

BIOLOGISCHE STATION NEUSIEDLERSEE  
BIOLOGISCHES FORSCHUNGSMITTEL FÜR BURGENLAND  
A 7142 ILLMITZ, BURGENLAND, TEL. 02175/328

BFB-Bericht 20

1977

UNTERSUCHUNGEN ZUR QUECKSILBERBELASTUNG DES  
NEUSIEDLERSEERAUMES

von J. Porta  
G.R.Richter  
Sz. Somorjai  
F.Sauerzopf

Dr.J. Porta, Institut f. experimentelle Pathologie, 8020 Graz

Dr.G.R.Richter, Biologische Station Neusiedlersee, A-7142 Illmitz

Mag.pharm. Zsuzsa Somorjai, Goldegg. 27, 1040 Wien

W.Hofr.Dr.F. Sauerzopf, Biologische Station Neusiedlersee, A-7142 Illmitz

Diese Arbeit wurde im Auftrag und mit Unterstützung des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung, Wien (FM Bundesminister Dr. Firnberg) durchgeführt (Zl. 254.289/II-4/1971) und die Publikationsgenehmigung mit Zl. 253.825-II/5/72 vom 27.12.1972 erteilt. Nach Beendigung der praktischen Arbeit (J. Porta, F. Sauerzopf, Sz. Somoryai) erfolgte 1976 vor der Veröffentlichung eine Überarbeitung durch G. Richter.

## Inhalt

1.	EINLEITUNG.....	3
2.	MATERIAL und METHODIK.....	3
	.1 Auswahl der Untersuchungsparameter.....	3
	.2 Geräte.....	4
	.3 Untersuchungsmaterial.....	4
	.4 Ermittlung der Aufschlußmöglichkeiten.....	5
	.1 Wasser.....	5
	.2 Pflanzenmaterial.....	6
3.	VORVERSUCHE.....	7
	.1 Ermittlung der optimalen Hg-Ausbeute aus biologischem Material in Abhängigkeit von der Aufschlußdauer.....	7
	.2 Ermittlung der optimalen Hg-Ausbeute am Beispiel eines Aufschlusses von Ceresen (Bayer).....	9
4.	ERGEBNISSE.....	10
5.	DISKUSSION.....	25
6.	ZUSAMMENFASSUNG - SUMMARY.....	31
7.	LITERATUR.....	33



## 1. EINLEITUNG

Eines der erst in jüngster Zeit erkannten Probleme eines umfassenden Umweltschutzes ist die Kontamination von Gewässern und Böden und in weiterer Folge aquatischer und terrestrischer Nahrungsketten mit Quecksilber. Ausgehend von den schwerwiegenden Belastungen und Folgen, wie sie vorwiegend aus Japan, Schweden, Finnland u.a.o. festgestellt wurden, gab es auch Hinweise auf eine derartige Kontamination im Neusiedlerseeraume. (RICHTER 1974, RICHTER et al. 1974, WIMMER u. HAUNOLD 1974)

Für die nachfolgenden Untersuchungen stellte sich folgende Problematik:

- a) Ist es möglich und zweckmäßig mittels rascher und billiger Methodik bzw. entsprechender Instrumentierung Untersuchungen auf Quecksilber anzustellen. Hierbei war an den Einsatz von kleinen speziellen Geräten für Hg gedacht, im Gegensatz zu den für kleine Institute nur schwer oder überhaupt nicht erschwinglichen großen Atomabsorptionsspektrometer.
- b) Wie stellt sich eine eventuelle Kontamination des Neusiedlerseeraumes im Zuge der obigen Fragen dar?

## 2. MATERIAL UND METHODIK

### 2.1. Auswahl und Untersuchungsparameter:

Ausgehend von der Forderung einer genauen Wiedergabe einer möglichen Quecksilberkontamination des untersuchten Gebietes schien uns die Untersuchung der im Seewinkel und im übrigen Gebiet rund um den Neusiedlersee vorkommenden Oberflächenwässer einen guten Anhaltspunkt zu bieten, der obendrein die Möglichkeit der Entnahme vieler Proben gleichartigen Materials bot und so die Ausbildung eines kartographisch dichten Probennetzes gewährleistete. Mindestens ebenso wichtig war das Herausgreifen eines Gliedes aus der biologischen Anreicherungskette des Schwermetalles um Material zu gewinnen, an dessen Hand sich eine etwaige Gefährdung der Umwelt durch die Kontamination abschätzen ließ. Wir wählten dazu die in den angeführten Oberflächenwässern vorkommenden Algen bzw. den Bodenwuchs dieser Wässer, in denen

wir eine beträchtliche Anreicherung des Quecksilbers vermuten konnten (HANNERZ 1968). Das Pflanzenmaterial erfüllte auch die bereits erwähnte Forderung nach starker Verbreitung und der damit leicht durchzuführenden Probenahme, wodurch wir in den Besitz einer großen Anzahl von Untersuchungsmaterial gelangten. Die Art der Probenahme beinhaltet jedoch Schwierigkeiten in der Mengengmessung der Probe, worauf in der Diskussion eingegangen wird. Auf Grund der weiteren von uns ermittelten Parameter lag der Gedanke einer statistischen Auswertung des Materials in Hinsicht auf eine Abhängigkeit der erhaltenen Quecksilberwerte von pH-Wert und der Leitfähigkeit des Wassers an der Probenahmestelle nahe.

## 2.2. Geräte

Zur Untersuchung des Gehaltes an Hg wurde eingesetzt: Coleman Mercury Analyzer MAS-50 (Coleman Instruments). Die Messung der Leitfähigkeit erfolgte mit dem Conductivitymeter CDM 2 d von Radiometer (Kopenhagen), der pH-Wert wurde mit dem Digital pH-Meter PW 9408 von Philips gemessen.

## 2.3. Untersuchungsmaterial

Die Untersuchung auf Hg sollte an zwei verschiedenen Materialien durchgeführt werden. Erstens am Wasser, welches aus dem See, den Salzlacken, Kanälen oder Tümpel stammt. Dabei war eventuell zu erwarten, daß einige Werte möglicherweise in die Fehlerbreite des Gerätes oder in den Chemikalienblindwert fallen könnten. Die Empfindlichkeit des Gerätes gestattet jedoch reproduzierbare Ergebnisse, wie untersucht wurde. Zweitens verwendeten wir als Untersuchungsobjekt vorwiegend niedere Wasserpflanzen. Algen sind zu bestimmten Zeiten in den meisten Gewässern vorhanden und weisen gemäß Literatur ein beträchtliches Speichervermögen auf (HANNERZ 1968).

Wir haben hier nachfolgende Untersuchungsmaterialien entnommen.

- 1.) aufschwimmende Matten von Conjugaten, mit Cladophora, Spirogyra und Diatomeen.
- 2.) Aufwuchs an Schilfhalmen, der sich vorwiegend aus Diatomeen und Oszillatorien zusammensetzt.
- 3.) Bodenwuchs vorwiegend aus fädigen Algen, wie Oscillatorien. Diese drei Vergesellschaftungen entsprechen etwa den bei LOUB 1955 festgestellten Algenbiozöosen. Ihre Zusammensetzung ist dort diskutiert.
- 4.) Fast reine Bestände der Fadenalge Spirogyra, als Aufwuchs in der Laichkrautzone des Sees (z.B. Probe Nr. 126, 129, 131) interessanterweise nicht Cladophora.
- 5.) Wassermoose (Drepanocladus) aus stärker strömendem Wasser (z.B. Probe Nr. 120) und als
- 6.) Gruppe einzelne Proben von Wasserlinsen (Lemna trisulca, z.B. Probe 106. Derartige Vergesellschaftungen sind auch bei WEISSER 1970 festgehalten.

