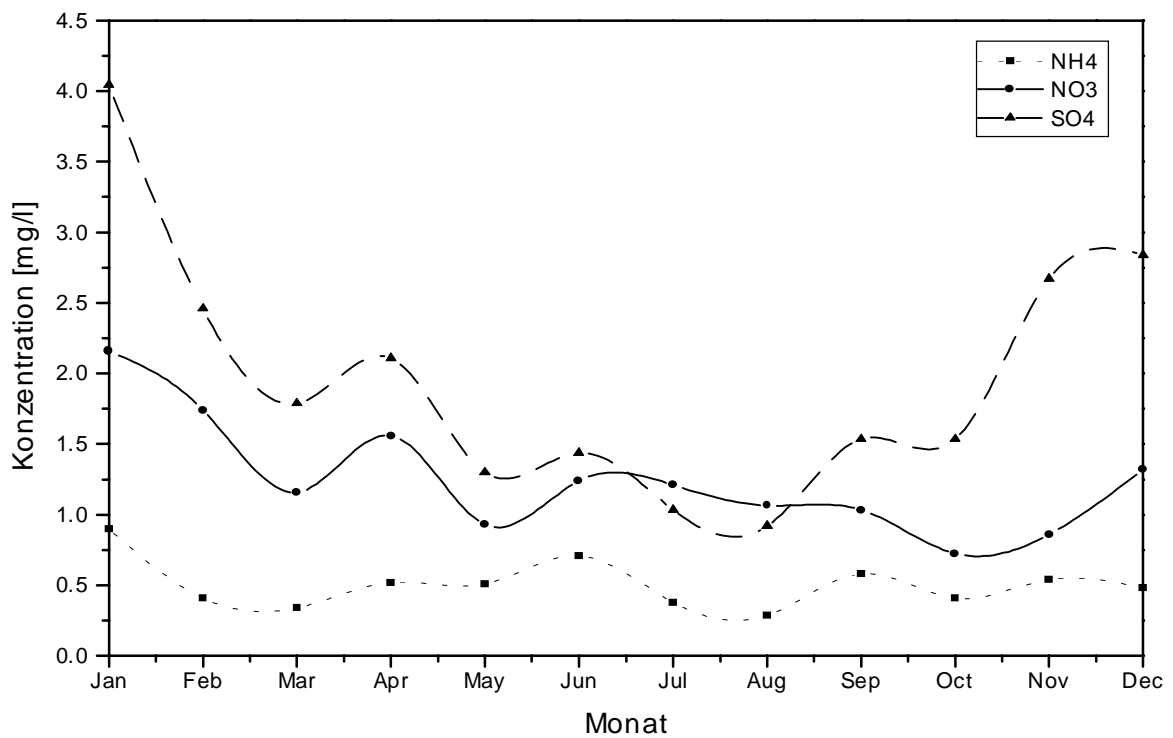


Abb.20: Saisonalitäten der Deposition sedimentierten Staubs von Ammonium, Nitrat und Sulfat in Haunsberg

