

Aus der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,
Wissenschaftsbereich Zoologie (Wissenschaftsbereichsleiter: Prof. Dr. J. Schuh)

Aerogene Beeinflussung stehender Gewässer und deren Trichopterenzönosen (Trichoptera-Insecta) im Immissionsgebiet Dübener Heide

Von

Wolfgang Mey und Franz Tietze

Mit 8 Abbildungen und 1 Tabelle

(Eingegangen am 14. Dezember 1978)

1. Einleitung

Die Dübener Heide (DH) gehört zum stärksten SO_2 belasteten Gebiet Europas (Barnes & Eggleton 1977). In zahlreichen Publikationen ist über das Ausmaß und die Art der durch Emission verursachten Veränderungen in der DH berichtet worden. Untersuchungen über den Einfluß von Emissionen auf Gewässer liegen nicht vor, so daß mit dieser Arbeit der erste Versuch unternommen wird, die Immissionsbelastung stehender Gewässer in der DH zu erfassen.

Seit den sechziger Jahren erschienen in wachsender Zahl Publikationen, die den Beitrag von atmosphärischen Verunreinigungen zur Gewässerbelastung behandeln. Man geht davon aus, daß die hauptsächlich durch Industriebetriebe an die Luft abgegebenen Gase den meteorologischen Bedingungen unterworfen sind, durch Niederschläge ausgewaschen werden und in die Gewässer gelangen. Wenn die verbreitete Noxe SO_2 zugrunde gelegt und ihr hoher Adsorptionskoeffizient in Rechnung gestellt wird, lassen sich unnormal saure Niederschläge infolge der Oxydation zu SO_4^{--} erwarten. Das bedeutet für betroffene Gewässer mit geringer Pufferkapazität eine Erhöhung der Sulfatkonzentration und der Azidität (Wright & Gjessing 1976). Weiterhin muß die Zeitspanne der permanenten SO_2 -Emission einkalkuliert werden, die erst dadurch zu einem wirksamen Faktor wird. Daß diese Veränderungen durch eine in erster Näherung erfassbare Dynamik- und Strukturwandlung der Zoozönosen reflektiert, braucht nicht besonders betont zu werden. In geringerem Umfang betrifft das auch fließende Gewässer (Huff 1976, Hendrey & Wright 1976). In der Praxis ist dieser skizzierte Mechanismus vielfach bestätigt worden (Wright & Gjessing 1976, Wong 1978). Jedoch sind die aus verschiedenen Gebieten der Erde erbrachten Ergebnisse nicht a priori übertragbar auf die Verhältnisse in der DH. Der hohe Flugaschenanteil der Immission und das ohnehin kalkreiche Diluvialgebiet sind die beiden hauptsächlichsten Faktoren, die eine Spezifik der Beziehung Emission – Gewässer vermuten lassen.

2. Das Untersuchungsgebiet

Das Gebiet zwischen Unterlauf der Mulde und Mittelelbe wird als Dübener Heide bezeichnet (DH). Als warthestadiales Pleistozängebiet wird die Landschaft geprägt von den Elementen der glazialen Serie, die unterschiedliche geologische und hydrologische Eigenschaften aufweisen. Die DH liegt im Bereich des Überganges vom ozeanischen

zum kontinentalen Klimaeinfluß. Die Jahresamplitude der Lufttemperatur beträgt 18,6 °C (Bitterfeld). Die Niederschläge erreichen 550 mm im Jahr (Legler 1968). Die DH gilt als das größte Rauchschadensgebiet der DDR. Im Windschatten der Großkraftwerke Bitterfeld, Muldenstein, Zschornowitz, Vockerode und der chemischen Betriebe von Bitterfeld und Wolfen beträgt die geschätzte tägliche SO₂-Belastung etwa 1000 t. Dazu kommen noch große Mengen Flugasche, Chlor- und Nitrosegase u. a. m. Mit der Erschließung der Braunkohlenlagerstätten vor über 60 Jahren begann die kontinuierliche Emission von Rauchgasen und Flugasche in steigenden Mengen. Charakteristisch für die Braunkohlenflugasche des hercynischen Raumes ist ihr hoher CaO-Anteil, der in der Literatur mit etwa 20 % angegeben wird.