#### 2.4. Ermittlung der Aufschlußmöglichkeiten:

##### 2.4.1. Wasser:

Für das uns zu den Untersuchungen zur Verfügung stehende Gerät (Perkin-Elmer, Coleman MAS 50) wird von den Herstellern (Application Data sheet, MAS-1-A) ein Aufschlußvorgang empfohlen, welcher bei einer Dauer von ca. 1,5 Minuten eine in schwefel- und salpetersauren Medien vorzunehmende Oxidation und einen anschließenden Reduktionsvorgang einschließt. Diese Aufschlußart ist nach unseren Erfahrungen für die Messung von reinem, filtriertem Wasser ausreichend, jedoch nicht für biologisches Material. Um die Behandlung des Wassers dem Verfahren anzugleichen das wir bei biologischem Material verwendeten, benutzten wir folgende Art der Aufbereitung: Nach der jeden Tag frisch erfolgten Probenentnahme wurden je 100 ml Wasser mit 5 ml  $H_2SO_4$  konz. und 5 ml  $HNO_3$  konz.

versetzt und in einem gut verschlossenen Glaskolben im Ultrathermostaten bei  $50^{\circ}\text{C}$  40 Minuten lang erwärmt. Danach wurde der Kolbeninhalt möglichst rasch in die, mit dem Gerät mitgelieferte BOD-Flasche überführt und Kondensationsspuren am Glas mit destilliertem Wasser ausgeschwemmt. Danach führten wir den von der Herstellerfirma angegebenen Aufschluß durch, der sich aus folgenden Schritten zusammensetzt: in den Inhalt der BOD-Flasche wird so lange eine 5%ige  $\text{KMnO}_4$  - Lösung getropft bis sich eine bleibende Rotfärbung zeigt. Darauf erfolgt eine Zugabe von 5 ml  $\text{HNO}_3$  (35 %), nach 15 Sekunden 5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (50 %) und nach einem Abstand von 45 Sekunden 5 ml Hydroxylammoniumchlorid (1,5 %). Die entfärbte Probe wird mit 5 ml Zinnchlorid (10 %) versetzt, der Glasstöpsel mit der angeschalteten Aeratorpumpe aufgesetzt und der Hg-Wert auf einer geeigneten Skala des Gerätes abgelesen. Die Bearbeitungsdauer der vorbereiteten Probe dauert ca. 2 Minuten. Vor jeder Maßreihe wurde der Chemikalienblindwert ermittelt und vom späteren Meßergebnis abgezogen.

#### 2.4.2. Pflanzenmaterial

Zum Aufschluß von pflanzlichem Material Algen und Bodenbewuchs verwendeten wir ein Gemisch von Mineralsäuren, wobei wir abgewogene Probenmengen (ca. 500 bis 1500 mg Pflanzennassgewicht) in einem 50 ml Erlenmeyerkolben nach vorhergehender Homogenisierung im Mixer und anschließendem Zentrifugieren mit 5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (konz.) und 5 ml  $\text{HNO}_3$  (konz.) versetzten, den Kolben gut verschlossen und für eine Stunde in einem Ultrathermostaten (VEB-Prüfgerätek-Werk-Medingen, Dresden) bei einer Temperatur von  $50^{\circ}\text{C}$  einbrachten. Danach wurde der Kolbeninhalt mit destilliertem Wasser auf 100 ml aufgefüllt und der von der Herstellerfirma empfohlenen, schon bei der Wasseraufbereitung erwähnten Prozedur unterworfen. Zur Gewährleistung einer möglichst hohen Genauigkeit der Meßergebnisse ist ein rasches und verlustloses Arbeiten während der Umfüllvorgänge, sowie ein sehr gründliches Spülen der Gefäße nach jedem Gebrauch mit kaltem und warmem Leitungswasser, destilliertem Wasser,  $\text{HNO}_3$  p.a., verd., sowie wiederum destilliertem Wasser erforderlich.

### 3. VORVERSUCHE

#### 3.1. Ermittlung der optimalen Hg-Ausbeute aus biologischem Material in Abhängigkeit von der Aufschlußdauer.

Wir führten mit verschiedenen biologischen Materialien (Algen und Leber von Aal, *Anquilla anquilla*) Versuche zur Ermittlung der günstigen Aufschlußdauer durch. Es zeigte sich, daß die Ausbeute an Quecksilber bei einer Inkubationszeit von 60 Minuten im Ultrathermostaten am günstigsten war (Tab. 1 u 2, Abb. 1 u. 2).

Tabelle 1

Hg-Ausbeute aus niederen Pflanzen (Algenvergesellschaftung) bei variiertem Aufschlußdauer. Höchstaussbeute ist gleich 100 % gesetzt.

Aufschlußdauer in min.	10	20	40	60	120	180
% Ausbeute	22,5	30	67	100	58	15,8

Tabelle 2

Hg-Ausbeute aus Leber von Aal, *Anquilla anquilla*, bei variiertem Aufschlußdauer. Höchstaussbeute ist gleich 100 % gesetzt.

Aufschlußdauer in min.	10	20	40	60	80	100	120
% Ausbeute	63	70,5	92	100	97	81	85

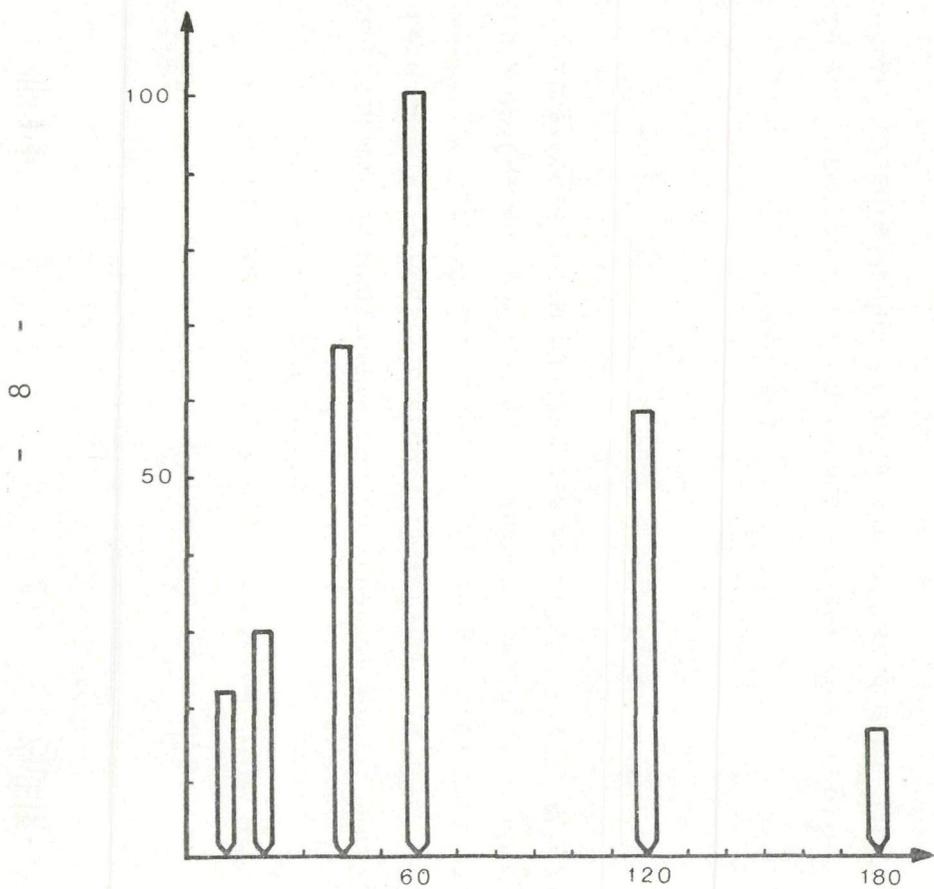


Abb. 1. Verhältnis Aufschlußdauer zu Quecksilberausbeute an Algen (Maximum als 100 % gesetzt)