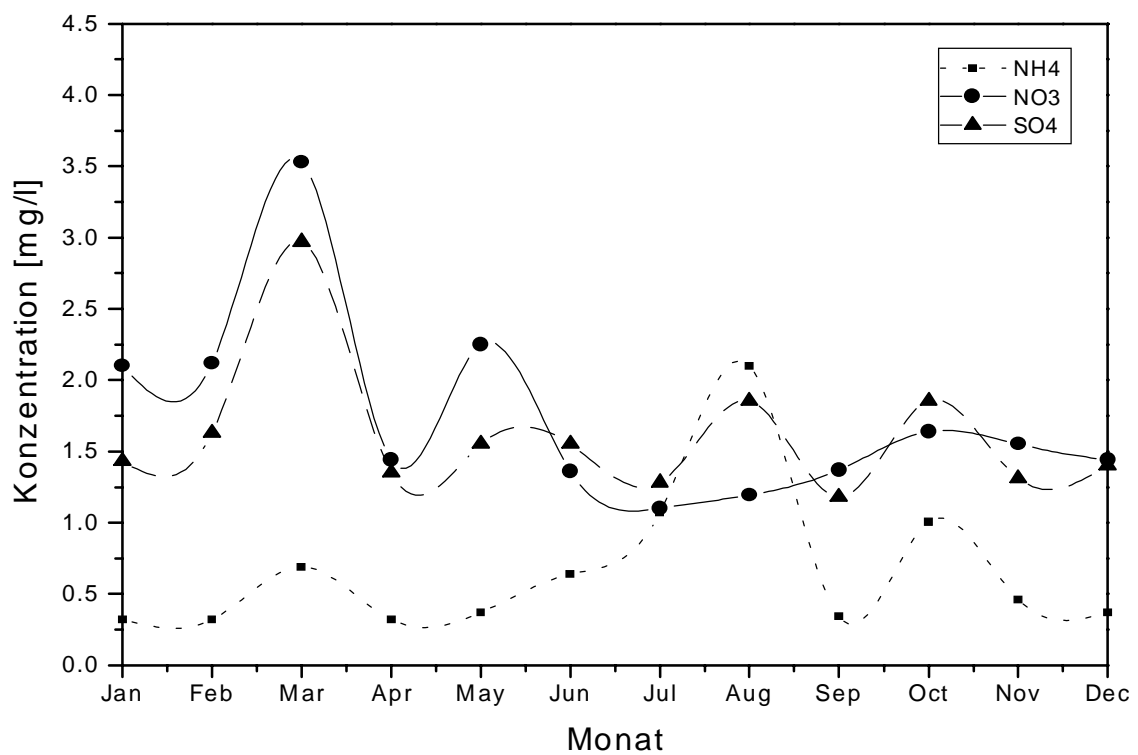


Abb.21: Saisonalitäten der Deposition sedimentierten Staubs von Ammonium, Nitrat und Sulfat in St. Koloman

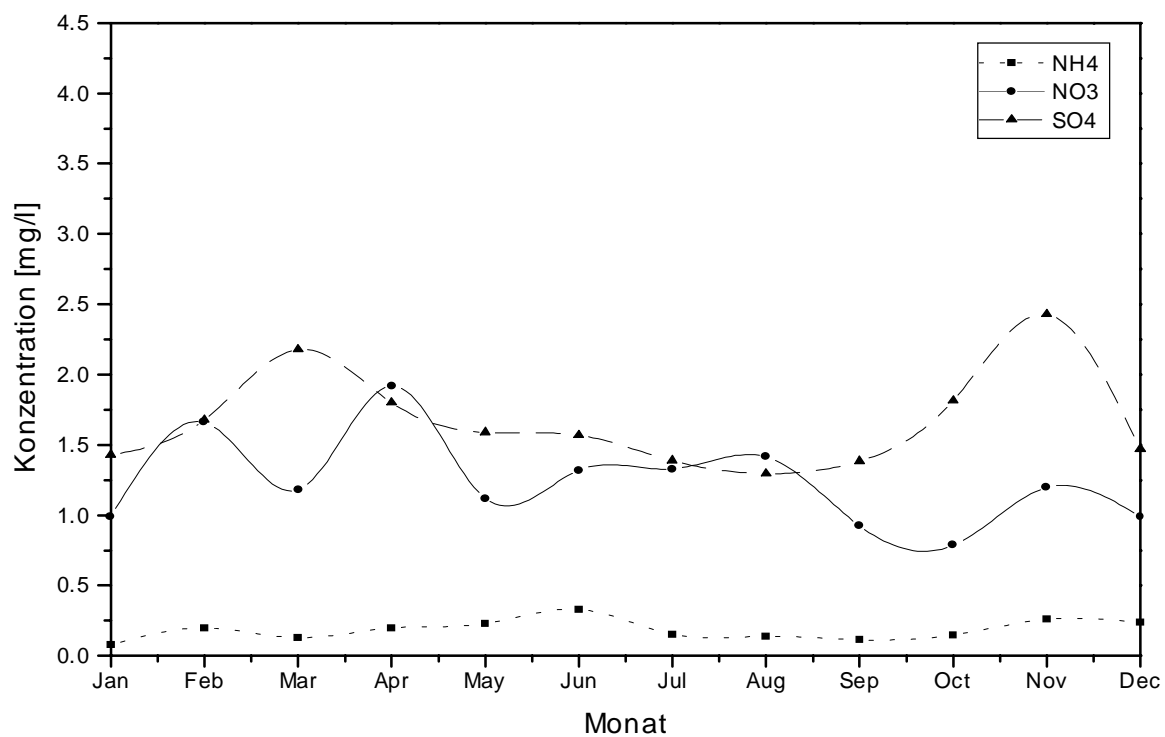


Abb.22: Saisonalitäten der Deposition sedimentierten Staubs von Ammonium, Nitrat und Sulfat in Werfenweng

