

3.1.11 Quecksilber (allgemeine Hinweise)

Quecksilber kommt elementar und in einer Vielzahl chemischer Verbindungen in der Natur vor. Zinnober (HgS) ist die wichtigste durch Bergbau geförderte Quecksilberverbindung. In der Erdkruste finden sich im Mittel 0,083 µg/g Hg (RÖSLER & LANGE 1975). Böden enthalten 0,06 - 0,2 µg/g Hg. Landpflanzen zeigen 0,005 - 0,02 µg/g Hg, in eßbaren Pflanzen, wie Kartoffeln und Pilzen wurden bis 0,27 µg/g Hg nachgewiesen. Kohle und Klärschlamm enthalten beachtliche Quecksilbermengen, die bei der Verbrennung frei werden. Es gibt anorganische Hg(I)- und Hg(II)-Salze und Organoquecksilber-Verbindungen.

Zu Quecksilber-Emissionen in die Umwelt kommt es hauptsächlich aus zwei Quellen: Quecksilber gelangt als elementares Quecksilber aufgrund des hohen Dampfdrucks durch „Entgasung“ aus vulkanischen Quellen und aus dem Erdboden in die Atmosphäre. Anthropogene Quecksilber-Emitter sind Müllverbrennungsanlagen, Kraft- und Heizwerke, die chemische Industrie (Anlagen zur Chlorherstellung), Farbenindustrie, Krematorien und die Landwirtschaft (Fungizide).