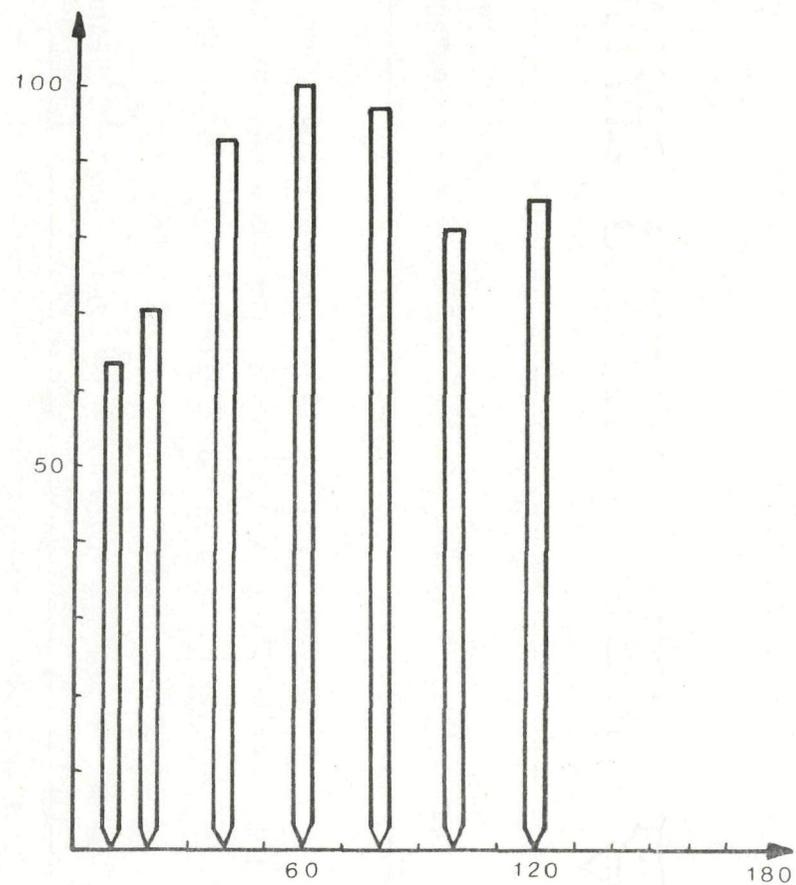


Abb. 2 Verhältnis Aufschlußdauer zu Quecksilberausbeute bei Leber

von *Anguilla*. Maximum als 100 % gesetzt.

### 3.2. Ermittlung der optimalen Hg-Ausbeute am Beispiel eines Aufschlusses von Ceresan (Bayer):

Der quecksilberhältige Anteil von Ceresan-Trockenbeize beträgt lt. Mitteilung der Firma Bayer 1,75 % Quecksilber als Methoxyäthylquecksilbersilikat. In einer Serie von 6 Bestimmungen ermittelten wir eine Durchschnittsausbeute von 85,71 % (Tabelle 3). Wir verwendeten auf Grund der schweren Löslichkeit der Ceresan-Trockenbeize im Rahmen unseres üblichen Aufschlusses (biolog. Material) 25 ml  $\text{HNO}_3$  und 25 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Tabelle 3

Methodische Nachweisgrenze des MAS-50, geprüft an Ceresan  
Theoretischer Hg-Gehalt von 0,1 mg Ceresan 1,75  $\mu\text{g}$  Hg.

gefunden= Proben Nr.	1	2	3	4	5	6
mikrogramm Hg	1,43	1,55	1,53	1,53	1,37	1,59

$$\text{AM } (\bar{x}) = 1,50 \mu\text{g} \quad (s = 0,08)$$

$$\text{Ausbeute in \%} = 85,7$$

#### 4. ERGEBNISSE

Aus Übersichtsgründen entschieden wir uns, die kartographierten Ergebnisse in Form von Rahmenwerten aufzuzeigen (Beiblätter). Die detaillierten Daten der Quecksilbermessungen in ppm, sowie der an der Meßstelle gefundene pH-Wert des Wassers und dessen Leitfähigkeit in  $\mu$ S sind in Tab. 4 aufgeführt.

Zur Arbeit im Gelände (Probenentnahme und Aufzeichnung) wurde die Österr. Karte 1 : 50 000 verwendet. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt aus technischen Gründen im Maßstab 1 : 100 000

Die geographische Lage der in Tab. 4 durchlaufend nummerierten Proben ist aus der Karte zu ersehen. Die einzelnen Entnahmeorte sind im Anschluß an die Tabelle aufgeführt.

Tabelle 4

## Hg-Untersuchung

Lfd. Pr. Nr.	ph	Lf.	Hg/W.	Hg/Pfl.
1	10,1	2300	0,006 ppm	0,09 ppm
2	8,3	790	0,0015 ppm	0,087 ppm
3	8,5	960	0,006 ppm	0,63 ppm
4	8,5	860	0,0004 ppm	0,3 ppm
5	8,4	1230	0,0001 ppm	0,206 ppm
6	9,3	1040	0,0001 ppm	0,188 ppm
7	8,4	950	0,0009 ppm	0,945 ppm
8	8,4	345	0,0005 ppm	0,32 ppm
9	8,8	1800	0,0006 ppm	0,225 ppm
10	8,6	1820	0,0012 ppm	0,049 ppm
11	8,6	1780	0,0007 ppm	0,135 ppm
12	8,3	2050	0,0003 ppm	0,034 ppm
13	7,9	1800	0,0007 ppm	0,1 ppm
14	7,3	880	0,0004 ppm	0,117 ppm
15	8,8	2900	0,0003 ppm	0,064 ppm
16	9,2	2600	0,0001 ppm	0,061 ppm
17			0,0005 ppm	0,154 ppm
18			0,0005 ppm	0,066 ppm
19	8,2	2200	0,0008 ppm	0,23 ppm
20	7,7	3300	0,0008 ppm	0,395 ppm
21	8,7	1500	0,0003 ppm	0,224 ppm
22	6,9	1650	0,0005 ppm	0,073 ppm
23	6,8	850	0,0003 ppm	0,08 ppm
24	6,8	1300	0,0004 ppm	0,062 ppm
25	7,6	1550	0,0003 ppm	0,146 ppm
26	9,1	570	0,0004 ppm	0,047 ppm
27	9,4	1300	0,0004 ppm	0,078 ppm

Lfd.Pr.Nr.	ph	Lf.	Hg/W.	Hg/Pfl.
28	8,7	980	0,0006 ppm	0,087 ppm
29	9,2	950	0,0002 ppm	0,173 ppm
30	8,4	1300	0,0002 ppm	0,154 ppm
31	8,3	950	0,0005 ppm	0,078 ppm
32	8,2	830	0,0003 ppm	0,144 ppm
33	9,4	2050	0,0004 ppm	0,11 ppm
34	9,9	6200	0,0015 ppm	0,36 ppm
35	10,2	5000	0,0015 ppm	0,087 ppm
36	9,4	1350	0,0012 ppm	0,136 ppm
37	7,9	2300	0,0012 ppm	0,166 ppm
38	9,7	700	0,0013 ppm	0,097 ppm
39	6,2	3700	0,0006 ppm	
40	8,3	4200	0,0006 ppm	0,112 ppm
41	7,1	1500	0,0007 ppm	0,134 ppm
42	8,3	3100	0,0008 ppm	0,058 ppm
43	8,4	4750	0,0006 ppm	0,042 ppm
44	8,0	1900	0,0006 ppm	0,074 ppm
45	8,1	1400	0,0005 ppm	0,043 ppm
46	8,5	2450	0,0009 ppm	0,035 ppm
47	8,4	800	0,0006 ppm	0,051 ppm
48	5,9	1400	0,001 ppm	0,121 ppm
49	5,3	1150	0,0001 ppm	0,068 ppm
50	6,2	700	0,0001 ppm	0,139 ppm
51	7,1	1300	0,0003 ppm	0,24 ppm
52	6,5	1250	0,0003 ppm	0,049 ppm
53	8,4	8400	0,001 ppm	0,075 ppm
54	8,4	1900	0,0006 ppm	0,021 ppm
55	7,7	1340	0,0005 ppm	0,02 ppm

Lfd.Pr.Nr.	ph	Lf.	Hg/W.	Hg/Pfl.
56	9,3			0,012 ppm
57	8,2	810	0,0003 ppm	0,34 ppm
58	8,3	900	0,0008 ppm	0,035 ppm
59	8,1	900	0,0006 ppm	0,028 ppm
60	8,6	860	0,0007 ppm	0,041 ppm
61	8,6	1170	0,0007 ppm	0,154 ppm
62	8,4	1130	0,0001 ppm	0,067 ppm
63	8,1	960	0,0006 ppm	
64	8,3	930	0,0004 ppm	
65	8,1	980	0,0009 ppm	0,061 ppm
66	9,3	410	0,0002 ppm	0,18 ppm
67	8,3	900	0,0005 ppm	0,17 ppm
68	5,9	1000	0,001 ppm	0,056 ppm
69	6,0	9400	0,0018 ppm	0,13 ppm
70	5,9	1580	0,0005 ppm	
71	6,0	1050	0,0001 ppm	0,092 ppm
72	U 6,0	1580	0,0005 ppm	0,14 ppm
73	6,4	1050	0,0003 ppm	0,085 ppm
74	6,4	900	0,0004 ppm	0,156 ppm
75	6,1	1020	0,0012 ppm	0,035 ppm
76	6,0	1790	0,0006 ppm	0,073 ppm
77	7,5	950	0,0006 ppm	0,039 ppm
78	7,7	860		
79	7,0	840	0,0017 ppm	
80	7,0	840	0,0001 ppm	
81	7,6	620	0,0006 ppm	
82	7,2	1600	0,0001 ppm	
83	5,95	1750	0,0007 ppm	0,094 ppm

