PHILIPPIA III/5: 345–356 1978

GÜNTER J. SCHENK

Die Diatomeenvegetation der Haune (Hessen) II

Abstract

The diatom vegetation of the River Haune, a right tributary of the Fulda (Hesse, Federal Republic of Germany), has been studied at 11 stations during an entire vegetation period (1973–1974). The well buffered water of the Haune leads to a high percentage of alkaliphilous or alkalibiontic species (53 %) among the 140 taxa (128 species) found. The high yearly abundance of halophilous diatoms (*Navicula avenacea* BRÉB., *Navicula gregaria* DONK., *Cyclotella meneghiniana* KÜTZ.) is directly related to the sodium chloride content of the Haune. The saprobic species *Nitzschia dissipata* (KÜTZ.) GRUN., *Nitzschia palea* (KÜTZ.) W. SMITH, and *Gomphonema parvulum* KÜTZ. mark the waste water effluents below the towns of Hünfeld and Burghaun. Two characteristic diatom associations can be distinguished in the River Haune: the eucrenon and hypocrenon association *Achnanthetum-Cymbelletum minutissimae-ventricosae* ass. nov. and the metarhithron, hyporhithron, and epipotamon association *Naviculetum avenaceae-gregariae* ass. nov.

Zeigerarten und ökologische Potenz

Die in der Haune festgestellten Diatomeenarten sind in Tabelle 5 (vgl. Teil I) aufgeführt. Zugleich ist dort auch die Häufigkeit ihres Auftretens (Abundanz) in Klassenwerten nach SCHMITZ (1965) an den einzelnen Untersuchungsstationen angegeben. Für die hier aufgeführten autökologischen Merkmale gilt, daß sie nicht unabhängige Eigenschaften der Arten sind, sondern durch synökologische Faktoren beeinflußt werden (WUHRMANN 1974). Angaben zur Autökologie wurden überwiegend von HUSTEDT (1957) und in geringerem Maße von CHOLNOKY (1968) übernommen. Insgesamt wurden 128 Arten (einschließlich der Varietäten 140 Formen) festgestellt (vgl. Tab. 5). Hiervon gelten 64 Arten (45,7 %) als alkaliphil, 12 Arten (8,6 %) als alkalibiont (s. Tab. 6) und 5 Arten (3,6 %) als indifferent bis alkaliphil. Dagegen werden nur 4 Arten (2,9 %) als acidophil und 23 (16,4 %) als indifferent bezüglich des pH-Wertes bezeichnet.

Betrachtet man dagegen nur die soziologisch bedeutsamen Arten (vgl. Tab. 9, 10), dann ergeben sich für die Jahreszyklusabundanzen im Untersuchungsgebiet (Spalte X, Spaltensumme wegen der Klasseneinteilung nicht genau 100 %) folgende Werte: alkaliphil und -biont = 67 %, indifferent bis alkaliphil = 10 %, indifferent = 18,5 %, nicht bekannt = 3,5 %, acidophil = 0,0 %. Bei der Berücksichtigung der mengenmäßig dominierenden Arten treten die allochthonen Formen nicht mehr in Erscheinung und die Prozentanteile der vertretenen Arten ergeben hinsichtlich der bipolaren Skala „Alkalität – Acidität" in den Besiedlungsverhältnissen ein einheitliches Bild.

Als weitere Gruppe ist die der halophilen Arten bemerkenswert (s. Tab. 7), während die mesohaloben Diatomeen sowohl abundanzmäßig als auch hinsichtlich ihrer Artenzahl eine untergeordnete Rolle spielen (vgl. Tab. 8). *Navicula avenacea* zeigt sich abundanzmäßig von

Belastungen durch Abwässer relativ unbeeinflußt. Allerdings muß hier berücksichtigt werden, daß die Diatomeen biomassemäßig an dem am stärksten belasteten Fundort U 8 stark zurücktreten, was an den Abundanzzahlen nicht erkennbar wird. Vielmehr stellt *Navicula avenacea* unter der geringen Individuenzahl den stärksten Anteil. Trotz polysaprober Standortbedingungen erreicht diese Art bei U 8 mit der Jahreszyklusabundanz von JZA = 15 einen Anteil an der Diatomeenvegetation, den sie auch mit beginnender Erholung des Wassers von den Belastungen (U 9 / U 10) hält und im Unterlauf auf eine Abundanz von JZA = 30 (U 11 / U 12) bei verringerter O_2-Zehrung (ca. 20 %) und zunehmendem Chloridgehalt ansteigt. *Navicula avenacea* kann aufgrund ihres Verbreitungsmusters und unter Berücksichtigung der chemischen Verhältnisse in der Haune als resistend in der polysaproben und dominant in der mesosaproben Zone eingeordnet werden.

