

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
DES NATURKUNDEMUSEUMS GÖRLITZ

Band 46

Leipzig 1971

Nr. 3

Limnologie der Spree unterhalb Bautzen und Erfahrungen
über biologische Verhältnisse in Flußstauseen des Flachlandes

Von ROLF SCHARF

Mit 2 Abbildungen und 1 Tabelle

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	2
II. Geographie, Geologie, Hydrologie	2
III. Pflanzliche und tierische Besiedlung der Spree im Raum Oehna-Niedergurig	2
IV. Biologische Wassergüte und Chemismus der Spree im Raum Oehna-Niedergurig	4
V. Erfahrungen über biologische Verhältnisse in Flußstauseen	9
VI. Vorstellung über die in einer Talsperre unterhalb Bautzen zu erwartenden biologischen Verhältnisse	13
VII. Zusammenfassung	14
VIII. Literatur	15

I. Einleitung

Zur Versorgung der am Spreeunterlauf liegenden Industriebetriebe, insbesondere Großkraftwerke, mit Kühlwasser sowie zur Vorbeugung gegen Hochwasserschäden wird in der Spree und deren Zuflüssen planmäßig ein System von Talsperren und Rückhaltebecken errichtet.

Mit dem Anstau der Fließgewässer ergeben sich Veränderungen in der Wasserbeschaffenheit, veränderte ökologische Bedingungen für die pflanzliche und tierische Besiedlung sowie neue landeskulturelle Gesichtspunkte und Möglichkeiten.

II. Geographie, Geologie, Hydrologie

Die Spree ist das größte im Lausitzer Bergland entspringende Fließgewässer. Sie tritt, nachdem sie die Lausitzer Granitplatte von Süden nach Norden durchschnitten hat, unterhalb Bautzen in ein flaches Hügelland ein, welches allmählich nach Norden zum norddeutschen Tiefland hin absinkt.

Bei Niedergurig, 61,8 km unterhalb der Quelle, geht die Spree vom Oberlauf in den Mittellauf über (NÖTHLICH, 1936). Hier wird eine Flachlandtalsperre errichtet, die sich südwestlich von Niedergurig flussaufwärts bis Oehna mit etwa 3 km maximaler Länge erstreckt und zwischen Dahlowitz und Burk etwa 2,5 km Breite erreichen wird. Die jetzt im Tal der Spree oberhalb Niedergurig liegenden Orte Malsitz und Nimschütz liegen im direkten Staubereich der Sperre. Oberhalb Oehna ist eine Vorsperre vorgesehen.

Für hydrologische Aussagen kann der Pegel Bautzen herangezogen werden.

III. Pflanzliche und tierische Besiedlung der Spree im Raum Oehna-Niedergurig

Bisher liegen zu diesem Flußabschnitt kaum Mitteilungen vor. Je eine Untersuchung der Spree bei Niedergurig aus den Jahren 1956 und 1957 beschreiben BANDT und ALBRECHT (1959). Den Spreeoberlauf von der Quelle bis Sohland bearbeitete SCHARF (1966, 1969 a, 1969 b).

Für die Einschätzung der pflanzlichen und tierischen Besiedlung der Spree wurden Probenahmen bei Oehna, Nähe Brücke der Straße nach Burk und bei Niedergurig, Nähe Strafenbrücke südlich des Ortes zur Auswertung herangezogen. Die insgesamt jeweils 15 biologischen Untersuchungen verteilen sich auf verschiedene Jahreszeiten der Jahre 1959 bis 1967.

Das Bett des Flusses ist im genannten Abschnitt überwiegend kiesig-sandig. Makrophyten spielen kaum eine Rolle. Die Makrofauna beschränkt sich überwiegend auf Buchten, in denen eine Sedimentation der Schwebestoffe stattfindet und Schlamm abgelagert ist.

Hier findet man Mückenlarven, *Tubitex tubitex*, Hirudineen (*Herpobdella octoculata*), *Asellus aquaticus*, vereinzelt auch Muscheln und Schnecken. Ephemeriden- und Trichopterenlarven trifft man an schnellfließenden Flußabschnitten auf und unter Steinen an. Als Benthosorganismen, sowohl auf Steinen wie auch in der Schlamm-Wasser-Kontaktzone dominierten Diatomeen, Chlorophyceen, Flagellaten und Ciliaten. Dabei zeigten sich jahreszeitliche Unterschiede.

Während der kalten Jahreszeit trat die Abwasserbakterie *Sphaerotilus natans* verbreitet unterhalb Bautzen auf und rief „Verpilzungen“ im Flußbett hervor.

Daus Hauptaugenmerk wurde bei der biologischen Untersuchung auf tierische und pflanzliche Organismen gelegt, die zur Beurteilung der biologischen Wassergüte herangezogen werden können. Darüber hinaus wurden eine Reihe weiterer Organismen erfaßt. Die im Spreecabschnitt unterhalb Bautzen ermittelten Arten wurden in einer Liste zusammengefaßt, es sind insgesamt 87 Arten. Auf die Darstellung von Funddaten und Häufigkeitsklassen wurde verzichtet, sie liegen beim Verfasser vor.

Artenliste

Schizomycetes

Sphaerotilus natans Kützing; *Thiotrix nivea* Winogr.; *Zoogloea ramigera*-Wuchstyp; *Beggiatoa alba* (Vaucher) Trevis.

Cyanophyceae

Anabaena spiroides Klebahn; *Oscillatoria limosa* Agardh; *Oscillatoria princeps* Vauch.; *Oscillatoria tenuis* Agardh; *Spirulina jenneri* (Stiz) Geitler.

Flagellatae

Dinobryon sertularia Ehrbg.; *Synura uvela* Ehrbg.; *Anthophysa vegetans* O. F. Müller; *Euglena viridis* Ehrbg.; *E. spec.*

Diatomeae

Melosira granulata v. angustissima Müll.; *Melosira varians* C. A. Ag.; *Tabellaria fenestrata* Kütz.; *Diatoma elongatum* Agardh; *Diatoma vulgare* Bory; *Asterionella formosa* Hasall; *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrbg.; *Synedra acus* Kütz.; *Navicula cryptocephala* Kütz.; *Navicula rhynchocephala* Kütz.; *Navicula viridula* Kütz.; *Pinnularia gibba* Ehrbg.; *Pinnularia spec.*; *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Smith; *Nitzschia sigmoidea* (Ehrbg.) W. Smith; *Nitzschia acicularis* W. Smith; *Cymatopleura solea* (Brebisson) W. Smith; *Surirella robusta v. splendida* (Ehrbg.) van Heurck; *Surirella tenera* Gregory.