Lfd. Pr. Nr.	ph	Lf.	Hg/W.	Hg/Pfl.
84	5,7	1820	0,0005 ppm	0,023 ppm
85	6,0	1700	0,0003 ppm	0,081 ppm
86	5,7	1720	0,0003 ppm	
87	6,2	1700	0,0007 ppm	
88	5,9	1700	0,0005 ppm	
89	5,7	1700	0,0007 ppm	
90	7,0	2500	0,0006 ppm	0,174 ppm
91	8,6	1740	0,00035 ppm	0,03 ppm
92	8,5	1720	0,0002 ppm	0,2 ppm
93	7,8	1850	0,0003 ppm	0,277 ppm
94	8,6	1750	0,0002 ppm	0,078 ppm
95	8,7	1740	0,0003 ppm	0,062 ppm
96	8,4	1760,	0,0003 ppm	0,047 ppm
97	8,5	1900	0,0038 ppm	0,235 ppm
98	8,0	1850	0,0012 ppm	1,48 ppm
99	9,0	1990	0,0014 ppm	0,12 ppm
100	9,0	2000	0,0007 ppm	0,078 ppm
101	8,5	1950	0,0012 ppm	0,565 ppm
102	7,5	1950	0,0004 ppm	0,096 ppm
103	7,5	2000	0,0018 ppm	0,116 ppm
104	8,5	1890	0,0043 ppm	0,118 ppm
105	6,58	510	0,0033 ppm	0,175 ppm
106	6,9	710	0,0006 ppm	0,265 ppm
107	6,9	900	0,003 ppm	0,131 ppm
108	6,93	1070	0,0004 ppm	0,072 ppm
109	8,61	1200	0,0005 ppm	0,082 ppm
110	8,80	1300	0,0009 ppm	0,232 ppm
111	8,01	1400	0,0022 ppm	0,207 ppm

Lfd. Pr. Nr.	ph	Lf.	Hg/W.	Hg/Pfl.
112	7,77	600	0,0015 ppm	0,08 ppm
113	7,42	580	0,0005 ppm	0,011 ppm
114	7,61	550	0,0001 ppm	0,14 ppm
115	8,36	550	0,0002 ppm	0,030 ppm
116	7,95	340	0,0004 ppm	0,001 ppm
117	8,54	430	0,0004 ppm	0,06 ppm
118	8,28	340	0,0002 ppm	
119	8,80	1300	0,0003 ppm	0,009 ppm
120	7,82	1000	0,0006 ppm	0,025 ppm
121	7,83	1000	0,0002 ppm	0,12 ppm
122	7,75	1000	0,0002 ppm	
123	7,44	1400	0,0003 ppm	0,11 ppm
124	7,25	1500	0,0007 ppm	0,022 ppm
125	7,17	1300	0,0004 ppm	0,045 ppm
126	7,38	1900	0,0001 ppm	0,037 ppm
127	8,03	1650	0	0,009 ppm
128	7,58	1680		0,038 ppm
129	7,37	2150		0,001 ppm
130	7,94	1690		0,0001 ppm
131	7,10	2200		0,0001 ppm
132	8,18	1900	0,0001 ppm	0,8 ppm
133	8,06	1850	0,0019 ppm	0,71 ppm
134	7,95	1800	0,0017 ppm	0,64 ppm
135	8,21	1820	0,0019 ppm	0,75 ppm
136	8,37	1800	0,0007 ppm	0,31 ppm
137	8,14	1800	0,0006 ppm	1,06 ppm
138	8,10	1880	0,0007 ppm	0,14 ppm
139	8,52	1800	0,0004 ppm	0,29 ppm
140	8,35	1820	0,0012 ppm	0,55 ppm

- 16 -

Lfd.Pr.Nr.	ph	Lf.	Hg/W.	Hg/Pfl.
141	-	-	-	0,49ppm
142	-	-	0,0005 ppm	1,5 ppm
143	-	-	0,0153 ppm	0,03ppm

- 17 -

Probe Nr.	Entnahmeort	Probenart (Erklärung der Arten 1-6 siehe S. 5 )
1	Albersee, Schilfgürtel	1
2	St. Georgener Bach	5
3	Eisbach	5
4	Wulka, (siehe Karte)	5
5	Siegendorfer Bach	5
6	Steinriegel-Kanal	6
7	Wulkabrücke N-Oggau	5
8	Bach neben "Fischerhaus" Purbach	5
9	Neue Lacke SO Station	3
10	Kanal beim Bad (Mitte)	3
11	Kanal beim Bad (Seeende)	3
12	Sandeck, Seeende v. Kanal	3
13	Sandeck, Kanal	2
14	Sandeck, Brunnen	5
15	Bach bei Zicklacke (Pusztabrunnen)	3
16	Stationskanal 100 m hinter Zicklacken- bereich	3
17	Stationskanal re. Schilfgürtel	3
18	Stationskanal 300 m nach Station	1



Probe Nr.	Entnahmeort	Probenart (Erklärung siehe S.5)
19	Herrensee	3
20	Oberes Schrändl	3
21	Lacke Apetlon SW	3
22	Baggersee Apetlon SW	3
23	Kanal Apetlon SW	3
24	Lacke Straße Apetlon vor Mex. Pusz.	3
25	Kanal bei Mex. Pusz.	3
26	Pfarrlacke Illmitz	3
27	Kanal bei Lange Lacke (Apetlon)	3
28	Lange Lacke 0	3
29	Lacke zw. Apetlon u. Wallern	3
30	Kanal hinter Wallern	3
31	Kanal hinter Pamhagen (I)	3
32	Kanal hinter Pamhagen (II)	3
33	Darscho-Lacke hinter Apetlon	3
34	Hölle (Lacke bei Sattler)	3
35	Hölle II (Neben I)	3
36	Baggersee bei Hoflacken	3
37	Lacke nö. v. Illmitzer Zicklacke	3
38	Fischteich neben Straße Illmitz- Podersdorf	3
39	Barth. Brunnen Illmitz	H <sub>2</sub> O

Probe Nr.	Entnahmeort	Probenart (Erklärung siehe S. 5)
-----------	-------------	-------------------------------------

40	Illmitzer Hoflacke	3
41	Straße Apetlon - Frauenkirchen Lacke	3
42	Fuchsloch Lacke	3
43	Lacke im S.v. St. Andräer Zicksee	3
44	Wörthen Lacke	3
45	St. Andräer Zicksee	3
46	Gansllacke (St. Andrä)	3
47	Schottergrube b. Wallern	3
48	Kanal Podersdorf I	3
49	Kanal Podersdorf II	1
50	Schottergrube Podersdorf	2
51	Schottergrube Podersdorf II	1
52	Kanal Podersdorf III	1
53	Lacke am Gemeindegrund Podersdorf-Illmitz (Hölle)	3
54	Kläranlage Podersdorf	6
55	Wasserst. links v. Bahnüber- gang zwischen Podersdorf und Weiden	2
56	Gols Wiesäcker - Kanal	2
57	Gols Kanalanfang	3
58	Haupt-Kanal I	3

Probe Nr.	Entnahmeort	Probenart (Erklärung siehe S. 5)
59	Hauptkanal (II)	3
60	Nebenkanal bei Bahn	3
61	Kanal bei St. Andrä Zick-See	3
62	Kanal bei Frauenkirchen	3
63	Brunnen (Wilhelmshof)	H <sub>2</sub> O
64	Brunnen zw. Frauenkirchen und St. Andrä	H <sub>2</sub> O
65	Kanal bei Tatten	3
66	Schottergrube zwischen Tatten und Wallern	3
67	Kanal zwischen Tatten und Wallern	1
68	Kanal zwischen Tatten und Wallern	1
69	Kanal hinter 68 in Richtung Staatsgrenze	1
70	Brunnen b. Tatten	H <sub>2</sub> O
71	Kanal SO von Tatten	3
72	Wasserschloß Tatten	6
73	Schottergrube Andau (I)	1
74	Schottergr. Andau (II)	1
75	Tümpel nach Schützen a.G.	1
76	Seekanal b. Breitenbrunn	1
77	Parndorf/Tümpel	1
78	Zeilerbrunnen Winden	2
79	Seekanal Winden	6
80	Seekanal Neusiedl bei Bahnhof	H <sub>2</sub> O