3.4. Jahresmittelwerte

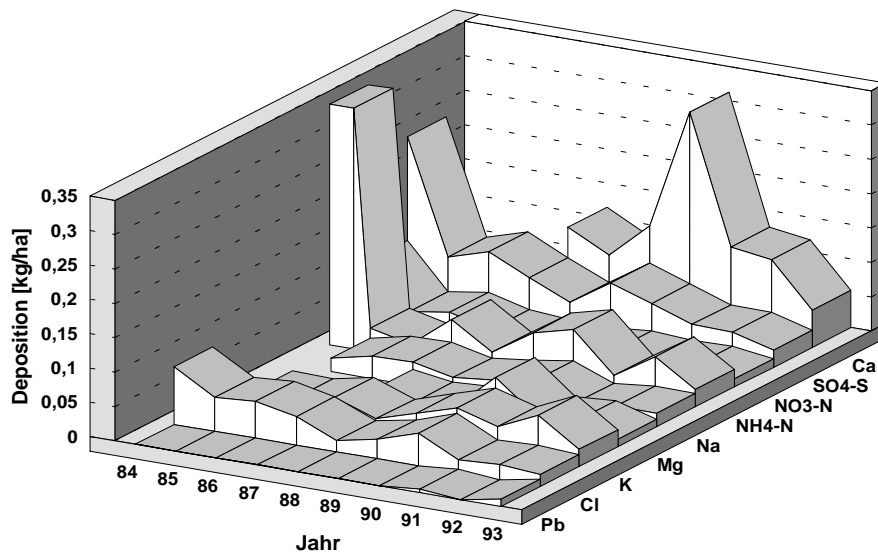


Abb.23: Jahresmittelwerte der Deposition sedimentierten Staubs bei der Station Haunsberg

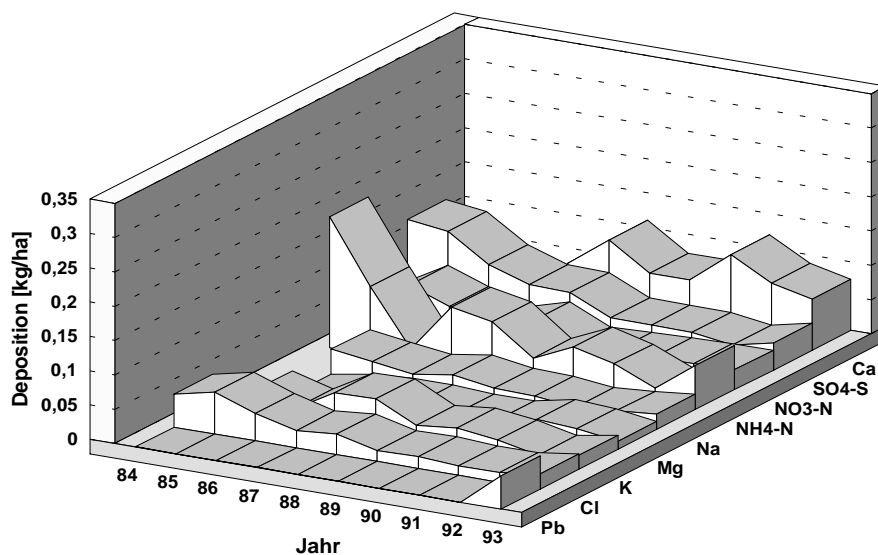


Abb.24: Jahresmittelwerte der Deposition sedimentierten Staubs bei der Station St.Koloman