Chlorophyceae

Pandorina morum Bory; *Eudorina elegans* Ehrbg.; *Pediastrum duplex* Meyen; *Pediastrum boryanum* Meneghini; *Pediastrum clathratum* (Schroeter) Lemmermann; *Eretrilla spec.*; *Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat; *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brebisson; *Actinastrum Hantzschii* Lagerheim; *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* Naegeli; *Cladophora glomerata* (L.) Kütz.; *Spirogyra spec.*; *Closterium acerosum* (Schränk) Ehrbg.; *Closterium Ehrenbergii* Meneghini; *Closterium moniliferum* (Bory) Ehrbg.; *Closterium spec.*; *Ulothrix spec.*

Fungi

Apodya lactea Ag.

Makrophyten

Fontinalis antipyretica L.

Rhizopoda

Amoeba limax-Gruppe

Ciliata

Lionotus fasciola Ehrbg.-Wrzeseniowski; *Chilodonella cucullulus* O. F. Müller; *Paramecium caudatum* Ehrbg.; *Paramecium trichium* Stokes; *Glaucoma scintillans* Ehrbg.; *Colpidium colpoda* (Ehrbg.) Stein; *Cinetochilum margaritaceum* Perty; *Spirostomum minus* Roux; *Spirostomum* spec.; *Stentor coeruleus* Ehrbg.; *Stentor roeseli* Ehrbg.; *Oxytricha* spec.; *Stylonychia mytilus* Ehrbg.; *Aspidisca costata* Dujardin; *Aspidisca lynceus* Ehrbg.; *Vorticella campanula* Ehrbg.; *Vorticella similis* Stokes; *Carchesium polypinum* L.; *Epistylis vaginula* Stokes; *Epistylis* spec.; *Opercularia* spec.

Rotatoria

Brachionus urceolaris O. F. Müller; *Keratella cochlearis* (Gosse) Harring; *Rotaria neptunia* (Ehrbg.) Voigt.

Nematodes

Mehrere Species.

Oligochaeta

Aeolosoma spec.; *Nais* spec.; *Tubifex tubifex* Müller.

Hirudineae

Herpobdella octoculata (L.); *Haemopsis sanguisuga* (L.).

Crustaceae

Chydorus sphaericus O. F. Müller; *Iliocryptus sordidus* Lievin; *Asellus aquaticus* (L.).

Insecta

Chironomus thummi-Gruppe (Larve); Trichoptera (Larve).

IV. Biologische Wassergüte und Chemismus der Spree im Raum Oehna-Niedergurig

Zur Bestimmung der *biologischen Wassergüte* bedient man sich der biologischen Wasseranalyse, zu welcher das *Saprobien*system die Grundlage darstellt. In diesem System werden Süßwasserorganismen nach ihrer unterschiedlichen Widerstandsfähigkeit gegen Verunreinigungen ihres Wohngewässers, speziell gegen Sauerstoffmangel und Giftwirkung der Fäulnisstoffe, eingeteilt.

Ausgehend von KOLKWITZ und MARSSON (1908, 1909), weiterentwickelt von LIEBMANN (1962), wurde, aufbauend auf den Erfahrungen von Fachleuten der CSSR, UdSSR und DDR, ein System entwickelt, welches im Ringbuch „Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung“, Teil II (1970), dargelegt wird.

Im allgemeinen werden vier *Saprobien*stufen unterschieden, die auf den Abbauphasen organischer Substanzen im Wasser basieren.

Die polysaprobe Stufe ist die Stufe der primären Spaltprozesse. Es handelt sich dabei um stark mit fäulnisfähigen Stoffen, z. B. Abwässern, angereicherte Wässer, in denen der Abbau der organischen Substanz vorwiegend durch Reduktionsvorgänge erfolgt. Die Stufe ist gekennzeichnet durch Sauerstoffmangel und häufiges Auftreten von Schwefelwasserstoff. Die in dieser Stufe lebenden polysaproben Leitorganismen (Polysaprobier) setzen sich hauptsächlich aus Bakterien sowie bakterienfressenden Einzellern, wie Flagellaten und Ciliaten, zusammen.

Die α -mesosaprobe Stufe, die Stufe der sekundären Spaltprozesse, ist gekennzeichnet durch den Übergang von Reduktions- zu Oxydationsvorgängen. Die noch in großem Umfang vorhandenen organischen Stoffe im Wasser werden in Gegenwart von Sauerstoff abgebaut, wobei Schwefelwasserstoffbildung kaum noch auftritt. Cyanophyceen, Diatomeen, Ciliaten, aber auch weitere niedere und höhere Organismen sind Leitformen dieser Stufe.

Die β -mesosaprobe Stufe ist die Stufe der fortgeschrittenen Mineralisation. Der Sauerstoffgehalt ist hoch und unterliegt nicht mehr so großen Schwankungen, insbesondere zwischen Tag und Nacht. Eine artenreiche Tier- und Pflanzenwelt, insbesondere Cyanophyceen, Diatomeen und Chlorophyceen, ist charakteristisch.

Die oligosaprobe Stufe ist die Stufe der vollendeten Mineralisation. Bei gleichmäßig hohem Sauerstoffgehalt leben hier Organismen, die gegen organische Verunreinigungen und Fäulnisgifte recht empfindlich sind.

Die biologische Wassergüte läßt sich auch in einer Zahl zwischen 1 und 4 als Saprobie-Index (S) ausdrücken.

Der Index beträgt für oligosaprobe Gewässer 1 (Bereich 1,0 bis 1,5), für β -mesosaprobe Gewässer 2 (Bereich 1,5 bis 2,5), für α -mesosaprobe Gewässer 3 (Bereich 2,5 bis 3,5) und für polysaprobe Gewässer 4 (Bereich 3,5 bis 4,0).

Durch Verbinden der Saprobiewerte von Probenahmestellen an einem Flußlauf kann man eine Gütelinie (PANTLE und BUCK, 1955) erhalten.