Probe Nr.	Entnahmeort	Probenart (Erklärung siehe S. 5)
81	Kläranlage Neusiedl	6
82	Weiden-Seekanal	1
83	Grenzschochen Rust/Mörbisch	2
84	Ruster Hafen	2
85	Fünf Schocken	2
86	Ruster Hafenkana1	2
87	See 300 m außerhalb Stations- bucht	H <sub>2</sub> O
88	1. Seedrittel	H <sub>2</sub> O
89	2. Seedrittel	H <sub>2</sub> O
90	"Seemitte"	4
91	Ufer gegenüber Schilf auf der Höhe d. Stinkersees	2
92	Schilfinsel (ca. auf Höhe des Stinkersees)	2
93	Kanal zum Stinkersee	2
94	Landspitze S0 d. Stinkersees	4
95	Landspitze S0 von 94	2
96	Stationsbucht	2
97	"Binsenbestand" im S von Illmitz	2
98	Inselbrücke	2
99	Landspitze Nähe Mündung d. Apetloner Kanals	2
100	Mündung d. Apetloner Kanals	2

Probe Nr.	Entnahmeort	Probenart (Erklärung siehe S. 5)
101	SchilfinseI im W der Mdg. des Apetloner Kanals	2
102	Große SchilfinseI westl. von 101	2
103	Gr. SchilfinseI (wie 102) Mitte	2
104	Kleine SchilfinseI im W der großen	2
105	Purbach, neuer Baggersee	1
106	Donnerskirchen, Bachmdg. in Schilfgürtel	6
107	Oggau, Kanal	3
108	Mörbisch im S d. Seedammes	3
109	Kanalende zw. Mörb. u. Rust	1
110	Schottergrube neben Rosalien Kapelle	1
111	Lacke b. Apetlon neben Lange Lacke	2
112	Lacke an Haarnadelkurve zwischen Apetlon u. Wallern	2
113	Schottergrube an Straßenknick Podersdorf-Frauenkirchen	3
114	Schottergrube zwischen Frauenkirchen u. Mönchhof	3
115	Schottergrube östl. von Mönchhof	3
116	Schottergrube zw. Halbturn u. Albrechtshof	3
117	Albrechtshof Schottergrube	3

Probe Nr.	Entnahmeort	Probenart (Erklärung siehe S. 5)
118	Schottergr. bei Wallern	H <sub>2</sub> O
119	Apetlon Große Schottergrube am Illmitz/Apetloner Hotter (9-123)	1
120	Wulka, (Brücke in Schützen nach Eisenbahn)	5
121	Entspricht Probe Nr. 7 (Wulka)	5
122	Wulkabrücke bei "alter Mühle"	5
123	SW von St. Margareten	3
124	Wassergraben im S von 123	3
125	östl. v. St. Margareten	3
126	Ruster Bucht NW	4
127	Oggau Inselfspitze	2
128	Nördlich Oggaubucht	2
129	Wulkamündung	4
130	Nähe Mündung Purbacher Kanal	2
131	Südlich Jois im See	4
132	Zwischen Punkt 98 u. 99	2
133	Durchzug vor Brücke	2
134	Durchzug nach Brücke	2
135	Hinter Apetloner Kanal-Mdg.	2
136	Mörbischer Schilfinfel Süden	2
137	Mörbisch Süd-Ufer	2
138	Mörbisch Südl. von Kanalmdg.	2
139	Mörbisch nördl. von Kanalmdg.	2

Probe Nr.	Entnahmeort	Probenart (Erklärung siehe S. 5)
140	Nördl. von 139	2
141	Eisbach in Oslip, Brücke bei der Fasanerie Wasser	5
142	Eisbach, Eisenstadt, unterhalb d. Kläranlage	3
143	Eisbach, Kleinhöflein, westl. d. Nord-Südverbindung	3

## 5. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Probennahme erstreckte sich auf verschieden zusammengesetztes Untersuchungsmaterial: aufgetriebene und oberflächennahe Mengen von Fadenalgen, Bodenbewuchs und Gewässern, Wassermoose, Aufwuchs an Schilfstengel und vereinzelt Wasserlinsen. Die Art des Materials wurde bei jeder Probennahme in einem Probenblatt festgehalten.

Es liegt jedoch in der Natur der Sache, daß eine Inhomogenität der Proben nicht zu vermeiden ist. Der Anteil der diversen Probenbestandteile (Fadenalgen, Diatomeen etc.) ist zwangsweise immer etwas verschieden, doch sind wir der Ansicht, daß die erhaltenen Werte, bzw. deren Bereich durch die große Anzahl der Proben ausreichend gesichert erscheint. Zu beachten sind ferner die Schwierigkeiten, welche dieses Material bei der Mengenbestimmung (Abwaage) macht, um tatsächlich vergleichbare Werte zu erhalten. Dies wurde durch Homogenisieren und Zentrifugieren mit bestimmten gleichbleibenden Zeiten und Touren behoben.

Wir mußten trachten eine möglichst große Menge von Material zur Bestimmung zu bringen, um eine möglichst hohe Quecksilberanzeige am Gerät zu erreichen, welche sich weit über den Chemikalienblindwert bewegen sollte. Unsere Untersuchungen (Tab. 1, Abb. 1, Tab. 2, Abb. 2) zeigen eine deutliche Abhängigkeit der Hg-Ausbeute von der Aufschlußzeit. Der Großteil aller Werte (76%) in den Gewässern liegt im Bereich von 0,0001 bis 0,0009 ppm. Die niedrigsten Werte dieser Gruppe entsprechen meist nur dem doppelten Chemikalienblindwert.

Der Mittelwert aller Proben liegt bei 0,0009 ppm bei einem Bereich von 0,0001 - 0,015 ppm.

Die von Neusiedlerseeeproben gewonnenen Analysenwerte wurden eingehender untersucht. Insgesamt umfaßte die Stichprobe Hg Wasser: 32 Werte (Probenahmestellen) mit dem Mittelwert 0,95 ppb ( $s=0,97$ ) und für Hg Pflanzen: 33 Werte mit dem Mittelwert 0,27 ppm ( $s=0,35$ ).

Der Anreicherungsfaktor für Hg Wasser -----> Hg Pflanzen beträgt  $3 \times 10^2$ . Zum Vergleich sind die in anderen Arbeiten ermittelten Anreicherungsfaktoren in Abb. 3 dargestellt.

	Quecksilberchlorid	Methoxyethylhydroxid	Phenylquecksilberacetat	Methylquecksilberhydroxid
Wasserpflanzen (6 Arten)	4 -	68 -	40 -	34 -
untergetauchte Teile	264	771	2350	3200
Oberwasserteile (3 Arten)	3 - 77	4 - 53	8 - 90	8 - 25
Algen	252	920	1220	---
Moos	393	560	3900	5900
Invertebraten (4 Arten)	247 - 560	510 - 1990	900 - 4200	3290 - 8470
Sediment	359	743	6800	6100

Abb. 3

Anreicherung verschiedener Quecksilberverbindungen innerhalb eines Monats nach Zugabe in einem Teich. (nach HANNERZ, 1968 und PEAKALL u. LOVETT, 1972)

Um Aussagen über die Verteilung des Quecksilbers im Neusiedlersee zu gewinnen, wurden die Probestellen gemäß Abb. 4 gruppiert. (Probestelle 90 wurde bei den statistischen Tests nicht berücksichtigt.)

Die Mittelwerte der einzelnen Gebiete sind in der folgenden Übersicht dargestellt.