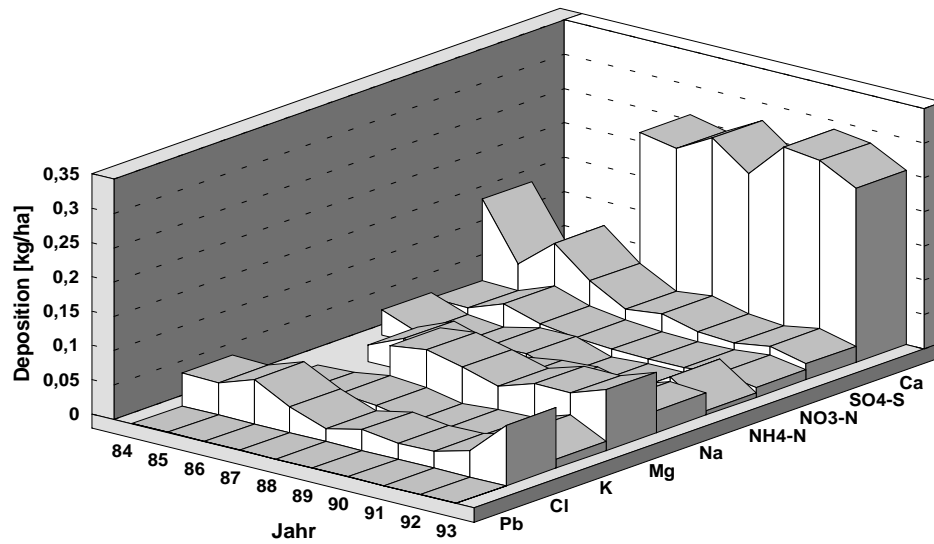


Abb.25: Jahresmittelwerte der Deposition sedimentierten Staubs bei der Station Werfenweng

4. Anhang - Tabellen

4.1. Cross-Correlations

Tab.2: *Cross Correlations Haunsberg*

	H ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Pb ²⁺
H ⁺	1.000									
Na ⁺	-0.083	1.000								
NH ₄ ⁺	-0.022	-0.085	1.000							
K ⁺	-0.044	0.100	0.082	1.000						
Cl ⁻	0.129	0.585	0.402	0.058	1.000					
NO ₃ ⁻	0.162	0.060	0.851	-0.119	0.646	1.000				
SO ₄ ²⁻	0.077	0.235	0.796	0.003	0.755	0.906	1.000			
Ca ²⁺	-0.058	0.697	-0.040	0.119	0.452	0.073	0.198	1.000		
Mg ²⁺	-0.051	0.699	-0.023	0.180	0.477	0.080	0.201	0.980	1.000	
Pb ²⁺	0.002	0.062	-0.017	0.054	-0.042	-0.018	-0.009	0.003	0.017	1.000

Tab.3: *Cross Correlations St. Koloman*

	H ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Pb ²⁺
H ⁺	1.000									
Na ⁺	-0.028	1.000								
NH ₄ ⁺	-0.053	0.092	1.000							
K ⁺	-0.101	0.356	0.549	1.000						
Cl ⁻	0.012	0.502	0.342	0.197	1.000					
NO ₃ ⁻	0.261	0.131	-0.045	-0.093	0.629	1.000				
SO ₄ ²⁻	0.079	0.246	0.305	0.050	0.691	0.691	1.000			
Ca ²⁺	-0.041	0.049	-0.019	0.293	-0.219	-0.148	-0.234	1.000		
Mg ²⁺	-0.062	0.004	0.018	0.267	-0.182	-0.143	-0.205	0.922	1.000	
Pb ²⁺	-0.016	-0.046	-0.029	-0.052	-0.012	0.059	-0.000	0.092	-0.027	1.000

Tab.4: *Cross Correlation Werfenweng*

	H ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Pb ²⁺
H ⁺	1.000									
Na ⁺	-0.016	1.000								
NH ₄ ⁺	0.032	-0.025	1.000							
K ⁺	-0.030	0.049	0.531	1.000						
Cl ⁻	-0.029	0.495	0.020	-0.032	1.000					
NO ₃ ⁻	0.089	0.241	-0.058	-0.003	0.287	1.000				
SO ₄ ²⁻	-0.031	0.153	0.044	-0.058	0.311	0.485	1.000			
Ca ²⁺	-0.144	0.013	-0.077	0.123	-0.043	-0.098	-0.150	1.000		
Mg ²⁺	-0.139	0.041	-0.033	0.155	0.224	-0.138	-0.131	0.872	1.000	
Pb ²⁺	0.073	-0.006	-0.013	0.015	-0.191	-0.176	-0.168	0.189	0.141	1.000