Die biologische Wassergüte der Spree wird im Ober- und Mittellauf durch Abwässereinleitungen wesentlich beeinflusst. Die starken Verschmutzungen des quellnahen Spreesechnittes im Raum Neugersdorf-Schirgiswalde durch industrielle und häusliche Abwässer (SCHARF 1969 a, 1969 b) klingt bis oberhalb Bautzen als Ergebnis der biologischen Selbstreinigung des Vorfluters wieder merklich ab. Durch die Stadt Bautzen wird wiederum eine Verschlechterung der Wassergütesituation der Spree bewirkt.

Hauptursachen sind, daß etwa ein Drittel der Regenwasserkanalisation von Bautzen der Spree zugeführt wird, daß etwa 25 % der häuslichen Abwässer von Bautzen nach dem Passieren von 200 bis 300 Hauskläranlagen direkt oder indirekt in die Spree gelangen und daß Großbetriebe, wie Brauerei und Mälzerei, Waggonbau und Gaswerk, ebenfalls ihre Abwässer in die Spree einleiten.

Die Verschlechterung der biologischen Wassergüte der Spree durch das Passieren des Stadtgebietes geht aus Abb. 1 hervor, wo die biologische Gütelinie der Spree auf der 23 km langen Fließstrecke von Großpostwitz oberhalb Bautzen bis Niedergurig dargestellt ist. Sowohl im Sommer- als auch im Winter-

aspekt ist ein Ansteigen der Gütelinie deutlich erkennbar. Während oberhalb Bautzen im Sommer β -mesosaprobe Verhältnisse herrschen ($S = 2,2$, mäßig verunreinigt), wird unterhalb der Stadt der β - bis α -mesosaprobe Grenzbereich erreicht. Im Winter verschlechtern sich die Saprobiewerte analog innerhalb der α -mesosaprobe Stufe (stark verunreinigt).

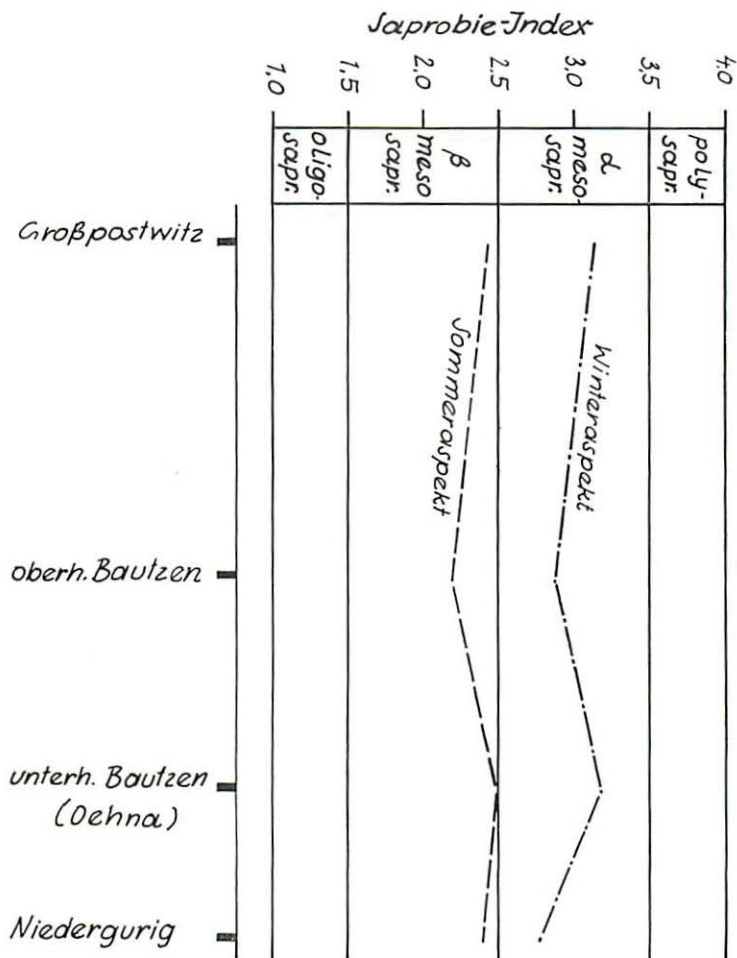


Abbildung 1

Biologische Gütelinie der Spree von Großpostwitz bis Niedergurig, Sommeraspekt und Winteraspekt (Mittelwerte aus neun Untersuchungsjahren)

Der merkbliche Unterschied zwischen der biologischen Wassergüte im Sommer und den Wintermonaten kommt auch in Abb. 2 zum Ausdruck. Die Abbildung

zeigt die jahreszeitliche Verteilung der Saprobiewerte in der Spree bei Oehna und bei Niedergurig anhand von Untersuchungsergebnissen aus neun Jahren.

So liegen z. B. die Saprobiewerte von Oehna zwischen 2,2 (Mai) und 3,7 (Dezember).