Quecksilber in Moosen:

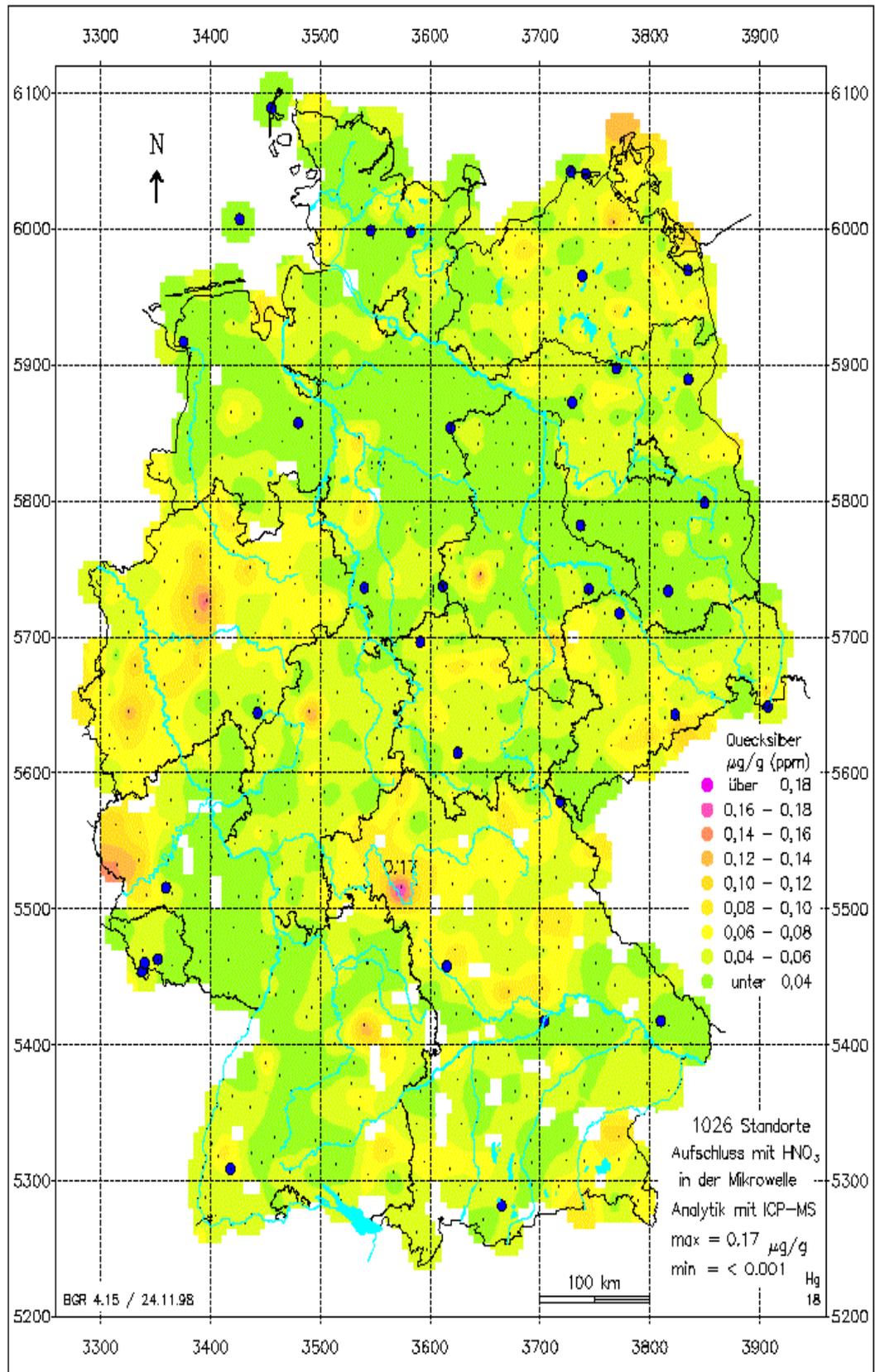
Erhöhte Quecksilbergehalte wurden weiträumig in Nordrhein-Westfalen (Ruhrgebiet und Rheinland) und in Rheinland-Pfalz (Eifel) festgestellt. Weitere Quecksilberausbreitungen zeigen sich in Bayern, Sachsen und Mecklenburg-Vorpommern. In vielen Fällen sind die höchsten Werte industrialisierten und urbanen Bereichen zuzuordnen. Der maximale Wert von 0,17 µg/g Hg wurde in Bayern im Bereich Würzburg festgestellt. Diese Probe hebt sich auch durch erhöhte Werte von Kupfer, Antimon und Vanadium von der Umgebung ab. In Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz wurden in weiten Teilen geringe Quecksilbergehalte gefunden (Abb. 36). Die Quecksilberwerte in Moosen in Deutschland variieren von <0,001 bis 0,174 µg/g Hg mit einem Median von 0,043 µg/g Hg. Das 98. Perzentil liegt bei 0,108 µg/g Hg.