4.2. Jahressummen

Tab.5: *Jahressummen Deposition sedimentierter Staub Haunsberg*

Jahr	Ca	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Na	Mg	K	Cl	Pb
					[kg/ha.a]				
84		2,21	0,85	7,50				0,76	0,00
85		1,04	0,39	0,44	0,26		0,39	0,64	0,00
86		1,28	0,51	0,27	0,42		0,37	0,69	0,00
87	1,49	0,91	0,30	0,87	0,44	0,30	0,52	0,53	0,00
88	1,01	0,53	0,22	0,36	0,25	0,17	0,23	0,21	0,00
89	1,64	0,99	0,22	0,81	0,33	0,22	0,45	0,34	0,00
90	3,75	0,75	0,27	0,99	0,45	0,85	0,67	0,57	0,00
91	1,64	0,55	0,25	0,34	0,19	0,30	0,50	0,25	0,06
92	1,41	0,50	0,25	0,76	0,24	0,34	0,77	0,26	0,00
93	0,60	0,27	0,14	0,28	0,22	0,12	0,27	0,20	0,11

Tab.6: *Jahressummen Deposition sedimentierter Staub St.Koloman*

Jahr	Ca	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Na	Mg	K	Cl	Pb
					[kg/ha.a]				
84		1,160	0,351	1,712				0,433	0,000
85		1,703	1,012	1,394	0,511	0,000	0,482	0,853	0,000
86		1,006	0,614	0,212	0,342	0,126	0,217	0,483	0,001
87	0,727	0,712	0,350	0,985	0,227	0,158	0,561	0,273	0,002
88	1,322	0,755	0,590	0,942	0,353	0,180	0,632	0,363	0,006
89	0,795	0,388	0,246	0,382	0,220	0,127	0,267	0,180	0,001
90	0,947	0,465	0,316	0,795	0,243	0,155	0,395	0,223	0,001
91	1,552	0,451	0,352	0,604	0,163	0,313	0,289	0,180	0,001
92	1,058	0,322	0,340	0,262	0,205	0,239	0,121	0,173	0,001
93	0,820	0,433	0,324	0,708	0,255	0,134	0,228	0,245	0,530

Tab.7: *Jahressummen Deposition sedimentierter Staub Werfenweng*

Jahr	Ca	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Na	Mg	K	Cl	Pb
					[kg/ha.a]				
84		1,32	0,25	0,33				0,43	0,00
85		0,85	0,35	0,23	0,32		0,28	0,61	0,00
86		1,41	0,60	0,16	0,61		0,31	0,84	0,00
87	3,34	0,87	0,39	0,30	0,41	0,98	0,40	0,49	0,00
88	3,20	0,50	0,30	0,32	0,27	1,06	0,35	0,24	0,00
89	3,02	0,49	0,20	0,08	0,31	0,76	0,18	0,33	0,00
90	3,07	0,41	0,22	0,14	0,41	0,72	0,27	0,31	0,00
91	4,03	0,39	0,25	0,16	0,27	1,01	0,31	0,35	0,00
92	2,81	0,36	0,23	0,43	0,36	0,71	0,39	0,38	0,00
93	2,54	0,23	0,15	0,07	0,32	0,89	0,13	0,88	0,00

4.3. Gegenüberstellung Staub/Nasse Deposition

Tab.8: Haunsberg

	Deposition in [kg/ha.a]			%		
	Regen	Staub	Summe	Staub/Regen	Regen/Summe	Staub/Summe
Ca	9,52	1,65	11,17	17,3	85,2	14,8
SO4-S	9,32	0,90	10,22	9,7	91,2	8,8
NO3-N	5,86	0,34	6,20	5,8	94,5	5,5
NH4-N	8,93	1,26	10,19	14,1	87,6	12,4
Na	2,45	0,31	2,76	12,7	88,7	11,3
Mg	0,82	0,33	1,14	40,4	71,2	28,8
K	1,30	0,46	1,77	35,5	73,8	26,2
Cl	8,75	0,44	9,19	5,1	95,2	4,8
Pb	0,04	0,02	0,06	42,9	70,0	30,0

