

Sonderdruck aus:

Monatsberichte aus dem Meßnetz, Nr. 5/83,
Umweltbundesamt Berlin, Oktober 1983, S. 1-37.



Monatsberichte aus dem Meßnetz



5
83



Umwelt
Bundes
Amt

Zwischenbericht zum Forschungsprojekt
"Immissionsbelastungen des Bergisch-Sauerländischen
Gebirges"
über den Zeitraum Dezember 1982 bis Mai 1983

durchgeführt im Auftrag des
Umweltbundesamtes, Pilotstation Frankfurt/M.
und des Instituts für Meteorologie und Geophysik
der Universität Frankfurt/M.

von

Dr. Wilhelm Kuttler

Geographisches Institut der Ruhr-Universität Bochum

August 1983

Verzeichnis der Abbildungen

- 1 Lage der Maßstationen
- 2 Abhängigkeit der gasförmigen Schwefeldeposition von der Höhenlage
- 3 Gebietstypen gasförmiger Schwefeldepositionen (Kumulative Werte)
- 4 Gebietstypen gasförmiger Stickstoffdepositionen (Kumulative Werte)
- 5 Abhängigkeit der Schwefelkonzentration im Niederschlagswasser von der täglichen Niederschlagshöhe
- 6 Abhängigkeit der Schwefelkonzentration im Niederschlagswasser von der Höhenlage.

Verzeichnis der Tabellen

- 1 Stationen des Meßprogramms "Sauerland"
- 2 Arithmetische Mittelwerte (\bar{X}) und Standardabweichungen (σ) gasförmiger Schwefel- und Stickstoffdepositionen (in $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$) an SAM-Stationen im Sauerland für den Zeitraum Dezember 1982 bis Mai 1983.
- 3 Prozentuale Abweichung der gasförmigen Schwefel- und Stickstoffdepositionen vom Gebietsmittelwert (= 100%) an SAM-Stationen im Sauerland für den Zeitraum Dezember 1982 bis Mai 1983.
- 4 Kumulative gasförmige Schwefeldeposition an SAM-Stationen im Sauerland während des Zeitraums Dezember 1982 bis Mai 1983 ($\text{mgS} \cdot \text{m}^{-2}$; Filter mit K_2CO_3 behandelt)
- 5 Kumulative gasförmige Schwefeldeposition an SAM-Stationen im Sauerland während des Zeitraums Dezember 1982 bis Mai 1983 (in $\text{mgS} \cdot \text{m}^{-2}$; Filter ohne K_2CO_3 behandelt)
- 6 Kumulative gasförmige Stickstoffdeposition an SAM-Stationen im Sauerland während des Zeitraums Januar 1983 bis Mai 1983 (in $\text{mgN} \cdot \text{m}^{-2}$; Filter mit K_2CO_3 behandelt)
- 7 Kumulative gasförmige Schwefeldeposition für SAM-Stationen-
gruppen im Sauerland während des Zeitraums Dezember 1982
bis Mai 1983 (in $\text{mgS} \cdot \text{m}^{-2}$; Filter mit K_2CO_3 behandelt)
- 8 Kumulative gasförmige Stickstoffdeposition für SAM-Stationen-
gruppen im Sauerland während des Zeitraums Januar 1983 bis
Mai 1983 (in $\text{mgN} \cdot \text{m}^{-2}$; Filter mit K_2CO_3 behandelt)

- 9 Arithmetische Mittelwerte (\bar{X}) und Standardabweichungen (σ) der Spurenstoffkonzentrationen (in mg.l^{-1}) Fluorid, Chlorid, Stickstoff und Schwefel sowie der elektrischen Leitfähigkeit (in $\mu\text{S.cm}^{-1}$) aus 'bulk'-Niederschlagswasserproben verschiedener Stationen im Sauerland für den Zeitraum Dezember 1982 bis Mai 1983
- 10 Arithmetische Mittel der pH-Werte von 'bulk'-Niederschlagswasserproben verschiedener Stationen im Sauerland für den Zeitraum Dezember 1982 bis Mai 1983 (In Klammern: Zahl der Monatswerte).
- 11 Gewichtete Mittel der pH-Werte von 'bulk'-Niederschlagswasserproben verschiedener Stationen im Sauerland für den Zeitraum Dezember 1982 bis Mai 1983.
- 12 Arithmetische Mittelwerte (\bar{X}) und Standardabweichungen (σ) der 'bulk'-Depositionen (in $\text{mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$) Fluorid, Chlorid, Stickstoff und Schwefel verschiedener Stationen im Sauerland für den Zeitraum Dezember 1982 bis Mai 1983

Immissionsbelastungen des Bergisch-Sauerländischen
Gebirges

Zwischenbericht über den Meßzeitraum Dezember
1982 bis Mai 1983.

Wilhelm Kuttler¹⁾

1. Problemstellung

Messungen zur Immissionsbelastung über das Kerngebiet des Bergisch-Sauerländischen Gebirges liegen nach Sichtung der Literatur derzeit noch nicht vor.

Aus diesem Grunde wurde im September 1982 damit begonnen, Standorte zur Errichtung von Meßstationen im Sauerland zu lokalisieren. Ziel des Forschungsvorhabens ²⁾ ist es, die Immissionsbelastung eines allgemein als "Reinluftgebiet" charakterisierten Raumes anhand ausgewählter Spurenstoffe zu erfassen. Diese Messungen erlangen darüber hinaus insofern Aktualität, als daß insbesondere seit Jahresbeginn 1983 auch im Bergisch-Sauerländischen Gebirge ein verstärktes Siechtum der Nadel-, Laub- und Mischwaldbestände zu beobachten ist. Im Vordergrund des Untersuchungsprogramms steht die Ermittlung des überregionalen, durch den Ferntransport verursachten Spurenstoffeintrags in die verschiedenen Sauerländischen Teilräume. Zwecks Ausschaltung einer Beeinflussung dieser Messungen durch örtliche Emissionsquellen wurden Freilandmeßstationen

1) Dr. Wilhelm Kuttler, Geographisches Institut, Ruhr-Universität Bochum, Postfach 10 21 48, 4630 Bochum 1,

2) finanziert durch das Umweltbundesamt/Institut für Meteorologie u. Geophysik, Universität Frankfurt/M.

in den meisten Fällen siedlungsfern in abgelegenen Waldgebieten errichtet. Bei der Standortwahl wurde auf die Unterstützung derjenigen staatlichen Forstamtsbereiche zurückgegriffen, die die Waldflächen des Untersuchungsgebietes verwalten.

2. Lage der Meßstationen und Durchführung der Probenahme

Das Untersuchungsgebiet liegt zwischen der Hessischen Grenze im Osten, der Stadt Lüdenscheid im Westen, der Möhne im Norden und der Stadt Olpe im Süden. Es umfaßt in etwa eine Fläche von 4500 km^2 . In diesem Gebiet wurden 16 + 2 Meßstationen errichtet; bei der Standortwahl wurden dabei im wesentlichen die höchstgelegenen Stellen der entsprechenden Gebirgseinheiten berücksichtigt. Abb. 1 zeigt die Lage der Stationen; Tabelle 1 enthält Erläuterungen zu den einzelnen Meßstandorten. Die Stationen 2, 5, 6, 8, 9, 10, 13 und 16 liegen auf Gebirgskämmen, die Stationen 3, 11, 14 und 15 im Luv, die Stationen 1 und 7 im Lee und die Stationen 4 und 12 im Bereich der Innersauerländischen Senken. Zur Lage der Station 2 (Lattenberg) muß angemerkt werden, daß etwa 3 km südlich eine kleine Spanplattenfabrik liegt, die wahrscheinlich mit ihren Emissionen für die erhöhte lokale Immissionsbelastung dieser Station verantwortlich ist. Die Meßwerte dieser Station blieben deshalb nicht unberücksichtigt, da lokale Emittenten wie hier in Lattenberg des öfteren im Sauerland zu finden sind,

Die meist großen Entfernungen der Standorte zu nächstgelegenen Energieversorgungsstationen machten es notwendig, auf elektrisch betriebene Geräte weitgehend zu verzichten. Aus diesem Grunde