3. Material und Methode

Als warthestadiales Gebiet existieren in der DH keine natürlichen Gewässer. Alle untersuchten Teiche sind vor über 50 Jahren angelegt worden. Sie sind frei von Abwasserbelastungen und Badebetrieb, stellen keine Braunkohlenrestlöcher dar und sind auch nicht aus ehemaligen Tongruben usw. hervorgegangen. Die Abb. 1 zeigt die Lage der Teiche in der DH (A–K).

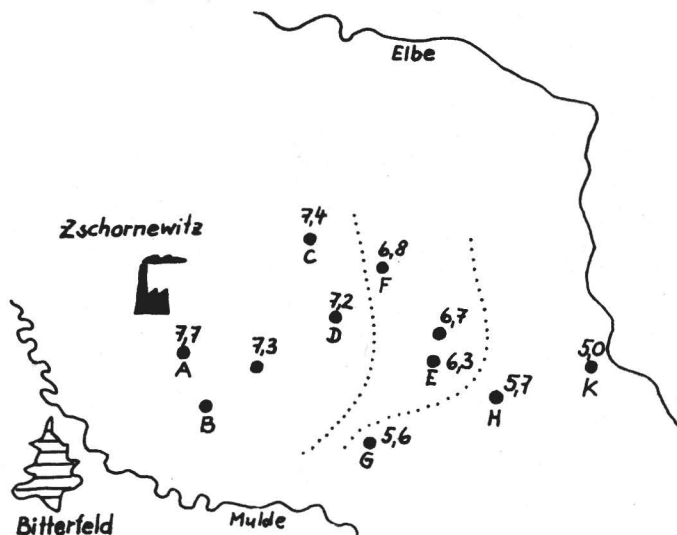


Abb. 1. pH-Werte der Gewässer am 3. 5. 1977

- A – liegt in einer ausgedehnten Sanderfläche links der F 100 von Gröbern nach Gräfenhainichen; etwa 3 ha; vor der Jahrhundertwende angelegt und bereits stark verlandet.
- B – DAV Gewässer in Schmerz; ehemaliger Dorfteich.
- C – befindet sich nahe der Straße von Uthausen zum Ochsenkopf im Bereich obermiocäner Schichten; etwa 1 ha.
- D – Teich bei Parnitz, in der Endmoräne gelegen; etwa 0,5 ha.
- E – Mühlteich, westlich Reinharz; Fischereigewässer, etwa 4 ha.
- F – Teich bei Ateritz; stark verkrautet; etwa 0,5 ha.
- G – Teich am Eisenhammer.
- H – Heideteich; gehört zum oligotrophen Typ; etwa 4 ha.
- K – Tümpel neben dem großen Lausiger Teich; stark verkrautet; etwa 0,4 ha.

Zur Indikation der Wasserqualität eignen sich die Köcherfliegen (Trichoptera) besonders gut. Die ubiquistische Verbreitung der Ordnung, ihr Artenreichtum, die langen Flugzeiten und ihre allgemeine Eurypotenz gegenüber Umweltfaktoren (Hamilton et al. 1975) gestattet das Sammeln an jedem Gewässer und auch in verwertbaren Mengen. Auf Grund der allgemein bekannten Schwierigkeiten, Köcherfliegenlarven exakt zu bestimmen, wurden nur Imagines berücksichtigt. Um Fehler durch unterschiedliche Dispersion der Arten auszuschließen, wurden keine festen Sammelpunkte errichtet. In einem Abstand von ein bis zwei Wochen erfolgte die Besammlung des von *Phragmites*-Beständen freien Ufers, wobei jedes Exemplar eingetragen wurde. Diese halbquantitative Methode ist ausreichend für einen Vergleich der Teiche unter ausschließlicher Berücksichtigung der dominanten Arten. Bei jeder Gewässerbegehung sind gleichzeitig die pH-Werte ermittelt worden. Alle Messungen erfolgten mit dem transportablen pH-Meßgerät MV 81 (VEB Präcitronic Dresden). Sie wurden stets an Oberflächenproben vorgenommen, in der Zeit von 8 bis 10 Uhr. Vom Zentrallaboratorium des VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Halle wurden die chemischen Wasseranalysen ausgeführt. Die Untersuchung begann am 20. 4. 1977 und dauerte bis 13. 11. 1977.