Tab. 16 enthält die Zusammenfassung der Quecksilbergehalte in Moosen in den Ländern und in Deutschland.

Nach Abb. 37 liegen die höchsten Abweichungen vom Median für alle Quecksilbergehalte in Deutschland in Nordrhein-Westfalen, Hamburg und Bayern. Deutlich darunter liegen die Mediane aus Niedersachsen, Berlin und Sachsen-Anhalt. Für 1990/91 existieren keine Daten für Quecksilber, da dieses Element erst 1995/96 in das Programm aufgenommen wurde.

Abb. 36 : Quecksilber-Gehalte in Moosen

Moos - Monitoring 1995/96



● UBA Standorte : Luft-Messnetz und Umweltprobenbank

UBA F+E 10802087/01

Tab. 16: **Quecksilber-Gehalte in Moosen** in den Ländern und in Deutschland.
 Gehalte in µg/g TS (ppm) als Median,arithmetischer Mittelwert, Maximum und Minimum.
Moosarten: *Pleurozium schreberi* (Ps), *Scleropodium purum* (Sp), *Hypnum cupressiforme* (Hc),
Hylocomium splendens (H.s.) und sonstige Arten.

Länder	Arten	n	Median	Mittelwert	Maximum	Minimum
Schleswig-Holstein	Ps	11	0.035	0.038	0.081	0.021
	Sp	18	0.036	0.039	0.070	0.013
	Hc	13	0.042	0.047	0.078	0.025
	sonstige	4	0.036	0.032	0.047	0.012
	Gesamt	42	0.037	0.041		
Hamburg	Ps	4	0.051	0.058	0.080	0.048
Niedersachsen	Ps	84	0.034	0.037	0.106	0.002
	Sp	27	0.026	0.029	0.055	0.007
	Hc	6	0.047	0.048	0.066	0.031
	sonstige	9	0.037	0.040	0.077	0.025
	Gesamt	126	0.033	0.036		
Nordrhein-Westfalen	Ps	33	0.060	0.058	0.096	0.016
	Sp	46	0.061	0.068	0.128	0.032
	Hc	4	0.110	0.119	0.164	0.092
	Hs	1	0.083	0.083		
	Gesamt	84	0.061	0.067		
Hessen	Ps	23	0.046	0.052	0.134	0.026
	Sp	21	0.040	0.043	0.075	0.025
	Hc	7	0.042	0.042	0.066	0.021
	sonstige	1	0.052	0.052		
	Gesamt	52	0.045	0.047		
Rheinland-Pfalz	Ps	18	0.037	0.044	0.141	0.011
	Sp	9	0.030	0.034	0.104	<0,001
	Hc	2	0.090	0.090	0.119	0.060
	sonstige	2	0.045	0.045	0.064	0.026
	Gesamt	31	0.036	0.044		
Baden-Württemberg	Ps	4	0.022	0.023	0.036	0.013
	Sp	1	0.021	0.021		
	Hc	69	0.044	0.045	0.128	<0,0001
	Gesamt	74	0.044	0.044		
Bayern	Ps	80	0.052	0.054	0.111	0.005
	Sp	30	0.053	0.056	0.098	0.019
	Hc	5	0.093	0.090	0.174	0.034
	Hs	4	0.056	0.054	0.077	0.027
	Gesamt	119	0.052	0.056		
Saarland	Ps	3	0.028	0.034	0.049	0.025
	Sp	4	0.055	0.044	0.061	0.006
	Gesamt	7	0.049	0.040		

Tab. 16: (Fortsetzung) **Quecksilber-Gehalte in Moosen.**

Länder	Arten	n	Median	Mittelwert	Maximum	Minimum
Berlin	Sp	3	0.032	0.032	0.036	0.029
Brandenburg	Ps	75	0.035	0.037	0.083	0.009
	Sp	42	0.038	0.040	0.081	0.010
	Hc	7	0.038	0.041	0.062	0.020
	sonstige	2	0.077	0.077	0.078	0.076
	Gesamt	126	0.037	0.039		
Mecklenburg- Vorpommern	Ps	24	0.041	0.042	0.072	0.022
	Sp	71	0.050	0.051	0.096	0.022
	Hc	12	0.077	0.076	0.104	0.035
	Hs	5	0.098	0.099	0.138	0.069
	sonstige	1	0.125	0.125	0.125	0.125
	Gesamt	113	0.049	0.054		
Sachsen	Ps	40	0.041	0.042	0.071	0.022
	Sp	11	0.044	0.047	0.071	0.036
	Hc	22	0.053	0.058	0.099	0.036
	sonstige	7	0.093	0.100	0.120	0.083
	Gesamt	80	0.047	0.052		
Sachsen - Anhalt	Ps	38	0.025	0.026	0.059	0.003
	Sp	27	0.035	0.037	0.074	0.012
	Hc	3	0.063	0.067	0.121	0.018
	sonstige	18	0.039	0.048	0.151	0.019
	Gesamt	86	0.030	0.035		
Thüringen	Ps	27	0.038	0.038	0.067	0.014
	Sp	16	0.047	0.048	0.067	0.034
	Hc	24	0.051	0.053	0.100	0.021
	sonstige	8	0.070	0.067	0.105	0.035
	Gesamt	75	0.045	0.048		
Deutschland	Gesamt	1026	0.043	0.047	0.174	<0.001