STATIONEN DES MESSPROGRAMMES SAUERLAND - 8 -

Tab. 1

Stat. Nr.	Stationsname	Höhenlage ü. NN in m	Naturräumliche Einheiten	Topographische Karte	geographische Lage Rechts-/Hochwert	Exposition	nächster Ort	Lage und Entfernung zur Station
1	Neuhaus	260	Nordsauerländer Oberland	L 4514 Soest	34 40200 57 02990	Tallage	Körbecke/ Möhnesee Neuhaus	NWN 4 km ESE 1 km
2	Lattenberg	420	Nordsauerländer Oberland	L 4514 Soest	34 43425 56 97440	frei	Oeventrop (mit Glösing, Wildshausen) Freienohl Arnsberg	SW 2,5 - 4 km SSW 5 km WSW 9 km
3	Goldener Strauch	625	Hochsauerland	L 4714 Arnsberg	34 51595 56 83110	N	Remblinghausen Meschede Eslohe	N 2,5 km N 7 km WSW 10 km
4	Heimberg	550	Hochsauerland	L 4716 Brilon	34 56440 56 87845	NE	Meschede Bestwig Olberg Ramsbeck Berlar	WNW 7 km NNE 4 km ENE 8 km ESE 2,5 km SE 1 km
5	Wiemert	540	Nordsauerländer Oberland	L 4716 Brilon	34 57440 56 95725	frei	Bestwig Meschede Warstein Olberg	S 4 km WSW 9 km NNE 6 km ESE 9 km
6	Arenstein	630	Hochsauerland/ Ostsauerländer Gebirgsrand	L 4716 Brilon	34 75795 56 92340	frei	Brilon-Hoppecke Brilon Brilon-Wald	N 17 km NW 6 km WSW 6 km
7	Küstelberg	675	Hochsauerland	L 4716 Brilon	34 72535 56 76460	SW und Tallage	Küstelberg Winterberg	Ortslage SW 6 km
8	Kahler Asten	840	Hochsauerland	L 4916 Berleburg	34 64335 56 70165	frei	Altastenberg Winterberg	NW 2 km ENE 2 - 4 km
9	Hunau	765	Hochsauerland	L 4716 Brilon	34 56220 56 74590	frei	Fredeburg Schmallenberg	WSW 5 km SW 7 km
0	Schanze	725	Hochsauerland	L 4916 Berleburg	34 56450 56 66180	frei	Schmallenberg	wenige Häuser in Standortnähe WNW 7 km
1	Hohe Bracht	560	Westsauerländer Oberland/ Südsauerländer Bergland	L 4914 Schmallenberg	34 32700 56 60920	NW	Bilstein Altenhudem Olpe	NW 2 km NE 4 km SW 14 km
2	Cobbenrode	455	Innersauerländer Senken	L 4714 Arnsberg	34 40490 56 74590	E	Cobbenrode Eslohe	ESE 0,8 km NNE 6 km
3	Rothloh	645	Westsauerländer Oberland (Südsauerländer Bergland)	L 4714 Arnsberg	34 32915 56 79440	frei	Finnentrop Sundern	SW 6,5 km NNW 10 km
	Auf'm Stück	360	Nordsauerländer Oberland	L 4712 Iserlohn	34 27325 56 87970	W	Balve Langscheid Sundern	WNW 6 km N 3 km E 3 km
	Kohlberg	480	Westsauerländer Oberland (Märkisches Oberland)	L 4712 Iserlohn	34 13925 56 85455	W	Dahle Altena KW Elverlingsen Neuenrade	WNW 0,8 km W 6 km SW 4,8 km SE 2 km
	Drescheid	485	Westsauerländer Oberland (Märkisches Oberland)	L 4710 Hagen	34 05020 56 82955	frei	Lüdenschaid Altena KW Elverlingsen	SSW 4 - 7 km NE 3 - 5 km E 5 km
	Bot. Garten Univ. Bochum	110	Mittleres Ruhrgebiet	L 4508 Essen	25 88020 57 01560	S	Bochum	N Ortsrand

wurden Immissionsratenmeßgeräte (SAM = Surface active monitoring, nach RUMPEL ³⁾ verwendet, die zusätzlich mit Auffang- und Sammelbehältern zur 'bulk'-Niederschlagswassersammlung ausgerüstet wurden. Jede SAM-Station besteht aus vier in einer Höhe von ca. 1,5 m über Grund an einer Stange - wegen Regenschutzes - umgekehrt aufgehängten Petrischalen, die einen Durchmesser von 60 mm besitzen und in die Filter mit einer Oberfläche von 19,62 cm² eingeklebt wurden. Jeweils zwei Filter sind für die Diffusionsanlagerung gasförmiger Schwefel- und Stickstoffverbindungen (z. T. auch Absorption von Staubpartikeln im Aitkenkernbereich) vorgesehen, wovon jeweils eines mit Kaliumcarbonat (K₂CO₃) präpariert wurde, während das andere unbehandelt blieb. Die Spitzen der SAM-Stationen sind jeweils mit einem Auffangbehälter für 'bulk'-Niederschläge ausgerüstet, aus dem über einen dünnen Schlauch das Niederschlagswasser in eine am Fuß der Station ins Erdreich eingelassene strahlungsgeschützte Sammelflasche abgeleitet wird. Die Expositionszeit der Filter und der Niederschlagsauffang- und -sammelbehälter beträgt einen Monat; nach Ablauf dieser Frist wird das Probengut eingesammelt, neue Filter ausgehängt und die Sammelflaschen für das Niederschlagswasser gesäubert. Vom Niederschlagswasser wird der pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit, der Sulfat- und Nitratgehalt sowie die Konzentrationen an Chlorid und Fluorid bestimmt. Die SAM-Filter

3) freundlicherweise von der Meßstelle des UBA, Deuselbach, zur Verfügung gestellt.

werden auf Schwefel- und Stickstoffverbindungen hin analysiert. 4)

Neben den SAM-Stationen, von denen 16 auf meist waldfreien Kuppen des Sauerlandes nach verschiedenen geographischen Gesichtspunkten eingerichtet wurden (eine weitere als Vergleichsstation an der Klimastation des Geogr. Instituts im Botanischen Garten der Ruhr-Universität Bochum) arbeiten zwei elektrisch betriebene Trocken-/Naßsammler. Ein Gerät steht auf dem 840 m ü. NN. hohen Kahlen Asten⁵⁾ im Klimagarten des Deutschen Wetterdienstes⁶⁾, ein weiteres an der Klimastation des Geographischen Instituts in Bochum. Das an den Trocken-/Naßsammlern aufgefangene Niederschlagswasser wird auf die Spurenstoffe Calcium, Sulfat, Nitrat, Chlorid und Blei aus Tagesniederschlagswasserproben untersucht. Darüber hinaus werden der pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit bestimmt⁷⁾. Die Gewinnung der trockenen Aerosoldeposition während der niederschlagsfreien Zeit erfolgt über einen Zeitraum von 14 Tagen. Der Trocken-/Naßsammler auf dem Kahlen Asten ist ferner mit einem Luftansauggerät ausgestattet, das während der Trockenperioden durch zwei Membranfilter Außenluft ansaugt. Die Expositionsdauer der Filter beträgt 7 Tage⁸⁾.

4) Probenanalyse durch UBA-Meßstelle Deuselbach

5) Freundliche Leihgabe durch das Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Frankfurt/M., Herrn Prof. Dr. H. W. Georgii

6) Für die Erlaubniserteilung zum Betreiben des Gerätes an der Klimastation danke ich dem Leiter des Wetteramts Essen, Herrn Dipl.-Met. Köbke. Die Betreuung übernahmen dankenswerterweise der Leiter der Klimastation Kahler Asten, Herr Pfennig und seine Mitarbeiter.

7) Analysen erfolgen durch das Labor des Geographischen Instituts, Ruhr-Universität Bochum

8) Analysen erfolgen durch das Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Frankfurt/M.

3. Ergebnisse

Es können erste als vorläufig zu betrachtende Zwischenergebnisse des Zeitraumes Dezember 1982 bis Mai 1983 mitgeteilt werden. In die Auswertung gehen ausschließlich die an den SAM-Stationen ermittelten Meßwerte der gasförmigen Deposition (Schwefel- und Stickstoffverbindungen) und der aus 'bulk'-Niederschlägen bestimmten Spurenstoffe Schwefel, Stickstoff, Fluorid, Chlorid sowie die Ermittlung des pH-Wertes und der elektrischen Leitfähigkeit ein.

3.1 Gasförmige Spurenstoffdepositionen

Die Filter an den SAM-Stationen dienen zur Ermittlung derjenigen Spurenstoffdepositionen, die (im wesentlichen) auf gasförmigem Wege aus der Außenluft während niederschlagsfreier Perioden von diesen ab- und adsorbiert werden. Unter den Schwefelverbindungen sind dies in erster Linie das Schwefeldioxid, unter den Stickstoffverbindungen im wesentlichen das Nitrat. Im allgemeinen ist die Depositionsrate an dem mit K_2CO_3 (1 ml K_2CO_3 , 30%ig) behandelten Filtern erwartungsgemäß höher als an den unbehandelten Filtern. Größenordnungsmäßig dürfte zwischen den beiden Filterwerten in etwa die Depositionskapazität von Pflanzenblättern liegen. Zur Ermittlung der Depositionsraten an den Stationen wurden jeweils Doppelbestimmungen durchgeführt. Die Angaben wurden auf mg Spurenstoff $\cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ bzw. bei der kumulativen Darstellung auf mg Spurenstoff $\cdot m^{-2} \cdot \text{Zeitraum}^{-1}$ umgerechnet.

3.2 Mittelwerte gasförmiger Schwefel- und Stickstoffdepositionen

Aus den Monatssummen der mit den SAM-Filtern bestimmten Spurenstoffdepositionen wurden für den Zeitraum Dezember 1982 bis Mai 1983 die Standortmittel berechnet, und zwar für Schwefel und Stickstoff (für behandelte und unbehandelte Filter). Ferner wurde aus den Standortmittelwerten ein "Gebietsmittelwert" für das Untersuchungsgebiet bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 enthalten. Die Immissionsbelastung des Untersuchungsgebietes erreichte danach für Schwefel $\bar{X} = 7,55 \text{ mgS. m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ (mit K_2CO_3 behandelte Filter; im Vergleich zu Bochum eine dreifach niedrigere Depositionsrate). Die höchsten Werte traten an den Stationen 2, 13 und 10 auf; die niedrigsten Werte mit weniger als $4 \text{ mgS. m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ wurden an der Station 5 ermittelt. Die Werte dieser Standorte wiesen z. B. im Vergleich zur Station Bochum ($\bar{X} = 24,9 \text{ mgS. m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$), eine rund sechsfach niedrigere Depositionsrate auf.

