

Faunistisch-floristische Untersuchungen in einem Braunkohlenrestloch unter besonderer Beachtung der Dreikantmuschel (*Dreissena polymorpha* P.)

(mit 11 Abbildungen)

PETER SCHEFFEL und DIETMAR SCHEITHAUER

Etwas abgeänderter Teil einer Staatsexamensarbeit, die 1965 am Zoologischen Institut der Karl-Marx-Universität bei Herrn Dr. W.-D. BEIER angefertigt wurde, dem wir für die ausgezeichnete Anleitung und Hilfe nochmals an dieser Stelle unseren Dank aussprechen möchten.

Gliederung

I. Einleitung	161
II. Verbreitung der Dreikantmuschel (<i>Dreissena polymorpha</i> P.) im Borna-Altenburger Braunkohlenrevier	162
III. Faunistisch-floristische Untersuchungen im Restloch Pahnna	165
1. Lage und Oberflächengestalt	165
2. Untersuchungsgang	168
3. Hydrologische Verhältnisse	168
a) Wasserstände	168
b) Chemismus des Gewässers	169
4. Pflanzenbesiedlung	174
a) Besiedlung der Hänge	174
b) Besiedlung der Ufer und der größeren freien Flächen	174
c) Besiedlung des Wassers	175
5. Unterschiedliche Verbreitung der Dreikantmuschel im Restloch Pahnna und deren Gründe	179
IV. Zusammenfassung	184
V. Literaturverzeichnis	185

I. Einleitung

Das Thema der Staatsexamensarbeit lautete: „Faunistisch-ökologische Untersuchungen über die Wandermuschel *Dreissena polymorpha* PAL-LAS“. Die 1965 angefertigte Arbeit ist in drei Teile gegliedert. Der erste

Abchnitt beschäftigt sich mit der Ausbreitung von Dreissena und den Ursachen ihrer Verbreitung seit ihrer Einschleppung um 1820. Die Gründe für ihren Rückgang seit der Jahrhundertwende werden untersucht.

Im zweiten Abschnitt versuchten wir festzustellen, welche ökologischen Faktoren für die Ausbreitung und für das Vorkommen von Dreissena Bedeutung haben. Nach Angaben aus der Literatur berechneten wir Ökogramme, aus denen hervorgeht, daß Dreissena als β -mesosaprobe Leitform in das Saprobiensystem einzuordnen ist. Weiter ergab sich, daß Dreissena als Leitform für den Kaliumpermanganatverbrauch und für den Sauerstoff verwendet werden kann. In Versuchen wurde die Wirkung einzelner Abwasserinhaltsstoffe festgestellt. Nach den Laborversuchen, Ökogrammen und feldbiologischen Untersuchungen ist Dreissena als mäßig euryöke Art einzustufen.

Im dritten Teil wird der isolierte Fundort im Braunkohlenrestloch Pahna, das sich in der Nähe von Altenburg am Rande des mitteldeutschen Braunkohlenreviers befindet, näher untersucht.

II. Verbreitung der Dreikantmuschel im Borna-Altenburger-Revier

1964 wurde Dreissena in großen Massen im Restloch Pahna gefunden. Da dieses Vorkommen völlig isoliert liegt, wäre deshalb zunächst zu klären, wie Dreissena in dieses Gebiet gelangte, und wie sie sich im gesamten Bornaer Revier ausgebreitet hat. Das ist von Bedeutung, weil einige der Braunkohlenrestgewässer dieses Gebietes als Brauchwasserreservoir genutzt werden sollen, und die Dreikant- oder Wandermuschel die bekannten Kalamitäten hervorrufen könnte.

Ende Juli und im August 1964 wurden deshalb die Restlöcher im Borna-Altenburger Revier untersucht. Siehe dazu Abb. 1.

Es wurde untersucht:

Staubecken Altwitznitz	am 31. 7. 64
Restloch Großzössen	am 29. 7. 64
Restloch Lobstädt	
Restloch Bubendorf	am 12. 8. 64
Restloch Thräna	
Restloch Pahna	mehrfach
Stausee Windischleuba	mehrfach
Eschefelder Teichgebiet	mehrfach

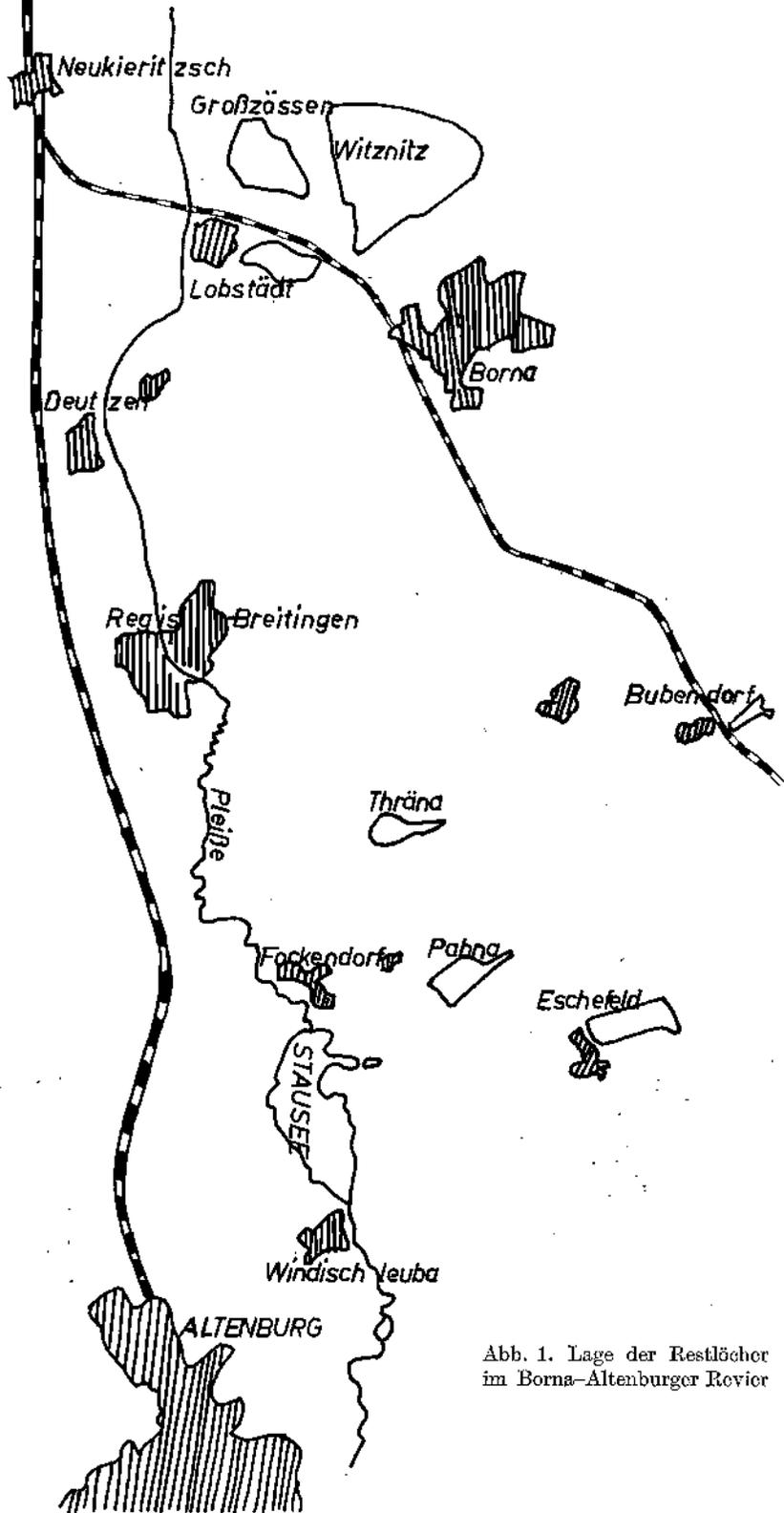


Abb. 1. Lage der Restflächen im Borna-Altenburger Revier

In diesem Gebiet führten MÜLLER (1958) und KALBE (1958/59) bereits Untersuchungen durch. Beide erwähnten Dreissena nicht. MÜLLER setzte 1958 Fischnährtiere aus. Mit diesen wird er Dreissena in die Gewässer Witznitz, Bubendorf und Pahna gebracht haben, denn er gibt an, daß diese drei Restgewässer im Bornaer Revier fischereilich genutzt werden können. Das Vorkommen von Dreissena in Pahna ist also mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Besiedlungsversuche von MÜLLER (1958) zurückzuführen.

Von uns konnte Dreissena in keinem der Gewässer, außer des Pahnaers, festgestellt werden. Nach Angaben von Anglern sollen in Bubendorf einige Schalen gefunden worden sein. Da in dieses Restgewässer aber Abwasser eingeleitet und dadurch eine starke Überstauung hervorgerufen wurde, war die Überprüfung für uns unmöglich. Im Stausee Windischleuba konnte Dreissena trotz mehrmaligen Suchens nicht entdeckt werden. Wie von verschiedener Seite berichtet wurde, muß Dreissena jedoch hier, wenn auch in geringer Zahl, vorgekommen sein. In Altenburg, im Mauritanium, liegt ein Belegstück, daß mehrere junge Wandermuscheln, auf einer Anadonta sitzend, zeigt (Abb. 2).