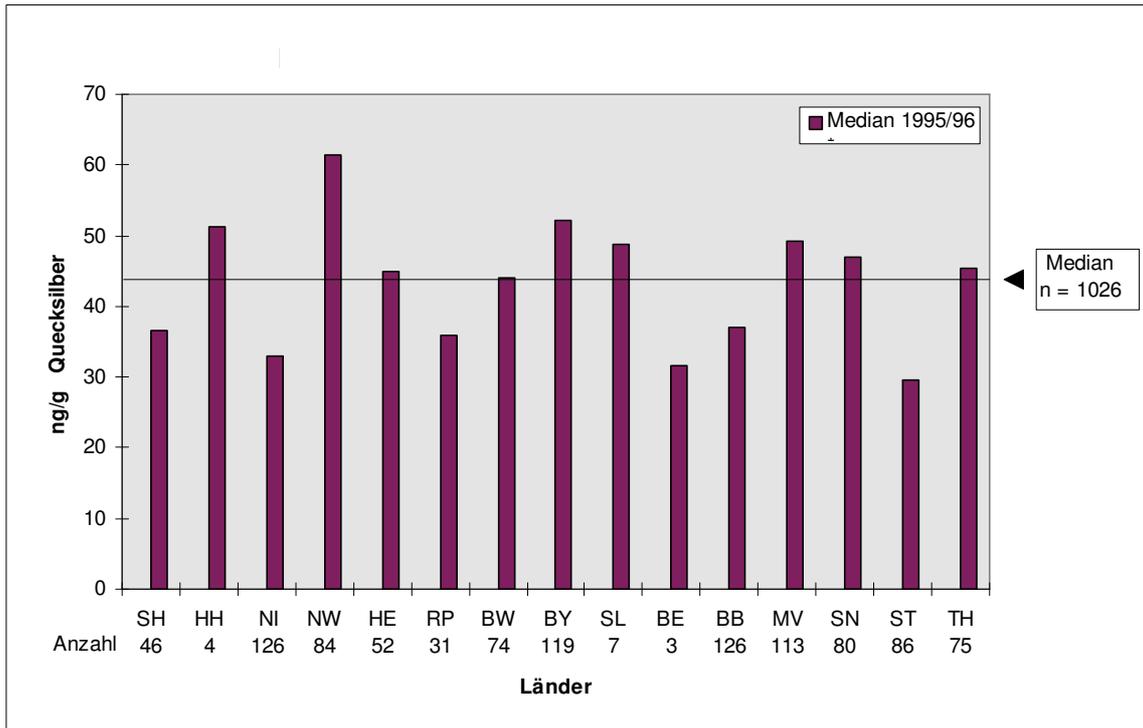


Abb. 37: **Mediane ($\mu\text{g}/\text{kg}$) für Quecksilber (Hg) in den Ländern und in Deutschland.**

3.1.12 Antimon (allgemeine Hinweise)

Antimon (Sb=Stibium) ist ein weitverbreitetes Element, daß häufig zusammen mit Schwefel und Arsen vorkommt. In der Natur findet sich Antimon analog dem Arsen gediegen als auch in Form von Antimonsulfiden, Metallantimoniden und Antimonoxiden. Ein wichtiges Antimonerz ist Antimonglanz (Grauspießglanz, Antimonit, Stibnit, Sb_2S_3). Daneben tritt Antimon auch in Blei-, Kupfer- und Quecksilbersulfiden auf. Zur Antimongewinnung kommen auch Zwischenprodukte aus der Aufarbeitung von Blei- und Kupfererzen in Betracht.

Die Erdkruste enthält etwa $0,5 \mu\text{g/g}$ Sb (RÖSLER & LANGE 1975). Nach BOWEN (1979) weisen Böden einen Gehalt von $0,05 - 1,5 \mu\text{g/g}$ Sb auf. Nach PETERSON et al. (1981) können Böden bis zu $10 \mu\text{g/g}$ Sb enthalten. Städtische und industrielle Böden können - oft korreliert mit dem Arsengehalt - mehr Antimon enthalten.

Nach STREIT (1991) enthalten Pflanzen $0,0001 - 0,200 \mu\text{g/g}$ Antimon, im Mittel etwa $0,01 \mu\text{g/g}$. Kohle weist etwa $0,1 - 10 \mu\text{g/g}$ Sb auf (BOWEN 1979).

Antimon-Emissionen sind vor allem in der Umgebung von Goldminen und von Blei- und Kupferschmelzen zu erwarten sowie auf Kohleverbrennung zurückzuführen. Auch in Bereichen der Glas- und Keramikindustrie kann es zu Freisetzungen von Antimon kommen. Nach STEINNES (1993) wird Antimon atmosphärisch - wie Arsen - über große Distanzen transportiert. Luft enthält im Mittel etwa $0,0017$ bis 63 ng/m^3 Sb (BOWEN 1979). In Luftschwebeteilchen sind besonders Antimon und

Cadmium gegenüber der Erdkruste um Faktoren bis zu 3000 (Sb) angereichert.