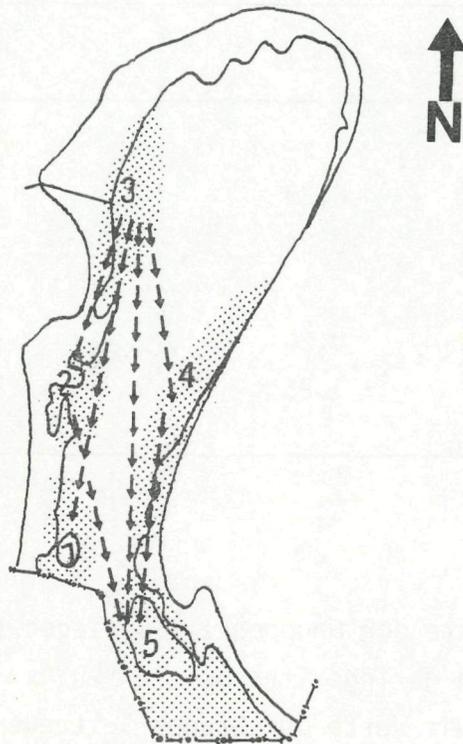


Abb. 4

Regionale Konzentrationsunterschiede des Quecksilbers im Neusiedlersee

Tabelle 5

Hg-Mittelwerte der in fünf Gruppen zusammengefaßten Proben-  
nahmestellen des Neusiedlersees. 1. Mörbisch, 2. Rust, 3. NW-Ufer,  
4. Illmitz, 5. SO-Ecke

Nr.	Hg Wasser (ppb)			Hg Pflanzen (ppm)		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
1.	5	0,72	0.29	5	0.47	0.36
2.	6	0.43	0.24	4	0.059	0.034
3.		/		5	0.0096	0.016
4.	8	0,41	0.20	6	0.092	0.064
5.	12	1,7	1.25	12	0.48	0.43

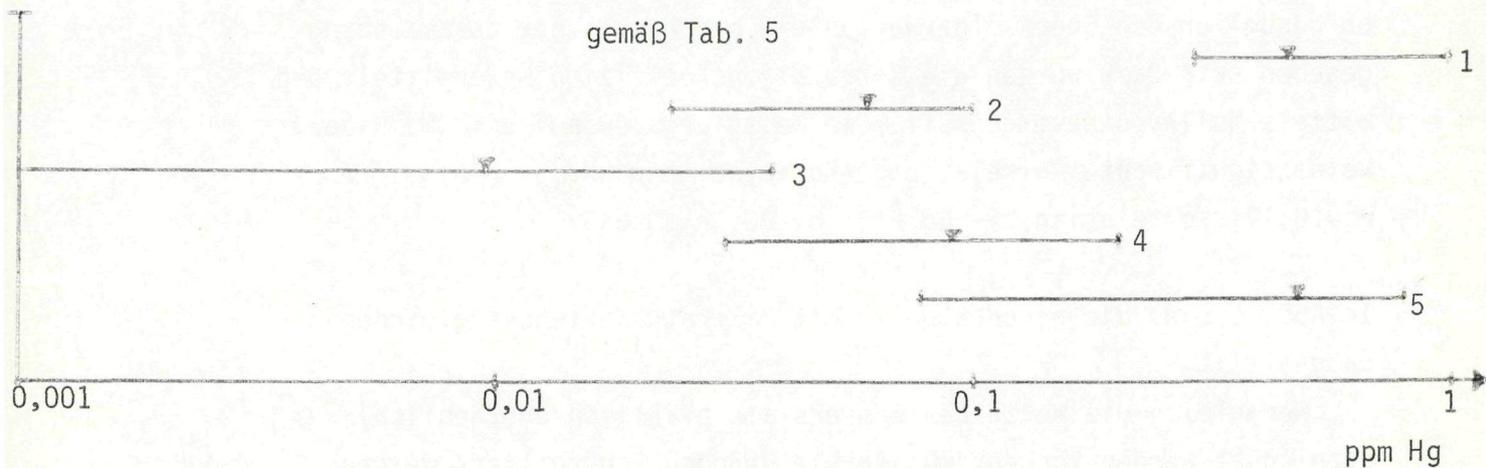
Hg-Wasser: Die Werte der Gruppen 1 - 4 liegen in einem niederen Bereich und zeigen geringe Streuung ( $n=20$ ;  $\bar{x}=0,50$  ppb;  $s=0,26$ ;  $V_r = 11,86\%$  \*). Die Werte der Gruppe 5 streuen in einem wesentlich größeren Bereich und liegen im Mittel höher ( $n=12$ ;  $\bar{x}=1,7$  ppm;  $s=1,25$ ;  $V_r=22,11\%$ )

Hg-Pflanzen: Die Werte weisen in logarithmischer Transformation auf eine annähernd normalverteilte Grundgesamtheit und wurden in drei Schritten statistisch geprüft.

\* relativer Variationskoeffizient  $V_r$  (in %) =  $\frac{s/\bar{x}}{\sqrt{n-1}} \cdot 100$

- 1) Ein approximativer Vergleich der 5 Mittelwerte zeigt, daß die Nullhypothese nicht gehalten werden kann, d.h. daß ein noch näher zu untersuchender signifikanter Unterschied vorhanden sein muß (auf dem 5 %-Niveau).
- 2) Um eine Vorstellung von den Werten in der benutzten Skala (ppm) zu geben, wurden die 95 %-Vertrauensbereiche graphisch dargestellt. Man sieht, daß zwischen den Gruppen 3 und 5 ein echter Unterschied vorliegt.

Abb. 5  
Vergleich der Mittelwerte anhand ihrer Vertrauensbereiche  
gemäß Tab. 5



- 3) Zur Festlegung statistisch gesicherter Unterschiede ( $P > 0,05$ ) zwischen den 5 Mittelwerte wurden diese mit dem t-Test geprüft. Es ergab sich, daß die Gruppe 3 bezüglich aller anderen signifikant kleiner (geringere Hg-Konzentration) ist, während Gruppe 5 bezüglich 2 und 4 signifikant größer, aber nicht verschieden von Gruppe 1 ist. Zwischen den übrigen Mittelwerten gibt es keinen signifikanten Unterschied (1-2, 1-4, 1-5, 2-4).

Statistisch gesichert ( $P > 0,05$ ) zeigen also die Analysenwerte eine Zunahme der Hg-Konzentration vom NW-Ufer zur SO-Ecke.

Anhand der Leitfähigkeits- und pH-Messungen sollte festgestellt werden, ob bezüglich den Quecksilberwerten ein stochastischer Zusammenhang gegeben sei. Dazu wurden die Korrelationskoeffizienten ermittelt und mittels Nullhypothese geprüft. Die Tests ergaben auf dem 5% Niveau keine signifikante Korrelation. (Korrelation pH-Hg<sub>pf</sub> : n=33,  $r = 0,19$ ; Korrelation Lf- Hg Pf : n= 33,  $r = -0,045$ )

In Abb. 6 sind die eigenen Werte mit Literaturwerten vergleichend dargestellt.

Wenngleich die Werte des Wassers als praktisch unerheblich bezeichnet werden können, müssen sie dennoch kontrolliert werden, da eine direkte Quecksilberaufnahme aus dem Wasser durch bestimmte höhere Lebewesen möglich ist. Dies wurde von uns mit positivem Erfolg an Fischen (Rotfeder, *Scardinius erythrophthalmus* und Brachsen, *Abramis brama*) getestet (unveröffentlicht). Eine Aussage über die Herkunft des Quecksilbers ist aus den vorliegenden Daten nicht abzuleiten. Das Problem der Hg-Sicherung hat für den Neusiedlerseeraum als praktisch abflußloses Becken aktuelle Bedeutung (Fischerei- und Fremdenverkehrswirtschaft). Die Diskussion über die mögliche Herkunft geht im Allgemeinen von der Verwendung von Hg. aus. Es kann aus Industriegewässern der Papier- und Elektroindustrie kommen, aus Chlorkalifabriken, aus der Landwirtschaft (Pflanzenschutzpräparate) oder direkt aus Müll. Man ist vorerst gerne geneigt, in einem kaum industrialisierten Gebiet, die landwirtschaftliche Verwendung als Ursache anzunehmen.

Doch zeigt eine überschlagsmäßige Rechnung, daß die durch Beizmittel ausgebrachten Hg-Mengen gegenüber dem im See insgesamt nachweisbaren Gesamtquecksilber vernachlässigbar sind, (HANNOLD 1972).