Tab. 6. Alkalibionte Diatomeen der Haune (X = mittlere Jahreszyklusabundanz aller Untersuchungsstationen der Haune)

Art	X
Denticula tenuis var. *crassula*	.
Diatoma hiemale	.
Diatoma vulgare	1
Gomphonema olivaceum	+
Gyrosigma acuminatum	.
Gyrosigma attenuatum	.
Navicula graciloides	.
Navicula pygmaea	.
Navicula reinhardtii	.
Nitzschia romana	+
Nitzschia fonticola	.
Stephanodiscus astraea	.

Tab. 7. Halophile Diatomeen der Haune (X = mittlere Jahreszyklusabundanz der Stationen U 3 – U 12)

Art	X
Navicula avenacea	15
Navicula gregaria	15
Cyclotella meneghiniana	1
Navicula cincta	.
Navicula integra	.
Nitzschia frustulum	.
Nitzschia hungarica	.

Navicula gregaria zeigt hinsichtlich ihres Auftretens die gleichen Eigenschaften wie *Navicula avenacea*. Lediglich die hohe Abundanz bei U 5 (JZA = 30) ist mit den vorliegenden chemischen und geologischen Daten nicht erklärbar. Sowohl *Navicula avenacea* als auch *Navicula gregaria* beginnen in dem Abschnitt U 4 / U 5 mit ihrer beherrschenden Stellung innerhalb der Diatomeenvegetation, die sie bis zur Einmündung der Haune in die Fulda beibehalten.

Beide Arten werden, ebenso wie *Cyclotella meneghiniana* bei HUSTEDT (1957) übereinstimmend als alkaliphil, halophil und euryoxibiont beschrieben. Abundanzmäßig haben diese Arten immerhin einen Anteil von ca. 30 % an der Diatomeenvegetation der Haune. HUSTEDT (1957, S. 419) schreibt, daß Halophyten und Saprophyten nicht in allen Fällen deutlich zu trennen sind. Für die Verbreitung solcher halophiler Formen ist nicht unbedingt das NaCl als trophischer Faktor maßgebend, sondern sie hängt von der Gesamtkonzentration aller im Wasser gelösten Salze ab. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch ZIEMANN (1971), der nachwies, daß ein steigender Kalziumgehalt in Gewässern mit einem Cl-Gehalt zwischen 0 – 50 mg/l die Zahl haloxener und -phober Diatomeen zurücktreten läßt.

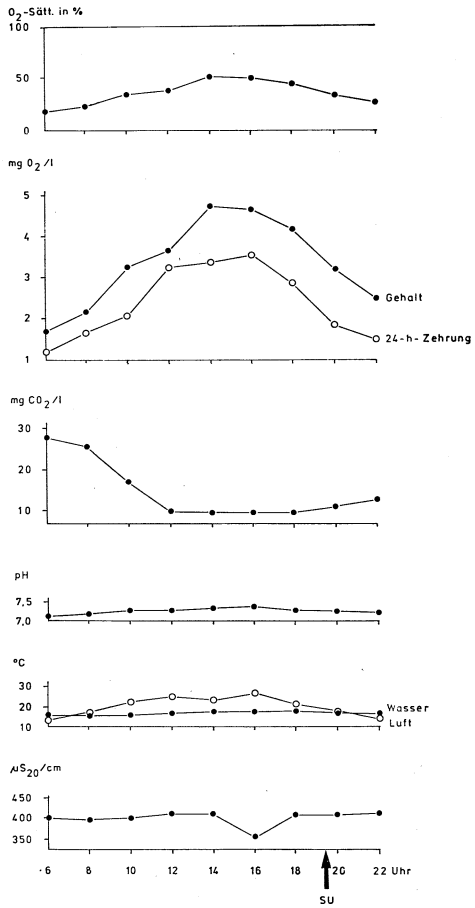

Abb. 9. Tagesganglinien von Sauerstoffsättigung (in %), Sauerstoffgehalt und -zehrung (BSB_2) in mg, freier CO_2, pH-Wert, Luft- und Wassertemperatur sowie Leitfähigkeit (μS_{20}/cm) in der Haune bei Rothenkirche (U 9)

Tab. 8. Mesohalobe Diatomeen der Haune (X = mittlere Jahreszyklusabundanz aller Untersuchungsstationen)

Art	X
Bacillaria paradoxa	.
Navicula peregrina	.
Navicula pygmaea	.
Navicula salinarum	.
Surirella didyma	.