Es bleibt die Frage offen, warum sich Dreissena in Pahna, aber nicht in Bubendorf und dem Staubecken Altwitznitz ausgebreitet hat. Vergleicht man die Meßwerte der chemischen Faktoren dieser Gewässer

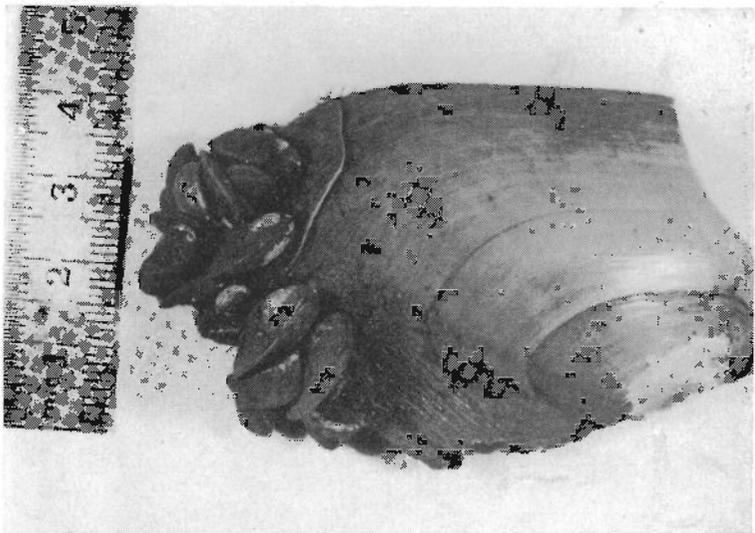


Abb. 2. Junge Dreissena auf Anadonta. Fundort: Stausee Windischleuba (1963)

(MÜLLER 1958, sowie für Altwitznitz und Großzössen KALBE 1958/59) mit den von uns berechneten Ökogrammen, so liegen die Werte alle im Hälftespielraum oder zumindest im Bereich der Kurve der relativen Häufigkeiten in den einzelnen Klassen der Stoffe. Entscheidender müssen also andere Faktoren sein. Der Vergleich der einzelnen Restgewässer zeigt, daß in Panna die günstigsten Lebensbedingungen vorhanden sind. In alle Restgewässer, außer Panna, werden Kühl- oder Spülabwässer eingeleitet. In Altwitznitz sind fast keine Wasserpflanzen vorhanden. Eine zentimeterdicke Kohlenstaubschicht bedeckt stellenweise die Wasseroberfläche. Durch das Sinken des Wasserspiegels schloß sich an den schmalen kiesigen Uferstreifen eine Uferzone aus feinem Braunkohlenschlamm an, in die man beim Betreten tief einsank.

KALBE (1958) gibt für Altwitznitz *Radix ovata* und *Anadonta* an. Diese beiden Arten wurden nicht mehr gefunden, dafür aber war *Unio pictorum* sehr häufig.

Es bot sich nun an, die Umstände für die Ausbreitung im Restloch Panna näher zu untersuchen. Interessant war es auch festzustellen, wie die Pflanzen und Tiere auf die langandauernde Trockenheit der letzten Jahre reagieren. BEER (1955/56) stellte bereits fest, daß die Halden und Kippen, da sie anfangs völlig steril sind, gute Studienmöglichkeiten für den Ablauf der Wiederbesiedlung durch Pflanzen- und Tierwelt bieten. Aus diesem Grund wurden auch die Verhältnisse außerhalb des Wassers und des engeren Uferbereichs, soweit daß unsere Möglichkeiten erlaubten, mit in die Betrachtung einbezogen.

III. Faunistisch-floristische Untersuchungen im Restloch Panna

1. Lage und Oberflächengestalt

Das Restloch des ehemaligen Tagebaues Panna liegt zwischen den Orten Eschefeld und Frohburg nördlich des Fahrweges Panna—Eschefeld.

Der Braunkohlenabbau wurde 1941/42 bis auf kleinere Mengen eingestellt. 1950 kam er gänzlich zum Erliegen. Der Tagebau ist auf den Meßtischblättern Regis-Breitungen und Frohburg (Regis-Breitungen 4940(58) und Frohburg 4941(59)) zu finden.

Für 1960 liegt ein geologisches Gutachten von MÜLLER (Freiberg) vor. Die größte Nord-Südausdehnung des Restloches beträgt 1000 m, die größte Ost-Westausdehnung ebenfalls 1000 m. Die Sohle des ehemaligen Tagebaues liegt bei +158 bis +159 m NN, der Rand in einer Höhe von +179 bis +185 m NN.

Weitere Angaben sind in den Abb. 3, 4, 5, 8 und 10 zu entnehmen. Das Restloch liegt auf dem Kamm eines ostwestlich gestreckten Höhenzuges. Die Beschaffenheit der einzelnen Schichten und der Sohle des Restloches sind im wesentlichen aus den Abb. 5 und 8 ersichtlich. Nur die südöstliche Hälfte wurde verkippt, die nordwestliche blieb offen. Hier liegt das alte Braunkohlenflöz frei. Die noch anstehenden Schichten tertiären Ursprungs und somit auch die verkippten Massen weisen des öfteren

Lage der Restlöcher und Kippen der ehemaligen Braunkohlentagebaue Kraft I und Pahnna

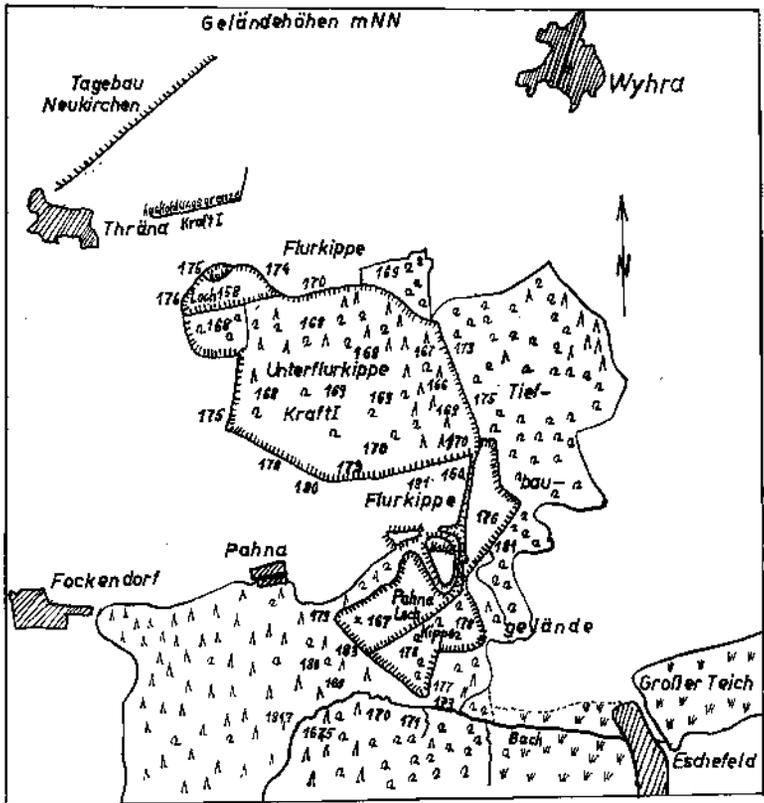


Abb. 3. Lage der Restlöcher und Kippen der ehemaligen Tagebaue Kraft I und Pahnna

Toneinlagerungen bis zu einer Mächtigkeit von 2 m auf. Die eiszeitlichen und tertiären Sande sind gute Grundwasserleiter. Da der Wasserspiegel des von Eschefeld kommenden Baches, der in rund 1 km Entfernung am südwestlichen Teil vorbeifließt, bei +169 m NN bis +170 m NN liegt, kann im Restloch auch ohne Brauchwasserentnahme der Wasserstand nicht höher als +170 m NN sein (MÜLLER 1960). Südlich wird das Restloch von Teilen des Deutschen Holzes begrenzt.

Östlich des ehemaligen Tagebaues dehnt sich eine Hochfläche (+182 m NN bis +185 m NN) aus, nördlich, in einer Entfernung von rund 500 m, die Unterflurkippe des ehemaligen Tagebaues Kraft I/Thräna.

