

W. Pfannhauser

Forschungsinstitut der Ernährungswirtschaft, Blaasstr. 29,  
A - 1190 Wien

A.J. Stehlik

Bundesstaatliche Anstalt für experimentell-pharmakologische  
und balneologische Untersuchungen, A 1090 Wien, Währingerstr.13

CHEMISCHE UNTERSUCHUNG DES WASSERS DES NEUSIEDLERSEES UND SEINER  
WICHTIGSTEN OBERFLÄCHENWASSERZUFLOSSE AUF POLYCYCLISCHE AROMATISCHE  
KOHLENWASSERSTOFFE, ORGANOCHLORPESTIZIDE UND POLYCHLORIERTE BIPHENYLE.

Einleitung:

Im Rahmen dieses Referates möchten wir Ihnen einige Daten über die Belastung des Neusiedlersees und seiner Hauptzuflüsse mit Organochlorpestiziden und polychlorierten Biphenylen (PCBs) vor allem mit polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAKs) präsentieren. Diese Untersuchungen stellen bezüglich der Organchlorverbindungen eine Fortführung der 1974 begonnenen Untersuchungen dar. (PESENDORFER, H. u. A.STEHLIK, 1975).

Im Falle der PAKs ist es jedoch wohl die erste Untersuchung überhaupt, die am Wasser des Neusiedlersees vorgenommen wurde. Erwarten Sie bitte keine abgeschlossene Arbeit oder gar eine abschließende Bewertung aufgrund der vorgelegten Daten. Vielmehr soll das Thema angerissen, die Herkunft der untersuchten PAK-Substanzen und die Risiken dargestellt sowie Empfehlungen für mögliche weitere Untersuchungen gegeben werden.

Probennahme

Die Probennahme am See erfolgte am 8.9.1979 an den in der Entnahmekarte markierten Punkten (Abb.1). Die Proben aus dem Golserkanal und der Wulka stammen aus der Zeit vom 29.8. - 31.8.1979 und wurden stets an der gleichen Stelle in unmittelbarer Nähe der Straßenbrücke entnommen.

Hinsichtlich der charakteristischen Inhaltsstoffe waren keine wesentlichen Veränderungen gegenüber früheren Untersuchungen (STEHLIK, A.,1976) zu registrieren.

### Polychlorierte Biphenyle und Organochlorpestizide

Polychlorierte Biphenyle (PCBs) sind Gemische unterschiedlich hoch chlorierter organischer Verbindungen (ein bis zehn Chloratome pro Biphenyl-Molekül) (Abb.2), die industriell hergestellt werden und in der Elektrotechnik, der Lack- und Kunststoffindustrie und in der Druckerei verwendet werden. Die Elektrotechnik benützt PCBs als unbrennbare Isolier- und Kühlmittel in Transformatoren-, Kondensatoren- und Gleichrichterbau.

Als säure- und alkaliresistente Weichmacher werden PCBs in der Kunststoff- und Kunstharzproduktion eingesetzt (CORDLE, F.e.a. 1978). Aus allen diesen Quellen treten die PCBs in die Umwelt des Menschen ein und finden sich aufgrund ihrer lipophilen Eigenschaften wie die als Pestizide verwendeten chlorierten Kohlenwasserstoffe in der Natur an fetthaltige Gewebe gebunden aber auch im Wasser (EICHNER, M., 1978). Ihre Löslichkeit ist aufgrund des lipophilen Charakters dieser Verbindungen im Wasser gering, jedoch kann es bei Bindung an die Partikelphase zu erheblichen Konzentrierungen kommen. Erst 1966 hat man die PCBs, als einheitliche Gruppe zunächst als Störsubstanzen bei der Bestimmung von Chlorkohlenwasserstoffen erkannt.

Die Pestizide vom Typ der Chlorkohlenwasserstoffe können durch Ab- und Anschwemmung von behandelten Landflächen, durch landwirtschaftliche und häusliche Abwässer, Niederschläge und Einwehungen ins Gewässer gelangen. Da aber die Anwendung von chlorierten Kohlenwasserstoffen stark eingeschränkt wurde, ist deren Anteil an der Verschmutzung wesentlich zurückgegangen, sodaß lediglich eine geringere Untergrundkonzentration in Böden registriert werden kann. In der Nahrungskette selbst können aber auch diese geringen Mengen infolge Speicher- und Kumulationswirkung angereichert werden.

Wie aus den Analysen (Tab.1) ersehen werden kann, lassen sich jedoch im Seewasser wie in den Zuflüssen nur sehr geringe Mengen an chlorierten Kohlenwasserstoffen auffinden. PCBs als ubiquitär verbreitete Umweltschadstoffe konnten lediglich in der Schlammprobe mit einem etwas höheren Gehalt von 0,03 mg/kg TS gefunden werden.