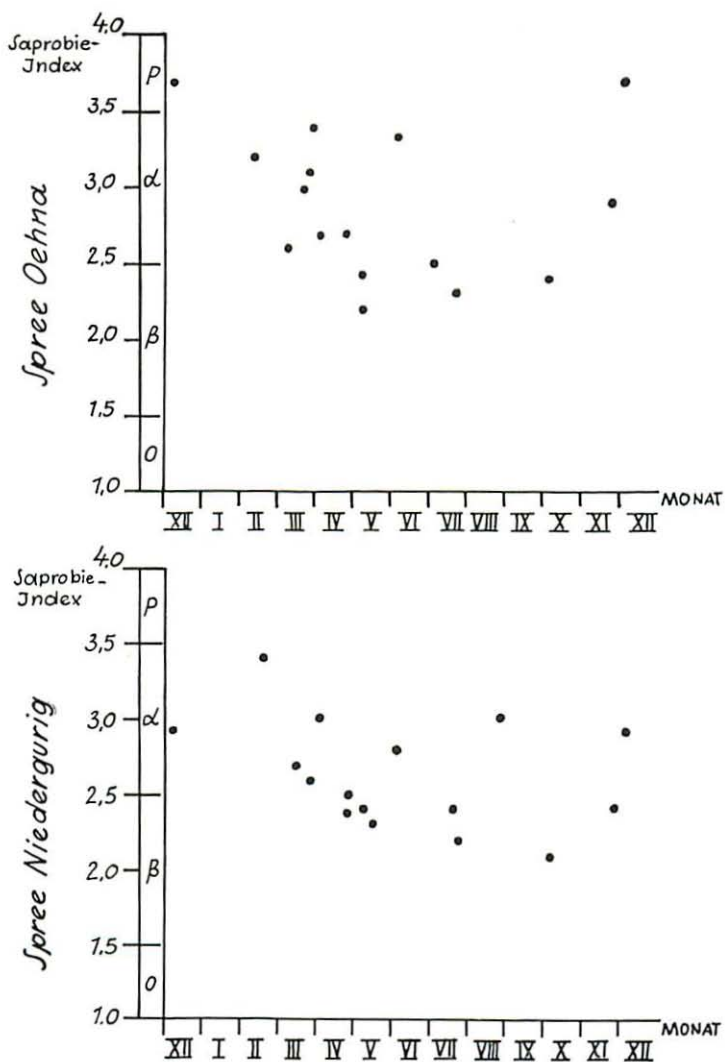


Abbildung 2
Jahreszeitliche Verteilung der Saprobiewerte in der Spree bei Oehna und Niedergurig (Untersuchungsergebnisse 1959 bis 1967)

Die Hauptursache dieser großen Wassergütedifferenzen liegt in der durch niedrige Temperaturen des Wassers im Winterhalbjahr beträchtlich gehemmten Selbstreinigungskraft des Flusses, wodurch die organischen Bestandteile der Abwässer nicht so schnell abgebaut und mineralisiert werden können und sich dadurch auch die Abwassereinflüsse weiter flußabwärts verschieben.

Aus den genannten Abbildungen geht ferner hervor, daß die Spree im Bereich der zukünftigen Talsperre eine Selbstreinigungsstrecke darstellt, wo bei überwiegend α -mesosaprobien Verhältnissen im Winter und β - bis α -mesosaprobien Verhältnissen im Sommer sich noch intensive Abbauvorgänge vollziehen. Dies ist auf die Talsperre nicht ohne Einfluß.

Einen Einblick in den Chemismus der Spree unterhalb Bautzen gibt die Tabelle 1. Da die chemischen Verhältnisse zwischen Oehna und Niedergurig nur unbedeutende Unterschiede aufweisen, genügt die Darstellung der chemischen Kriterien der Spree an der Straßenbrücke Oehna.

Tabelle 1. Chemismus der Spree bei Oehna. Minima, Maxima und Mittelwerte von je zehn Untersuchungen des Jahres 1965 (Untersuchungsergebnisse des Zentrallabors der Wasserwirtschaftsdirektion Cottbus).

Kriterium		Minimum	Maximum	Mittelwert
Gelöster Sauerstoff	mg/l	9,0	13,4	10,8
Sauerstoffsättigung	%	86	100	92,8
BSB ₅	mg/l	1,5	13,1	6,9
KMnO ₄ -Verbrauch	mg/l	15,1	37,9	21,0
NH ₄	mg/l	1,0	3,0	1,3
NO ₃	mg/l	10,3	15,8	13,8
NO ₂	mg/l	0,1	0,45	0,22
Gesamtstickstoff	mg/l	4,2	6,5	5,2
Gelöstes Orthophosphat	mg/l	0,18	0,60	0,38
Gesamtphosphat	mg/l	0,27	0,60	0,42
Chlorid	mg/l	22,7	51,8	34,1
Sulfat	mg/l	45,0	109,0	80,7
Gesamthärte	° d. H.	5,9	8,0	7,1
Ca	mg/l	30,8	39,1	36,1
Gesamteisen	mg/l	0,6	11,2	2,2
Mn	mg/l	n. n.	0,2	0,1
m-Wert	mval/l	0,6	1,4	0,9
SiO ₂	mg/l	8,0	20,2	16,5
pH-Wert		6,7	7,3	7,0
Abdampfrückstand	mg/l	251	318	286
Glührückstand	mg/l	190	238	213
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	n. n.	357	43,9

Legt man für die Beurteilung der vorliegenden Werte die Normative für die Reinheit der Oberflächengewässer und Prinzipien ihrer Klassifizierung (Amt für Wasserwirtschaft, 1964) zugrunde, so gehört die Spree unterhalb Bautzen anhand des KMnO₄-Verbrauches, des Nitrat- und des Ammoniumgehaltes zur Nutzungsklasse III = verunreinigtes Wasser.

Abfiltrierbare Stoffe und Gesamteisen entsprechen der Nutzungsklasse II = mäßig verunreinigtes Wasser. Die meisten weiteren Inhaltsstoffe gestatten eine Einstufung in die Klasse I (sauberes Wasser).

Für die Einschätzung der sich durch den Anstau einstellenden Wasserbeschaffenheit sind neben den Kriterien für die organische Belastung vor allem der Nährstoffgehalt (Phosphor- und Stickstoffverbindungen) von Bedeutung. Die Analysen der Spree zeigen, daß vor allem die als Minimumstoffe für Eutrophierungsprozesse auftretenden Stickstoff- und Phosphorverbindungen auf Grund häuslicher Abwassereinleitungen in großen Mengen in der Spree mitgeführt werden. Der Gehalt an gelöstem Orthophosphat lag im Mittel bei 376 $\mu\text{g/l}$. Das ist das Achtzehnfache des Wertes, bei dem im allgemeinen Planktonmassenentwicklungen im Gewässer einsetzen können. Auch Stickstoffverbindungen, insbesondere Nitrate, sind in großen Mengen in der Spree vorhanden.

V. Erfahrungen über die biologischen und chemischen Verhältnisse in Flußstauseen

Flußstauseen werden erst seit einigen Jahrzehnten im mitteleuropäischen Flachland errichtet. Anlaß für die Anlage solcher Flachlandtalsperren ist hauptsächlich die Sicherstellung der Brauchwasserversorgung von Industriebetrieben. Da die Industrialisierung ständig fortschreitet und damit auch der Wasserbedarf ununterbrochen steigt, andererseits Oberflächen- und Grundwasser nicht unbegrenzt vorhanden ist, macht sich in Gegenwart und naher Zukunft der Bau weiterer Flußstauseen in der DDR erforderlich.

Einige Flußstauseen auf dem Territorium der DDR und die Daten ihrer Inbetriebnahme seien genannt: Elsterstausee Bösdorf bei Leipzig 1934, Stausee Glauchau 1939, Elsterstausee Rötha bei Leipzig 1940, Elsterstausee Windischleuba bei Altenburg 1953, Talsperre Spremberg (Spree) 1964, HelmeStaubecken Kelbra (Kyffhäuser) 1966.