Das "Gebietsmittel" der Stickstoffdeposition (mit K_2CO_3 behandelte Filter) lag bei $0,28 \text{ mgN. m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. Die höchsten Werte verzeichneten die Stationen 10 und 13. Der niedrigste Wert wurde an der Station 5 gemessen.

Vergleicht man die prozentualen Abweichungen der Stationsmittelwerte vom "Gebietsmittelwert" (= 100%), (Tabelle 3), so ergibt sich für die Schwefeldeposition (mit K_2CO_3 behandelte Filter), eine auf den Mittelwert bezogene Schwankungsbreite zwischen +116,2% und -47,4%; für die Stickstoffdeposition dagegen nur eine Schwankungsbreite zwischen +46,4% und -53,6%.

ARITHMETISCHE MITTELWERTE (\bar{x}) UND STANDARDABWEICHUNGEN (σ) GASFÖRMIGER SCHWEFEL- UND STICKSTOFF-
 DEPOSITIONEN (IN $\text{MG} \cdot \text{M}^{-2} \cdot \text{D}^{-1}$) AN SAM-STATIONEN IM SAUERLAND FÜR DEN ZEITRAUM DEZEMBER 1982 BIS MAI 1983

STATIONS- -NR.	-NAME	SCHWEFEL						STICKSTOFF					
		MIT K_2CO_3			OHNE K_2CO_3			MIT K_2CO_3			OHNE K_2CO_3		
		\bar{x}	σ	n	\bar{x}	σ	n	\bar{x}	σ	n	\bar{x}	σ	n
1	NEUHAUS	8,63	3,90	6	4,44	1,08	5	0,26	0,07	5	0,25	0,02	3
2	LATTENBERG	16,32	8,58	6	5,83	0,71	6	0,31	0,14	6	0,26	0,12	4
3	GOLDENER STRAUCH	7,40	3,86	6	4,75	1,32	6	0,25	0,07	6	0,23	0,03	3
4	HEIMBERG	6,02	3,47	6	4,22	1,25	6	0,23	0,06	5	0,20	0,05	3
5	WIEMERT	3,97	2,21	6	3,41	1,68	6	0,13	0,03	5	0,13	0,04	3
6	ARENSTEIN	9,65	8,80	6	4,58	1,45	6	0,35	0,12	5	0,36	0,20	4
7	KÜSTELBERG	6,95	3,58	6	4,60	1,54	6	0,29	0,05	5	0,31	0,14	4
8	KAHLER ASTEN	8,48	5,98	6	4,75	1,13	6	0,29	0,09	5	0,28	0,12	4
9	HUNAU	6,47	5,86	6	3,98	1,30	6	0,21	0,09	5	0,25	0,19	4
10	SCHANZE	10,20	6,18	6	5,07	1,82	6	0,41	0,17	6	0,36	0,23	5
11	HOHE BRACHT	6,53	2,60	6	4,78	1,52	6	0,24	0,08	5	0,27	0,12	4
12	COBBENRODE	7,07	4,67	6	4,22	1,27	6	0,27	0,05	5	0,28	0,13	4
13	ROTHLOH	11,67	5,15	6	6,16	1,34	5	0,39	0,12	6	0,34	0,07	4
14	AUF' M STÜCK	7,42	2,97	6	4,87	1,44	6	0,22	0,04	5	0,21	0,04	4
15	KOHLBERG	9,60	5,11	6	6,06	1,05	5	0,31	0,16	5	0,37	0,12	3
16	DRESCHIED	8,42	4,10	6	5,48	1,06	6	0,28	0,12	5	0,33	0,05	4
GEBIETSMITTEL SAUERLAND		7,55	3,86	16	4,57	1,30	16	0,28	0,07	16	0,28	0,07	16
zum Ver- gleich:	BO BOCHUM	24,90	11,12	6	6,32	0,69	6	0,49	0,25	6	0,41	0,01	6

PROZENTUALE ABWEICHUNG DER GASFÖRMIGEN SCHWEFEL- UND STICKSTOFFDEPOSITIONEN VOM GEBIETSMITTELWERT
 (= 100 %) AN SAM-STATIONEN IM SAUERLAND FÜR DEN ZEITRAUM DEZEMBER 1982 BIS MAI 1983

STATIONS- -NR.	-NAME	SCHWEFEL		STICKSTOFF	
		MIT K_2CO_3	OHNE K_2CO_3	MIT K_2CO_3	OHNE K_2CO_3
1	NEUHAUS	14,3	-2,8	-7,1	-10,7
2	LATTENBERG	116,2	27,6	10,7	-7,9
3	GOLDENER STRAUCH	-2,0	3,9	-10,7	-17,9
4	HEIMBERG	-20,3	-7,7	-17,9	-28,6
5	WIEMERT	-47,4	-25,4	-53,6	-53,6
6	ARENSTEIN	27,8	0,2	25,0	28,6
7	KÜSTELBERG	-7,9	0,7	3,6	10,7
8	KAHLER ASTEN	12,3	3,9	3,6	0,0
9	HUNAU	-14,3	-12,9	-25,0	-10,7
10	SCHANZE	35,1	10,9	46,4	28,6
11	HOHE BRACHT	-13,5	4,6	-14,3	-3,6
12	COBBENRODE	-6,4	-7,7	-3,6	0,0
13	ROTHLOH	54,6	34,8	39,3	21,4
14	AUF'M STÜCK	-1,7	6,6	-21,4	-25,0
15	KOHLBERG	27,2	32,6	10,7	32,1
16	DRESCHIED	11,5	19,9	0,0	17,9

Die gasförmige Deposition an Schwefelverbindungen ist absolut gesehen sowohl größer als auch wesentlich heterogener über das Untersuchungsgebiet verteilt als die Stickstoffdeposition.

In Abb. 2 wurde die mittlere gasförmige Schwefeldeposition in Abhängigkeit zur entsprechenden Höhenlage der Stationen dargestellt. Ein Zusammenhang läßt sich für den hier zugrunde liegenden Meßzeitraum nicht erkennen.

3. 3. Kumulative gasförmige Schwefeldeposition

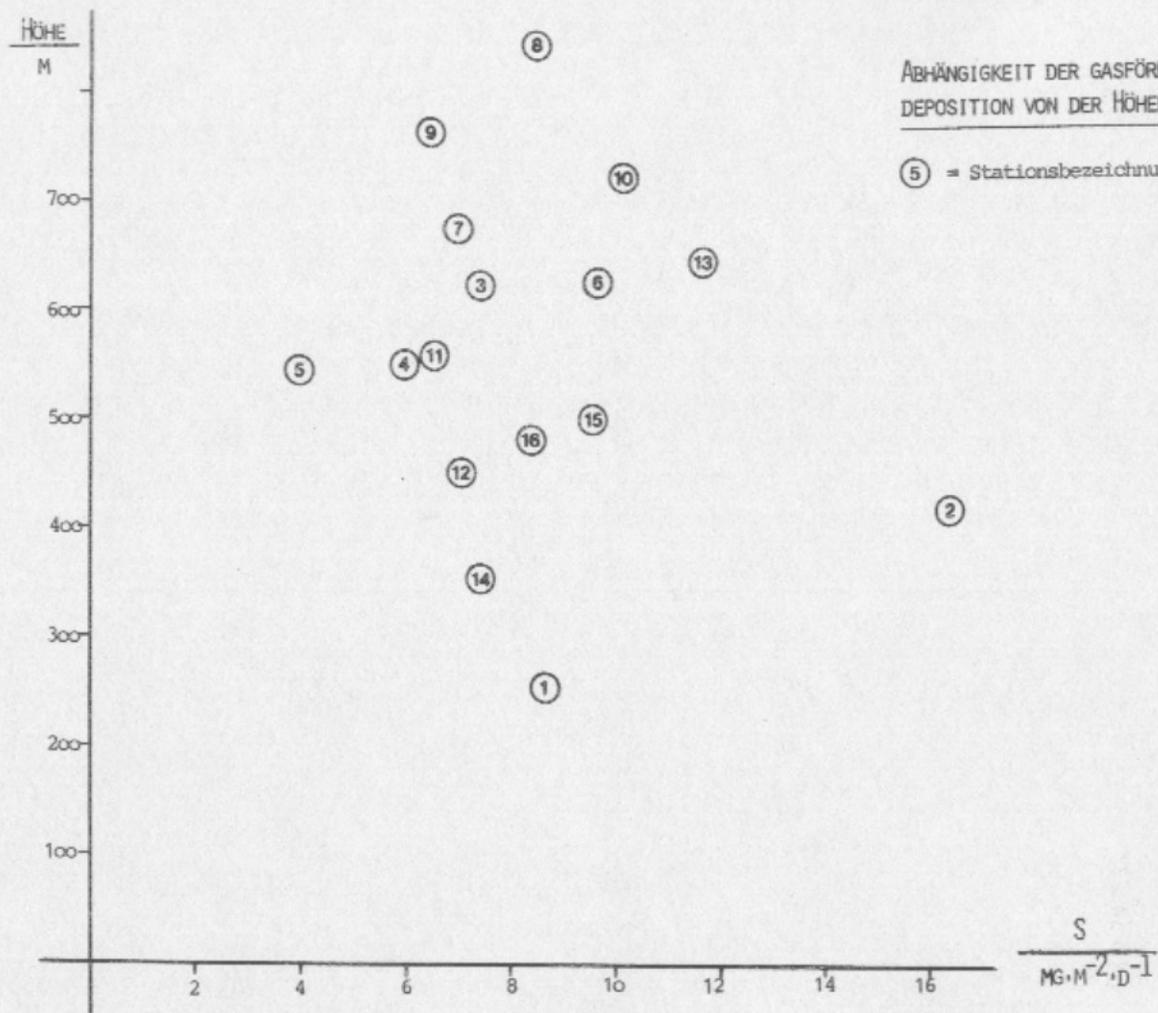
Für den Zeitraum Dezember 1982 bis Mai 1983 wurde die kumulative Schwefeldéposition für jede Station berechnet (Tabelle 4). Die mittlere Depositionsmenge an Schwefel (Filter mit K_2CO_3) betrug für das Untersuchungsgebiet $\bar{X} = 1471,9 \text{ mgS} \cdot \text{m}^{-2}$ ($\sigma = 495,5$). Das absolute Minimum trat an der Station 5 auf mit $695,2 \text{ mgS} \cdot \text{m}^{-2}$, das absolute Maximum mit $2873,3 \text{ mgS} \cdot \text{m}^{-2}$ an der Station 2.