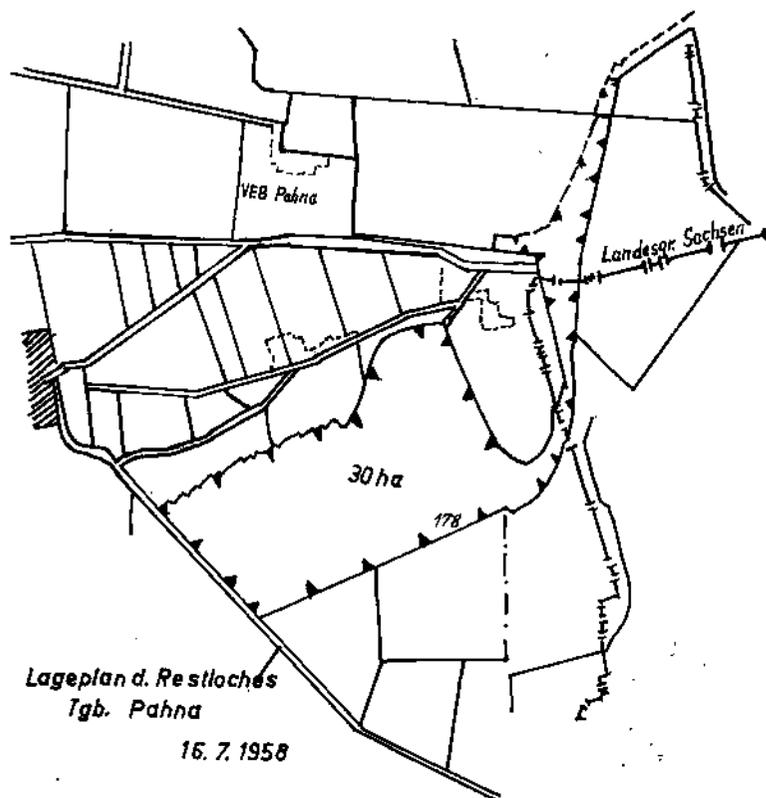


Abb. 4

Schnitt durch die ehemaligen Tagebaue „Kraft I“ und Pahna

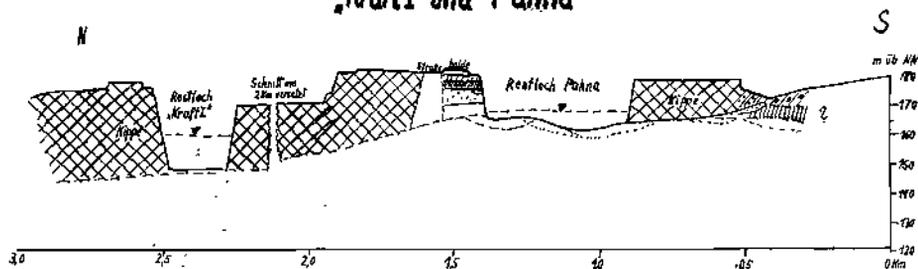


Abb. 5. Geologischer Schnitt durch die Restlöcher Kraft I und Pahna

2. Untersuchungsgang

Im Zeitraum von Juli bis November führten wir im Restloch Pahna mehrere Untersuchungen durch. Es wurden Wasserproben entnommen, Lotungen vorgenommen, Temperaturen gemessen und die Besiedlung des Profundals mit dem Bodengreifer festgestellt.

3. Hydrologische Verhältnisse

a) Wasserstände

Die Entwicklung der Wasserstände und somit des vom Wasser bedeckten Gebietes ist aus den Abb. 6 und 7 ersichtlich.

Im Mai 1956 war eine Fläche, die der von 1964 (ca. 18 ha) entsprach, überflutet. Mit +168 m NN war im Sommer 1958 der höchste Wasserstand erreicht. Zu diesem Zeitpunkt führte auch MÜLLER seine Untersuchungen durch. Das Wasser stand bis an die steil abfallenden Hänge (Böschungswinkel im Durchschnitt bis 40°).

1963 wurden von der Markscheiderei des BKW Thräna Lotungen vorgenommen. Diese und unsere Messungen 1964 sind in Abb. 8 und 9 eingetragen. Aus Abb. 8 und Abb. 6 kann man die Wassertiefe und die Größe der überfluteten Fläche in den einzelnen Jahren abschätzen. Da 1958 die Brauchwasserentnahme begann, fiel der Wasserspiegel ständig, zumal in diesen Jahren ein meist hohes Niederschlagsdefizit vorhanden war. Im August/September 1964 erreichte der Wasserstand, bedingt durch die langandauernde Trockenheit bei ständiger Wasserentnahme einen extrem niedrigen Wert. Für die Untersuchung der Dreissena-bestände war dieser Zeitpunkt deshalb besonders günstig.

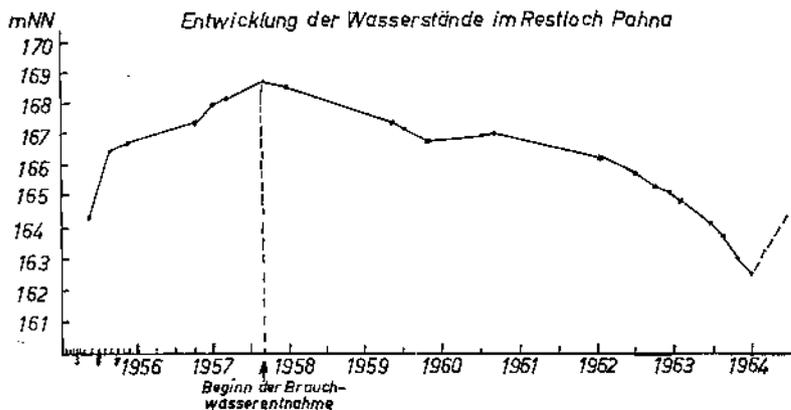


Abb. 6. Wasserstände (nach Angaben des BKW Thräna)

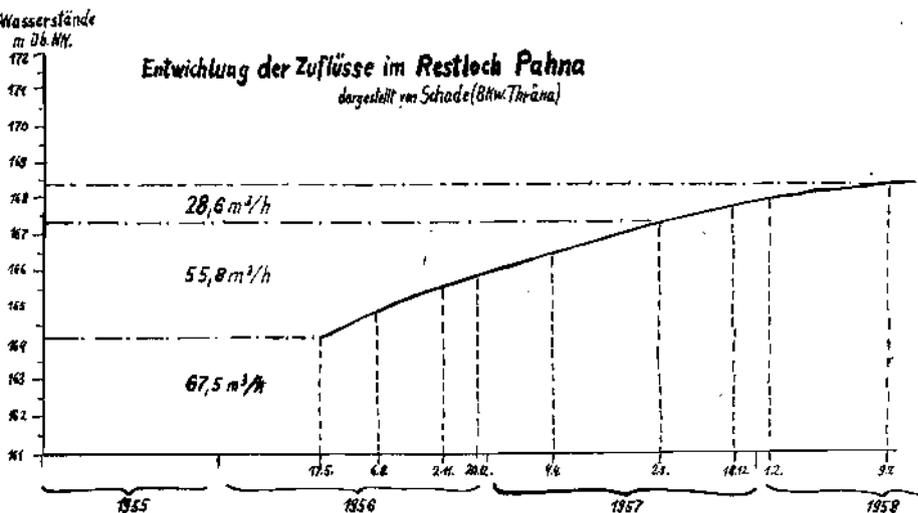


Abb. 7. Zuflüsse

b) Chemismus des Gewässers

An verschiedenen Stellen des Restloches wurden Wasserproben entnommen und untersucht. Die höchste von uns festgestellte Lufttemperatur betrug 33 °C (gemessen am 27. 8. 64).

Die angewendeten Methoden und Bestimmungen sind aus folgender Übersicht zu ersehen:

Tabelle 1

Untersuchter Faktor	Methode	Quellenachweis
Temperatur des Wassers	Thermometer (1/10°)	—
pH-Wert	Stuphanpapier	—
Sauerstoff	titrimetrisch nach WINKLER	Standardmethode 1961
Sichttiefe	Secchi-Scheibe	—
Fünftägiger biochemischer Sauerstoffverbrauch BSB ₅	nach HELLER	HELLER 1952
Kaliumpermanganatverbrauch	nach KUBEL/TEMANN in saurer Lösung	Deutsche Einheits- verfahren
Salzsäurebindungsvermögen	titrimetrisch mit Salzsäure	OHLE 1952
Eisen	mit Ammoniumrhodanid kolorimetrisch nach CZENSNY	CZENSNY 1960
Chlorid	maßanalytisch nach MOHR	Deutsche Einheits- verfahren 1954
Gesamthärte		CZENSNY

Nachfolgend sind die Meßergebnisse unserer Untersuchungen zusammengestellt. Die Entnahmestellen der Wasserproben sind in Abb. 9 mit römischen Ziffern eingetragen.

Tabelle 2

Entnahmeort	Wassertiefe (m)	Temperatur (°C)	Sichttiefe (%)
I	1,20	19,1	100
II	2,20	19,1	100
III	3,10	19,2	100
IV	3,50	18,7	100
V	3,00	18,6	100
VI	3,00	18,7	100
VII	0,60	19,3	100
VIII	1,50	19,2	100
IX	—	—	—

Die Lufttemperatur betrug zum Zeitpunkt dieser Untersuchung 15 °C, es war windig.

Die nachstehenden Tabellen geben Auskunft über Salzsäurebindungsvermögen (SBV) (in ml/n HCl pro Liter), Kaliumpermanganatverbrauch (KPV in mg/l), Sauerstoffgehalt (in mg/l), Gesamthärte (in °DH = Deutscher Härte), Karbonathärte (°DH), Chlorid (Cl in mg/l) des Restgewässers.