Antimon in Moosen:

Nach Abb. 38 wurden die höchsten Antimon-gehalte im Süden Baden-Württembergs und Brandenburgs sowie einzelne Anomalien (Punktquellen) in Thüringen, Mecklenburg-Vorpommern und Bayern festgestellt. Das Maximum mit $3,1 \mu\text{g/g}$ Sb liegt am Neckar-Oberlauf (Baden-Württemberg). Erhöhte Werte zeigen sich großflächig in Nordrhein-Westfalen (Ruhrgebiet und Eifel), im Bereich Hamburg, in Mecklenburg-Vorpommern sowie in Sachsen und Bayern. Geringere Gehalte wurden weiträumig in Schleswig-Holstein, im Norden Niedersachsens und in Sachsen-Anhalt festgestellt. Auch in den anderen Ländern mit teilweise hohen Gehalten (z. B. Brandenburg) lassen sich Gebiete mit geringen Werten abgrenzen. Allgemein reichen die Antimonwerte von $0,04 \mu\text{g/g}$ Sb bis $3,1 \mu\text{g/g}$ Sb mit einem Median von $0,17 \mu\text{g/g}$ Sb. Das 98 Perzentil liegt bei $0,50 \mu\text{g/g}$ Sb.

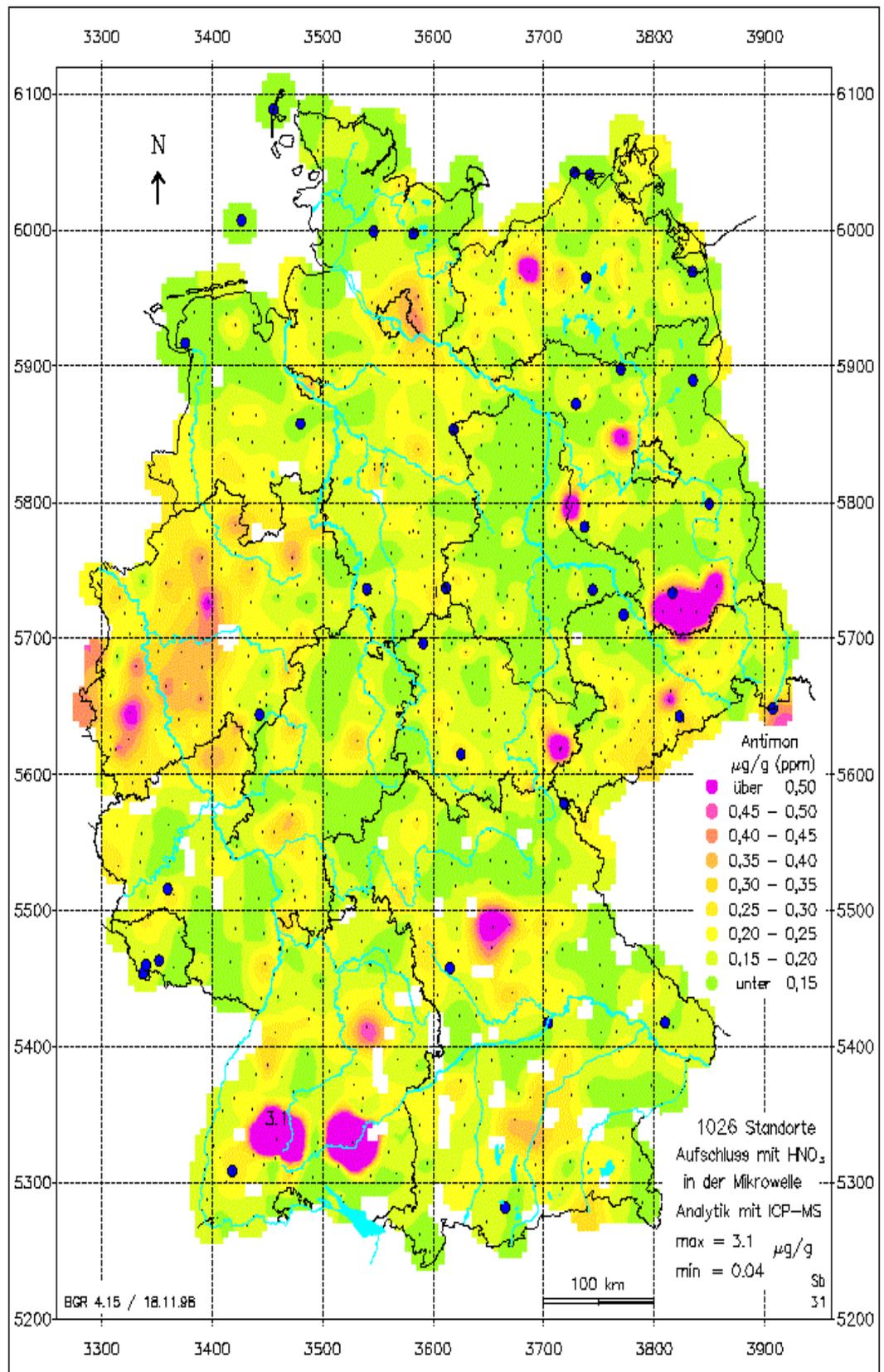
Tab. 17 enthält die Zusammenfassung der Antimon-gehalte in Moosen in den Ländern.