Die Kenntnisse über Biologie und Chemismus in flachen Flußstauseen sind noch lückenhaft; über bisherige Erfahrungen hinsichtlich chemischer und biologischer Wasserbeschaffenheit, Selbstreinigungsvermögen und Nutzungsmöglichkeiten soll anhand bisheriger Arbeiten berichtet werden.

WUNDSCH (1942 und 1949) untersuchte die 1934 in Betrieb genommene Neißetalsperre Ottmachau (ehemals Oberschlesien) in fischereibiologischer Hinsicht. Der in seinen Größen- und Tiefenverhältnissen der Talsperre Bautzen nahekommende Stausee zeigte in seinem Chemismus gegenüber der Neiße oberhalb des Beckens nur geringe Abweichungen. Lediglich Kalkgehalt, Sulfate, KMnO_4 -Verbrauch und die Nährstoffgehalte waren in der Spree etwas geringer als im Zufluß. Ein oberhalb des Beckens gelegenes Zellstoffwerk brachte durch seine Abwassereinleitungen die Eutrophierung fördernde Nährstoffe und eine organische Belastung in den Stausee. Im Staubecken waren die Sauerstoffgehalte niedriger als im Zulauf. Der Sauerstoffmangel, der bei warmer Witterung und geringer Wasserführung auftrat, erstreckte sich nicht nur auf die Tiefenregion, sondern auf die gesamte Wassermasse bis zur Oberfläche. Er erreichte aber keine bedenklichen Ausmaße.

Das angestaute Flachlandstaubecken wird von WUNDSCH als „Flächenseetypus“ bezeichnet und nach seinen limnologischen Eigenschaften mit dem natürlichen eutrophen norddeutschen Flachlandsee verglichen.

Von den Makrophyten trat *Phragmites* (Schilf) an den unter Land gelegenen Ufern auf und neigte zur Gelegebildung. Eine starke Entwicklung wird durch die Wasserstandsschwankungen gehemmt. Dagegen wurde eine starke Verbreitung des Wasserknöterichs (*Polygonum amphibium*) registriert, der bis 2,5 m Wassertiefe schwimmende Wiesen bildete. Da diese Pflanze auch in anderen Talsperren beobachtet wurde, wird sie als die Wasserpflanze der Staubecken bezeichnet. In flacheren Bezirken und Ufernähe siedelten sich *Cladophora*- und *Oedogonium*watten an. Die weichen Unterwasserpflanzen spielen eine Rolle für die Fischbrut. Starkes Kleinalgenwachstum, insbesondere von Diatomeen, trat in den Sommermonaten auf kiesig-lehmigem Untergrund auf. Das Plankton entsprach in seiner Zusammensetzung dem eutrophen Flachsee und war im allgemeinen gut entwickelt. Viele Flagellaten, wenige Cyanophyceen und Diatomeen wurden festgestellt. Ein tierisches Plankton war ebenfalls vorhanden. Crustaceen überwogen. Die Besiedlung des Stausees mit Vertretern der Makrofauna war noch unausgeglichen. Ufer- und Bodentierwelt zeigten eine einseitige Entwicklung. Vorherrschend waren Tendipediden-Larven und Oligochaeten.

Gyttja als Bodenablagerung war kaum verbreitet. Nur im ehemaligen Neißebett und in Altwässern wurde Gyttja mit Methanproduktion gefunden. Stärkere organische Ablagerungen traten im Bereich der Neißemündung auf.

Die Möglichkeit der Fischproduktion in wasserwirtschaftlichen Staubecken zeigte MICHLER (1961) am Beispiel des Staubeckens Zschorna, Kreis Großenhain.

STUNDL (1961) beschreibt Flußstau als Biotope besonderer Art. Verminderung der Fließgeschwindigkeit, dadurch Ablagerung eines Großteils der Schwebestoffe, Sand- und Schlammabänke, Verlandungstreifen an den Ufern, eventuell Faulschlammschichten und bakterielle Abbauvorgänge, intensive Gasbildung, der Menge faulfähiger Substanzen entsprechend, werden als charakteristisch beschrieben. In abwasserbelasteten Flüssen stellen nach STUNDL Stauseen Klärbecken dar, in denen sich nicht nur Feststoffe absetzen, sondern auch Faulvorgänge auftreten können. Flußstauseen wirken ähnlich wie Fluß-Kläranlagen. Nach Untersuchungen an der Mur wird eine Absetzwirkung von 75 % der Schwebestoffe angegeben. In der warmen Jahreszeit kam es zu reichlichem Algenwachstum.

MÖLLER (1963) führte chemische und biologische Untersuchungen über die Selbstreinigung in Flußstauseen des Raumes Leipzig-Glauchau durch. Danach wurden Verbreitung und quantitative Entwicklung von Organismen sowie Reinigungswirkung durch hydromechanische Faktoren, wie Aufenthaltszeit und Strömung, beeinflusst. Er bestätigte die Aussage LIEBMANN'S (1961), daß in Flußstauseen β -mesosaprobe bis α -mesosaprobe Verhältnisse nicht überschritten werden dürfen. Während stark verschmutztes Wasser in Staubecken noch gereinigt wird, bleiben unter α -mesosaprobe Verhältnissen nachteilige Wirkungen, wie Schlammablagerungen mit Sekundärbelastung und Veränderung der Organismenbesiedlung, nicht aus. Eine regelmäßige Räumung der Schlammablagerungen wird für erforderlich erachtet, zumal Flußstauseen in vielen Fällen als biologische Kläranlagen für abwasserbelastete Flüsse betrieben werden.

Chemismus, Bakteriologie und Biologie des Helme-Staubeckens bei Kelbra (Kyffhäuser) wurden von HEYNIG (1968) im ersten Jahr seines Anstaus untersucht. Das Staubecken wird von der Helme, einem im südlichen Harzvorland entspringenden Bach, gespeist. Bei Einlauf in das Staubecken führt die Helme recht nährstoffreiches, mäßig organisch belastetes Wasser, das als vorwiegend α -mesosaprob beschrieben wird. Die Verunreinigungen stammen hauptsächlich von den mangelhaft gereinigten Abwässern der Stadt Nordhausen sowie einer Reihe Gemeinden. Die bakteriologische Untersuchung ergab recht ungünstige Verhältnisse. Während der Koli-formentiter meist bei 10^{-3} lag, d. h. noch in 0,001 ml Wasser koliforme Keime nachgewiesen wurden, schwankte der Enterokokkentiter stärker (10^{-2} bis 10). In etwa 60 % der Proben konnten in Wassermengen zwischen 100 und 400 ml *Salmonella*-Arten nachgewiesen werden.