Während also die mesohaloben Arten lediglich in Einzelfunden zwischen U 5 und U 12 registriert wurden, kann die Gruppe der drei halophilen Arten ein mengenmäßig dominierendes Vorkommen aufweisen. Werden die Abundanzwerte dieser Arten aufsummiert, ergibt sich das in Abb. 17 dargestellte Bild. Ein Vergleich von Abundanz halophiler Diatomeen und Chlorid-

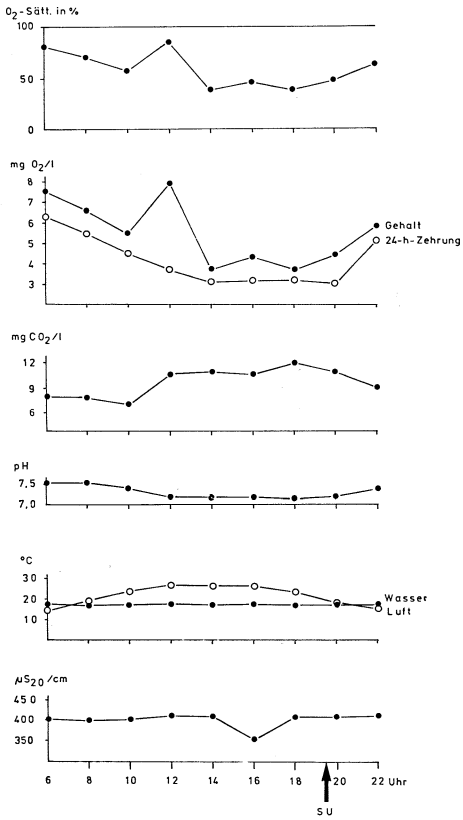

Abb. 10. Tagesganglinien von Sauerstoffsättigung (in %), Sauerstoffgehalt und -zehrung (BSB_2) in mg, freier CO_2, pH-Wert, Luft- und Wassertemperatur sowie Leitfähigkeit (μS_{20}/cm) in der Haune bei Rhina (U 10)

gehalt (Abb. 16, Abb. 17) zeigt bis U 5 einen Anstieg beider Variablen. Der anschließende Rückgang der Abundanz trotz weiter steigenden Cl-Gehaltes läßt sich aus den bekannten ökologischen Ansprüchen der an diesen Standorten beteiligten Arten erklären. Bei U 6 (Staubereich der Brückenmühle) erreicht die von HUSTEDT (1957) als oligosaprob und -halob bezeichnete *Cocconeis placentula* eine JZA = 30 (O_2-Sätt. = 93 %, O_2-Zehr. = 19,5 %). BROCKMANN (1950) bezeichnet diese Art dagegen als euryhalin und auch WHITFORD (1956) fand sie als einzige häufige Art in einer mesohaloben Quelle bei 2800 mg Cl/l. Während BUTCHER (1948) sie bei Eutrophierung als dominante Art der Klimaxgesellschaft beschreibt, tritt sie in stark verunreinigten Gebieten nicht auf (HORNUNG 1959, BACKHAUS 1968 c). Diese Beobachtungen stimmen auch mit dem deutlichen Absinken der Abundanz an den stark belasteten Stationen unterhalb der Einleitung der kommunalen Abwässer der Stadt Hünfeld überein, wo *Cocconeis placentula* bei einer JZA von 2,5 bis + mengenmäßig zurücktritt (s. Tab. 10).

Tab. 9. Diatomeen der Haunequelle mit einer Jahreszyklusabundanz über +

Art	U 1	U 2
Achnanthes minutissima	50	30
Achnanthes affinis	1	.
Cymbella ventricosa	15	50
Meridion circulare	15	2,5
Fragilaria construens	15	1
Diatoma elongatum var. *tenuis*	2,5	15
Gomphonema angustatum	2,5	.
Coloneis bacillum	2,5	.
Nitzschia amphibia	1	.
Synedra ulna	.	1
Navicula cryptocephala var. *intermedia*	.	+
Cymbella tumidula	.	+