Tabelle 1 gibt den Vergleich beider Untersuchungen aus den Jahren 1974 und 1979 wieder. Obwohl mit etwas unterschiedlichen Methoden und dem-

entsprechend unterschiedlichen Nachweisgrenzen gearbeitet wurde, zeigt sich eine Abnahme der Belastung mit Organochlorpestiziden seit der ersten Untersuchung (1974). Dieses Phänomen, das auch in anderen Bereichen beobachtet wurde, rührt offenbar von der strikten Anwendungsbeschränkung der Organochlorpestizide in der Landwirtschaft her. Somit ist die Situation des Neusiedlersees und seiner unmittelbaren Hauptzuflüsse bezgl. dieser im Wasser gelösten Schadstoffe als tolerierbar zu bewerten.

#### Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

PAKs sind eine Gruppe von organischen Verbindungen, die bei der unvollständigen Verbrennung organischen Materials entstehen (Abb. 3). Eine Beziehung zwischen Verbrennungsprozessen, PAKs und Krebs wurde 1933 erstmals nachgewiesen (COOK J. W. e.a. 1933) als man das karzinogen wirksame Benz(a)pyren aus Steinkohlenteer extrahieren und isolieren konnte.

Seither wurden etwa 200 weitere PAKs in der Umwelt des Menschen entdeckt, wovon einige mutagen und karzinogen sind.

Für Trinkwasser wurde von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) 1971 ein noch tolerierbarer Wert von maximal 0,2 µg/l festgelegt.

Im Zusammenhang mit der Klärung der hohen Krebsrate beim Menschen hat auch die Befassung mit den PAKs zugenommen.

Das Forschungsinstitut für Ernährungswirtschaft beschäftigt sich seit rd. 4 Jahren mit diesem Problem.

Wir haben für diese Bestimmung von PAKs in Lebensmittel-, dazu zählt auch Trinkwasser -, eine sehr empfindliche Methode erarbeitet (WOIDICH, H. e.a. 1976, 1977). Die Methode beruht auf einer Trennung des vorgereinigten Gemisches von PAKs auf Dünnschichtplatten gefolgt von in situ Fluoreszenz-Auswertung mittels unseres Dünnschichtscanners. Die Ortskurven werden direkt auf unserem Lab Data-System HP - 3354/B/C ausgewertet.

Derzeit existieren in Europa nur wenige Laboratorien, die diese Schadstoffe entsprechend verlässlich und empfindlich bestimmen können. Dem entsprechend wickeln wir zahlreiche Projekte auf diesem Gebiet ab.

Im Rahmen der weiteren Beschäftigung mit dem Problemkreis PAK sind wir zunehmend zur allgemeinen Fragestellung der Herkunft und Weitergabe

von PAKs in der Umwelt des Menschen und zur Frage der Aufnahme durch Pflanzen aus dem Boden vorgestoßen.

Voraussetzung zur Bildung von PAKs sind eine sauerstoffarme Flamme, Temperatur im Bereich von  $650^{\circ}$ - $900^{\circ}$  und ein Brennstoff der nicht stark oxidativ wirkt.

Somit kommen beinahe alle gebräuchlichen festen und flüssigen Brennstoffe als mögliche Ursache der Bildung von PAKs in Betracht (Tab.2) Untersuchungen in amerikanischen Städten haben ergeben, daß die kohleverbrennende Industrie und der Hausbrand die höchsten Benz(a)pyren (BaP)-Konzentrationen hervorrufen.

Diese liegen um das Doppelte höher als in Städten, die keine Kohle- oder Koksheizung haben.

Für unser Problem der Verunreinigung eines Flachsees kommen von den genannten Quellen vor allem der Hausbrand und die Rückstände des Autoverkehrs, also Reifenabrieb und Autoabgase in Betracht, aber auch kommunale Abwässer, die vor allem im Schlamm oft beträchtliche Rückstände aufweisen. PAKs in Wässern sind ganz allgemein ein Zeichen für die oberirdische Verunreinigung. So weisen beispielsweise Mineralwässer selten nachweisbare Mengen an PAKs auf (PFANNHAUSER, W.e.a., 1978).

#### Erste Daten der Untersuchung des PAK-Gehaltes im Neusiedlersee und seinen Zuflüssen.

Wir haben im Spätsommer 1979 insgesamt 18 Wasserproben aus der Wulka, dem Golser Kanal und dem See selbst, sowie eine Schlammprobe aus dem See entnommen und untersucht.

Diese Daten sind in den Tabellen 3,4,5 u. 6 enthalten.

Vorliegende erstmalige Untersuchung kann aufgrund der geringen Probenzahl und des kurzen Zeitraumes nur als Momentaufnahme zur Abschätzung der Bedingungen gewertet werden und bloß einen ungefähren Überblick über die Belastung geben.