Tabello 3

Entnahmestelle	Entnahmetiefe m	°C	SBV			KPV		
			31.8.	30.10.	7.11.	31.8.	11.6.	30.10.
I	0	19,4	1,8	—	—	—	—	—
III	2,0	19,2	—	—	—	—	—	13
IV	3,5	18,6	2,1	2,55	2,2	24	15,1	—
V	0	19,3	2,1	—	—	22	14,8	—
VI	3,6	18,7	—	—	—	—	—	—
VII	0	19,2	—	2,2	—	22	—	13
VIII	0	19,4	—	2,3	2,3	20	—	22
Kl. Loch	0	19,5	3,6	—	3,4	25	—	—
Kanal	0	12,7	—	—	3,1	—	—	—

	m	°C	Sauerstoff		Gesamthärte		
			31.8.	7.11.	30.10.	30.10.	11.6.
I	0	19,4	—	—	—	—	—
III	2,0	19,2	19,0	11,4/5	°C	10,93	—
IV	3,5	18,6	19,4	—	—	21,3	21,5
V	0	19,3	20,2	12,1/6	°C	—	20,8
VI	3,6	18,7	19,3	—	—	11,01	—
VII	0	19,2	21,0	—	—	12,37	—
VIII	0	19,4	22,0	11,08/5	°C	12,44	—
Kl. Loch	0	19,5	16,4	10,34/6	°C	—	—
Kanal	0	12,7	—	10,3/6,5	°C	—	—

	m	°C	Karbonathärte			Chlorid		
			30.10.	7.11.	11.6.	31.8.	30.10.	7.11.
I	0	19,4	—	—	—	73,9	—	—
III	2,0	19,2	7,14	6,15	—	74,4	—	—
IV	3,5	18,6	—	—	6,4	—	86,5	85,0
V	0	19,3	—	—	6,3	92,4	—	—
VII	0	19,2	6,16	—	—	73,6	87,0	93,0
VIII	0	19,4	7,15	6,44	—	—	86,5	—
Kl. Loch	0	19,5	—	9,52	—	128	—	90,0
Kanal	0	12,7	—	8,68	—	—	—	87

Die Entnahme aller Proben, außer der am 31. 8. 1964, erfolgte an der Oberfläche. Die in der Spalte Entnahmetiefe angegebenen m und Temperaturen beziehen sich nur auf den 31. 8. 1964.

Der Durchschnitt der pH-Werte aller Stellen betrug am 30. 8.: 7,0, am 11. 6.: 7,5. MÜLLER stellte 1958 Werte von 7,1 und 7,5 fest.

Die Untersuchungsergebnisse wurden uns vom BKW Thräna freundlicherweise überlassen.

Durch den niedrigen Wasserstand war der Quellhorizont am SW-Ufer angeschnitten. Hier entsprangen mehrere Quellen mit 12,3°C Wassertemperatur. Im Kleinen Loch wurde eine Wassertemperatur von 19,4°C gemessen (windgeschützte Lage). Im „Verbindungskanal“ gibt es ebenfalls mehrere Quellen. Vom Ende des Kleinen Loches bis zur Stelle D (vgl. Abb. 8) am Einfluß in das Restloch wurden in Abständen von mehreren Metern folgende Temperaturwerte festgestellt: 19,3; 19,2; 18,3; 17,4; bei Stelle X (vgl. Abb. 8) 12,4; 12,5; 12,6; 13,4; bei D 13,7°C.

Ab X waren Pflanzen und besonders der Boden mit Eisenoxidhydratschlamm bedeckt. Eisen konnte aber nur in Spuren im Wasser nachgewiesen werden. Das ist jedoch nicht verwunderlich, denn bei dem vorgefundenen Sauerstoffwerten und dem pH-Wert muß das mit dem Grundwasser ankommende Eisen augenblicklich ausfallen (WALTER 1964).

In Tab. 3 sind einige chemische Untersuchungswerte aufgeführt. Vergleicht man die Werte, so sieht man bei Beachtung der Fehlergrenzen nur unwesentliche Änderungen an den einzelnen Entnahmestellen. Etwas höhere Werte des Salzsäurebindungsvermögens, bei Chlorid und der Karbonathärte sind im Kleinen Loch festzustellen. Die Sauerstoffwerte liegen etwas niedriger. Am NO-Ufer bei Stelle L (vgl. Abb. 8 und 9) ist der Sauerstoffgehalt etwas höher (stärkste Pflanzenentwicklung). Temperatur- und Sauerstoffwerte vom 31. 8. 1964 zeigen eine geringe Abnahme zum Grund hin. Trotzdem ist das Restloch durch die durchschnittlich nicht allzu große Tiefe ziemlich gut durchmischt. Wie MÜLLER bereits 1958 feststellte, sind die Sauerstoffverhältnisse ähnlich wie in oligotrophen bis schwach eutrophen Seen. Dieser Trophiegrad dürfte auch 1964 noch gelten, wobei er sich am NO-Ufer und besonders im Kleinen Loch mehr zur eutrophen Seite hin verschoben hat.

Vergleicht man die 1964 ermittelten chemischen Werte mit denen von MÜLLER 1958, so haben sich der Kaliumpermanganatverbrauch, das Salzsäurebindungsvermögen und die Chloridwerte erhöht.

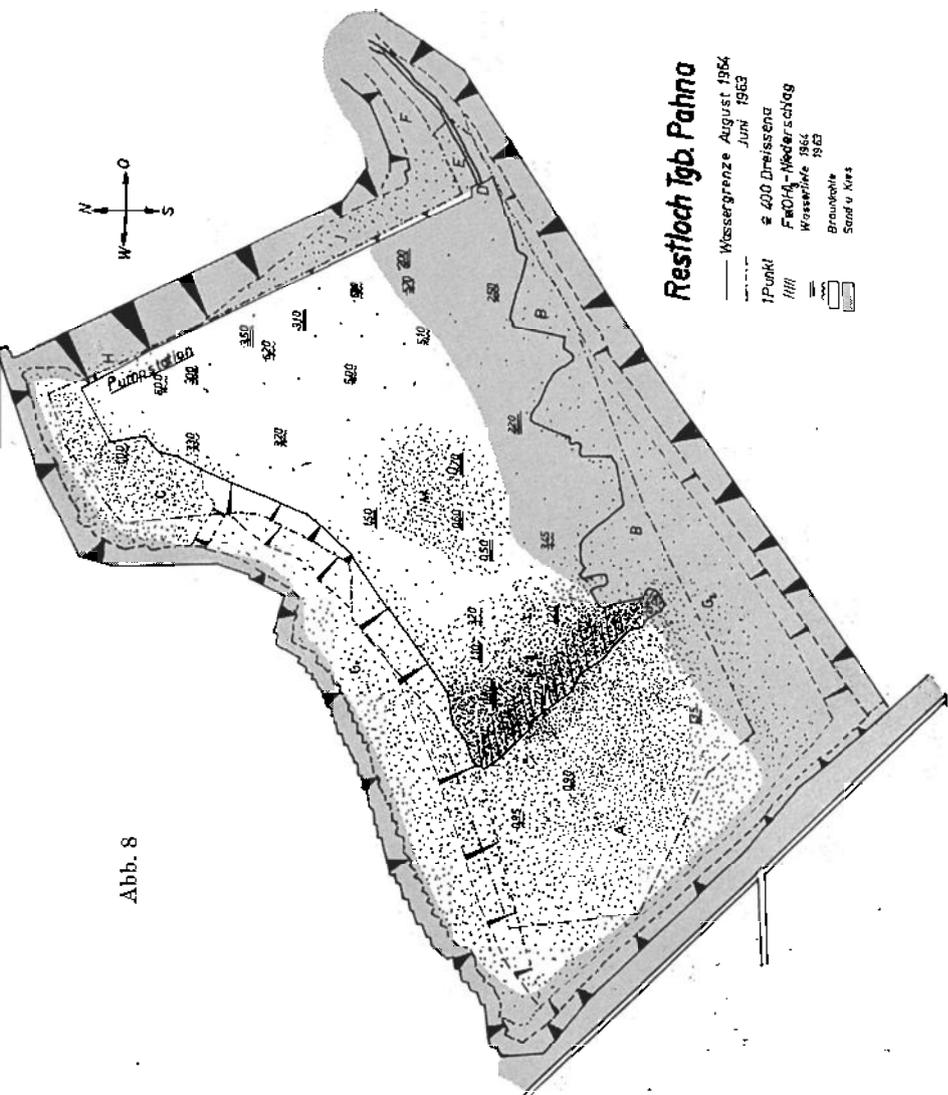
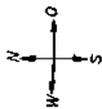
Nachfolgend einige der von MÜLLER (1958) ermittelten Werte:

Kaliumpermanganatverbrauch	12,9 mg/l
Salzsäurebindungsvermögen	1,6 ml/n HCl
pH-Wert	7,5
Chlorid	25,0 mg/l

Abb. 8

Restloch Igb Pahna

- Wassergrenze August 1964
- Juni 1963
- ⊙ 400 Dreissena
- FWDQ - Weidenschlag
- Wasserspiele 1964
- Wasserspiele 1963
- Braunkohle
- Sand u. Kies



3. Pflanzenbesiedlung

Im wesentlichen können wir zwei Lebensgemeinschaften unterscheiden, nämlich die des Wassers und die des Landes. Beide wurden untersucht. An Ufern und Hängen nahmen wir Pflanzen auf. Die Bestandsaufnahme erfolgte vereinfacht nach BRAUN-BLANQUET. Es wurde versucht, die vorgefundenen Pflanzenbestände in die soziologischen Kategorien einzuordnen. Die Ergebnisse sind in den Abb. 9 und 10 dargestellt.

a) Besiedlung der Hänge

Die die beiden Restlöcher begrenzenden, steil abfallenden Hänge sind unterschiedlich dicht bewachsen. In einigen Fällen (NO-exponierter Hang) ist eine ziemlich weit entwickelte Kahlschlag-Gesellschaft auf dem kiesigen Untergrund ausgebildet (Bedeckung bis 80%). Nach BEER (1955/56) ist das die höchste Entwicklungsform der Gesellschaften in diesem Kippengebiet. Die Ausbildung dieser und der anderen Gesellschaften in dem relativ kurzem Zeitraum (endgültige Stilllegung 1950) ist verständlich, denn durch das artenreiche Gebiet südlich und nordwestlich des Restloches (Deutsches Holz, Eschefeld) sind günstige Besiedlungsmöglichkeiten gegeben.