4. Ergebnisse und Diskussion

Den größten Anteil an einer atmosphärischen Beeinflussung von stehenden Gewässern in der DH hat die Flugasche und das SO_2 . Beide werden gleichzeitig emittiert, verdriftet, adsorbiert, ausgewaschen oder fallen aus (dry fallout). Die untersuchten Teiche reflektieren diese Verhältnisse in ihrem Wasserchemismus (Tab. 1). Obwohl Teiche im Gegensatz zu Seen extreme Biotope sind (in denen z. B. einzelne Ionenarten exzessive Konzentrationen erreichen können; in denen eine rapide natürliche Sukzession abläuft), die unter anderen Untersuchungszielen einen sinnvollen Vergleich ausschließen, ist ihre Verwendung auf Grund einer anfänglich nivellierenden Immission gerechtfertigt. Die Heterogenität des geologischen Untergrundes müßte hier eine zufällige Verteilung der Werte ohne Beziehung zur Entfernung zur Folge haben, aber niemals eine klinale Variation.

Tabelle 1. Ergebnisse der Wasseranalysen (13. 10. 1977) in mg l^{-1}

Teich	SBV	Ca^{++}	Mg^{++}	Fe^{++} Fe^{+++}	SO_4^{--}
A	1,4	134	11,2	—	270
B		54,3		130	
C	0,8	32,1	7,3	1,0	49
D	0,4	50	7,3	—	110
E	0,6	42,8	6,0	1,5	100
H	0,5	38,2	7,1	—	82
K	0,4	35,4	3,7	4,4	77

Entsprechend dem existierenden Emissionsgradienten (Enderlein 1962, Enderlein & Stein 1964, Lux & Flemming 1965) verhalten sich Ca^{++} - und Mg^{++} -Konzentrationen proportional zur Entfernung vom Emissionszentrum Kraftwerk Zschornowitz. Die Flugascheablagerung ist berechenbar und kommt theoretisch der in Abb. 2 dargestellten Kurve nahe. Die Existenz einer verblüffend ähnlichen Beziehung hinsichtlich des Ca^{++} -Gehaltes der Gewässer, die in einer West-Ost-Trasse liegen (A, D, E, H, K), beweist die Immission und eine immissionsbedingte Gewässerentwicklung (Abb. 3).