Bemerkenswert ist die starke Schwankung der PAK-Gehalte während des Tagesverlaufes bei den Zuflüssen. Beim Golser Kanal schwankt z.B. zwischen  $4^h$  früh und  $13^h$  der B(a)P-Gehalt um nahezu 2 Zehnerpotenzen (Tab.3) (Abb.4). Hingegen bleibt die Belastung mit PAKs wie Pyren, Fluoranthen, Phenanthren und Anthracen praktisch gleich. Nicht ganz so ausgeprägt sind die Ver-

hältnisse bei der Wulka. Der B(a)P-Gehalt schwankt zwischen 0,46 und 9,82 ng/l aber immer noch beträchtlich (Tab.4).

Im Neusiedlersee (Tab.5) sind die PAK-Werte für die fünf ausgesuchten Probestellen hinsichtlich des B(a)P-Gehaltes unauffällig. Allerdings fällt auf, daß Pyren, Fluoranthren, Phenanthren und Anthracen bei den Meßstellen 4 und 5 zum Teil um mehr als einen Faktor 10 über den Werten der anderen Meßstellen liegen. Die Entnahmestelle 4 liegt etwa in der Streckenmitte zwischen der Einmündungsstelle der Wulka und der Einmündungsstelle des Golser Kanals.

Betrachtet man die PAK-Gehalte der Schlammprobe (Tab.6), so zeigt sich der erwartete Anreicherungseffekt. Es wäre deshalb interessant, an verschiedenen Orten, besonders im Mündungsbereich der Zuflüsse und auch in tieferen Sedimentschichten Untersuchungen anzustellen. Zum Vergleich ist die Analyse von einer Leitungswasserprobe aus Wien (9. Bezirk, Währingerstraße) angeführt (Tab.5).

Die Sedimentschichten von Binnenseen geben eine Belastungsübersicht über längere Zeiträume und fungieren gleichsam als "Umweltdatenbank". Derartige Untersuchungen an Sedimentbohrkernen des Bodensees haben interessante Ergebnisse erbracht (GRIMMER, G. u. H. BÖHNKE, 1977, MÖLLER G. e.a. 1977). Jedoch ist dies im Falle des Neusiedlersees wegen seiner geringen und gestörten Schlamm- und Sedimentbildung vermutlich nicht relevant. Höhere PAK-Gehalte in Schlamm weisen jedoch auf stöckere Verschmutzer hin und könnten für andere Fragen von Interesse sein.

#### Schlußfolgerungen aus diesen ersten orientierenden Untersuchungen bzgl. der PAKs

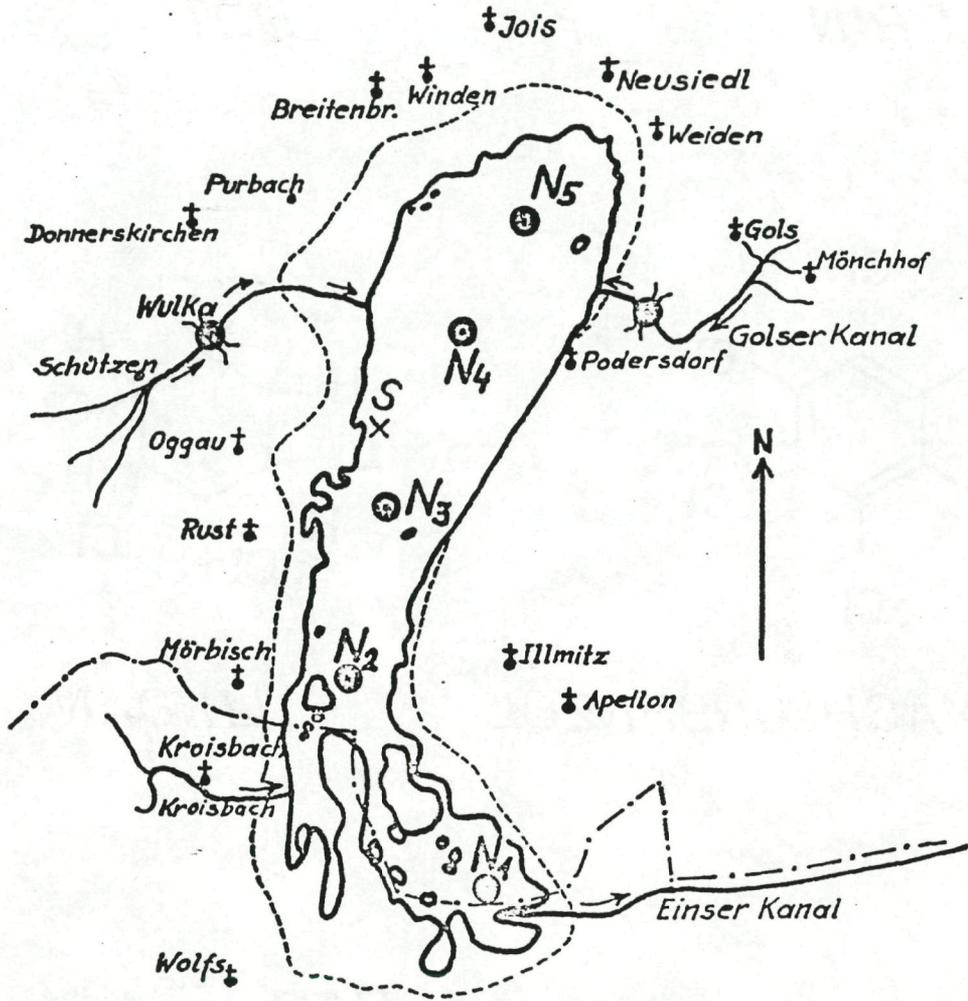
Ohne Zweifel stellt die Belastung eines Sees mit PAKs einen Gradmesser für dessen Verschmutzung, hier vor allem durch Straßenstaubeinbringung, Hausbrand, durch Einschwemmung und Einwehung sowie kommunale Abwasserbelastung dar.