Die mittlere kumulative Schwefel-Depositionsrate an SAM-Stationen, deren Filter nicht mit K_2CO_3 behandelt wurden (Tabelle 5), betrug $816 \text{ mgS} \cdot \text{m}^{-2}$ ($\sigma = 102$). Das absolute Minimum lag bei $601 \text{ mgS} \cdot \text{m}^{-2}$ (Station 5), das absolute Maximum bei $969,4 \text{ mgS} \cdot \text{m}^{-2}$ (Station 16).

3.4 Kumulative gasförmige Stickstoffdeposition

Tabelle 6 enthält die kumulative Stickstoffdeposition für die 16 Sauerlandstationen und für die Vergleichsstation Bochum für den Zeitraum Januar 1983 bis Mai 1983. Die mittlere kumulative Stickstoffdeposition (Gebietsmittel, Filter mit K_2CO_3) errechnete sich zu $\bar{X} = 44,03 \text{ mgN} \cdot \text{m}^{-2}$ ($\sigma = 5,6$).

Abb. 2



KUMULATIVE GASFÖRMIGE SCHWEFELDEPOSITION AN SAM-STATIONEN IM SAUERLAND WÄHREND DES
ZEITRAUMES DEZEMBER 1982 BIS MAI 1983 (IN MG S · M⁻²; FILTER MIT K₂CO₃ BEHANDELT)

STATIONEN												MONAT		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
251,1	434,7	259,2	185,3	92,7	196,2	208,1	235,9	149,9	310,8	187,5	170,8	DEZ. 82		
623,0	1256,2	497,9	354,4	261,8	386,9	444,1	459,0	287,3	696,9	442,7	376,7	JAN. 83		
995,4	1981,4	853,5	696,0	443,8	1154,1	802,5	1010,6	788,5	1240,1	700,3	821,9	FEB. 83		
1245,5	2337,9	1092,1	870,0	603,3	1383,2	1010,8	1254,6	977,5	1540,1	918,1	1021,5	MRZ. 83		
1437,5	2744,3	1226,5	975,6	664,1	1527,2	1126,0	1398,6	1070,3	1735,3	1078,1	1162,4	APR. 83		
1515,0	2873,3	1284,6	1045,9	695,2	1668,9	1209,6	1474,0	1117,7	1775,1	1142,8	1232,2	MAI 83		
<u>Stationsstandorte :</u>														
1 Neuhaus/Arnsberger Wald				9 Hunau/Rothaargebirge					13	14	15	16	BO	
2 Lattenberg/Arnsberger Wald				10 Schanze/Rothaargebirge					361,2	206,2	251,4	316,4	775,0	DEZ. 82
3 Goldener Strauch SE Meschede				11 Hohe Bracht/Lennestadt					813,6	507,8	533,2	592,4	1505,0	JAN. 83
4 Heimberg ESE Meschede				12 Cobbenrode					1309,2	804,6	1031,6	948,0	2816,3	FEB. 83
5 Wiemert/Arnsberger Wald				13 Rothloh/Homert					1681,1	1045,2	1384,7	1219,5	3464,3	MRZ. 83
6 Arenstein E Brilon				14 Auf'm Stück/Sorpesee					1949,8	1226,5	1625,3	1442,0	4168,1	APR. 83
7 Küstelberg				15 Kohlberg/Neuenrade					2048,2	1306,5	1687,5	1474,1	4400,5	MAI 83
8 Kahler Asten				16 Drescheid/Lüdenscheid										
BO Bochum (Bot. Garten)														

KUMULATIVE GASFÖRMIGE SCHWEFELDEPOSITION AN SAM-STATIONEN IM SAUERLAND WÄHREND DES
ZEITRAUMES DEZEMBER 1982 BIS MAI 1983 (IN MG S · M⁻²; FILTER OHNE K₂CO₃ BEHANDELT)

STATIONEN												MONAT
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-	126,9	126,9	114,5	59,4	143,1	116,6	136,0	83,3	147,1	108,2	108,2	DEZ. 82
137,2	309,8	278,8	246,7	191,6	278,4	249,3	267,6	206,1	305,0	256,1	235,8	JAN. 83
297,2	491,8	446,8	409,1	340,0	446,4	448,1	418,8	357,2	475,8	438,1	398,2	FEB. 83
449,5	678,7	622,2	562,8	485,0	617,5	611,7	606,2	522,3	682,8	631,7	561,6	MRZ. 83
567,9	873,9	759,8	668,4	565,0	691,1	726,9	750,2	634,3	846,0	766,1	670,4	APR. 83
660,9	1032,9	834,8	740,4	601,0	799,1	807,9	837,2	703,3	894,0	844,1	742,4	MAI 83
<u>Stationsstandorte :</u>												
1	Neuhaus/Arnsberger Wald	9	Hunau/Rothaargebirge	13	14	15	16	BO				
2	Lattenberg/Arnsberger Wald	10	Schanze/Rothaargebirge	-	119,3	136,0	147,1	213,9	DEZ. 82			
3	Goldener Strauch SE Meschede	11	Hohe Bracht/Lennestadt	182,7	264,3	311,4	299,5	371,4	JAN. 83			
4	Heimberg ESE Meschede	12	Cobbenrode	395,5	463,1	524,2	487,1	569,8	FEB. 83			
5	Wiemert/Arnsberger Wald	13	Rothloh/Homert	614,3	638,1	724,2	691,4	764,2	MRZ. 83			
6	Arenstein E Brilon	14	Auf'm Stück/Sorpesee	795,5	775,6	889,2	849,4	947,8	APR. 83			
7	Küstelberg	15	Kohlberg/Neuenrade	918,5	859,6	-	969,4	1108,8	MAI 83			
8	Kahler Asten	16	Drescheid/Lüdenscheid									
BO	Bochum (Bot. Garten)											

KUMULATIVE GASFÖRMIGE STICKSTOFFDEPOSITION AN SAM-STATIONEN IM SAUERLAND WÄHREND DES
ZEITRAUMES JANUAR 1983 BIS MAI 1983 (IN MG N · M⁻²; FILTER MIT K₂CO₃ BEHANDELT)

STATIONEN												MONAT
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
6,91	7,50	7,00	5,56	3,48	6,12	7,93	6,08	3,43	14,07	5,62	6,23	JAN. 83
13,80	19,45	13,78	10,87	6,96	19,02	15,07	16,20	12,42	26,72	10,69	14,66	FEB. 83
21,66	29,46	22,86	17,89	12,00	27,67	25,30	26,07	19,47	42,51	19,65	23,38	MRZ. 83
33,75	45,93	34,59	28,15	16,63	42,99	36,42	37,93	27,49	60,16	31,06	33,50	APR. 83
39,98	51,08	39,74	34,11	19,07	52,07	43,19	43,69	31,08	63,41	36,21	40,21	MAI 83
<u>Stationsstandorte :</u>												
1	Neuhaus/Arnsberger Wald	9	Hunau/Rothaargebirge	13	14	15	16	BO				
2	Lattenberg/Arnsberger Wald	10	Schanze/Rothaargebirge									
3	Goldener Strauch SE Meschede	11	Hohe Bracht/Lennestadt	13,37	4,09	3,43	6,10	7,75	JAN. 83			
4	Heimberg ESE Meschede	12	Cobbenrode	24,17	9,53	14,50	12,67	33,43	FEB. 83			
5	Wiemert/Arnsberger Wald	13	Rothloh/Homert	36,75	17,15	24,04	21,10	46,42	MRZ. 83			
6	Arenstein E Brilon	14	Auf'm Stück/Sorpesee	54,04	26,05	40,64	37,18	72,08	APR. 83			
7	Küstelberg	15	Kohlberg/Neuenrade	60,27	32,15	46,20	43,08	82,32	MAI 83			
8	Kahler Asten	16	Drescheid/Lüdenscheid									
BO	Bochum (Bot. Garten)											

Das absolute Minimum trat an der Station 5 auf mit $\bar{X}_5 = 19,07$ mgN \cdot m⁻², das absolute Maximum an der Station 10 mit $\bar{X}_{10} = 63,41$ mgN \cdot m⁻². Eine Auswertung der unbehandelten Filter erschien zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht sinnvoll; dies bleibt einer Besprechung im Abschlußbericht vorbehalten.