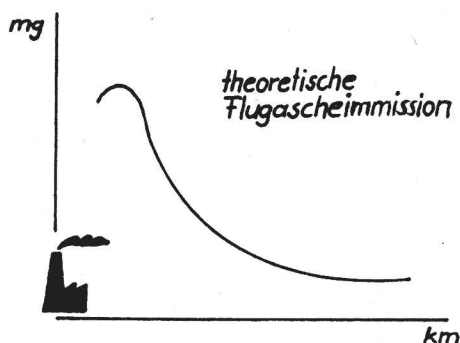


Abb. 2. Theoretische Flugascheemission

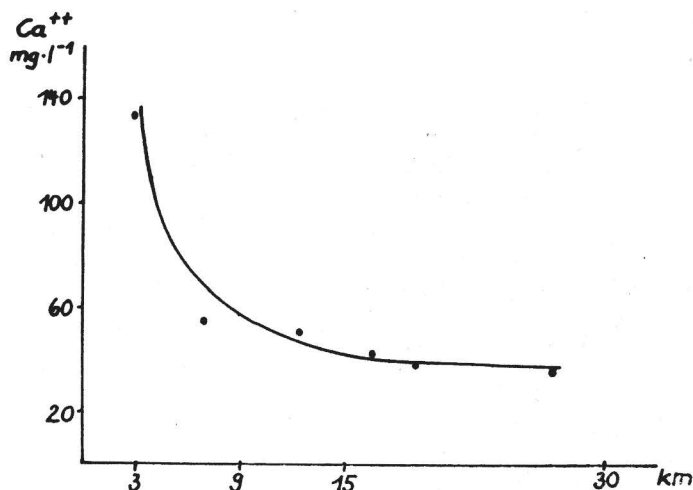


Abb. 3. Abhängigkeit der Kalziumkonzentrationen der Gewässer von der Entfernung zum Kraftwerk Zschornewitz

Diese Beziehung läßt sich mit der Gleichung

$$K = \frac{2764,4}{s - 0,4} + 25$$

beschreiben (K Konzentration, s km vom Kraftwerk Zschornewitz). Dadurch können die ungefähren Ca^{++} -Konzentrationen für bisher noch nicht untersuchte Teiche vorhergesagt werden, die in der gewählten Trasse liegen. Zum Beispiel wies der Teich am Eisenhammer (16 km entfernt) am 20. 9. 78 einen Gehalt von $40,6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ auf. Die Berechnung ergibt $42,8 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Dieses Verhältnis ist jedoch zeitabhängig (Driver & Peden 1977). Die Oszillation der Kalziumkonzentrationen ist im Jahresverlauf nicht erfasst worden.

Für die Sulfatkonzentrationen läßt sich ein ähnlicher Gradient erkennen (Abb. 4). Die Ausbreitung von SO_2 im Gebiet ist allerdings anderen Gesetzen unterworfen. Dabei ist bei der Betrachtung der SO_4^{--} -Gewässerkonzentrationen die Sorptionsfähigkeit der Wasserfläche und des Bodens, der auf Grund der Flugasche einen hohen

Basengehalt hat (Kühn & Weller 1977) und der Sulfat- bzw. der Schwefelanteil der Flugasche selbst von Bedeutung.

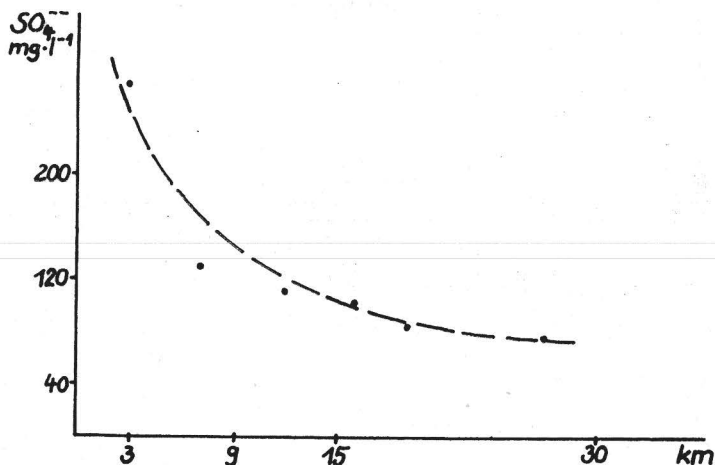


Abb. 4. Abhängigkeit der Sulfatkonzentrationen der Gewässer von der Entfernung zum Kraftwerk Zschornowitz