An dem ostexponierten Hang des Kleinen Loches hat die *Calamagrostis-epigeios*-Gesellschaft einen Deckungsgrad von 100%. Sie ist ebenfalls am unteren Saum der Hänge ausgebildet. An den von diesen Gesellschaften besiedelten Hängen sind streckenweise noch stärkere Erosionswirkungen festzustellen.

b) Besiedlung der Ufer und der größeren freien Flächen

Wenn im folgenden Text Hänge und Ufer einfach mit Himmelsrichtungsangaben versehen werden, dann sind die in dieser Richtung exponierten Hänge oder Ufer gemeint.

An die *Calamagrostis-epigeios*-Gesellschaften am Fuße der Hänge schließt sich am SO-Ufer ein Gebiet mit geringer Vegetation an. Am Südteil des südwestlichen Ufers bei Stelle I (vgl. Abb. 9) sowie auf den kleineren Erhebungen des hügeligen kiesigen Ufers im NW findet man einen Vogelknöterich-Trittrasen (*Polygonion aviculare* Farbl.).

Die im folgenden Text noch beschriebenen Pflanzengesellschaften wurden in Anlehnung an BEER (1955/56) sowie PASSARGE (1964) eingeordnet. Wie Aufnahme I zeigt, kommt es zu Überschneidungen und Vermischungen der einzelnen Pflanzengesellschaften (siehe auch BEER 1955/56).

Am SO-Ufer bei C (Abb. 9), auf der großen freien Fläche zwischen NO-Hang und NO-Ufersaum (Aufnahme A, Abb. 9), haben sich in Absatzerrinnen Zweizahn-Gesellschaften (*Bidention tripart.*) angesiedelt.

Auf diesem noch feuchten Braunkohlenschlamm ähnelt sie am meisten dem *Polygonetum hydropiperis* LOHM. Diese Gesellschaft ist ebenfalls in den Senken und Vertiefungen des NW-Ufers anzutreffen (vgl. Abb. 9, bei B). Auf dem kiesigen Untergrund ist in den Senken Feinboden eingeschwemmt worden. Auf tonigen Einschlüssen ist teilweise die zu den Klettengesellschaften zu rechnende Huflattichgesellschaft zu finden. Dieses *Tussilaginietum* wurde in Abb. 9 nicht extra gekennzeichnet und der Einfachheit halber mit zu den Zweizahngesellschaften gezählt.

Auf dem schlammigen, wenige Wochen vorher noch überfluteten, NNO-Ufer war die zu den Zweizahngesellschaften gehörende Gifthahnenfußgesellschaft (*Ranunculetum scelerati* SISS.) vertreten. BEER (1955/56) faßte ähnliche Gesellschaften halboher Kräuter bei der Untersuchung der Espenhainer Hochkippe zu den Pioniergesellschaften (außer dem Vogelknöterichtrittstrasen) zusammen.

Aus dem seit 1959 ständig absinkenden Wasserspiegel kann man sich teilweise die Pflanzenbesiedlung erklären. Die *Calamagrostis-epigeios*-Gesellschaft am Fuße des NO- und des SO-Hanges ist wahrscheinlich das Stadium einer Sukzession, die sich über die Gifthahnenfußgesellschaft und Wasserpfeffergesellschaft entwickelt hat. Die Lage des Igelkolben-Flußkleinröhrchtes (*Sparganietum simplicis* Tx.) und der zu den Strandlingsgesellschaften gehörigen Nadelbinsengesellschaft (*Eleocharitetum acicularis* W. KOCH) ist aus Abb. 9 und Abb. 10 ersichtlich.

Nachfolgend sind einige Pflanzenaufnahmen in einer Tabelle zusammengefaßt. Die Buchstaben geben den Standort an (siehe Abb. 9, 10). Die Werte, außer bei C, wurden aus verschiedenen Bestandsaufnahmen gemittelt.

Weitere in den Beispielen nicht aufgezählte Arten: *Eupatorium cannabinum*, *Sonchus asper*, *Cerastium semidecandrum*, *Senecio vulgaris*, *Solidago virgaurea*, *Juncus effusus*, *J. conglomeratus*, *J. inflexus*, *J. bufonius*, *Myosotis palustris*, *Myosotis laxa*, *Agrostis stolonifera*, *Epilobium montanum*, *Epilobium hirsutum*, *Lotus corniculatus*, *Verbascum thapsus*.

Folgende Pflanzen der Kahlschlaggesellschaft gehen auf Anpflanzung zurück: *Hippophae rhamnoides*, *Alnus incana*, *Rhamnus frangula*, *Pinus silvestris*, *Salix caprea*.

c) Besiedlung des Wassers

Wie aus den Abb. 9 und 10 ersichtlich ist, sind das Kleine Loch und der „Verbindungskanal“ (oberer Teil 5m, unterer Teil 1 m breit) stark von Pflanzen bedeckt. Im eigentlichen Restloch war am SW-Ufer überhaupt kein Litoral ausgebildet. Am SO- und NW-Ufer war oft nur eine spärliche Entwicklung von Pflanzen zu verzeichnen. Eine reiche Pflanzenbedeckung ist am NO-Ufer bei L und auf der seichten Stelle bei M (vgl.

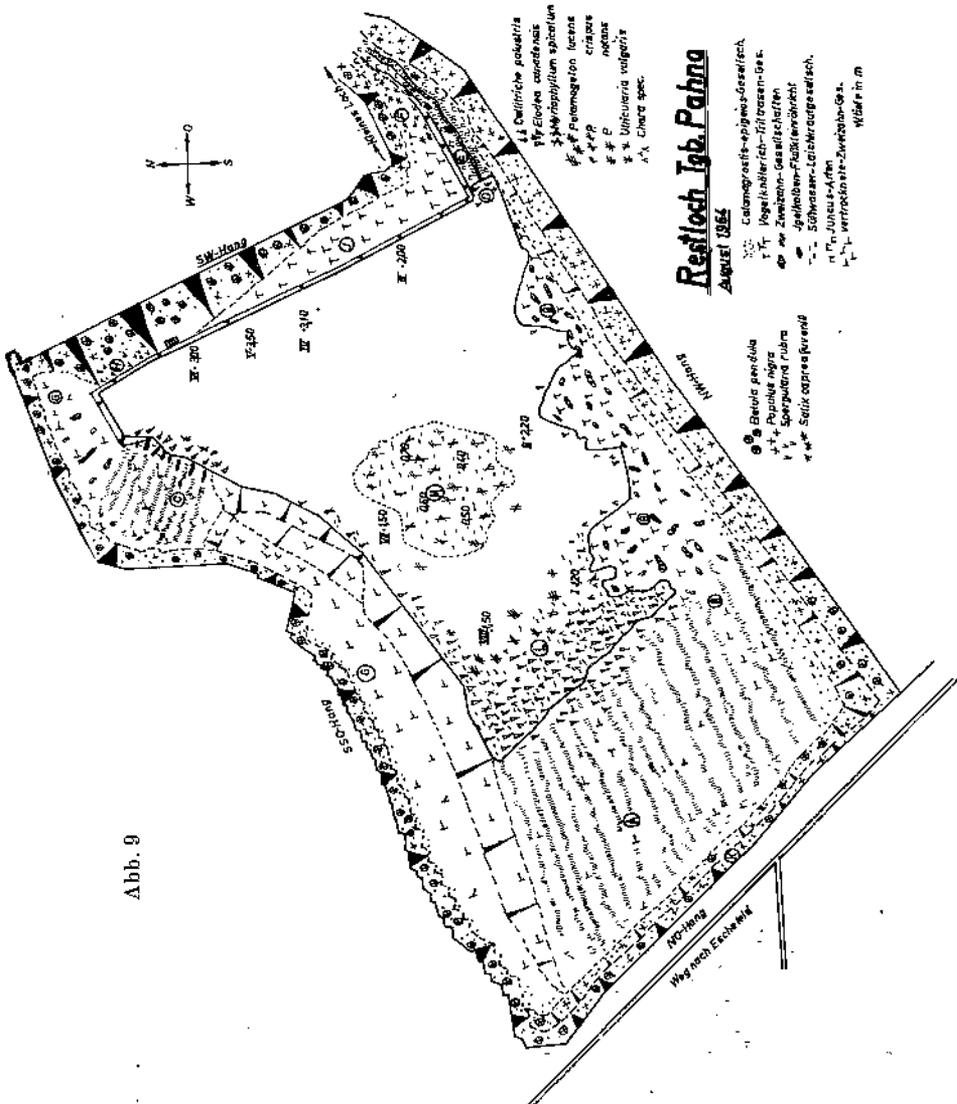
Beispiele für Gesellschaften der feuchten Senken und Rinnen