Im Staubecken selbst wurden etwas veränderte Verhältnisse angetroffen. $KMnO_4$ -Verbrauch und Sauerstoffzehrung waren im Becken höher als im Zufluß, was sich mit Zersetzungs Vorgängen am Grunde der Sperre nach dem Neuanstau sowie durch starke Algenentwicklung erklären läßt.

Eine bemerkenswert starke Schilfentwicklung in flachen Uferbereichen, aber auch an tieferen Stellen, sowie vor allem in den Monaten Juni und Juli stark entwickelter Wasserknöterich (*Polygonum amphibium*) wurde registriert. Die bakteriologischen Befunde waren im Stausee gegenüber dem Zulauf um etwa eine Zehnerpotenz günstiger. Bei den Stichprobenuntersuchungen konnten auch einmal Salmonellen nachgewiesen werden. Schon im Juni zeigte sich eine starke Blaualgenvermehrung, die sich im Juli zur Wasserblüte entwickelte. *Anabaena flos aquae* war die dominierende Art. Die Möglichkeit der Badenutzung schätzt HEYNIG folgendermaßen ein: nach Sanierung der Abwasserhältnisse im Einzugsgebiet der Helme ist anzunehmen, daß dem Badebetrieb keine unüberwindlichen hygienischen Bedenken entgegenstehen. Er verschweigt aber auch nicht, daß die Talsperre auf Grund der natürlichen Gegebenheiten kein ideales Badegewässer darstellen wird.

MALZ und BORTLISZ (1968) stellten fest, daß Stauhaltungen gegenüber Belastungen und Belastungsschwankungen empfindlicher sind als der freifließende Fluß. Vor allem an windstillen Tagen sinkt die Belastbarkeit auf einen Bruchteil der eines fließenden Gewässers. Andererseits wirkt sich die verlängerte Aufenthaltszeit im Stau günstig auf die Selbstreinigungskraft und damit auf die Wasserqualität des abfließenden Wassers aus.

Von besonderem Interesse in Hinblick auf die Errichtung der Talsperre Bautzen sind die Erfahrungen, die über Chemismus und Biologie in der Talsperre Spremberg vorliegen, da dieser 1964 in Betrieb genommene Flußstausee von 960 ha Staufläche im gleichen Einzugsgebiet, nämlich ebenfalls an der Spree, liegt.

Im Raum Spremberg ist die Spree durch Abwässer des Gaskombinates Schwarze Pumpe, durch unzureichend gereinigte Abwässer der Städte Spremberg und Weißwasser (über die Struga) sowie durch z. T. stark eisenhaltige Grubenwässer verunreinigt.

Als von großer Wichtigkeit für die Wasserbeschaffenheit im Hauptbecken hat sich die Vordersperre Bühlow erwiesen. Ein großer Teil der abfiltrierbaren Stoffe, im besonderen Kohletrüben und Eisenoxidhydrat, wird im Vorbecken zurückgehalten.

BRAASCH (1968) untersuchte die Nährstoffsituation im Speicherbecken Spremberg und stellte fest, daß dem Nährstoff-Faktor in Talsperren bei der Eutrophierung keine so überragende Bedeutung zukommt wie in Seen und geschichteten Gebirgstalsperren. Obwohl das Nährstoffangebot als „überoptimal“ bezeichnet wird – Stickstoff- und Phosphorverbindungen sind ganzjährig reichlich vorhanden –, blieb eine zunehmende Eutrophierung der Talsperre sowie eine extrem starke Planktonentfaltung aus.

Die Ursachen hierfür sieht BRAASCH im raschen Durchfluß der Spree durch die Talsperre, in der starken Windexposition und der damit verbundenen häufigen Umwälzung und Trübung des Wasserkörpers sowie in toxischen oder allgemein die Planktonentwicklung hemmenden Inhaltsstoffen.

Ein Phenol- und BSB-Ausbau konnte in der Sperre nachgewiesen werden.

Biologische Untersuchungen der Spree im Raum Spremberg–Bräsinchen aus den Jahren 1959 bis 1964 (SCHARF, unveröff.) zeigten eine Verarmung und streckenweise Veränderung der Flußbiozönose. Ursachen waren die in die Kleine Spree eingeleiteten ungereinigten Grubenwasser sowie die Abwässer des Gaskombinates Schwarze Pumpe (siehe auch WALTER, 1966).

Ab Mitte der sechziger Jahre hat sich durch verbesserte Abwasserreinigung die Situation merklich gebessert, so daß heute im Speicherbecken Spremberg eine volle Planktonentfaltung feststellbar ist. *Asterionella formosa*, *Melosira granulata* und *Synura wella* dominieren.

Von hygienischem Interesse sind bakteriologische Untersuchungsergebnisse. Im Bezirkshygiene-Institut Cottbus untersuchte Wasserproben aus dem Speicherbecken ergaben bei sehr unterschiedlichen Keimzahlen im Speicherbecken Höhe Bühlow Fäkalcoli-Titer zwischen negativ in 100 ml und positiv in 0,001 ml. Auch in der Nähe der Sperrmauer wurden noch Fäkalcoli-Titer von 0,1 ml nachgewiesen, was die direkte Abwasserbelastung der Talsperre beweist. Auf Grund der Tatsache, daß nach wie vor die ungereinigten oder unzureichend gereinigten Abwässer der Stadt Spremberg sowie weiterer Orte und Industriebetriebe schon nach wenigen km Flußstrecke in die Talsperre gelangen und mit dem Einschweben pathogener Keime zu rechnen ist, konnte das Gewässer bis zum heutigen Tage von der zuständigen Hygieneinspektion nicht als Badegewässer freigegeben werden.