An den stärker belasteten Stationen U 8 bis U 10 nehmen dann besonders die drei Arten *Nitzschia dissipata* (mesooxybiont), *Gomphonema parvulum* (euryoxibiont, saprophytisch auftretend) und *Nitzschia palea* (euryoxibiont, saprophytisch auftretend) zu. In Abbildung 18 ist die Summe der JZA der drei Arten an den Untersuchungsstationen U 6 bis U 10 dargestellt. *Gomphonema parvulum* dominiert im Gebiet starker Belastung (U 9), während sie in Bereichen stärkster Verunreinigung (U 8) und ebenso an Stationen mit geringer Belastung zwar noch regelmäßig auftritt, aber lediglich mit einem Abundanzanteil von JZA = 2,5. *Nitzschia dissipata* dagegen tritt nicht nur in der am stärksten belasteten Zone (U 8) mit einer JZA von 7,5 auf, sondern ist im Oberlauf der Haune bei geringer Abwasserlast und guter Sauerstoffversorgung (U 3 / U 5) in hoher bis mittlerer Häufigkeit anzutreffen. Im Unterlauf ab U 9 tritt sie dann zurück. Während sie in der Echaz ihr Maximum bei mittlerer Verunreinigung erreichte (HORNUNG 1959), was mit den Beobachtungen in der Haune bei U 3 / U 4 übereinstimmt, kann dieser Sachverhalt für die Stationen U 10 bis U 12 nicht bestätigt werden. *Nitzschia palea,* die übereinstimmend als poly- bis α-mesosaprob eingeordnet wird (VENTZ 1964, ZIMMERMANN 1961, HORNUNG 1959, BACKHAUS 1968 b), läßt in ihrem Verbreitungsmuster keine enge Korrelation zu den hier festgestellten Gewässerdaten erkennen. Ihr größtes

Vorkommen erreicht sie in der Zone starker Belastung (U 9) und beginnender Erholung (U 10). Für die übrigen Bachabschnitte zeigt ihre Abundanzgröße, die zwischen 2,5 und 7,5 liegt, daß die Trophiebedingungen in der Haune gut sind.

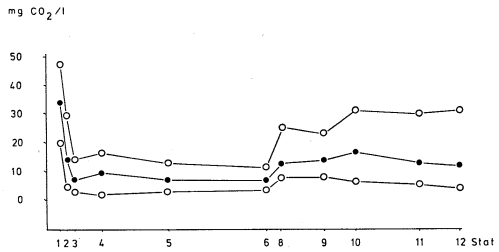

Abb. 11. Freies Kohlendioxid in der Haune in mg/l (● Mittelwert, ○ Extremwerte)

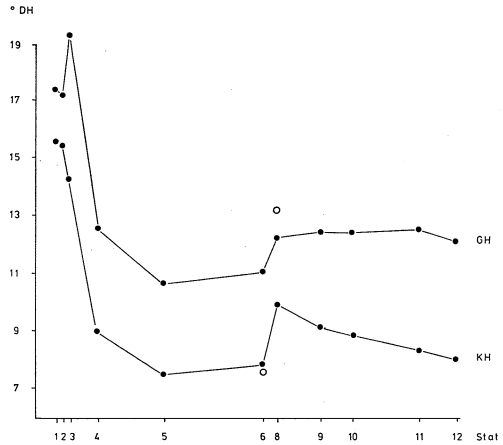

Abb. 12. Karbonathärte (KH) und Gesamthärte (GH) der Haune in °DH nach SCHMITZ (gemessen 1949)

Die Übereinstimmung von Sauerstoffzehrungs- und Sauerstoffsättigungskurve (Abb. 7, 8) in dem in Abbildung 18 dargestellten Flußabschnitt mit der Häufigkeit des Auftretens der in Abbildung 18 dargestellten drei Arten ist recht gut. Nach KALLNBACH und MEIJERING (1970) stellten sich die Verhältnisse in diesem Hauneabschnitt folgendermaßen dar: „Starke Verunreinigung der Haune unterhalb der Stadt Hünfeld haben die Gammariden bis Hünhan völlig und bis Rothenkirchen zum größten Teil vernichtet".

Gesellschaftstabelle und synthetische Strukturmerkmale

Alle Diatomeenarten, deren Jahreszyklusabundanz im Mittel für das Untersuchungsgebiet (Quellregion bzw. U 3 bis U 12) einen Wert von mindestens "+" erreichte, wurden in die Tabellen der soziologisch bedeutsamen Arten (Tab. 9, Tab. 10) aufgenommen. Diese 34 Arten bestimmen das Gesellschaftsbild der Diatomeen in der Haune. Sie stellen eine typische Mikro-

Tab. 10. Diatomeen der Haune (Metarhithron bis Epipotamon) mit einer Jahreszyklusabundanz über + (St = Stetigkeit, X = Mittelwert der JZA der Stationen U 3 – U 12, – = in keiner Probe vertreten)