Die vorliegende Arbeit hat eine Reihe von weiteren Fragen aufgeworfen, die bezüglich unseres Bereichs einer Klärung zugeführt werden sollen:

Welche Quecksilbergehalte sind im Regenwasser gegeben (Schwankungen, Intensität etc.) ? Wie verläuft die Quecksilberbelastung eines stehenden Gewässers (z.B. Neusiedler See) im Jahresverlauf? Unter welchen Bedingungen wird Hg an die Luft abgegeben und in welchen Mengen? Welche Mengen an Hg-Rückständen fallen aus Straßenteer, Dieselölen und Heizölen an? Gibt es eine Korrelation zwischen Schlammstärken, Humusstoffen, Permanganatverbrauch etc. und Hg-Gehalt im Neusiedlersee? Desweiteren sind eine Anzahl tierischer Indikatoren für die Hg-Belastung des Gebietes zu prüfen (eine große Anzahl von Fischen- insbesondere Aale -werden unabhängig von dieser Arbeit ausgewertet). Diese Fragen und eine Anzahl weiterer scheinen uns für die Feststellung des natürlichen Quecksilberwertes von Interesse. Daraus könnte weiters auf zivilisationsbedingte Anreicherungen geschlossen und deren Verursachung beurteilt werden.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Die Verbreitung des Quecksilbers im Neusiedlerseeraum wurde an 140 Proben aus den Gewässern (Neusiedlersee, Salzlacken, Kanäle, Gräben, Brunnen, usw.) bestimmt. 76 % der Werte in den Wässern liegen im Bereich von 0,0001 bis 0,0009 ppm. (Mittelwert: 0,0009 ppm; Bereich: 0,0001 - 0,015 ppm). An denselben Punkten wurden auch Proben von niederen Pflanzen genommen (Mittelwert: 0,18 ppm; Bereich: 0,0001 - 1,5 ppm). 36 Probepunkte des Neusiedlersees wurden in 5 Regionen gruppiert. Mittels statistischer Tests wurde in diesen 5 Gebieten eine Quecksilberzunahme von NW nach SO nachgewiesen ( $P > 0,05$ ). Die Mittelwerte für Proben aus dem Neusiedlersee liegen für Wasser bei 0,00095 ppm (0,0001 - 0,0043 ppm) und für Pflanzen bei 0,28 ppm (0,0001 - 1,48 ppm).

## 6. SUMMARY

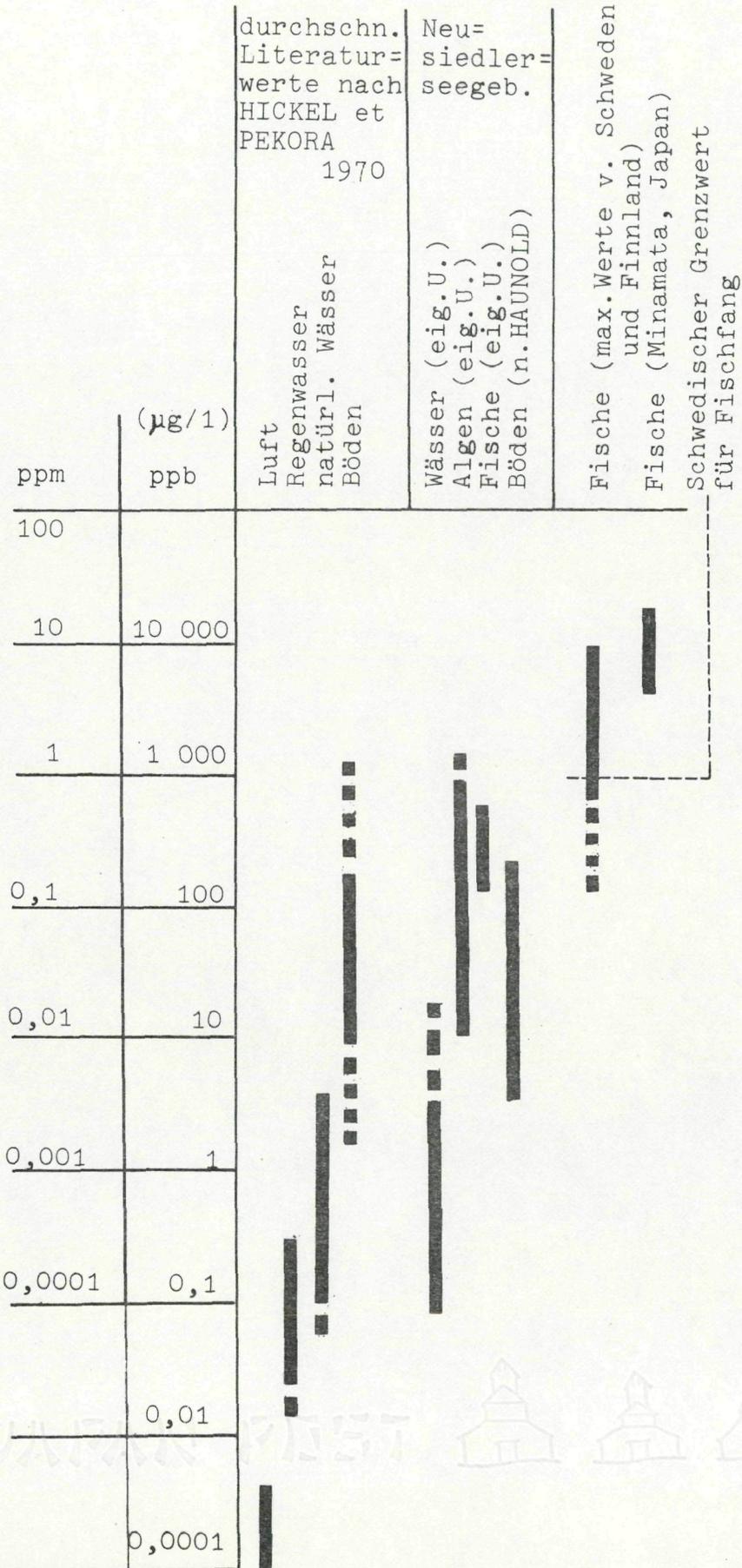
Concentration and distribution of mercury in Lake Neusiedl and surrounding country (Austria) was determined. 76 % of the values of Hg in water samples lay in the range of 0,1 - 0,9 ppb (All samples: mean 0,9 ppb; range 0,1 - 15 ppb) Samples of lower plants from the same sites showed a medium concentration of 0,8 ppm (range 0,0001 - 1,5 ppm).

36 sample sites from Lake Neusiedl were grouped into 5 regions. Comparison of the means showed a significant ( $P > 0,05$ ) raise of mercury concentration from the NW-coast of the lake to its SO-corner. The means for samples from the lake were for water 0,95 ppb (0,1 - 4,3 ppb) and for plants 0,28 ppm (0,0001 - 1,48 ppm).

## 7. Literatur

- HANNERZ, L.: Experimental investigations on the accumulation of mercury in water organisms.  
Inst.Freshwat.Res.Drottningholm 48, 120 (1968)
- HAUNOLD, E.: Umweltproblem Quecksilber.  
Im Blickfeld 28, Jg. 23 (1972)
- HICKEL, W.I., PECORA, W.T.: Mercury in the Environment  
U.S. Geo.Sur.Prof.Paper 173: 1-5 (1970)
- LAUB, W.: Algenbiozönosen des Neusiedler Sees  
Österr. Akad.Wiss., Math.-Naturwiss.Kl.,Sitzungsber.,  
Abt. I, 164, 81 (1955)
- PEAKALL, D.B.; Lovett, R.J.: Mercury: its occurrence and effects in the ecosystem  
BioScience 22, 20 (1972)
- RICHTER, G.: Untersuchungen über Spurenelemente im Neusiedlersee unter besonderer Berücksichtigung des Quecksilbers  
Technische Hochschule Wien, Dissertation 1974
- RICHTER, G., WASHÜTTL, J., BANCHER E., ALTMANN, H.:  
Untersuchungen über Spurenelemente im Schlamm des Neusiedlersees unter besonderer Berücksichtigung des Quecksilbers  
SGAE BER. No. 2357, Seibersdorf 1974
- WEISSER, P.: Die Vegetationsverhältnisse des Neusiedlersees  
Wiss.Arbeiten aus d. Burgenland, Heft 45 Eisenstadt 1970
- WIMMER, J., HAUNOLD, E.: Untersuchungen über den Quecksilbergehalt österreichischer Böden mit Hilfe der Neutronenaktivierungsanalyse.  
SGAE BER. No.LA-9/1972; Die Bodenkultur 24,25 (1973)