Wiederholt konnte gezeigt werden, daß bei sorgfältigem Gewässerschutz die Qualität von Oberflächenwässern an die Qualität von Grundwasser heranreicht (GRIMMER G. u. H. BÖHNKE, 1977) (Tab.7). PAKs werden sowohl gelöst, als auch an Partikel gebunden transportiert. Es ist zu erwarten, daß die Belastung mit den Jahreszeiten schwankt. Spitzenbelastungen im

Frühjahr werden durch eine Anschwemmung der im Winter deponierten bzw. mit Schnee niedergeschlagenen und teilweise immobil gewordenen Staubablagerungen (vorwiegend aus dem Hausbrand und dem Kraftfahrzeugverkehr) bedingt.

Für eine eingehende Untersuchung wird deshalb vorgeschlagen, Untersuchungen der PAK-Gehalte des Wassers in verschiedenen Bereichen des Sees und in seinen Zuflüssen unter Berücksichtigung der täglich und jahreszeitlich schwankenden Belastung vorzunehmen sowie den PAK-Gehalt in den verschiedenen Wasserorganismen und auch im Schlamm zu ermitteln.

# LAGEPLAN



Wasser  
⊙ - Probenahmestelle  
X - Schlamm

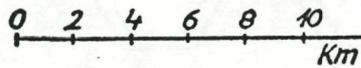
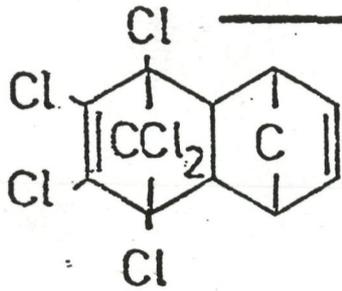


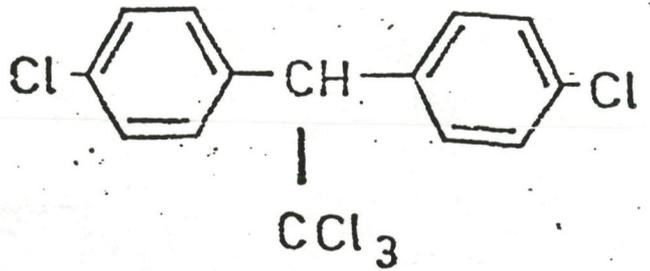
Abb. 1

- 90

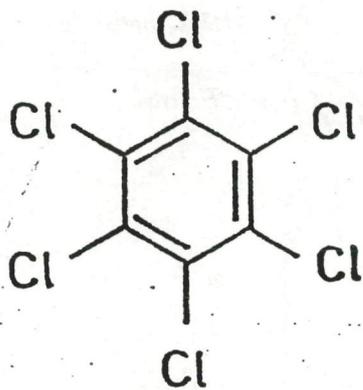
Ad Organochlorpestizide



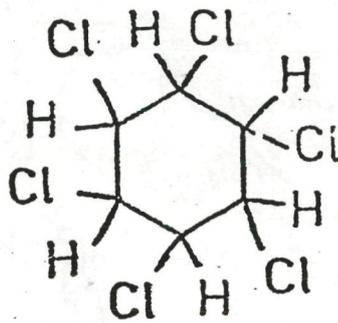
ALDRIN



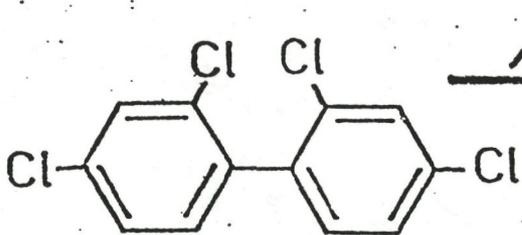
DDT



HEXACHLORBENZOL



LINDAN



Ad PCBs

2,2',4,4' TETRACHLORBIPHENYL

- 91 -

Tabelle 1

Rückstände von Organchlorpestiziden (und PCB-s)  
(ng/l)