Nachdem von BEUCHOLD (1968) ein Beitrag zur Prognose von Talsperren anhand der geplanten Selkeltalsperre im Harz erschienen ist, befaßte sich VENTZ (1970) mit Untersuchungen zur prognostischen Entwicklung der Wasserbeschaffenheit in Flachspeichern. Auf Grund des Nährstoffreichtums im Zufluß des von VENTZ bearbeiteten Speicherprojektes im Einzugsgebiet der Recknitz, Bezirk Rostock, hält er bei einer Aufenthaltszeit des Wassers im Speicher von mehr als 10 Tagen Algenmassenentwicklungen für wahrscheinlich.

Gegenwärtig wird versucht, Grundlagen für die Berechnung des Stoffhaushaltes von Staugewässern zu erarbeiten (UHLMANN und Mitarbeiter, 1971).

VI. Vorstellung über die in einer Talsperre unterhalb Bautzen zu erwartenden biologischen Verhältnisse

Für die sich in einer Talsperre einstellenden biologischen und chemischen Verhältnisse sind eine Reihe Faktoren mit unterschiedlicher Einflußgröße ausschlaggebend. Als wichtigste sind zu nennen: Größe der Sperre, Maximaltiefe, Verhältnis von Fläche zur Tiefe, Stauhöhe, Häufigkeit und Umfang der Wasserspiegelschwankungen, Untergrundbeschaffenheit, Windexposition des Beckens, Strömungsverhältnisse in der Sperre, Wasserbeschaffenheit der zufließenden Spree, Aufenthaltszeit des Wassers im Stausee, Umfang des Eintrags von Fremd- und Nährstoffen durch Abschwemmung aus landwirtschaftlichen Nutzflächen infolge Niederschlägen sowie Größe und Tiefe der Vorsperre.

Auf der Grundlage der in der Literatur beschriebenen biologischen Situation in bereits bestehenden Flachlandtalsperren lassen sich folgende Aussagen über sich wahrscheinlich in der zukünftigen Talsperre Bautzen einstellende biologische Verhältnisse machen.

1. Die Talsperre Bautzen wird die Funktion einer mechanisch-biologischen Flußkläranlage für die abwasserbelastete Spree unterhalb Bautzen übernehmen. Dabei leistet die Vorsperre den Hauptanteil der mechanischen Wasserreinigung (Absetzen eines Teils der Sink- und Schwebestoffe). Der sich im Vorbecken und Hauptbecken absetzende Schlamm wird einen sauerstoffzehrenden Einfluß auf den Wasserkörper ausüben, der jedoch zumindest im Sommer keine nachteilige Wirkung ausüben dürfte, da durch die geringe Tiefe und gute Windexponiertheit eine ständige Turbulenz und damit eine Sauerstoffeintragung aus der Luft möglich ist. Unter Eisbedeckung kann es in den Wintermonaten in Grundnähe zu merklichem Sauerstoffrückgang kommen.
2. Als Folge der hohen Gehalte des zufließenden Spreewassers an Phosphor- und Stickstoffverbindungen ist mit Wasserblütenentwicklung, insbesondere im Hochsommer, zu rechnen, wobei Cyanophyceen dominieren können. Zu diesen Zeiten ist mit einem Rückgang der Sichttiefen unter 1 m zu rechnen. Am Tage kann es zu Sauerstoffübersättigungen im Oberflächennasser bis 200 ‰ kommen, nachts tritt entsprechend durch die Atmungsvorgänge des Planktons Sauerstoffrückgang unter 100 ‰ auf. Da das Nährstoffangebot „überoptimal“ ist, stellt es nicht den begrenzenden Faktor für Planktonmassenentwicklung dar. Vielmehr dürften Verweilzeit des Wassers in der Spree, die Strahlung und evtl. toxische Inhaltsstoffe die limitierenden Faktoren für Planktonmassenentwicklungen sein.
3. In den ersten Jahren nach dem Einstau ist mit erhöhter Sauerstoffzehrung und erhöhten Nährstoffgehalten im Becken zu rechnen, da der Mutterboden im Staubereich verbleibt. Es kommt zur Verrottung überstauter Pflanzenbestände und zum Auslaugen düngender Stoffe aus der Ackerkrume.

4. Bei nicht allzu großen Wasserspiegelschwankungen ist an günstigen Stellen mit der Ausbildung eines Schilfgürtels im Uferbereich zu rechnen, der aber wahrscheinlich keine große Ausbreitung erlangen wird.

Verkrautung durch Unterwasserpflanzen, wie Wasserknöterich, werden wahrscheinlich in bis 2,5 m Tiefe Beckenteile einsetzen.

5. Der Stausee wird überwiegend den Charakter eines eutrophen Flachsees tragen. Eine länger anhaltende Temperatur- und Sauerstoffschichtung wird sich nicht einstellen. Durch die Aufenthaltszeit des Wassers im Stausee kommt es zu einer Verbesserung der biologischen Wassergüte der Spree. Während in der Spree am Einlauf in das Becken β -mesosaprobe bis α -mesosaprobe Verhältnisse herrschen, werden am Auslauf des Beckens in der Spree β -mesosaprobe Verhältnisse überwiegen.
6. Auch in chemischer Hinsicht ist mit einer geringfügigen Verbesserung der Wasserqualität der Spree durch das Passieren des Staus zu rechnen. Dies betrifft vor allem die organische Belastung sowie den Gehalt an absetzbaren Sink- und Schwebestoffen. Die gelösten Salze unterliegen praktisch keiner Veränderung.
7. In der Spree unterhalb der Talsperre wird als „Potamoplankton“ das Talsperrenplankton auftreten, das sich im Fluß kaum vermehren dürfte und nur passiv durch die Strömung verfrachtet wird.
8. Gegen die fischereiliche Nutzung bestehen aus hydrobiologischer und wasserchemischer Sicht keine Bedenken. Doch dürften einer intensiven Nutzung durch technische Schwierigkeiten beim Fang Grenzen gesetzt sein.
9. Die Talsperre, zumal sie sich in landschaftlich ansprechender Lage (wenn auch geringer Waldanteil) befindet, bietet für die Naherholung, insbesondere Wandern, Wassersport und Angeln günstige Voraussetzungen.

Das zufließende Wasser besitzt keine Badewasserqualität. Ob in zufließenden Teilen der Hauptsperre durch die Selbstreinigungskraft des Gewässers Badewasserqualität erreicht wird, bleibt abzuwarten und kann wahrscheinlich erst nach erfolgtem Einstau von der zuständigen Hygieneinspektion endgültig eingeschätzt werden. Ein ideales Badegewässer wird aber die Talsperre Bautzen keinesfalls darstellen, zumal sich Wasserspiegelschwankungen und Sedimentablagerung negativ auswirken werden.