Aufnahmeort	A	B ₁	B	C	O
Bedeckung	35—45	80	40—80	50—65	25%
<i>Polygonum lapathifolium</i>					
var. <i>genuinum</i>	1—3	2	1—2	1—2	—
<i>Tussilago farfara</i>	1	1	1—2	1—2	2
<i>Senecio viscosus</i>	—	2	2	—	—
<i>Polygonum hydropiper</i>	—	—	—	—	—
<i>Poa annua</i>	—	+—1	1	—	—
<i>Alopecurus geniculatus</i>	r—1	+	+	r—1	—
<i>Rumex maritimus</i>	—	+	r—+	—	—
<i>Epilobium adnatum</i>	—	—	—	—	1
<i>Chenopodium rubrum</i>	—	r	r	—	—
<i>Cirsium arvense</i>	r—1	r	r	r	—
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	—	r	r—+	—	—
<i>Ranunculus sceleratus</i>	—	r	r—1	r	—
<i>Sagina procumbens</i>	r—+	—	+	—	—
<i>Lycopus europaeus</i>	r—+	—	—	r—+	r
<i>Betula pendula</i> (K)	+—1	—	—	+	—
<i>Populus nigra</i> (K)	r	—	—	—	+
<i>Rorippa silvestris</i>	—	—	r—+	—	—
<i>Bidens tripartita</i>	—	—	—	+—1	—
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	—	—	—	r	—

Beispiele für Calamagrostis-Gesellschaften

Aufnahmeort	Q	SW-Hang	NW-Hang (bei I)	Übergangs ges. I
Bedeckung	80—100	45	80—90	25%
<i>Calamagrostis epigeios</i>	4	2—3	4	+—1
<i>Agrostis tenuis</i>	—	—	r—+	—
<i>Lupinus polyphyllus</i>	1—2	—	2	+—r
<i>Erigeron canadensis</i>	r	—	+	r—1
<i>Trifolium arvense</i>	—	—	r—+	—
<i>Hieracium pilosella</i>	—	—	r—+	—
<i>Oenothera rubricaulis</i>	r—+	+—1	+	r
<i>Cirsium arvense</i>	—	r	—	r
<i>Fragaria vesca</i>	+—2	—	—	—
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	—	r—+	—	—
<i>Polygonum aviculare</i>	—	—	—	r—1
<i>Poa annua</i>	—	—	r	r

Abb. 9



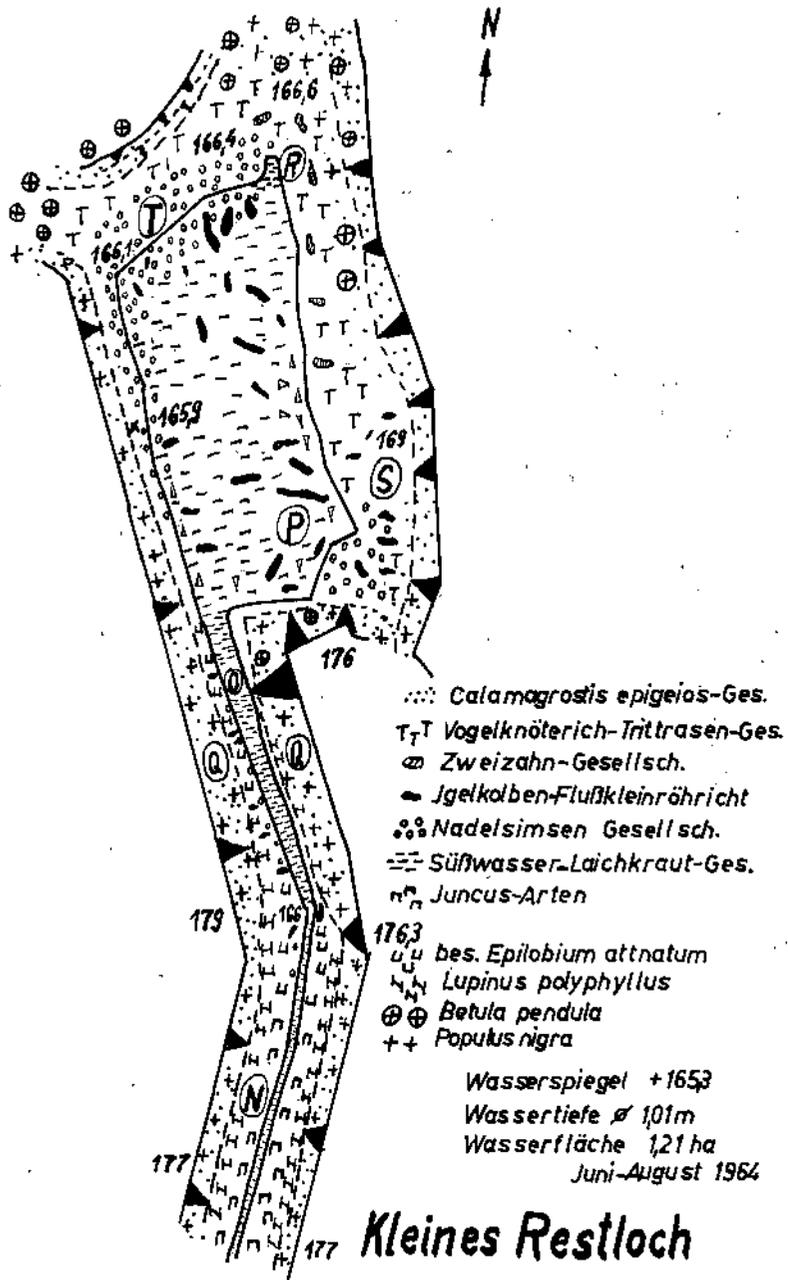


Abb. 10

Abb. 9) zu finden. Alle Pflanzenbestände, außer dem *Eleocharitetum acicularis* W. KOCH und dem *Sparganietum simplicis* TX. des Kleinen Loches, gehörten den Süßwasser-Laichkraut-Gesellschaften (*Potametalia* W. КОСХ) an. Die stärkste Bedeckung (100%) und artenreichste Assoziation wurde im Verbindungskanal festgestellt. Im Kleinen Loch lag ebenfalls eine durchschnittliche Bedeckung von 80–100% vor. Im Restloch zeigte sich bei der Besiedlung und der Pflanzenentwicklung eine deutliche Abhängigkeit von Wassertiefe und Bodenbeschaffenheit. Bei geringer Wassertiefe entwickelt sich auf dem Braunkohlenuntergrund am SO-Ufer (Bedeckung wechselnd 10–25%) sowie bei L (Bedeckung bis 100%) die Wasserpest-Gesellschaft (*Elodeetum canadensis* PIGN.), während man bei M (vgl. Abb. 9) eher von einer Spiegellaichkraut-Gesellschaft (*Potametum lucentis* HUMCK.) sprechen könnte. Am NO-Ufer waren die Bedingungen so günstig, daß hier die selten blühende *Elodea canadensis* MICHX. voll zur Entwicklung kam.

Folgende Arten wurden festgestellt: *Elodea canadensis*, *Utricularia neglecta* (flor.), *Myriophyllum spicatum* (flor.), *Potamogeton natans*, *Chara spec.* (mehrere Arten), *Tribonema spec.*, *Potamogeton lucens*, *P. crispus*, eine Reihe nicht näher untersuchter Algen, *Ranunculus aquatilis*, *Glyceria fluitans*, *Callitriche pallustris*, *Eleocharis acicularis*, *Lemna polyrrhiza*.

Die Pflanzen wurden von einer Schicht kohlensauren Kalkes bedeckt.