Eine Beurteilung der Wasserparameter im Vergleich zu allgemein üblichen ist nur annähernd möglich. Wenn Literaturangaben von vor 1950 herangezogen werden (Hutchinson 1957), findet man sehr selten ein Gewässer, das einen Sulfatgehalt von über $40 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ hat. Durch die weltweit verbreitete SO_2 -Emission liegen heute die Werte in exponierten Gebieten sicherlich allgemein höher, so daß man im Südteil der DDR kaum natürliche Verhältnisse restaurierende Gewässer findet, die vergleichbar sind. Unter Annahme eines durchschnittlichen Wertes von $40 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ist die doppelt bis neunmal höhere Konzentration in den Teichen der DH durch ihre relativ kurze Entfernung zu den Kraftwerken erklärbar. Ein geringer SO_4^{2-} -Gehalt eines Teiches in austretenden miozänen Schichten (Teich C), die schwefelhaltiges Material enthalten (Pitsch 1973), weist darauf hin, daß ihr Einfluß auf den Wasserchemismus in den von uns untersuchten flachen Teichen von geringerer Bedeutung ist, als der aerogene SO_4 -Eintrag. Für das Ca^{++} gilt dieselbe Feststellung innerhalb der Grenze einer „ausreichenden“ Immission.

Sulfat- und Kalziumionen sind die charakteristischsten Komponenten des Wasserchemismus in den Teichen der DH, die heute als Sulfatgewässer existieren. Ihre gegenseitige paralysierende Wirkung, die durch die Reaktion ausgedrückt werden kann, ist der Grund für überraschend artenreiche Trichoptera- und Ephemeropterazönosen (Mey 1977, Braasch & Mey 1977) gerade in der Zone der stärksten SO_2 -Belastung.

Bereits bei der Betrachtung der pH-Werte fällt auf, daß im Westteil der DH die Reaktion ausgeglichener ist, ganz im Gegensatz zu den Teichen im Ostteil, die pH-Schwankungen von über zwei Graden im Jahr durchlaufen (Abb. 5). Dieser offenbar existierende Ost-West-Gradient kommt auch in Abb. 1 deutlich zum Ausdruck. Die Messungen wurden nach vorhergehenden starken Regenfällen, die im gesamten Gebiet niedergingen, durchgeführt. Ein Vergleich dieser mit den zuvor gemessenen (am 25. 4.) ergab, daß die pH-Werte der Gewässer im Osten fielen, während sie im Westen stiegen, und zwar je nach Entfernung in steigendem Maße. Das gleiche Ergebnis brachten Niederschlagsmengen bei Muldenstein (pH = 7,5) und am Lausiger Teich (K, pH =

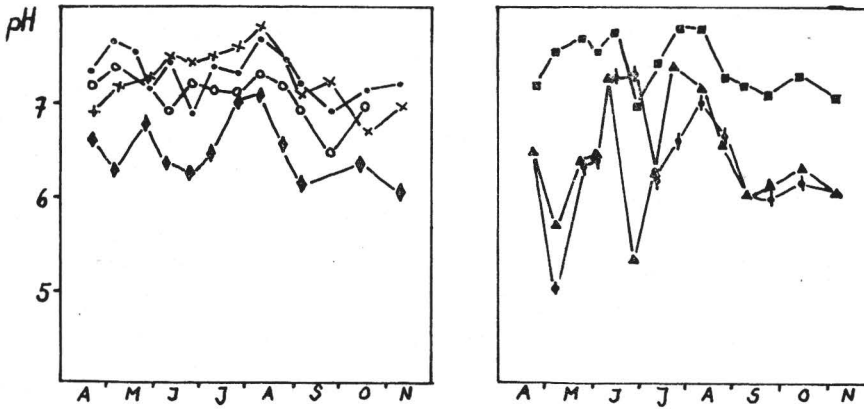


Abb. 5. pH-Fluktuation von 7 Teichen (● = A, ○ = C, × = D, ◆ = E, ▲ = H, = K, ■ = Muldealtwasser)