Ort d. Probennahme 1974 (1)	HCB	HCH	HCH Lindan	DDE	DDT	PCB-s
N 1	21	26	37	< 5	n.n.	< 5
N 2	15	27	30	< 5	n.n.	< 5
N 3	13	13	19	n.n.	n.n.	n.n.
N 4	12	27	17	n.n.	n.n.	n.n.
Wulka	< 10	11	22	n.n.	n.n.	< 5
Golser Kanal	< 10	< 10	34	< 5	n.n.	49
1979						
N 1	< 5	< 5	< 5	n.n.		< 5
N 2	< 5	< 5	< 5	n.n.		< 5
N 3	< 5	< 4	< 5	n.n.		< 5
N 4	< 5	< 5	< 5	n.n.		< 5
Wulka	< 5	< 5	< 10	n.n.		< 5
Golser Kanal	< 5	< 5	< 5	n.n.		< 5

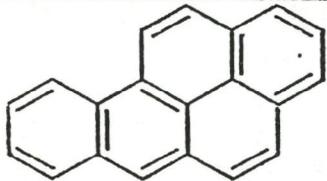
(Die Liste der einzelnen Stoffe auf die 1979 insgesamt geprüft wurde ist aus nachstehenden Angaben zu ersehen)

Weitere Angaben aus dem Jahr 1979:

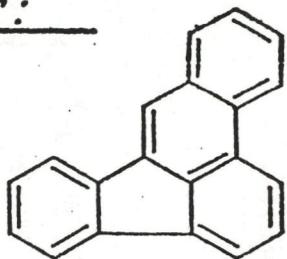
Probe:	N 5	S(Schlamm au d.NS)
HCB	< 0,005 ng/l	< 0,001 mg/kg
$\alpha$ -HCH + $\beta$ HCH	< 0,004 "	< 0,001 "
$\gamma$ -HCH (Lindan)	< 0,005 "	< 0,001 "
Heptachlor + Heptachlorepoxyd	< 0,002 "	< 0,001 "
Aldrin + Dieldrin	< 0,01 "	< 0,002 "
Endrin	< 0,01 "	< 0,003 "
DDT + DDD + DDE u. Isomere	< 0,076 "	< 0,003 "
PCB m. 60% Chlor	< 0,5	0,03 "

Dieselben Zahlenwerte wurden für die Proben N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> u. N<sub>4</sub> gefunden.

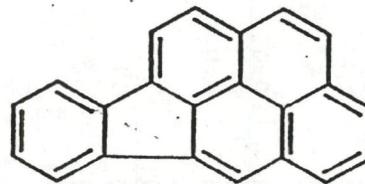
PAK - Vertreter:



BENZO (a) PYREN

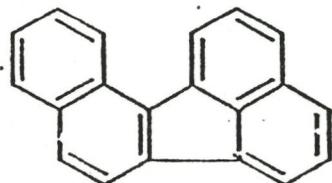


BENZO (b) FLUORANTHEN

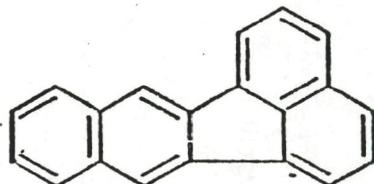


INDENO (1,2,3 - cd ) PYREN

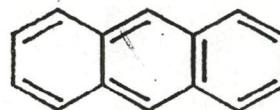
Abb.3



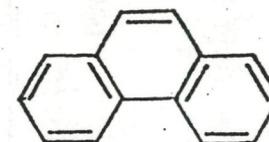
BENZO (j) -  
FLUORANTHEN



BENZO (k) -  
FLUORANTHEN

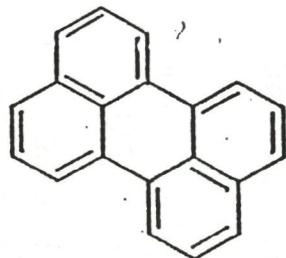


ANTHRACEN

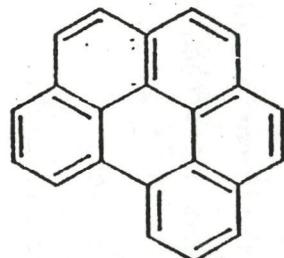


PHENANTHREN

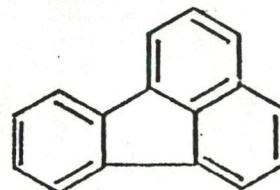
- 92 -



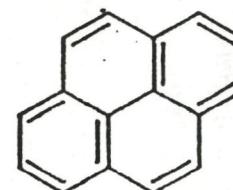
PERYLEN



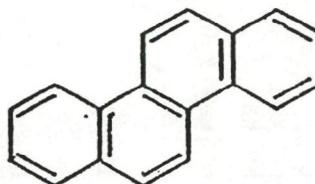
BENZO (g,h,i) PERYLEN



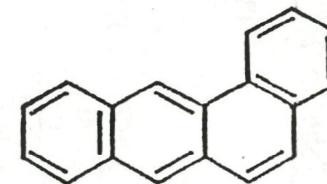
FLUORANTHEN



PYREN



CHRYSEN



BENZO (a) ANTHRACEN

Tabelle 2

## Hauptquellen und jährlicher Ausstoß von Benzo(a)pyren

(USA 1971-1973)