	Art	St	X	3	4	5	6	8	9	10	11	12
A	*Navicula avenacea*	V	15	2,5	2,5	15	7,5	15	15	15	30	30
	Navicula gregaria	V	15	2,5	15	30	15	15	7,5	15	15	15
B	*Nitzschia palea*	V	7,5	2,5	7,5	2,5	2,5	2,5	15	15	2,5	7,5
	Achnanthes minutissima	V	2,5	15	2,5	2,5	+	1	1	2,5	+	.
	Cymbella ventricosa	V	2,5	.	2,5	1	+	1	2,5	7,5	2,5	+
	Navicula cryptocephala var. *intermedia*	V	2,5	15	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	7,5	2,5	2,5
	Nitzschia communis	V	2,5	2,5	2,5	2,5	7,5	+	1	1	2,5	2,5
	Cocconeis placentula	V	2,5	1	1	2,5	30	2,5	1	+	2,5	2,5
	Amphora ovalis var. *pediculus*	V	2,5	1	2,5	2,5	1	+	+	1	2,5	2,5
	Rhoicosphenia curvata	V	2,5	7,5	+	2,5	2,5	+	.	1	2,5	2,5
	Achnanthes lanceolata	V	2,5	1	7,5	1	+	1	1	+	2,5	2,5
	Surirella ovata	V	2,5	2,5	7,5	2,5	+	2,5	+	+	2,5	.
	Nitzschia dissipata	V	2,5	15	7,5	2,5	+	7,5	+	1	1	1
	Gomphonema parvulum	V	2,5	+	2,5	1	+	+	15	2,5	1	1
	Navicula gracilis	V	2,5	7,5	+	1	2,5	2,5	1	1	1	2,5
	Navicula pelliculosa	V	2,5	2,5	15	1	1	2,5	7,5	.	1	1
	Navicula vaucheriae	IV	2,5	.	7,5	2,5	2,5	.	2,5	.	1	2,5
	Fragilaria intermedia	IV	2,5	1	.	1	1	2,5	2,5	7,5	.	.
	Nitzschia amphibia	IV	2,5	+	.	2,5	+	–	7,5	2,5	1	.
C	*Cyclotella meneghiniana*	IV	1	–	1	1	1	.	.	1	2,5	2,5
	Diatoma vulgare	III	1	–	+	2,5	7,5	–	.	+	.	1
	Navicula mutica var. *cohnii*	III	1	–	–	.	2,5	2,5	.	1	2,5	2,5
	Gomphonema angustatum	III	1	7,5	+	1	+	.	.	+	.	.
	Navicula harderi	II	1	2,5	7,5	–	.	–	+	–	–	–
D	*Nitzschia romana*	IV	+	–	+	.	–	+	+	2,5	+	1
	Meridion circulare	IV	+	2,5	–	.	–	.	–	.	.	.
	Navicula viridula	IV	+	.	.	1	+	1	.	+	1	1
	Nitzschia linearis	III	+	.	.	1	1	+	.	1	.	.
	Navicula hungarica	III	+	–	.	1	+	.	.	.	1	1
	Navicula rhynchocephala	III	+	.	+	.	1	–	.	.	1	1
	Gomphonema olivaceum	II	+	–	2,5	2,5	.	.	.	.	.	.
	Melosira varians	II	+	–	–	.	+	.	.	2,5	2,5	.

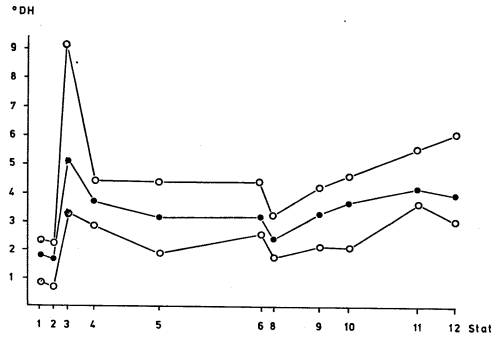

Abb. 13. Nichtkarbonathärte der Haune in °DH (● Mittelwert, ○ Extremwerte)

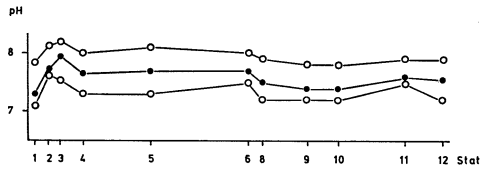

Abb. 14. pH-Werte der Haune (● Mittelwert, ○ Extremwerte)

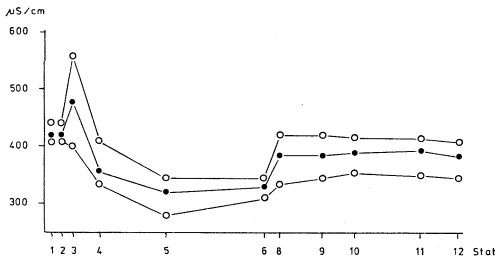

Abb. 15. Leitfähigkeit der Haune in μS_{20}/cm (● Mittelwert, ○ Extremwerte)