5,1). Folglich wird bereits in der Atmosphäre die saure Reaktion des $\text{SO}_2\text{--SO}_3^-\text{--SO}_4^{--}$ durch die Flugasche aufgehoben. In den Gewässern selbst und im Sediment (Wegner & Hamilton 1976) verhindert der hohe Kalziumkarbonatanteil eine starke Schwankung des pH-Wertes ($\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{++} + \text{HCO}_3^-$). Somit fallen saure Niederschläge nur im Osten der DH, wo die Menge der verdrifteten Flugasche gering zu sein scheint und demzufolge die SO_2 -Komponente überwiegt. In diesen Teichen sind die gemessenen pH-Schwankungen am größten und ihre autochthonen Trichopterazönosen arm an Arten. Dagegen ist sie artenreich, wenn die jährliche pH-Fluktuation gering ist (Abb. 6). Da die SO_4^{--} -Konzentration als verbreitungsregulierender Faktor bei aquatischen Insekten wenig wahrscheinlich ist, beziehen wir die Unterschiede in der Trichopterabesiedlung auf die pH-Verhältnisse, die sich dazu adäquat verhalten und mit Ergebnissen bei anderen Organismengruppen übereinstimmen (Behre 1966, Hendry &

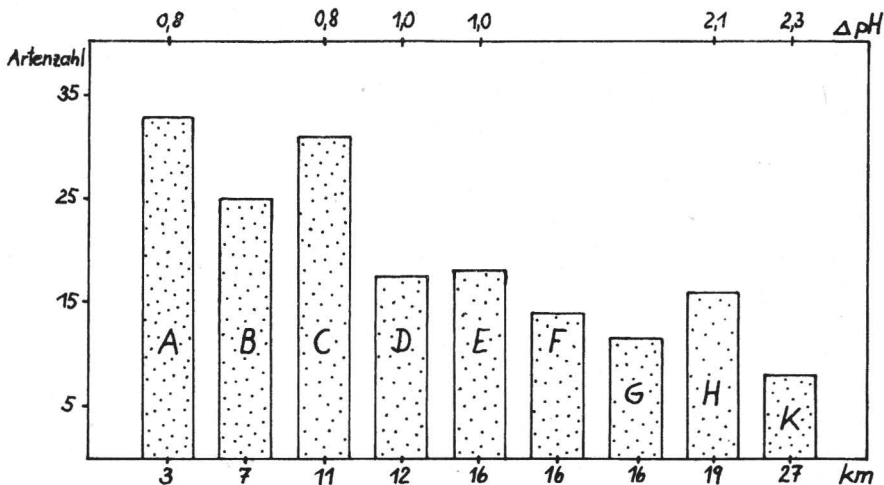


Abb. 6. Abhängigkeit des Artenreichtums der Trichopterenzönosen von der Entfernung zum Kraftwerk Zschornowitz

Wright 1976, Børgstrom & Hendrey 1976 u. a.). Nach bisherigen Gewässerklassifizierungen mittels der Reaktion (Nygaard 1938 u. a.) haben stark saure und alkalische Gewässer im Jahresverlauf relativ konstante pH-Werte. Alle anderen Teiche und Seen erreichen Schwankungen von 1 bis über 3 Grade. Die unterschiedliche Reaktion der Köcherfliegen gegenüber pH-Schwankungen (Krey 1937, Hirvenoja 1960) führt zu einer Auslese von Arten, die für eine Besiedlung saurer Gewässer in Frage kommen. Die ausgeglichenen Verhältnisse in den gering oszillierenden alkalischen Gewässern ermöglichen allen Arten eine Existenz, und es ist uns aus der Literatur und aus eigener Erfahrung bisher noch kein Fall bekannt geworden, daß es Köcherfliegenarten des paläarktischen Limnals gibt, die den alkalischen Bereich meiden. Es ist deshalb sinnlos, nach einzelnen Indikatorarten für saure Gewässer zu suchen. Für eine derartige Indikation eignet sich eine Gegenüberstellung von steno- und euryionen Arten. Dabei läßt sich bereits bei Erfassung eines Teiles der Trichopterazönose (einschließlich dominanter Arten) auf die ungefähre Reaktion des Gewässers schließen. Über die ökologische Valenz der Wasserstoffionenkonzentration bezüglich der Köcherfliegenarten ist allerdings kaum etwas bekannt. Wir geben deshalb an dieser Stelle eine unvollständige Liste von Arten, die im Sinn der Abb. 7 euryion sind:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. <i>Agraylea sexmaculata</i> Curt | 9. <i>Athripsodes aterrimus</i> Steph |
| 2. <i>Holocentropus stagnalis</i> Alb | 10. <i>Mystacides longicornis</i> L. |
| 3. <i>H. dubius</i> Steph | 11. <i>Triaenodes bicolor</i> Curt |
| 4. <i>Cyrtus flavidus</i> Mcl | 12. <i>Erotesis baltica</i> Mcl |
| 5. <i>C. crenaticornis</i> Kol | 13. <i>Oecetis ochracea</i> Curt |
| 6. <i>Phryganea bipunctata</i> Retz | 14. <i>O. furva</i> Ramb |
| 7. <i>Oligotricha striata</i> L. | 15. <i>O. lacustris</i> Pict |
| 8. <i>Limnephilus nigriceps</i> Zett | |