Quelle	Ausstoß B(a)P t/Jahr	% der Gesamt- emission
Rückstandsver- brennung bei Kohle- gewinnung	310	34,7
Hausbrand	300	33,6
Koksproduktion	170	29,0
Autoabgase	25	2,8
Holzbrand	25	2,8
Reifenabrieb	11	1,2
Asphaltanlage ) Gasverbrennung ) Wärme kraftwerke )	4	0,5

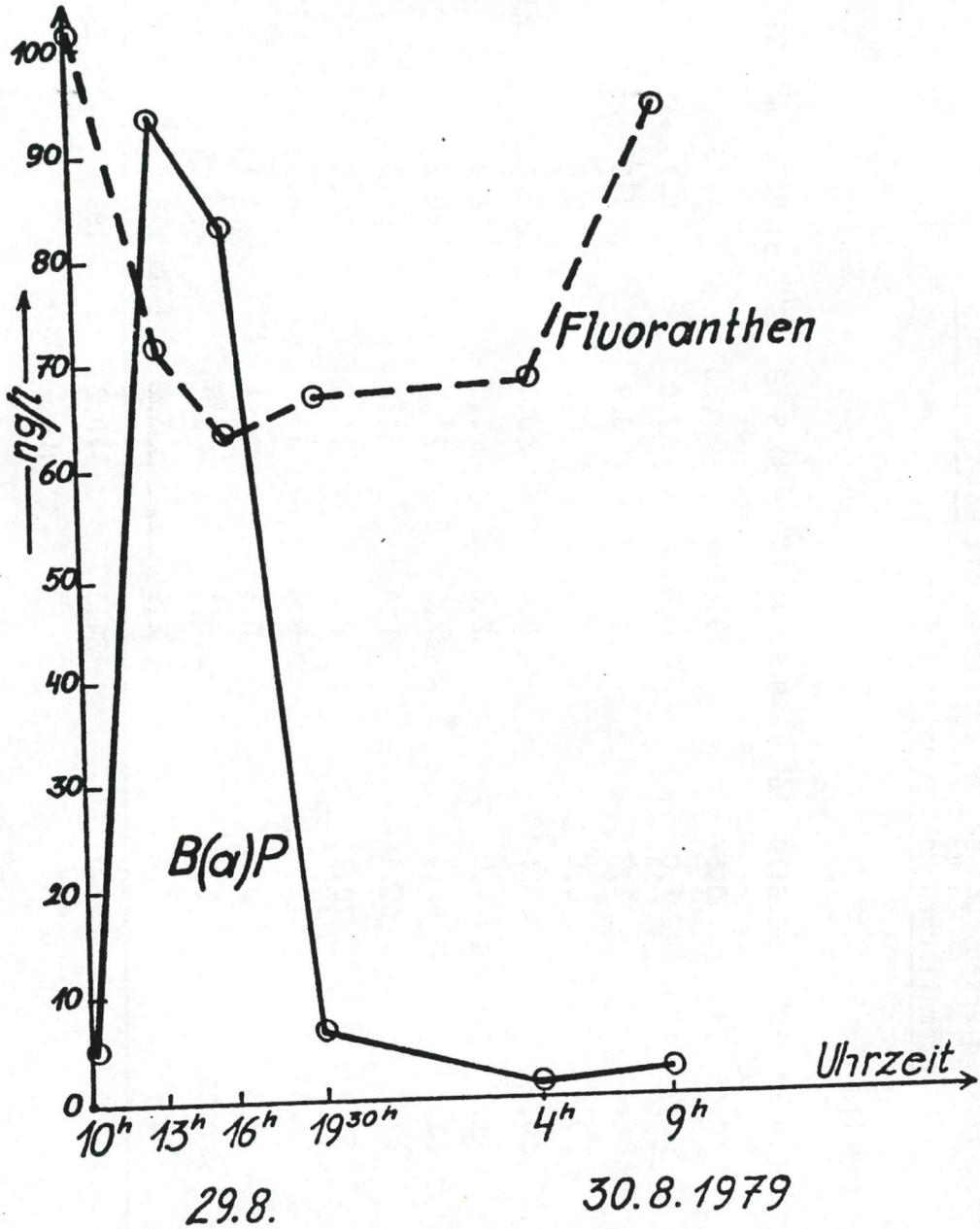
Tabelle 3

Belastung des Neusiedlersees und seinen Zuflüssen mit Polycyclischen  
aromatischen Kohlenwasserstoffen