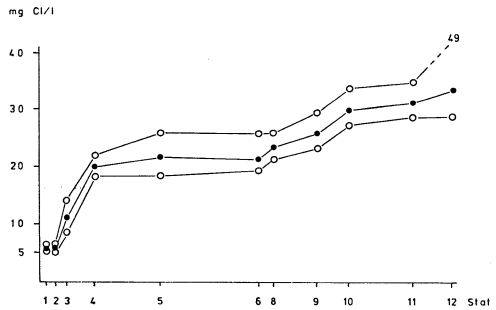

Abb. 16. Chloridgehalt der Haune in mg/l (● Mittelwert, ○ Extremwerte)

phytocönose oder Synusie (DU RIETZ 1954) dar. Eine Inspektion der Tabelle 5 zeigt, daß die Diatomeenarten des Quellbereiches aufgrund ihrer Abundanzverhältnisse als eigene Gesellschaft angesehen werden müssen. In Tabelle 9 ist diese Krenalgesellschaft der Haune dargestellt. Wie weiterhin aus Tabelle 5 ersichtlich ist, ist die Besiedlung des Quellbereiches im Vergleich zu den übrigen Untersuchungsstationen relativ artenarm. Diese Gesellschaft wird als *Achnanthetum-Cymbelletum minutissimae-ventricosae* ass. nov. bezeichnet.

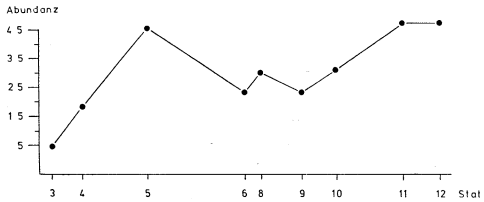

Abb. 17. Summe der Jahreszyklusabundanzen von *Nivicula avenacea*, *Navicula gregaria* und *Cyclotella meneghiniana*

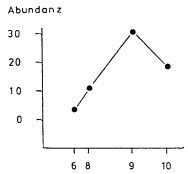

Abb. 18. Summe der Jahreszyklusabundanzen dreier meso- (m) und euryoxibionter (e) Diatomeen, die auch saprophytisch (s) auftreten können (*Nitzschia palea* [s, e], *Nitzschia dissipata* [m], *Gomphonema parvulum* [s, e])

Die vergleichsweise auffällige Artenarmut ändert sich ab U 3, wo organische Belastungen den Wasserchemismus und damit die Vegetation mit beeinflussen. Ab hier beginnt dann auch das Auftreten der beiden im Untersuchungsgebiet höchstabundanten Arten *Navicula avenacea* und *Navicula gregaria* (vgl. Tab. 10). Sie sind gesellschaftsbestimmend für die in diesem Untersuchungsabschnitt bestehende Diatomeencönose und weisen nicht nur die höchste JZA, sondern auch eine absolute Stetigkeit auf. Es zeigt sich weiterhin, daß mit abnehmender Abundanz auch die Stetigkeit zurückgeht. Mit SCHMITZ (1965) können hier die hochabundanten-hochsteten Arten als charakteristisch für die Haune angesehen werden sowie noch die Arten mit mäßiger Abundanz und hoher Stetigkeit (Gruppen A und B in Tab. 10). Es erscheint daher gerechtfertigt, diese Gesellschaft als *Naviculetum-avenaceae-gregariae* ass. nov. zu bezeichnen. Interessant im Hinblick auf die Stabilität von Diatomeengesellschaften ist die Tatsache, daß SCHMITZ (1965, S. 129) an der Station U 12 für *Navicula gregaria* und *Navicula avenacea* bei grundsätzlich gleicher Artenzusammensetzung ähnliche Abundanzen angibt. Da dieses Untersuchungsmaterial aus Sammelproben des Jahres 1948 stammt, bedeutet das für den letzten Abschnitt der Haune, daß hier diese Gesellschaft wahrscheinlich über 25 Jahre hinweg Bestand hatte!

Anmerkung

Die Arbeit wurde mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Bonn-Bad Godesberg) an der Limnologischen Flußstation des MAX-PLANCK-Instituts für Limnologie

(Schlitz) durchgeführt. Herrn Dr. J. BREHM (Schlitz) danke ich für seine hilfreiche Beratung und bereitwillige Unterstützung beim hydrochemischen Teil der Untersuchungen, Herrn W. WALKERLING (Fulda) für seine freundlichen Auskünfte zur Wasserwirtschaft.