3. 5 Gebietstypen gasförmiger Schwefel- und Stickstoffdepositionen

Aus den kumulativen Häufigkeiten der gasförmigen Schwefel- und Stickstoffdepositionen wurden für die 16 Sauerland-Stationen und für die Station Bochum Gruppen bzw. Typen gleicher Depositionsraten für die beiden Meßzeiträume gebildet. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 7 und 8 sowie in den Abbildungen 3 und 4 enthalten. Die Station Bochum (BO) bildet in allen Fällen erwartungsgemäß die Ausnahme mit den höchsten Werten sowohl bei den Schwefel- als auch bei den Stickstoffdepositionen. Die höchste Depositionsrate an Schwefel (Tabelle 7, Abb. 2) im Untersuchungsgebiet wird in der Gruppe F (Station 2) zusammengefaßt, gefolgt von Gruppe E (Station 13). In der Gruppe D sind die Stationen 6, 10 und 15, in der Gruppe C die Stationen 1, 8 und 16 zusammengefaßt. Die aus den Stationen 3, 4, 7, 9, 11, 12 und 14 bestehende Gruppe B weist eine mittlere Schwefeldeposition auf, die z. B. rund 2,5fach unter derjenigen der höchsten Belastung im Untersuchungsgebiet (Gruppe F) liegt. Die geringste Belastung besitzt die Station 5, die deshalb wie die Stationen mit den höchsten Werten eine eigene Gruppenbezeichnung erhielt.

KUMULATIVE GASFÖRMIGE SCHWEFELDEPOSITION FÜR SAM-STATIONSGRUPPEN IM SAUERLAND WÄHREND
DES ZEITRAUMS DEZEMBER 1982 BIS MAI 1983 (IN MG S · M⁻² ; FILTER MIT K₂CO₃ BEHANDELT)

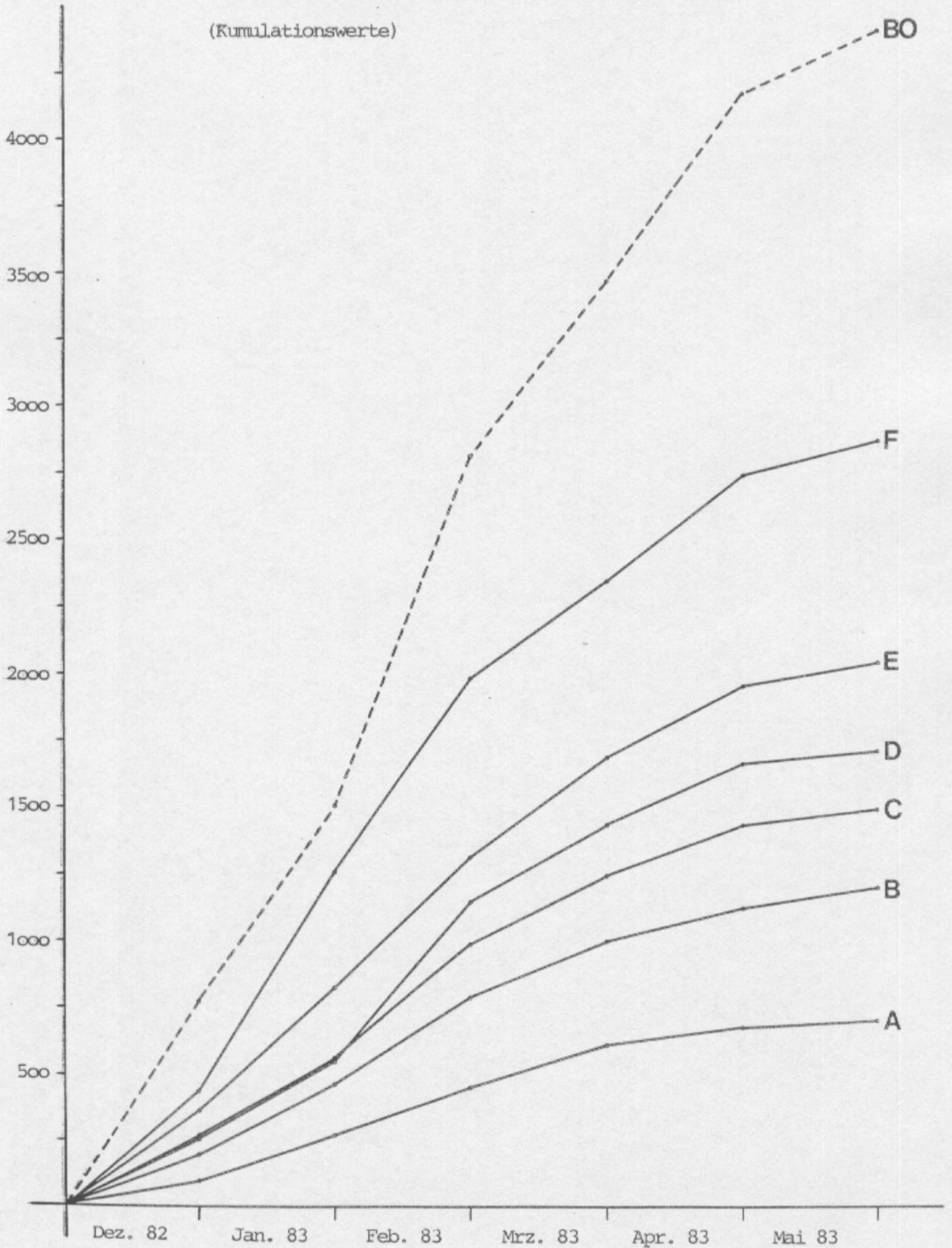
								MONAT
STATIONSGRUPPEN	A	B	C	D	E	F	BO	
EINZELSTATIONEN (STATIONS- BEZEICHNUNG)	5	3,4,7, 9,11, 12,14	1, 8, 16	6, 10, 15	13	2	BO	
	92,7	195,3	267,8	252,8	361,2	434,7	775,0	DEZ. 82
	261,8	459,5	558,1	539,0	813,6	1256,2	1505,0	JAN. 83
	443,8	781,0	984,0	1141,9	1309,2	1981,4	2816,3	FEB. 83
	603,3	990,7	1239,9	1436,0	1681,1	2337,9	3464,3	MRZ. 83
	664,1	1123,6	1426,0	1650,0	1949,8	2744,3	4168,1	APR. 83
	695,2	1191,3	1487,7	1710,5	2048,2	2873,3	4400,5	MAI 83

S

$\text{MG} \cdot \text{M}^{-2}$

GEBIETSTYPEN GASFÖRMIGER SCHWEFELDEPOSITIONEN

(Kumulationswerte)



Die höchsten Depositionswerte an Stickstoff (Tabelle 8, Abb. 4) wiesen die Stationen 10 und 13 auf, die in Gruppe E zusammengefaßt sind. Die Gruppe D mit einer mittelhohen Depositionsrate wird durch die Stationen 2 und 6 repräsentiert. Gruppe C enthält Stationen, die auf einem mittleren Niveau angesiedelte Depositionsraten anzeigen, Gruppe B geringere Werte und Gruppe A repräsentiert wiederum Station 5 mit einer Stickstoffdeposition, die rund 3,2fach unter derjenigen von Gruppe E liegt.

3.6 Spurenstoffkonzentrationen von 'bulk'-Niederschlagswasserproben

Das an den SAM-Stationen aufgefangene Niederschlagswasser wurde auf die Spurenstoffe Fluorid, Chlorid, Stickstoff und Schwefel sowie auf die Leitfähigkeit und den pH-Wert untersucht.

Vorerst stehen aus einem Zeitraum von Dezember 1982 bis Mai 1983 Werte von insgesamt 9 Stationen für eine Auswertung zur Verfügung. Das vorläufige Ergebnis zeigt Tabelle 9. Die aus den Stationsmittelwerten berechneten "Gebietsmittelwerte" für die einzelnen Spurenstoffkonzentrationen ergaben folgende Werte:

$$0,06 \text{ mgF} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$1,59 \text{ mgCl} \cdot \text{l}^{-1}$$