4. Unterschiedliche Verbreitung von *Dreissena* im Restloch Pabna und deren Gründe

Im Restloch Pabna konnte eine Massenentwicklung von *Dreissena* beobachtet werden. Es fiel jedoch die ungleichmäßige Besiedlungsdichte auf. Zu deren genaueren Ermittlung wurde an verschiedenen Stellen die Individuenzahl pro m² durch Auszählen ermittelt. Zur Feststellung der früheren Besiedlung wurden die Schalen an den Ufern gezählt. Die Ergebnisse sind in Abb. 8 veranschaulicht. Aus dieser Abbildung sind gleichzeitig die Bodenverhältnisse ersichtlich. Bei der Betrachtung fällt auf, daß das NO-Ufer sehr stark besiedelt ist. Weiterhin ist das starke Auftreten in der SO-Ecke und die mäßige Verbreitung am SO-Ufer festzustellen. Anfangs vermuteten wir eine Abhängigkeit von Chemismus des Wassers. Wie bereits weiter oben angeführt, sind an den verschiedenen Stellen keine wesentlichen Unterschiede zu bemerken. Zwar liegen einige Werte im Kleinen Loch etwas höher; *Dreissena* würde allerdings hier nicht gefunden. Alle festgestellten Werte liegen aber, wie ein Vergleich mit den von uns berechneten Ökogrammen zeigt, im Hälftespielraum. Beim Betrachten der Abb. 8 und 9 kann man eindeutig den Einfluß von zwei Faktoren für die unterschiedliche Besiedlungsdichte

im Restloch erkennen. Das sind die Bodenbeschaffenheit und die Pflanzenbesiedlung.

Dreissena tritt an Stellen häufig auf, an welchen sie gute Anheftungsmöglichkeiten findet, die durch Braunkohlenstücke und teilweise große Steinbrocken (vgl. Abb. 11) an den beschriebenen Orten vorhanden sind.

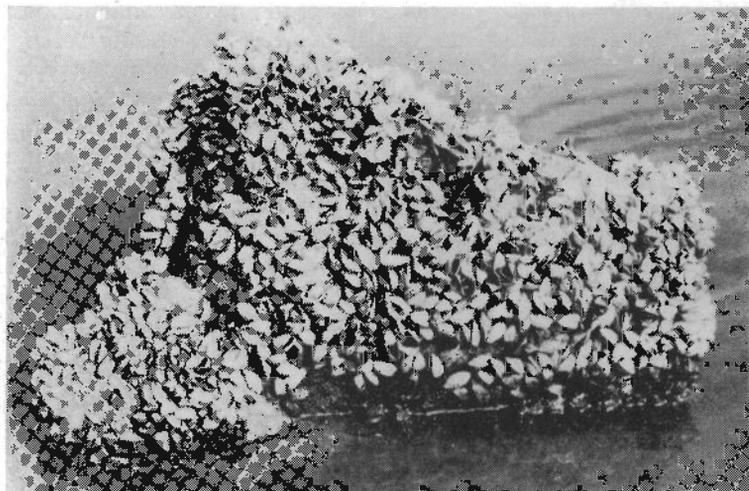


Abb. 11. Von *Dreissena* bedeckter Steinbrocken am NO-Ufer des Restloches Pahna

Am sandigen Ufer findet man *Dreissena* nur vereinzelt. Auf den 1964 trocken liegenden NW-Ufer konnten nur 20–30 Stück pro Quadratmeter gezählt werden, ebenso bei I (vgl. Abb. 8) am SW-Ufer. Diese Gebiete waren 1963 noch überflutet. Für die geringe Besiedlung sind wahrscheinlich zu einem bestimmten Teil die anthropogenen Einwirkungen mit verantwortlich zu machen (Badebetrieb).

Weiterhin sieht man beim Vergleich der Abbildungen die deutliche Abhängigkeit vom Pflanzenbewuchs. *Dreissena*, als Detritusfresser, fand deshalb besonders am NO-Ufer die günstigsten Ernährungsbedingungen. Das zeigt sich auch in der Zusammensetzung der übrigen Tierwelt, die im Vergleich zu anderen Stellen des Restloches auf Grund der gut entwickelten Produzentenschicht am reichsten ausgebildet war. Es wurde ein Saprobiewert von 1,84 ermittelt.

Zwischen dem Pflanzengewirr im gut durchwärmten Wasser waren neben den Dreissnabeständen folgende Arten vertreten:

<i>Radix ovata</i>	sh	Larven von:	
<i>Anodonta cygnea</i>	s	<i>Chaoborus plumicornis</i>	s
<i>Radix auricularia</i>	h	<i>Corixa spec.</i>	sh
<i>Nepa rubra</i>	sh	<i>Cloen dipterum</i>	sh
<i>Aeschna</i>	sh	<i>Coenagrionidae</i>	sh
<i>Sympetrum</i>	h		
<i>Agabus spec.</i>	h		
<i>Haliplus laminatus</i>	sh		
<i>Siablis spec.</i>	s		

sh = sehr häufig bis massenhaft, h = häufig, s = selten.

Planktonuntersuchungen wurden nicht durchgeführt. MÜLLER gibt 1958 8 Phytoplankter und 9 Zooplankter an. Recht interessant waren die Bemerkungen mehrerer Angler über die sehr gute Karpfenentwicklung in den im allgemeinen an Nährtieren recht armen Gewässern. Größere *Cyprinus carpio* fressen Wandermuscheln und wachsen dadurch gut. Wie einige Angler beim Wässern feststellten, erbrechen sie die unverdaulichen Schalen wieder. Auch SEBESTYEN (1937) gibt aus dem Plattensee den Karpfen als Hauptfeind der Dreissnabestände an (nach BRONN 1955).

Eine ähnliche Fauna wie die oben erwähnte konnte nur noch in der westlichen Ecke des SO-Ufers festgestellt werden. Selbst im pflanzenreichen Verbindungskanal und im Kleinen Loch war höchstens ganz vereinzelt einmal ein Vertreter der genannten Gattungen zu finden. Lediglich *Lymnaea stagnalis* war im „Kleinen Loch“ häufig. Dagegen war der Verbindungskanal von anderen Mollusken völlig unbesiedelt.

Zwei Fragen tauchten in diesem Zusammenhang auf. Einmal erscheint es verwunderlich, daß sich *Dreissena* nicht in den Rohren der Pumpstation am SW-Ufer festsetzte und zum anderen nicht im Kleinen Loch zu finden war.

Das Nichtbesiedeln der Rohrleitungen ist um so erstaunlicher, als *Dreissena* 1962 und 1963 in unmittelbarer Nähe aufgetreten sein muß. Vom Hauptverbreitungsgebiet am NO-Ufer gelangten bei den vorherrschenden westlichen Winden sehr wahrscheinlich Larven in die Nähe der Rohrleitungen. An der Entnahmestelle wurde die größte Wassertiefe festgestellt. 1963 muß sie hier noch über 5 m betragen haben. Da der Saugkorb dicht über dem Grund angebracht ist, nach Angaben von BREITIG (1961) die Larven nur in eine Tiefe von 2 m vordringen, ist die Wahrscheinlichkeit der Besiedlung der Rohre in dem kurzen Zeitraum von wenigen Jahren sehr gering.

Das starke Absinken des Wasserspiegels ermöglichte erst die starke Entwicklung von Dreissena. Zum Zeitpunkt des Aussetzens 1958 war nach Angaben von MÜLLER fast kein Litoralbezirk ausgebildet. Dieser entstand mit dem Sinken des Wasserspiegels. Im Sommer 1961, 1962 und 1963 betrug die Wassertiefe in der NO-exponierten Hälfte des Restloches 0,5–2 m. Hier waren die bereits beschriebenen günstigen Bedingungen für die Ausbreitung von Dreissena gegeben. Als der Wasserspiegel weiter fiel, starb Dreissena auf den trockenfallenden Zonen ab und besiedelte gleichzeitig die neu entstehenden flachen Uferbezirke.

Bei den extremen Bedingungen 1964 mit der starken Absenkung des Wasserspiegels konnte das Massensterben der Dreissena von Ende Juli bis September von uns gut beobachtet werden. Am vorderen Teil des sich weit ausdehnenden NO-Ufers wurden viele Schalen von *Bithynia tentaculata* gefunden. Diese Schnecke konnte dem sinkenden Wasserspiegel nicht folgen. 1964 wurde sie nicht mehr lebend gefunden.

Wie aus Abb. 5 und 8 zu erkennen ist, bestand bei einem Wasserstand von ca. +167 m NN die Möglichkeit des Wasseraustauschs zwischen Großem und Kleinem Loch. Das war 1960 bis Juni 1961, zu einem Zeitpunkt also, an dem wahrscheinlich am NO-Ufer sich Dreissena stärker zu entwickeln begann. Trotz vorherrschender westlicher Winde dürften nicht viele Larven in den Verbindungskanal gelangt sein, denn sehr große Massen werden auch 1960 noch nicht am NO-Ufer vorhanden gewesen sein. Hinzu kommt, daß die damaligen Strömungsverhältnisse schlecht abzuschätzen sind, denn im Verbindungskanal entspringen mehrere Quellen. Weiterhin fiel auf, daß hier auch keinerlei andere Mollusken zu finden waren.

Außer den eben angeführten Faktoren dürften des weiteren die ungünstigen Lebensbedingungen trotz des reichen Pflanzenwachstums eine Rolle spielen. Bereits erwähnt wurden die niedrigen Temperaturen. In dem ruhigen, fast stehenden pflanzenreichen Wasser des oberen Teiles des Verbindungskanals wurden nur vereinzelt *Sigara spec.*, aber keinerlei Wasserkäfer oder Insektenlarven gefunden. Ebenso im Kleinen Loch, auf dessen Wasseroberfläche lediglich *Gerris spec.* häufig vorkam.