VII. Zusammenfassung

Über den gegenwärtigen biologischen und chemischen Status in der Spree unterhalb der Stadt Bautzen wird berichtet. Ausgehend von bisherigen Erfahrungen über biologische Verhältnisse in Flachlandtalsperren werden Vorstellungen über die im zukünftigen Stausee unterhalb Bautzen sich einstellenden biologischen Bedingungen entwickelt.

VIII. Literatur

- BANDT, H.-J., und M.-L. ALBRECHT (1959): Der bisherige Status von Chemismus und Biologie in der Spree. — Wasserwirtsch.-Wassertechn. 9, S. 205—211.
- BEUSCHOLD, E. (1968): Ein Beitrag zur Prognose der Wasserbeschaffenheit von Tal-sperren. — Fortschritte der Wasserchemie H. 8, S. 163—187.
- ERASCH, D. (1968): Eutrophierungsmechanismen in der Spree. — Abschlußbericht Forschungsarbeit, Wasserwirtschaftsdirektion Spree-Oder-Neiße, Cottbus (unver-öffentlicht).
- HEYNIC, H. (1968): Das neuerrichtete Helme-Staubecken bei Kelbra (Kyffhäuser) im ersten Jahre seines Anstaus. — Limnologica (Berlin) 6, 1, S. 117—133.
- Institut für Wasserwirtschaft (1970): Ausgewählte Methoden der Wasserunter-untersuchung. Bd. II Biologische, mikrobiologische und toxikologische Metho-den. — VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- KOLKWITZ, R., und M. MARSSON (1908): Ökologie der pflanzlichen Saprobien. — Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. 26 a.
- (1909): Ökologie der tierischen Saprobien. — Int. Revue ges. Hydrobiol. u. Hy-drograph. 2.
- Leiter des Amtes für Wasserwirtschaft (1964): Richtlinien über die Anwendung ein-heitlicher Kriterien und Normative für die Reinheit der Oberflächengewässer und Prinzipien ihrer Klassifizierung.
- LIEBMANN, H. (1962): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. — Bd. I, 2. Aufl. VEB Fischer Verlag Jena.
- MALZ, F., und J. BORTLISZ (1968): Vergleichende Betrachtungen der Sauerstoff-gehalte im gestauten und ungestauten Fluß. — Die Wasserwirtsch. H. 1, S. 6—9.
- MICHLER, G. (1961): Die Möglichkeit der Fischproduktion in wasserwirtschaftlichen Staubecken, dargestellt am Beispiel des Staubecken Zschorna. — Dtsch. Fische-rei Ztg. Bd. VIII, H. 8, S. 240—245.
- MÖLLER, F. (1963): Chemische und biologische Untersuchungen über die Selbst-reinigung in Flußstaueen. — Wiss. Ztschr. d. Karl-Marx-Univ. Leipzig, Math.-Nat. Reihe 12, S. 269—316.
- NÖTHLICH, K. (1936): Die hydrographischen Verhältnisse in Havel und Spree in den Jahren 1933—1935. — Veröff. Inst. f. Meeresk. N. F. A. Geogr.-naturwiss. Reihe H. 31.
- PANTLE, R., und H. BUCK (1955): Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. — GWF 96, H. 18, S. 604.
- SCHARF, R. (1966): Untersuchungen über die Wirkung von Färbereiabwässern und deren Inhaltsstoffe auf Vorfluterorganismen, dargestellt am Spreeoberlauf. — Inauguraldissertation, angenommen v. d. Math.-nat. Fak. d. Karl-Marx-Univ. Leipzig.
- (1969 a): Über die Wirkung von Färbereiabwässern auf einen Mittelgebirgsbach. — Fortschritte der Wasserchemie H. 11, S. 113—134.
- (1969 b): Beitrag über Limnologie und Wassergüte des Spreeoberlaufes. — Abh. u. Ber. d. Naturkundemuseums Görlitz Bd. 44, Nr. 4, S. 1—18.
- , und G. WALTER (1962): Biologische, bakteriologische und chemische Unter-suchungen im Flußgebiet der unteren Oder. — Wiss. Ztschr. d. Karl-Marx-Univ. Leipzig, Math.-Nat. Reihe 11, S. 407—416.
- STUNDL, K. (1961): Hydrobiologische Untersuchungen zweier abwasserbelasteter Flußstaue. — Verh. Internat. Verein. Limnol. XIV, S. 673—677.
- VENTZ, D. (1970): Untersuchungen zur prognostischen Entwicklung der Wasser-beschaffenheit in Flachspeichern. — Ztschr. f. d. ges. Hygiene u. ihre Grenz-gebiete 16. Jg., H. 10, S. 784—789.
- UHLMANN, U., J. BENNDORF und I. FRITZSCHE (1971): Grundlagen für die Be-rechnung des Stoffhaushaltes von Staugewässern. — Mitteilungsblatt Chemische Gesellschaft der DDR Nr. 8, S. 164—165 (Vortragskurzreferat).
- WALTER, G. (1966): Ökologische Untersuchungen über die Wirkung Fe-II-haltiger Braunkohlengruben-Abwässer auf Vorfluterorganismen. — Wiss. Ztschr. d. Karl-Marx-Univ. Leipzig, Math.-Nat. Reihe 13, S. 247—269.

- WUNDSCH, H. H. (1942): Das Staubecken von Ottmachau als Lebensraum für die Wassertierwelt. — Ztschr. f. Fischerei XI, S. 339—393.
- (1949): Grundlagen der Fischwirtschaft in den Großstaubecken. — Abhandl. Fischerei 1. Lief.
- Zoologisches Institut der Karl-Marx-Universität, Abt. Trink-, Brauch- und Abwasserbiologie (1965): Trinkwassergewinnung aus Talsperren und Teichen. Materialien des Fortbildungskurses für Wasserwirtschaftler.- Wiss. Z. KMU Leipzig, Math.-Nat. Reihe 14, S. 231—411.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Rolf Scharf

75 Cottbus

Herzberger Straße 14

Verlag: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig KG, Leipzig

Alle Rechte vorbehalten

Printed in the German Democratic Republic · Druckgenehmigung Nr. 105/23/71

Graphische Werkstätten Zittau III/28/14 298 700