In Abb. 39 wird gezeigt, daß die höchsten Abweichungen vom Median aller Antimonwerte in Deutschland in Hamburg, Sachsen, Nordrhein-Westfalen und Berlin zu verzeichnen sind. Deutlich darunter liegen die Mediane für Antimon in Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein.

Für 1990/91 existieren keine Antimonwerte, da dieses Element erst 1995/96 in das Programm aufgenommen wurde.

Abb. 38 : Antimon-Gehalte in Moosen

Moos – Monitoring 1995/96



● UBA Standorte : Luft-Messnetz und Umweltprobenbank

UBA F+E 10802087/01

Tab. 17: **Antimon-Gehalte in Moosen** in den Ländern und in Deutschland.
 Gehalte in $\mu\text{g/g}$ TS (ppm) als Median, arithmetischer Mittelwert, Maximum und Minimum.
Moosarten: *Pleurozium schreberi* (Ps), *Scleropodium purum* (Sp), *Hypnum cupressiforme* (Hc),
Hylocomium splendens (H.s.) und sonstige Arten.

Länder	Arten	n	Median	Mittelwert	Maximum	Minimum
Schleswig-Holstein	Ps	11	0.174	0.210	0.410	0.124
	Sp	18	0.110	0.132	0.252	0.070
	Hc	13	0.149	0.183	0.301	0.093
	sonstige	4	0.138	0.201	0.454	0.073
	Gesamt	46	0.149	0.171		
Hamburg	Ps	4	0.330	0.340	0.406	0.293
Niedersachsen	Ps	84	0.201	0.207	0.368	0.070
	Sp	27	0.109	0.119	0.250	0.061
	Hc	6	0.207	0.225	0.390	0.130
	sonstige	9	0.187	0.194	0.252	0.123
	Gesamt	126	0.187	0.188		
Nordrhein-Westfalen	Ps	33	0.245	0.278	0.484	0.117
	Sp	46	0.242	0.253	0.563	0.105
	Hc	4	0.413	0.440	0.569	0.366
	Hs	1	0.210	0.210		
	Gesamt	84	0.244	0.271		
Hessen	Ps	23	0.167	0.191	0.360	0.089
	Sp	21	0.132	0.136	0.243	0.052
	Hc	7	0.209	0.213	0.364	0.149
	sonstige	1	0.112	0.112		
	Gesamt	52	0.156	0.172		
Rheinland-Pfalz	Ps	18	0.186	0.213	0.413	0.100
	Sp	9	0.109	0.133	0.238	0.099
	Hc	2	0.213	0.213	0.268	0.157
	sonstige	2	0.333	0.333	0.400	0.265
	Gesamt	31	0.177	0.198		
Baden-Württemberg	Ps	4	0.134	0.139	0.168	0.121
	Sp	1	0.089	0.089		
	Hc	69	0.175	0.264	3.10	0.079
	Gesamt	74	0.172	0.256		
Bayern	Ps	80	0.192	0.205	0.644	0.056
	Sp	30	0.138	0.148	0.268	0.085
	Hc	5	0.202	0.231	0.323	0.122
	Hs	4	0.132	0.128	0.145	0.101
	Gesamt	119	0.170	0.189		
Saarland	Ps	3	0.160	0.189	0.262	0.145
	Sp	4	0.179	0.162	0.191	0.100
	Gesamt	7	0.170	0.174		