Im rasch fließenden Wasser (im August 12–13°C!) des unteren Teiles des Verbindungskanals (bei N in Abb. 10) kam hinzu, daß ein dichter Überzug von Eisenoxidhydrat Pflanzen und Untergrund bedeckte. Für alle Mollusken als Detritusfresser ist das eine extreme Verschlechterung der Ernährungsbedingungen. Außerdem bewirkt Eisenoxidhydrat eine mechanische Reizung und Verklebung der empfindlichen Epithelien der Kiemenatmer (WALTER 1964).

Abschließend ist zu sagen, daß im Litoral und Profundal nur Arten gefunden wurden, die MÜLLER 1958 schon angegeben hatte. *Tubifex spec.*, *Ephemera vulgata*, *Caenis spec.*, *Cordulia aenea* sowie die gewöhn-

lichen Köcherfliegenlarven wurden nicht festgestellt. Allerdings erstreckte sich die Untersuchung nur auf knapp 2 Monate. *Bithynia tentaculata*, *Dreissena*, Wasserkäfer sowie *Nepa rubra* gibt MÜLLER 1958 nicht an.

Im Untersuchungszeitraum wurden die Insekten mit erfaßt. Am feuchten und schlammigen NO- und SO-Ufer waren besonders die Käfer, die mir dankenswerterweise Herr FRANZ TOTZAUER, Gößnitz, bestimmte, in Massen vertreten:

<i>Stenus bimaculatus</i>	sh
<i>Coccinella septempunctata</i> , versch. Variationen	h
<i>Elaphrus uliginosus</i>	h
„ <i>cupreus</i>	
<i>Bembidion ustulatum</i>	h
„ <i>obliquum</i>	h
„ <i>modestum</i>	h

Häufig war weiterhin die Spinne *Arctosa leopardus* (*Lycosidae*).

Arten in Ufernähe und über der Wasserfläche im Großen und Kleinen Loch:

	<i>Cloen dipterum</i>	s
	<i>Leptocercus spec.</i>	massenhaft tot auf dem Wasser treibend
Libellen:	<i>Aeschna cyanea</i>	sh
	„ <i>mixta</i>	h
	„ <i>grandis</i>	s
	<i>Orthetrum cancellatum</i>	s
	<i>Sympetrum vulgatum</i>	sh
	„ <i>scoticum</i>	s
	<i>Lestes sponsa</i>	sh
	„ <i>viridis</i>	sh
	<i>Ischnura elegans</i>	h
	<i>Enallagma cyathigerum</i>	s

Das Massenaufreten der flugfähigen Käfer und besonders der Libellen ist mit großer Sicherheit auf die schlechten Wasserverhältnisse im naheliegenden Eschefelder Teichgebiet zurückzuführen. Der Große Eschefelder Teich war zum Untersuchungszeitpunkt völlig ausgetrocknet. Die angeführten Insekten fanden beim Ausweichen in Pflanzungen günstige Verhältnisse vor. Die oben erwähnten Käferarten konnten an der feuchten Stelle am Abfluß des Eschefelder Groß-Teiches alle beobachtet werden.

Auf den sandigen Ufern und teilweise auf den sandigen Hängen waren zu finden:

<i>Lycosidae:</i>	<i>Philodromus spec.</i>	h
	<i>Lycosa spec.</i>	h
<i>Coleopteren:</i>	<i>Sitona gressorius F.</i>	h
	<i>Liophloeus tessulatus MÜLL.</i>	s
	<i>Cicindela hybrida L.</i>	mh
	<i>Agelastica alni L.</i>	h

mh = mäßiges Vorkommen.

Sehr häufig war auch die Wechselkröte *Bufo viridis* (am 27. 8. 1964 wurden in einer Stunde 41 Individuen gezählt).

An den Hängen des „Verbindungskanals“ waren auf *Lupinus polyphyllus* sehr häufig:

<i>Halysia 22-punctata</i>
<i>Eurydema oleraceum</i>
<i>Anthocomus rufus</i>
<i>Malachius viridis FABR.</i>

An trockenen Standorten waren weiterhin viele Heuschrecken zu finden:

<i>Chortippus brunneus THUNBERG</i>	h
<i>Chortippus biguttulus L.</i>	h

und als wärmeliebende xerophile Art besonders auf dem dunklen Untergrund des SO-Ufers:

<i>Sphingonotus coeruleans</i>	sh
und <i>Oedipoda coerulea L.</i>	

Wie bereits oben gesagt, ist die relativ dichte Besiedlung durch Insekten auf die Lage des Restloches am Rande des Borna-Altenburger Braunkohlenreviers zurückzuführen. Besonders der Molluskenreichtum fällt auf, da die Wahrscheinlichkeit der Molluskenausbreitung geringer ist als die der Insekten. Dies dürfte durch willkürliche (MÜLLER 1958) und unwillkürliche (z. B. Angler) Verbreitung durch den Menschen hervorgerufen worden sein.

IV. Zusammenfassung

Die Verbreitung der Dreikant- oder Wandermuschel *Dreissena polymorpha* PALLAS in den Restlöchern des Borna-Altenburger Braunkohlenreviers wurde festgestellt. *Dreissena* war nur im Restloch Panna bei Altenburg zu finden. Für dieses Restloch wurde die Geologie, die Entwicklung der Wasserstände und der Chemismus des Gewässers untersucht. Diese Tatsachen sind in Beziehung zur Pflanzen- und Tierverbreitung gesetzt. Die Pflanzengesellschaften des Wassers, der Ufer und der

Hänge sind erfaßt worden. Bei der Tierverbreitung wurde versucht, besonders die Ursachen der unterschiedlichen Verbreitung von *Dreissena* im Restloch zu klären. Außer den nur mikroskopisch zu erkennenden Planktonlebewesen und den Fischen wurden die Tiere des Wassers bestimmt. Bei der Besiedlung der Hänge und Ufer ermittelten wir das Vorkommen der Arthropoden (Odonaten, Orthopteren, Hemipteren, Coleopteren, Arachniden). Die Untersuchung wurde im Sommer des an Niederschlägen armen Jahres 1964 durchgeführt. Sie sollen eine Grundlage für die weitere Beobachtung der Sukzession dieses Restloches sein.

V. Literaturhinweise

- BANDT, H. J., u. ALBRECHT: Der bisherige Status von Chemismus und Biologie in der Spree. Wasserwirtschaft—Wassertechnik 1959, 5.
- BEER, W.-D.: Beiträge zur Kenntnis der pflanzlichen Wiederbesiedlung von Halden des Braunkohlenbergbaues im nordwestsächsischen Raum. Wissenschaftliche Zeitschrift der KMU Leipzig, 1955/56.
- BEER, W.-D.: Organismen als Anzeiger der Wassergüte und das Saprobiensystem. Wissenschaftliche Zeitschrift der KMC Leipzig, 1964, 1.
- BREITIG, G.: *Dreissena polymorpha* Pallas als Schädling in Kraft- und Industrieanlagen Norddeutschlands und Versuche zu ihrer Bekämpfung mit Ultraschall. Verhandlungen d. Internationalen Vereinigung d. Limnologie XIV, Stuttgart 1961.
- BROHMER, EHRMANN, ULMER: Die Tierwelt Mitteleuropas. Quelle und Meyer, Leipzig 1962, 2, 1.
- BRONN, H. G.: Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Leipzig 1955.
- BURSCHE, E.-M.: Wasserpflanzen. Neumann-Verlag 1963.
- JAECKEL, S., jun.: Unsere Süßwassermuscheln. Neue Brehm-Bücherei, Leipzig 1952.
- KALBE, L.: Zur Verbreitung und Ökologie der Wirbeltiere an stillgelegten Braunkohlengruben im Süden Leipzigs. Wissenschaftliche Zeitschrift der KMC, Leipzig 1958/59.
- KRÄMER, H. J.: Grundlagen für die Beurteilung der Wirkung ausgefallener Eisenoxidhydrate auf Flora und Fauna natürlicher fließender Gewässer. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel. Springer, Berlin 1924.
- Mehrere Verfasser: *Biologia droisenoi i borba s njei*. Moskau—Leningrad 1964.
- MÜLLER, H.: Hydrogeologisches Gutachten über die Möglichkeit der Wasserfüllung der ehemaligen Gruben Kraft I und Pahna südöstlich von Thäna, Kreis Borna. Geologischer Dienst Freiberg/Sa. 12. 1. 1961. Unveröffentlicht, bei Rat des Bezirkes Leipzig, Büro für Territorialplanung.
- PASSARGE: Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I. Pflanzensoziologie, Jena 1964.
- WALTER, G.: Der Einfluß Eisen-II-haltiger Grubengewässer auf Vorflutorganismen. Dissertation, Cottbus 1964.

Anschrift der Verfasser:

PETER SCHEFFEL, DDR — 7422 Gößnitz, Ernst-Thälmann-Str. 19

DIETMAR SCHLEITHAUER, DDR — 7112 Großdeuben, Martin-Luther-Str. 11

Eingang: 12. 4. 1966