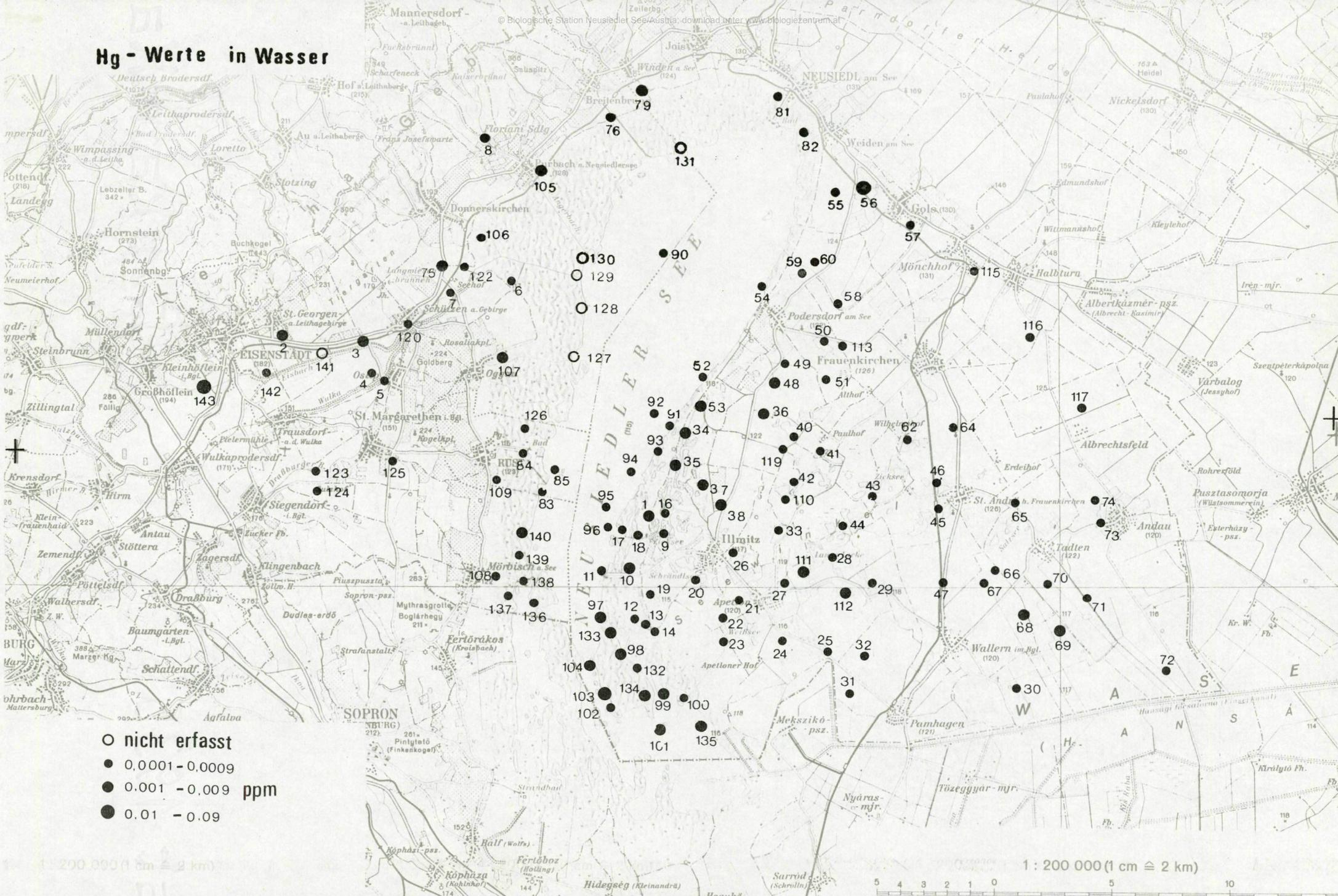




Vergleich durchschnittlicher Quecksilberwerte der Literatur mit den Werten des Neusiedlerseeraumes



# Hg - Werte in Wasser



1 : 200 000 (1 cm ≙ 2 km)

1 : 200 000 (1 cm ≙ 2 km)

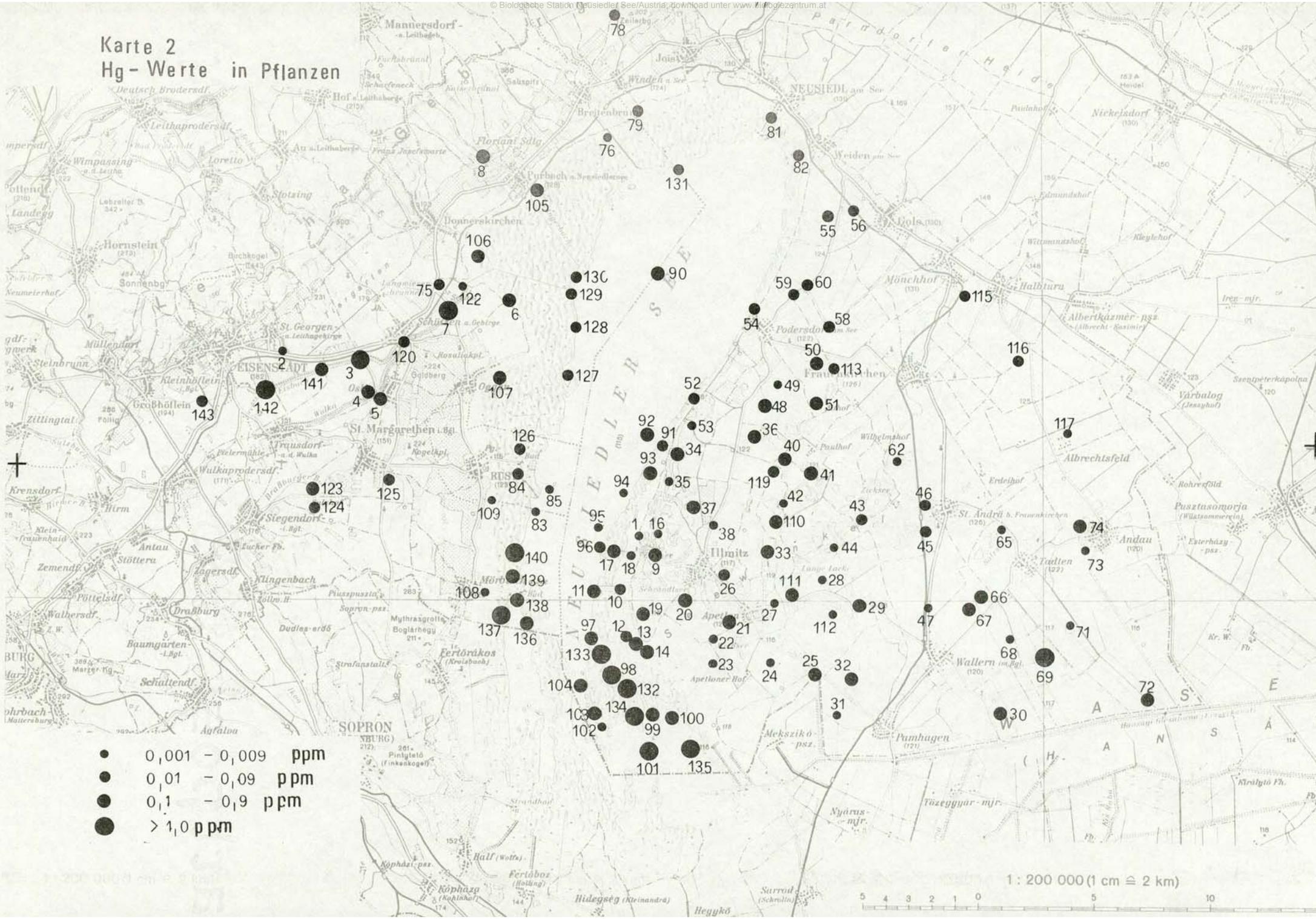


1935

Leukämie

1935

# Karte 2 Hg - Werte in Pflanzen



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [BFB-Bericht \(Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland, Illmitz 1](#)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Porta J., Richter G., Somorjai Zsuzsa, Sauerzopf Franz

Artikel/Article: [Untersuchung der Quecksilberbelastung des Neusiedlerseeraumes 1-34](#)