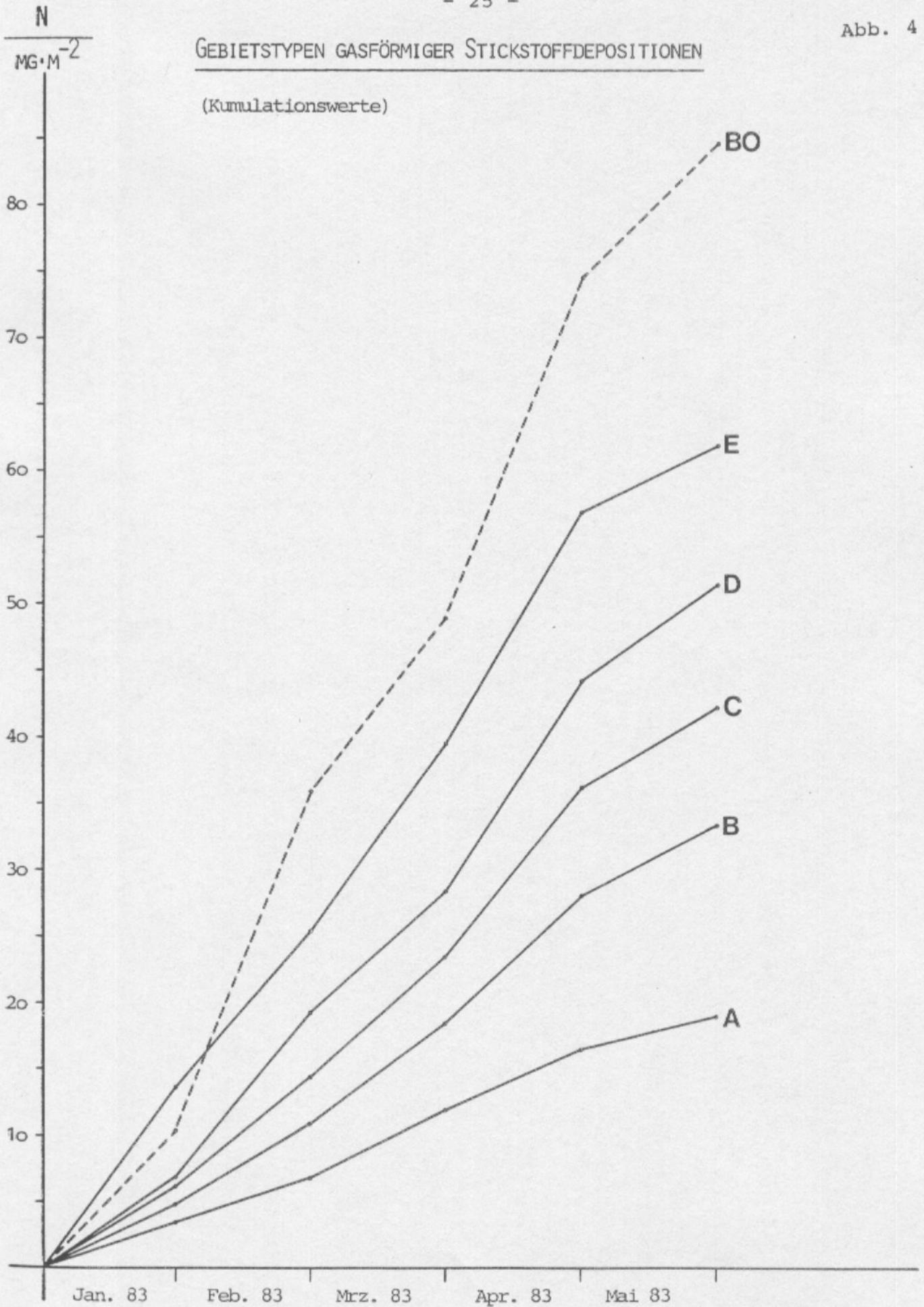
$$0,54 \text{ mgN} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$1,29 \text{ mgS} \cdot \text{l}^{-1}$$

Die höchsten Fluoridkonzentrationen mit $X_{\text{max}} = 0,16 \text{ mgF} \cdot \text{l}^{-1}$ wurden an der Station 2 erreicht, die niedrigsten mit $X_{\text{min}} = 0,03 \text{ mgF} \cdot \text{l}^{-1}$ jeweils an den Stationen 4, 6 und 9.

KUMULATIVE GASFÖRMIGE STICKSTOFFDEPOSITION FÜR SAM-STATIONSGRUPPEN IM SAUERLAND
 WÄHREND DES ZEITRAUMS JANUAR 1983 BIS MAI 1983 (IN $\text{MG N} \cdot \text{M}^{-2}$; FILTER MIT K_2CO_3
 BEHANDELT)

STATIONSGRUPPEN	A	B	C	D	E	F	BO	MONAT
EINZELSTATIONEN (STATIONS- BEZEICHNUNG)	5	4, 9, 11, 14	1, 3, 7, 8, 12, 15, 16	2, 6	10, 13	-	BO	
	3,48	4,87	6,24	6,81	13,72	-	10,25	JAN. 83
	6,96	10,88	14,38	19,24	25,45	-	35,93	FEB. 83
	12,00	18,54	23,49	28,57	39,63	-	48,92	MRZ. 83
	16,63	28,19	36,29	44,46	57,10	-	74,58	APR. 83
	19,07	33,38	42,30	51,58	61,84	-	84,82	MAI 83



ARITHMETISCHE MITTELWERTE (\bar{x}) UND STANDARDABWEICHUNGEN (σ) DER SPURENSTOFFKONZENTRATIONEN (IN $\text{MG}\cdot\text{L}^{-1}$), FLUORID, CHLORID, STICKSTOFF UND SCHWEFEL SOWIE DER ELEKTRISCHEN LEITFÄHIGKEIT (IN $\mu\text{S}\cdot\text{CM}^{-1}$) AUS 'BULK'-NIEDERSCHLAGSWASSERPROBEN VERSCHIEDENER STATIONEN IM SAUERLAND FÜR DEN ZEITRAUM DEZEMBER 1982 BIS MAI 1983

STATIONS- -NR.	-NAME	F			CL			N			S			LF		
		\bar{x}	σ	n												
2	LATTENBERG	0,16	0,25	5	2,33	1,33	5	0,64	0,22	5	1,66	0,55	5	46,9	8,7	5
4	HEIMBERG	0,03	0,00	2	1,28	0,84	3	0,58	0,19	3	1,26	0,54	3	43,4	8,7	3
6	ARENSTEIN	0,03	0,01	3	1,04	0,77	3	0,54	0,15	3	1,15	0,48	3	42,7	10,2	3
8	KAHLER ASTEN	0,05	0,03	5	1,58	0,91	5	0,43	0,12	5	1,01	0,36	5	33,1	4,8	5
9	HUNAU	0,03	0,01	5	1,57	1,10	5	0,59	0,20	5	1,40	0,42	5	40,9	8,4	5
11	HOHE BRACHT	0,05	0,05	5	1,34	0,80	5	0,45	0,16	5	0,96	0,40	5	34,1	5,9	5
13	ROTHLOH	0,05	0,04	4	1,41	0,78	4	0,55	0,24	4	1,39	0,46	4	40,1	7,1	3
14	AUF'M STÜCK	0,06	0,02	6	1,82	0,81	6	0,52	0,18	6	1,27	0,52	6	47,4	5,4	6
16	DRESCHIED	0,05	0,03	5	1,96	0,73	5	0,58	0,24	5	1,48	0,52	5	47,1	7,5	5
GEBIETSMITTEL SAUERLAND		0,06	0,04	9	1,59	0,39	9	0,54	0,07	9	1,29	0,47	9	41,7	5,3	9
zum Vergleich : BO BOCHUM		0,15	0,07	5	3,49	1,66	5	0,79	0,25	5	2,11	0,68	5	61,1	4,2	5

Die höchsten Chloridkonzentrationen mit $X_{\max} = 2,33 \text{ mgCl} \cdot \text{l}^{-1}$ traten ebenfalls an der Station 2 auf, die niedrigsten mit $X_{\min} = 1,04 \text{ mgCl} \cdot \text{l}^{-1}$ an der Station 6.

Auch für Stickstoff konnten im Untersuchungsgebiet an der Station 2 wiederum die höchsten Werte mit $X_{\max} = 0,64 \text{ mgN} \cdot \text{l}^{-1}$ ermittelt werden; Station 8 mit $X_{\min} = 0,43 \text{ mgN} \cdot \text{l}^{-1}$ besaß den niedrigsten Mittelwert.

Die höchsten Schwefelkonzentrationen ergaben sich wiederum an der Station 2 ($X_{\max} = 1,66 \text{ mgS} \cdot \text{l}^{-1}$), die niedrigsten Werte an der Station 11 ($X_{\min} = 0,96 \text{ mgS} \cdot \text{l}^{-1}$). Bezogen auf den "Gebietsmittelwert" erreichte die relative Standardabweichung der Stichproben bei den Fluoridkonzentrationen 67%, bei den Chloridkonzentrationen 25%, den Stickstoffkonzentrationen 13% und den Schwefelkonzentrationen rund 36%. Die Schwankungsbreite ist wesentlich kleiner, wenn die nach oben herausfallenden Werte der Station 2 unberücksichtigt bleiben.

Die Leitfähigkeit des Niederschlagswassers lag für das Gebietsmittel bei $\bar{X} = 41,7 \text{ } \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, der geringste Wert trat an Station 8 auf ($X_{\min} = 33,1 \text{ } \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$), der höchste Wert mit $X_{\max} = 47,4 \text{ } \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ an der Station 14. Die Standardabweichung erreicht rund 13% vom Gebietsmittelwert.

In Abb. 5 wurden die Schwefelkonzentrationen in Abhängigkeit von den täglichen Niederschlagssummen eingetragen; ein Einfluß der Niederschlagsmenge auf die Schwefelkonzentration läßt sich nicht erkennen.