Tab.9: St.Koloman

	Deposition in [kg/ha.a]			%		
	Regen	Staub	Summe	Staub/Regen	Regen/Summe	Staub/Summe
Ca	19,76	1,03	20,79	7,7	95,0	5,0
SO4-S	10,38	0,74	11,12	12,0	93,3	6,7
NO3-N	5,81	0,45	6,26	17,9	92,8	7,2
NH4-N	6,66	0,80	7,46	13,0	89,3	10,7
Na	1,56	0,28	1,84	64,3	84,8	15,2
Mg	1,23	0,16	1,39	1,2	88,5	11,5
K	0,55	0,35	0,91	0,0	60,9	39,1
Cl	28,02	0,34	28,36	0,0	98,8	1,2
Pb		0,05				

Tab.10: Werfenweng

	Deposition in [kg/ha.a]			%		
	Regen	Staub	Summe	Staub/Regen	Regen/Summe	Staub/Summe
Ca	10,60	3,14	13,74	29,7	77,1	22,9
SO4-S	5,63	0,68	6,31	12,1	89,2	10,8
NO3-N	3,48	0,29	3,78	8,4	92,2	7,8
NH4-N	4,26	0,22	4,48	5,2	95,1	4,9
Na	3,44	0,36	3,81	10,6	90,4	9,6
Mg	2,07	0,87	2,94	42,3	70,3	29,7
K	1,68	0,29	1,97	17,4	85,2	14,8
Cl	4,87	0,49	5,35	10,0	90,9	9,1
Pb	0,02	0,00	0,02	2,9	97,2	2,8

5.Literatur

Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz (1976) Richtlinie 4, Staubniederschlag - Bergerhoff Verfahren, Vienna, Austria.

Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz (1984) Richtlinie 11, Immissionsmessung des nassen Niederschlags und des sedimentierten Staubes, Luftverunreinigung - Immissionsmessung, Vienna, Austria.

Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, ÖMV (1994)

Cihak K., Chalupa K. (1985) Observations of various chemical contaminants of the precipitation at a BAPMoN station in the Eastern Pre-Alpine Region, Arch. Met. Geophys. Bioclimat. B35, 307-322.

Granat L.(1978) Sulfate in precipitation as observed by the European Atmospheric Chemistry Network, Atmos. Environ.12, 413-424.

Greenwood N.N., Earnshaw A.: Chemie der Elemente; 1.Auflage, Verlag Chemie (1988, 1990)

Hedin L.O., Granat L., Likens G.E., Rodhe H. (1991) Strong similarities in seasonal concentration ratios of SO₄²⁻, NO₃⁻ and NH₄⁺ in precipitation between Sweden and northeast US, Tellus 43B, 454-462.

Horvath L., Meszaros E. (1984) The composition and acidity of precipitation in Hungary, Atmos. Environ. 18, 1843.

Kalina M. F., Puxbaum H., Damm A.(1994) Nasse Deposition im Land Niederösterreich, Oktober 1993 bis September 1994, Bericht 19/94, Institut für Analytische Chemie, TU-Wien, Österreich.

Kasper A., Puxbaum H. (1994) Determination of SO₂, HNO₃, NH₃ and aerosol components at an high alpine background site with a filter pack method, Anal. Chim. Acta 291, 297-304.

Puxbaum H., Kovar A., Kalina M. (1991) Chemical Composition and Fluxes of Wet Deposition at Elevated Sites (700-3105 m a.s.l.) in the Eastern Alps (Austria), NATO ASI Series, Vol.G28, Seasonal Snowpacks, ed. by T.D.Davies et al., Verlag Springer Berlin Heidelberg, 273-297.

Rhode H., Granat L. (1984) An evaluation of sulfate in European precipitation 1955-1982, Atmos. Environ. 18, 2627-2639.

Puxbaum H., Kalina M., Schatten A., 10-Jahres Regenbericht Salzburg (1995)