Lage Golser Kanal (ng/l)

	29.8.79 10 <sup>h</sup>	29.8.79 13 <sup>h</sup>	29.8.79 16 <sup>h</sup>	29.8.79 19.30 <sup>h</sup>	30.8.79 4 <sup>h</sup>	30.8.79 9 <sup>h</sup>
Benzo(a)pyren	5,28	93,58	83,53	6,46	1,31	2,64
Benzo(b)fluoranthen	1,5	22,0	15,3	1,4	0,7	1,2
Benzo(j)fluoranthen	4,2	19,4	10,2	< 0,1	4,3	4,5
Benzo(k)fluoranthen	0,9	9,2	5,9	0,5	0,3	0,5
Benzo(a)anthracen	0,4	7,5	1,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Benzo(g,h,i)perylen	3,1	13,4	9,5	0,8	1,7	2,5
Pyren	127,0	92,0	92,3	98,2	98,3	120,3
Fluoranthen	102,1	71,7	63,6	67,2	68,5	93,9
Phenanthren	154,1	74,6	56,5	73,2	90,3	195,4
Anthracen	18,0	39,9	32,1	25,8	19,1	29,2
Chrysen	2,2	15,4	9,9	2,4	0,6	0,6
Perylen	0,2	0,5	0,3	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Indeno (1,2,3,c,d)pyren.	0,1	9,4	4,6	1,6	2,7	5,0
Summe der PAKs	413,0	468,6	385,2	277,6	287,7	455,8

Wasserführung am 30.8.1979: 0,102 m<sup>3</sup>/sec.



PAK-Gehalte im Golser Kanal

Abb. 4

Tabelle 4

Belastung des Neusiedlersees und seinen Zuflüssen mit Polycyclischen  
aromatischen Kohlenwasserstoffen

	Lage <u>Wulka</u> (ng/l)													
	30.8.79	9 <sup>h</sup>	30.8.79	13 <sup>h</sup>	30.8.79	16 <sup>h</sup>	30.8.79	19 <sup>h</sup>	30.8.79	22 <sup>h</sup>	31.8.79	4 <sup>h</sup>	31.8.79	8 <sup>h</sup>
Benzo(a)pyren	0,62		0,46		0,57		9,82		7,50		1,13		3,12	
Benzo(b)fluoranthen	0,8		0,7		1,0		0,5		1,0		0,7		0,4	
Benzo(j)fluoranthen	4,0		4,2		3,3		4,4		3,9		1,0		3,4	
Benzo(a)anthracen	0,7		0,4		0,5		0,7		0,7		0,6		0,7	
Benzo(g,h,i)perylene	< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1	
Pyren	1,7		1,7		1,9		2,0		2,0		2,2		2,0	
Fluoranthen	66,0		76,2		92,4		62,3		71,8		80,2		95,5	
Phenanthren	37,2		43,1		60,4		37,4		44,8		55,0		72,6	
Anthracen	37,0		60,1		70,2		8,2		24,6		38,0		63,3	
Chrysen	8,9		13,5		19,1		5,6		11,3		6,5		10,4	
Perylen	0,5		0,4		0,9		0,5		1,1		1,1		1,2	
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,1		< 0,05		< 0,05		< 0,2	
	3,2		4,4		1,7		2,9		1,5		3,5		1,8	
Summe der PAKs	160,8		205,0		252,0		134,3		170,2		189,9		245,5	

Wasserführung am 30.8.79: 1,06 m<sup>3</sup>/sec.

Tabelle 5

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (ng/l)  
Neusiedlerseewasser und Vergleich mit Wiener Leitungswasser (Entnahme:8.9.1979)

	<u>Neusiedlersee</u>					<u>Leitungswasser</u>
	N 1	N 2	N 3	N 4	N 5	
Benzo(a)pyren	1,93	1,54	1,67	2,58	1,64	0,39
Benzo(b)fluoranthen	1,4	0,9	1,1	2,8	1,1	0,2
Benzo(j)fluoranthen	5,5	3,4	3,0	2,1	1,7	<0,1
Benzo(k)fluoranthen	0,5	0,3	0,5	0,9	0,4	<0,1
Benzo(a)anthracen	0,1	0,1	0,2	1,9	1,3	<0,1
Benzo(g,h,i)perylen	1,5	1,1	1,7	4,2	2,7	0,6
Pyren	67,0	84,2	79,2	211,7	175,0	<0,1
Fluoranthen	32,3	56,6	53,9	252,1	181,0	<0,2
Phenanthren	0,2	35,5	37,8	531,4	341,0	<0,2
Anthracen	18,3	17,7	21,6	61,0	37,0	2,0
Chrysen	0,1	1,0	1,1	4,2	2,5	<0,1
Perylen	0,3	0,2	0,3	0,2	0,05	<0,05
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	2,7	2,9	0,1	1,3	2,2	1,2
Summe der PAKs	131,4	205,2	202,0	1076,6	747,4	4,4