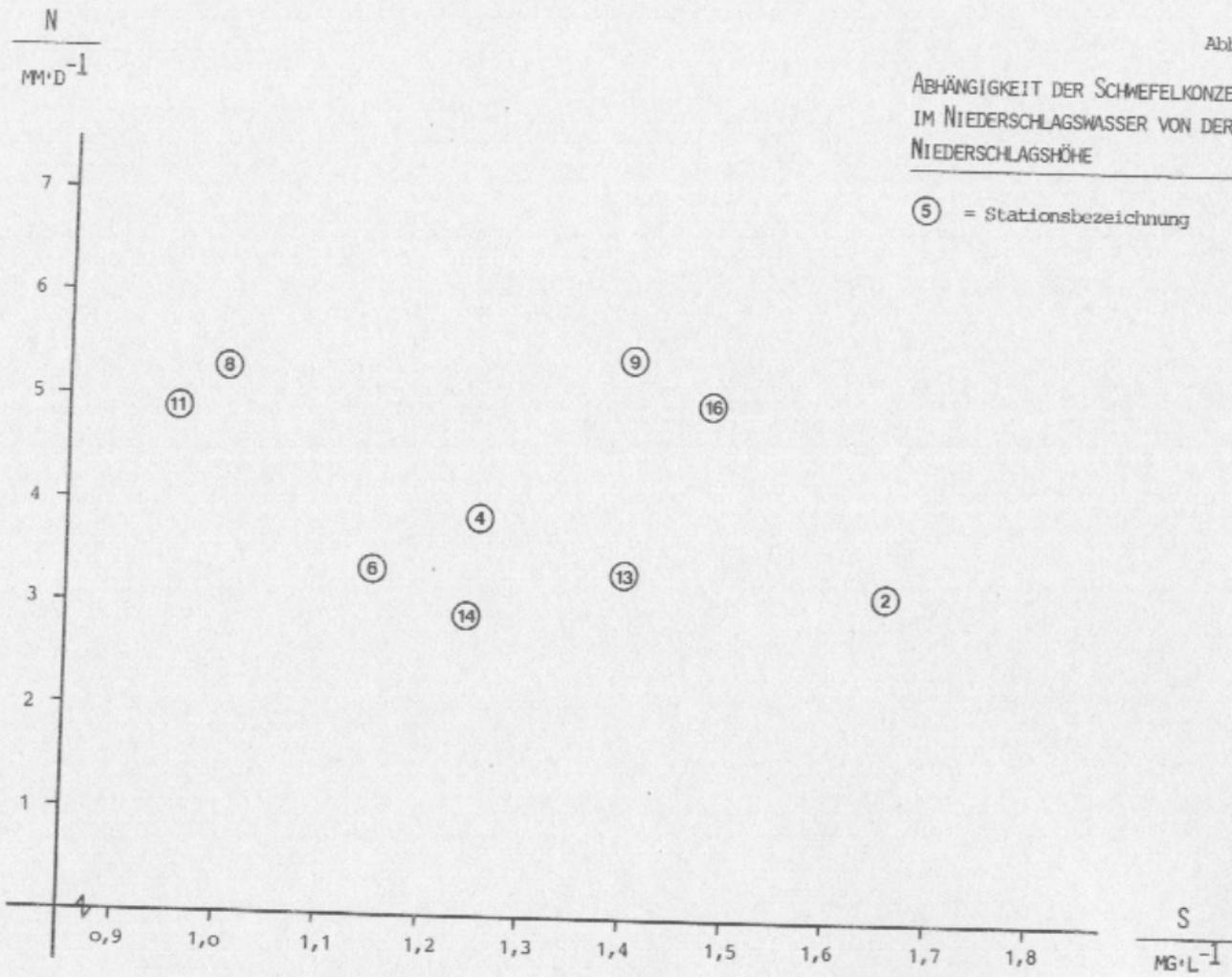


Abb. 5

ABHÄNGIGKEIT DER SCHWEFELKONZENTRATION
IM NIEDERSCHLAGSWASSER VON DER TÄGLICHEN
NIEDERSCHLAGSHÖHE

⑤ = Stationsbezeichnung

Abb. 6 zeigt eine Darstellung, in der die Stationsmittelwerte der Schwefelkonzentrationen im Niederschlagswasser in Abhängigkeit von der Höhenlage der Stationen eingetragen werden. Bei vorsichtiger (vorläufiger) Interpretation läßt sich möglicherweise nach weiteren Messungen ein Trend erhärten, der in Abb. 6 bereits angedeutet ist: Eine Abnahme der Schwefelkonzentrationen im Niederschlagswasser mit Zunahme der Höhenlage der Stationen.

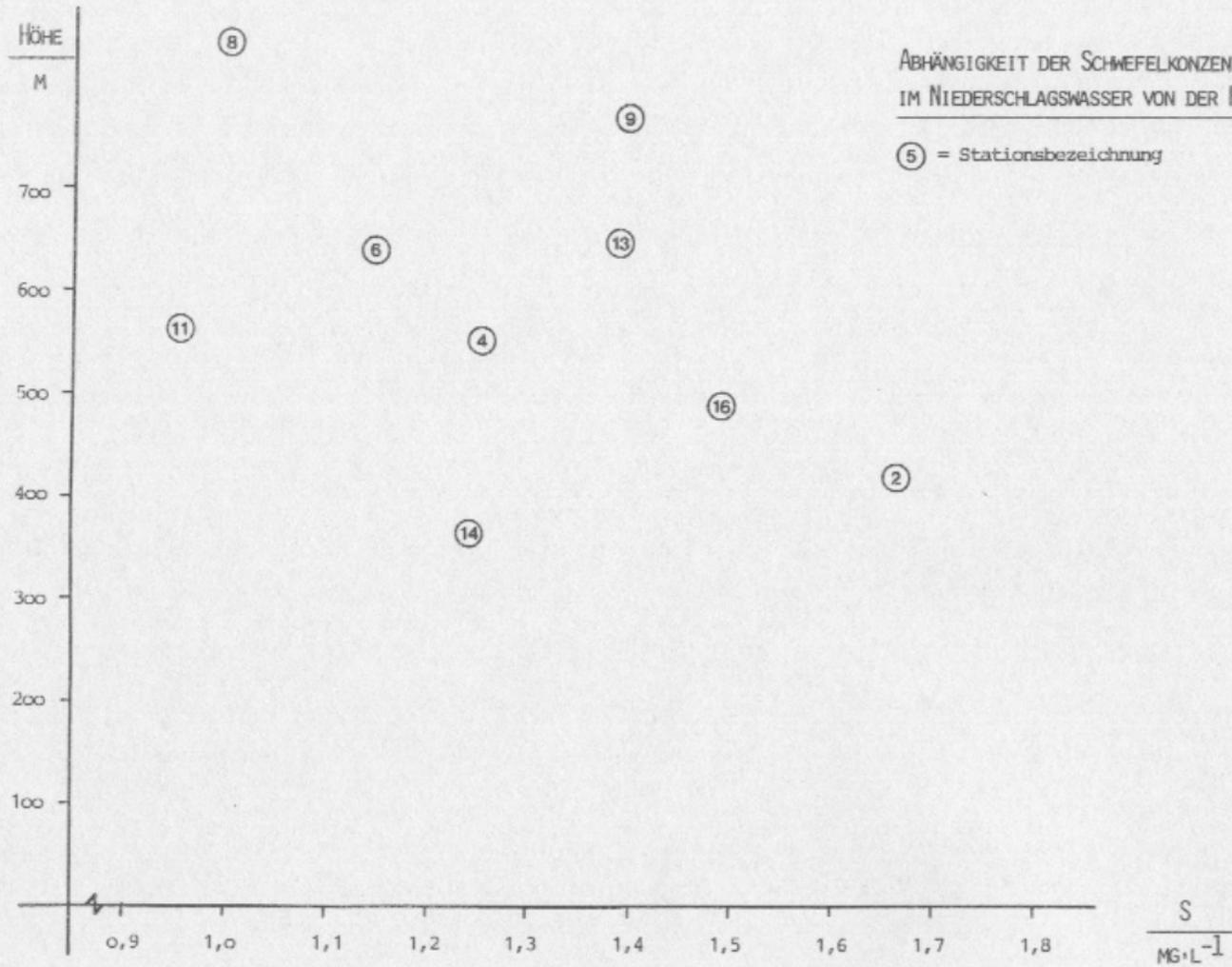
3.7 pH-Werte von 'bulk'-Niederschlagswasserproben

In Tabelle 10 sind die arithmetischen Mittel der pH-Werte von 'bulk'-Niederschlagswasserproben der 9 Sauerlandmeßstationen sowie der Vergleichsstation Bochum enthalten.

Das "Gebietsmittel" der pH-Werte betrug $\text{pH}=4,17$; der niedrigste pH-Wert wurde an der Station 14 mit $\text{pH} = 4,08$, der höchste Wert an der Station 8 mit $\text{pH} = 4,31$ gemessen. Im Vergleich zum Standort Bochum liegt das "Gebietsmittel" der pH-Werte im Sauerland nur um $0,07$ pH-Einheiten über dem Wert von Bochum.

Neben der arithmetischen Mitteilung der pH-Werte wurden diese auch mit den gefallenen Niederschlagsmengen in Beziehung gesetzt und gewichtete Mittel berechnet; Tabelle 11 enthält das Ergebnis. Wie ein Vergleich der Tabellen 10 und 11 zeigt, sind die Unterschiede der gewichteten Mittel zu den arithmetischen Mitteln gering.