Eine analoge Aufstellung von stenoionen Arten ist momentan auf Grund der äußerst spärlichen Informationen nicht möglich (vermutlich gehören *Anabolia turcata* Brau, *Mystacides azurea* L. und *Notidobia ciliaris* L. in diese Gruppe). Neben der Differenzierung der Arten lassen sich ebenfalls andere ökologische Parameter wie Abundanzen, Flugzeiten usw. für eine Indikation verwenden. Wenige Arten mit hohen Dichten und extrem langen Flugzeiten kennzeichnen die sauren Teiche im Osten der

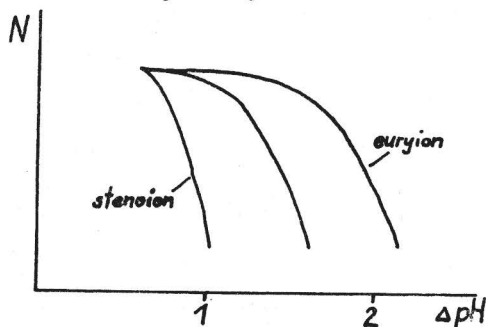


Abb. 7. Definition von euryion und stenoion mittels der pH-Schwankung

DH, während die Merkmale im Westen genau umgekehrt sind. Das kann mit Hilfe der Phänologiedigramme¹ der untersuchten Trichopterazönosen bei vielen Arten bestätigt werden (s. z. B. Abb. 8). Von einer direkten Schädigung bzw. Verarmung der Köcherfliegenfauna in der DH kann man allerdings kaum sprechen. Die gefundenen

¹ Werden in einer späteren Arbeit veröffentlicht.