Tab. 17: (Fortsetzung) **Antimon-Gehalte in Moosen.**

Länder	Arten	n	Median	Mittelwert	Maximum	Minimum
Berlin	Sp	3	0.216	0.198	0.216	0.161
Brandenburg	Ps	75	0.162	0.220	1.24	0.042
	Sp	42	0.135	0.182	1.10	0.063
	Hc	7	0.214	0.310	0.656	0.167
	sonstige	2	0.138	0.138	0.153	0.123
	Gesamt	126	0.153	0.211		
Mecklenburg- Vorpommern	Ps	24	0.174	0.189	0.415	0.119
	Sp	71	0.169	0.186	1.07	0.073
	Hc	12	0.222	0.204	0.256	0.121
	Hs	5	0.236	0.232	0.282	0.150
	sonstige	1	0.188	0.188		
	Gesamt	113	0.172	0.191		
Sachsen	Ps	40	0.177	0.184	0.290	0.092
	Sp	11	0.122	0.139	0.236	0.070
	Hc	22	0.240	0.267	0.588	0.107
	sonstige	7	0.274	0.259	0.315	0.156
	Gesamt	80	0.183	0.207		
Sachsen - Anhalt	Ps	38	0.140	0.148	0.264	0.085
	Sp	27	0.117	0.120	0.215	0.074
	Hc	3	0.163	0.155	0.190	0.113
	sonstige	18	0.152	0.167	0.287	0.096
	Gesamt	86	0.137	0.143		
Thüringen	Ps	27	0.206	0.276	1.57	0.109
	Sp	16	0.135	0.143	0.217	0.100
	Hc	24	0.181	0.180	0.307	0.094
	sonstige	8	0.179	0.197	0.322	0.095
	Gesamt	75	0.187	0.209		
Deutschland	Gesamt	1026	0.173	0.201	3.10	0.042

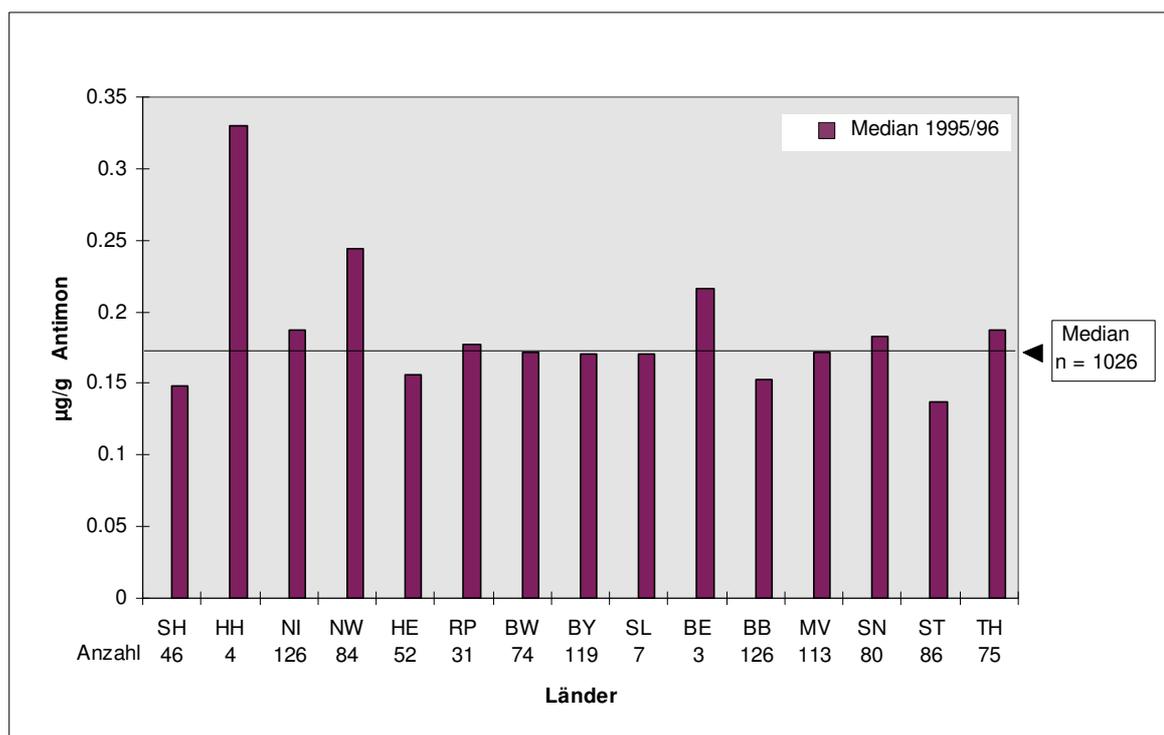


Abb. 39: Mediane (µg/g) für Antimon (Sb) in den Ländern und in Deutschland.