Abb. 6



ARITHMETISCHE MITTEL DER PH-WERTE VON 'BULK'-NIEDERSCHLAGSWASSER-
PROBEN VERSCHIEDENER STATIONEN IM SAUERLAND FÜR DEN ZEITRAUM
DEZEMBER 1982 BIS MAI 1983 (IN KLAMMERN: ZAHL DER MONATSWERTE)

STATION (NR./NAME)	PH-WERT	STATION (NR./NAME)	PH-WERT
2 LATTENBERG	4,21 (5)	11 HOHE BRACHT	4,22 (5)
4 HEIMBERG	4,15 (3)	13 ROTHLOH	4,18 (4)
6 ARENSTEIN	4,13 (3)	14 AUF'M STÜCK	4,08 (5)
8 KAHLER ASTEN	4,31 (5)	16 DRESCHIED	4,14 (5)
9 HUNAU	4,16 (4)	B0 BOCHUM	4,10 (5)

Tab. 11

GEWICHTETE MITTEL DER PH-WERTE VON 'BULK'-NIEDERSCHLAGSWASSER-
PROBEN VERSCHIEDENER STATIONEN IM SAUERLAND FÜR DEN ZEITRAUM
DEZEMBER 1982 BIS MAI 1983 (IN KLAMMERN: ZAHL DER MONATSWERTE)

STATION (NR./NAME)	PH-WERT	STATION (NR./NAME)	PH-WERT
2 LATTENBERG	4,23 (5)	11 HOHE BRACHT	4,22 (5)
4 HEIMBERG	4,15 (3)	13 ROTHLOH	4,20 (4)
6 ARENSTEIN	4,14 (3)	14 AUF'M STÜCK	4,07 (5)
8 KAHLER ASTEN	4,29 (5)	16 DRESCHIED	4,15 (5)
9 HUNAU	4,15 (4)	B0 BOCHUM	4,07 (5)

3.8 Spurenstoffdeposition durch 'bulk'-Niederschläge

Tabelle 12 enthält die aus den Niederschlagssummen und den Spurenstoffkonzentrationen berechneten 'bulk'-Depositionen in $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ für den Zeitraum Dezember 1982 bis Mai 1983.

Das "Gebietsmittel" erreichte für Fluorid einen Wert von $\bar{X} = 0,22 \text{ mgF} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ mit einer Standardabweichung von 50%. Die höchsten Depositionsraten wurden für Station 2 mit $X_{\text{max}} = 0,47 \text{ mgF} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, die niedrigsten Werte für die Station 6 $X_{\text{min}} = 0,09 \text{ mgF} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ gemessen.

Das "Gebietsmittel" für Chlorid lag bei $\bar{X} = 6,8 \text{ mgCl} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ mit einer relativen Standardabweichung von 40%. Die höchsten Depositionsraten wurden mit jeweils $X_{\text{max}} = 10,4 \text{ mgCl} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ an den Stationen 9 und 16 gemessen, der niedrigste Wert an der Station 6 mit $X_{\text{min}} = 3,3 \text{ mgCl} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$.

Das "Gebietsmittel" für Stickstoff erreichte im Untersuchungsgebiet einen Wert von $\bar{X} = 2,1 \text{ mgN} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ mit einer Standardabweichung von 33%; den höchsten Wert wies die Station 9 auf mit $X_{\text{max}} = 3,2 \text{ mgN} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, den niedrigsten Wert mit $X_{\text{min}} = 0,7 \text{ mgN} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ die Station 6.

An Schwefel wurde auf dem Wege der 'bulk'-Deposition im "Gebietsmittel" $\bar{X} = 5,3 \text{ mgS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ abgelagert; die relative Standardabweichung erreichte 25%.

ARITHMETISCHE MITTELWERTE (\bar{x}) UND STANDARDABWEICHUNGEN (σ) DER 'BULK'-DEPOSITIONEN
 (IN $\text{MG}\cdot\text{M}^{-2}\cdot\text{D}^{-1}$) FLUORID, CHLORID, STICKSTOFF UND SCHWEFEL VERSCHIEDENER STATIONEN
 IM SAUERLAND FÜR DEN ZEITRAUM DEZEMBER 1982 BIS MAI 1983

STATIONS- -NR.	-NAME	F			CL			N			S		
		\bar{x}	σ	n									
2	LATTENBERG	0,47	0,69	5	7,0	3,7	5	2,1	1,0	5	5,4	2,4	5
4	HEIMBERG	0,11	0,00	2	4,6	2,5	3	2,2	0,7	3	4,9	2,2	3
6	ARENSTEIN	0,09	0,04	3	3,3	2,2	3	0,7	0,5	3	3,9	1,8	3
8	KAHLER ASTEN	0,25	0,18	5	9,1	7,5	5	2,2	0,7	5	5,2	2,1	5
9	HUNAU	0,21	0,19	5	10,4	12,3	5	3,2	1,3	5	7,6	3,2	5
11	HOHE BRACHT	0,22	0,20	5	6,4	3,7	5	2,1	0,7	5	4,7	2,1	5
13	ROTHLOH	0,17	0,12	4	4,3	2,5	4	2,0	1,3	4	4,9	3,1	4
14	AUF'M STÜCK	0,17	0,05	6	5,5	4,4	6	1,6	1,0	6	4,2	2,8	6
16	DRESCHIED	0,25	0,16	5	10,4	6,6	5	2,8	1,0	5	7,3	3,1	5
GEBIETSMITTEL SAUERLAND		0,22	0,11	9	6,8	2,7	9	2,1	0,7	9	5,3	1,3	9
zum Vergleich : BO BOCHUM		0,45	0,23	5	10,8	6,2	5	2,3	0,7	5	6,4	2,2	5

Tab. 12

Die höchsten Werte mit $X_{\max} = 7,6 \text{ mgS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ wurden an Station 9 erreicht, die niedrigsten an der Station 6 mit $X_{\min} = 3,9 \text{ mgS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. An der Station 9 und 16 erfolgte eine im Vergleich zur Station Bochum um 19% bzw. 14% höhere Schwefeldeposition.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die in diesem Zwischenbericht für den Zeitraum Dezember 1982 bis Mai 1983 zusammengestellten als vorläufig zu betrachtenden Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Immissionsbelastung an gasförmigen Schwefeldepositionen (SAM-Filter mit K_2CO_3) erreichte im Untersuchungsgebiet einen Wert von $\bar{X} = 7,55 \text{ mgS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, wobei Maxima an der Station 2 (Lattenberg) mit $X_{\text{max}} = 16,32 \text{ MgS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ und Minima an der Station 5 (Wiemert) mit $X_{\text{min}} = 3,97 \text{ mgS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ auftraten. Der Vergleichswert für die Station BO (Bochum) belief sich auf $\bar{X} = 24,9 \text{ mgS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. Die gasförmige Schwefeldeposition scheint im Sauerland recht heterogen zu sein.
2. Das "Gebietsmittel" der gasförmigen Stickstoffdeposition (SAM-Filter mit K_2CO_3) erreichte $\bar{X} = 0,28 \text{ mgN} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, das Maximum trat an der Station 10 (Schanze) mit $X_{\text{max}} = 0,41 \text{ mgN} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ auf, das Minimum mit $X_{\text{min}} = 0,23 \text{ MgN} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ an der Station 5 (Wiemert). Der Vergleichswert für die Station BO (Bochum) lag bei $\bar{X} = 0,49 \text{ mgN} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. Die gasförmige Stickstoffdeposition scheint im Sauerland homogener verteilt zu sein als die Schwefeldeposition.
3. Die Auswertung der kumulativen gasförmigen Schwefel- und Stickstoffdepositionen ließ eine Einteilung der 17 Stationen nach 6 bzw. 7 Gebietstypen zu. Eine Abhängigkeit zur topographischen Lage (Exposition, Höhe) scheint sich anzudeuten. weitere Meßergebnisse bleiben abzuwarten.

4. Die Mittelwerte der Spurenstoffkonzentration aus 'bulk'-Niederschlagswasserproben erreichten für
- Fluorid $\bar{X} = 0,06 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$
Chlorid $\bar{X} = 1,59 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$
Nitrat $\bar{X} = 0,54 \text{ mgN} \cdot \text{l}^{-1}$
Sulfat $\bar{X} = 1,29 \text{ mgS} \cdot \text{l}^{-1}$.

Die Konzentrationsverteilungen der Spurenstoffe waren im Untersuchungsgebiet relativ einheitlich verteilt, wenn die relativ hohen Werte der Station 2 (Lattenberg) unberücksichtigt bleiben.

5. Ein Einfluß der Niederschlagsmenge auf die Spurenstoffkonzentrationen - vorerst am Beispiel Schwefel durchgeführt - konnte im Rahmen des recht kurzen Untersuchungszeitraums nicht erkannt werden. Die Auswertung der anderen Spurenstoffe konnte hierfür noch nicht durchgeführt werden.
6. Eine Abhängigkeit zwischen der Höhenlage der Stationen und der Spurenstoffkonzentrationen deutet sich an; zur Erhärtung dieses Zusammenhangs bedarf es jedoch eines längeren Untersuchungszeitraumes und eines größeren Probenahme-Zeitraums.
7. Der arithmetische Mittelwert der pH-Werte an den 'bulk'-Niederschlagswasserproben betrug $\bar{X}_{\text{arith.}} = 4,17$, das gewichtete Mittel ebenfalls $X_{\text{gew.}} = 4,17$.

8. Die Spurenstoffdeposition dieser 'bulk'-Niederschläge erreichte für

$$\text{Fluorid } \bar{X} = 0,22 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$$

$$\text{Chlorid } \bar{X} = 6,8 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$$

$$\text{Stickstoff } \bar{X} = 2,1 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$$

$$\text{Schwefel } \bar{X} = 5,3 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}.$$

An den Stationen 9 und 16 übertraf die Schwefeldeposition diejenige von Bochum um 19% bzw. 14%.

Weitere Messungen zur Stabilisierung der Ergebnisse und Klärung der weiteren Fragen insbesondere des Einflusses orographischer Parameter sind notwendig.

Meinem Mitarbeiter, Herrn Karl-Heinz Rochlitz, danke ich für die gewissenhafte Durchführung der Projektarbeiten.