Zusammenfassung

Die Haune, ein Nebenfluß der Fulda (Hessen, Bundesrepublik Deutschland) wurde über einen Jahreszyklus hinweg an 11 Untersuchungsstationen auf ihre Diatomeenvegetation hin untersucht: Das gut gepufferte Haunewasser führt zu einem hohen Anteil alkaliphiler (45,7 %) und alkalibionter (8,6 %) Diatomeenarten an der Gesamtzahl der festgestellten 128 Arten (einschließlich Varietäten 140 Taxa). Bei ausschließlicher Berücksichtigung der Jahreszyklusabundanzen der soziologisch bedeutsamen Diatomeen ergeben sich folgende Zahlen: alkaliphil und -biont 67 %, indifferent bis alkaliphil 10 %, indifferent 18,5 %, nicht bekannt 3,5 % und acidophil 0,0 %. Halophile Diatomeen (*Navicula avenacea*, *Navicula gregaria*, *Cyclotella meneghiniana*) zeigen in ihren Abundanzverhältnissen eine enge Beziehung zum Cloridgehalt der Haune. Arten mit meso- und euryoxibionten sowie saprophytischem Auftreten (*Nitzschia dissipata*, *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea*) kennzeichnen deutlich durch ihr mengenmäßiges Auftreten die Abwasserbelastung der Haune unterhalb der Ortschaften Hünfeld und Burghaun. Die Haune wird von zwei Diatomeengesellschaften besiedelt. Dies sind eine Krenalgesellschaft (*Achnanthetum-Cymbelletum minutissimae-ventricosae* ass. nov.) und eine das Meta- und Hyporhithron sowie Epipotamon beherrschende Gesellschaft (*Naviculetum avenaceae-gregariae* ass. nov.).

Literatur

BACKHAUS, D., 1967 b: Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. I. Voruntersuchungen. Suppl. Arch. Hydrobiol. **30**: 364–399.

— 1968 a: Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. II. Die räumliche und zeitliche Verteilung der Algen. Suppl. Arch. Hydrobiol. **34**: 24–73.

— 1968 b: Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. III. Die Algenverteilung und ihre Beziehung zur Milieuofferte. Suppl. Arch. Hydrobiol. **34**: 130–149.

— 1968 c: Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. IV. Systematisch-autökologischer Teil. Suppl. Arch. Hydrobiol. **34**: 251–320.

— und SANDER, U., 1967: Zur Chemie der Donauquellflüsse Breg und Brigach und des obersten Donauabschnittes bis zur Versickerung bei Immendingen. Suppl. Arch. Hydrobiol. **30**: 228–305.

BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie. Wien.

BREHM, J., 1975: Hydrologische und chemische Übersichtsuntersuchungen an den Fließgewässern des Schlitzerlandes. III. Die Fulda. Beitr. Naturk. Osthessen **9–10**: 37–80.

BROCKMANN, C., 1950: Die Wattdiatomeen der schleswig-holsteinischen Westküste. Abh. senckenberg. naturforsch. Ges. **478**: 1–26.

BUDDE, H., 1928: Die Algenflora des sauerländischen Gebirgsbaches. Arch. Hydrobiol. **29**: 433–520.

BÜCKLING, H. (Bearb.), 1912: Geologische Karte von Preußen und benachbarten Staaten, Lieferung 184, Blatt Fulda. Berlin.

BUTCHER, R. W., 1932: Studies on the ecology of rivers. II. The microflora of rivers with special reference to the algae on the river bed. Ann. Bot. **46**: 813–861.

– 1949: Problems of distribution of sessile algae in running waters. Verh. int. Ver. Limnol. **10**: 98–103.

CHOLNOKY, B. J., 1968: Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern. Lehre.

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. 1972. Weinheim.

DIEDRICH, G., 1968: Hydrogeologie. In: MOTZKA, R. (Herausg.) Erläuterungen zur geologischen Karte von Hessen 1 : 25 000, Blatt Nr. 5324, Hünfeld. Wiesbaden.

HESSISCHER MINISTER FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (Herausg.), 1964: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. Wiesbaden.

HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENKUNDE (Herausg.), 1960: Geologische Übersichtskarte von Hessen 1 : 300 000. Wiesbaden.

HORNUNG, H., 1959: Floristisch-ökologische Untersuchungen an der Echaz unter besonderer Berücksichtigung der Verunreinigung durch Abwässer. Arch. Hydrobiol. **55**: 52–126.

HUSTEDT, F., 1930: Bacillariophyta (Diatomeae). In: PASCHER, A. (Herausg.). Die Süßwasserflora Mitteleuropas. X. Jena.

– 1957: Die Diatomeenflora des Flußsystems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. Abh. naturwiss. Ver. Bremen **34**: 181–440.

– 1961: Kieselalgen (Diatomeen). Stuttgart.

– 1962: Die Kieselalgen. In: L. RABENHORSTs Kryptogamenflora. VII. Weinheim.

HYNES, H. B. N., 1972: The ecology of running waters. Liverpool.

KALLNBACH, M. E. und MEIJERING, M. P. D., 1970: Die Gammariden der Haune. Beitr. Naturk. Osthessen **2**: 51–60.