Tabelle 6

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe  $\mu\text{g}/\text{kg}$  Tr.Schlamm

	<u>Schlammprobe</u>
Benzo(a)pyren	13,91
Benzo(b)fluoranthen	49,6
Benzo(j)fluoranthen	52,2
Benzo(k)fluoranthen	20,6
Benzo(a) anthracen	14,8
Benzo(g,h,i)perylen	22,0
Pyren	30,2
Fluoranthen	107,1
Phenanthren	27,4
Anthracen	33,0
Chrysen	31,3
Perylen	19,8
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	18,5
	<hr/>
Summe der PAKs	440,3

Tabelle 7

Konzentration kanzerogener Polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe<sup>+</sup>) in Frischwasser nach Borneff und Kunte (13)

Wassertyp	Konzentrationsbereich (ng/l)
Grundwasser	50
Trinkwasser	≤ 100
Oberflächenwasser	100 - 200
Verschmutztes Oberflächenwasser	> 200

<sup>+</sup> Summe aus Fluoranthen  
 3,4 Benzpyren  
 11, 12 Benzfluoranthen  
 3,4 Benzperylen  
 1,12 Benzperylen  
 Indenopyren

## L i t e r a t u r

- BAUM, E.J., 1978: Occurance and survaillance of polycyclic aromatic hydrocarbons; in: Polycyclic hydrocarbons and cancar, Vol. I.  
Academic Press, p.45
- BORNEFF, S.u.H.KUNTE, 1969: Routinemethode zur Bestimmung von polycyclischen Aromaten in Wasser.  
Arch.Hyg. 153, 220
- COOK, J.W., C.L.HEWETT and I.HIEGE, 1933: The isolation of a cancer producing hydrocarbon from coal tar.  
J.Chem.Soc. 1933, 395
- CORDLE, F., P.CORNELIUSSEN, C.JELINEK, B.HACKLEY, R.LEHMANN, J.Mc.LAUGHLIN, R.RHODEN and R.SHAPIRO, 1978: Human exposure to polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls.  
Environm.Health Perspectives 24, 177
- EICHNER, M., 1976: Über Rückstandsbestimmungen von chlorierten Insektiziden und polychlorierten Biphenylen in Fischen des Bodensees, des Ober-Rheins und dessen Zuflüssen sowie in diesen Gewässern.  
Z.Lebensm.Unters.Forsch. 161, 327
- GRIMMER, G.u.H.BÖHNKE, 1977: Untersuchungen von Sedimentkernen des Bodensees;  
I. Profile der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe.  
Z.Naturforsch. 32 C, 703
- MÜLLER, G., G.GRIMMER and H.BÖHNKE, 1977: Sedimentary record of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in Lake Constance.  
Naturwissenschaften 64, 427
- PESENDORFER, H.u.A.STEHLIK, 1975: Organochlopestizid-Rückstände und andere Wasserinhaltsstoffe (einschließlich Spurenstoffe) des Neusiedlersees.  
BFB-Bericht 3, 1-18.

- PFANNHAUSER, W., K. TIEFENBACHER u. H. WOIDICH, 1978, in:  
Balneolog. Bioklimatolog. Mitt. 10, 1-35.  
(Österr. Heilbäder- u. Kurorteverband, 1010  
Wien, Josefsplatz 6).
- STEHLIK, A., 1976: Chemische Untersuchungsergebnisse vom  
Neusiedler See aus den Jahren 1971-1974.  
BFB-Bericht 13, 86-99.
- US-EPA (1974) Office Air Qual. Plan. Stand. Durham NC.:  
Preferred standards path of polycyclic  
organic matter.
- WOIDICH, H., W. PFANNHAUSER, G. BLAICHER u. K. TIEFENBACHER, 1977:  
Zur Dünnschicht-chromatographischen Tren-  
nung und in-situ Auswertung polycyclischer  
aromatischer Kohlenwasserstoffe.  
Versuche mit acetylierter Cellulose.  
Chromatographia 10, 140
- WOIDICH, H., W. PFANNHAUSER, G. BLAICHER u. K. TIEFENBACHER, 1976:  
Analyse polycyclischer aromatischer Kohlen-  
wasserstoffe in Trink- und Nutzwasser.  
Mitt. Lebensm. Ger. Chem. 30, 141

# 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: 1980

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Pfannhauser W., Stehlik Arwed

Artikel/Article: [Chemische Untersuchungen des Wassers des Neusiedlersees und seiner wichtigsten Oberflächenwasserzugüsse auf polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, Organochlorpestizide und polychlorierte Biphenyle 83-101](#)