LAEMMLEN, M. (Bearb.), 1965: Geologische Karte von Hessen 1 : 25 000, Blatt 5124, Bad Hersfeld. Wiesbaden.

– 1967: Erläuterungen zur geologischen Karte von Hessen 1 : 25 000, Blatt 5124, Bad Hersfeld. Wiesbaden.

MATTHES, G., 1967: Hydrogeologie. In: MOTZKA, R. und LAEMMLEN, M. Erläuterungen zur geologischen Karte von Hessen 1 : 25 000, Blatt 5224, Eiterfeld. Wiesbaden.

MOTZKA, R. (Bearb.), 1968: Geologische Karte von Hessen 1 : 25 000, Blatt 5324, Hünfeld. Wiesbaden.

– und LAEMMLEN, M. (Bearb.), 1966: Geologische Karte von Hessen 1 : 25 000, Blatt 5224, Eiterfeld. Wiesbaden.

– – 1967: Erläuterungen zur geologischen Karte von Hessen 1 : 25 000, Blatt 5224, Eiterfeld. Wiesbaden.

NIEDERSÄCHSISCHER MINISTER FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (Herausg.), 1973: Deutsches gewässerkundliches Jahrbuch: Weser- und Emsgebiet. Abflußjahr 1972. Hannover.

RUCHTI, J. und SCHURR, J. M., 1975: Kinetics of oxygen exchange, photosynthesis, and respiration in rivers determined from time-delayed correlations between sunlight and dissolved oxygen. Schweiz. Z. Hydrol. **37**: 144–174.

SCHEELE, M., 1952: Systematisch-ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora in Fulda. Arch. Hydrobiol. **46**: 305–432.

SCHMASSMANN, H., 1951: Untersuchungen über den Stoffhaushalt fließender Gewässer. Schweiz. Z. Hydrol. **13**: 300–335.

SCHMIDT, E. W., 1969: Die Diatomeenbesiedlung des Geisbaches. Eine quantitative Untersuchung des Diatomeenbewuchses auf künstlichen Substraten. Wiss. Hausarb. Abt. Erziehungswiss. Univ. Gießen.

SCHMITZ, W., 1950: Der Wasserchemismus der Fulda unter besonderer Berücksichtigung der geologischen Einflüsse. Jahresber. limnol. Flußstat. Freudenthal **1**: 28–36.

— 1956: Der Mineralgehalt der Oberflächengewässer des Fulda-Eder-Flußgebietes. Jahresb. limnol. Flußstat. Freudenthal **7**: 43–60.

— 1961: Fließgewässerforschung — Hydrographie und Botanik. Verh. int. Ver. Limnol. **14**: 541–586.

— 1965: Die Soziologie aquatischer Mikrophyten. Ber. int. Symp. int. Ver. Vegetationsk. **1960**: 120–139.

SCHWOERBEL, J., 1959: Ökologische und tiergeographische Untersuchungen über die Milben (Acari, Hydrachnellae) der Quellen und Bäche des südlichen Schwarzwaldes und seiner Randgebiete. Suppl. Arch. Hydrobiol. **24**: 385–546.

SEMMEL, A. (Bearb.), 1966: Bodenkarte von Hessen 1 : 25 000, Blatt 5224, Eiterfeld. Wiesbaden.

UHLMANN, D., 1975: Hydrobiologie. Stuttgart.

VENTZ, D., 1964: Beitrag zur Saprobiologie einiger Organismen. Int. Rev. ges. Hydrobiol. **49**: 133–138.

WHITFORD, L. A., 1956: The communities of algae in the spring streams of Florida. Ecology **37**: 433–442.

WUHRMANN, K., 1974: Some problems and perspectives in applied limnology. Mitt. int. Ver. Limnol. **20**: 324–402.

ZIEMANN, H., 1971: Die Wirkung des Salzgehaltes auf die Diatomeenflora als Grundlage für eine biologische Analyse und Klassifikation der Binnengewässer. Limnologica **8**: 505–525.

ZIMMERMANN, P., 1961: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Strömungsgeschwindigkeit auf die Lebensgemeinschaften des fließenden Wassers. Schweiz. Z. Hydrol. **23**: 1–81.

Manuskript bei der Schriftleitung eingegangen am 5. April 1977.

Anschrift des Verfassers:

G. J. SCHENK
Am Steffen 13
6430 Bad Hersfeld
BRD

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Philippia. Abhandlungen und Berichte aus dem Naturkundemuseum im Ottoneum zu Kassel

Jahr/Year: 1976-1978

Band/Volume: 3

Autor(en)/Author(s): Schenk Günther J.

Artikel/Article: Die Diatomeenvegetation der Haune (Hessen). II. 345-356