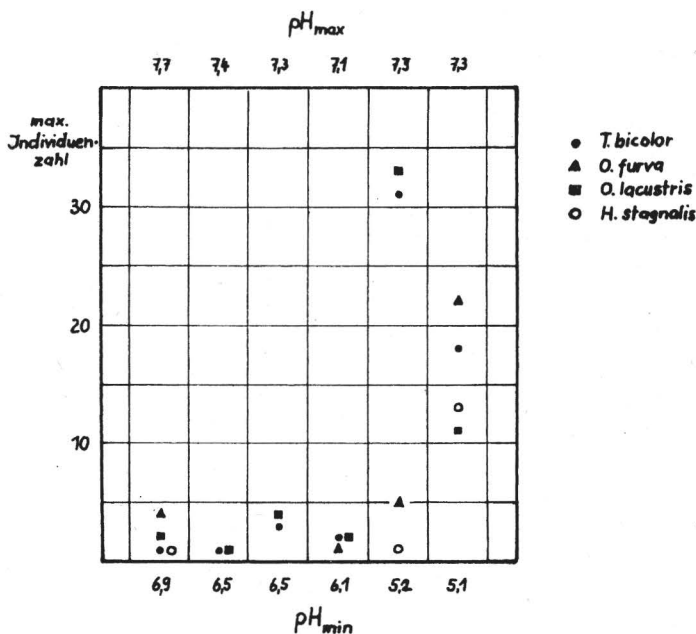


Abb. 8. Beziehung zwischen Abundanz und pH-Schwankung bei 4 Köcherfliegenarten

Besiedlungsverhältnisse sind keineswegs nur auf dieses Gebiet beschränkt, sondern werden auch außerhalb des hercynischen Raumes angetroffen. In welchem Ausmaß die Trichopterazönosen einer immissionsbedingten Entwicklung unterworfen sind und aus welchen Fakten das ableitbar ist, werden spätere Arbeiten zeigen.

5. Zusammenfassung

Im Immissionsgebiet Dübener Heide wurden neun Tümpel und Teiche ausgewählt mit etwa gleicher Entstehung, Geomorphologie und Abwasserbelastung, so daß eine weitgehende Vergleichbarkeit der Biotope gesichert war. In unterschiedlicher Entfernung vom Kraftwerk Zschornowitz wurden die aerogenen Einflüsse, insbesondere Flugasche und SO₂, auf den Chemismus der Gewässer untersucht. Es ergibt sich eine deutliche Korrelation zwischen Entfernung der Biotope zum Emittenten und der jeweiligen Trichopterenzönose. Die weiter entfernten Teiche mit starken Oszillationen im sauren Bereich beherbergen wenige Arten mit hoher Dichte und extrem langen Flugzeiten, die dem Emittenten nahegelegenen mit sehr geringen Oszillationen im alkalischen Bereich weisen zunehmend mehr Arten mit abnehmender Dichte auf.

Schrifttum

- Barnes, R. A., und A. E. Eggleton: The transport of atmospheric pollutants across the North Sea and English Channel. *Atmospheric Environment* 11 (1977) 879–892.
- Behre, K.: Zur Algensoziologie des Süßwassers. *Arch. Hydrob.* 62 (1966) 125–164.
- Börgstrom, R., und G. R. Hendrey: pH-Tolerance of the first larval stages of *Lepidurus arcticus* (Pallas) and adult *Gammarus lacustris* G. O. Sars. SNSF-project, IR 22 (1976) 5–37.
- Braasch, D., und W. Mey: Ein weiterer Fund von *Ephemera glaucops* Pictet (Ephemeroptera) in der DDR. *Ent. Nachr.* 8 (1977) 123–125.

- Driver, E. A., und D. G. Peden: The chemistry of surface water in prairie ponds. *Hydrobiologia* **53** (1977) 33–48.
- Enderlein, H., und G. Stein: Der Säurezustand der Humusaufgabe in den rauchgeschädigten Kiefernbeständen des Staatl. Forstwirtschaftsbetriebes Dübener Heide. *Arch. Forstwesen* **13** (1964) 1181–1191.
- Hamilton, R. W., J. K. Buttner und R. G. Brunetti: Lethal levels of Sodium Chloride and Potassium Chloride for an Oligochaete, a Chironomid Midge and a Caddisfly of Lake Michigan. *Environm. Entomology* **4** (1975) 1003–1006.
- Hendrey, G., und R. Wright: Acid precipitation in Norway: Effects on aquatic fauna. *Journal of Great Lakes Research* **2** (1976) suppl. 1, 192–207.
- Hirvenoja, M.: Ökologische Studien über die Wasserinsekten in Riihimäki (Südfinnland). *Ann. Ent. Fenn.* **26** (1960) 201–221.
- Huff, F. A.: Relation between atmospheric pollution, precipitation and streamwater quality near a large urban-industrial complex. *Water Research* **10** (1976) 945–953.
- Hutchinson, E. G.: A Treatise on Limnology I. New York 1957.
- Krey, J.: Untersuchungen zur Ökologie und Physiologie der Trichopterenlarven. *Zool. Jb. Physiol.* **58** (1937) 201–224.
- Kühn, H., und H. Weller: 6jährige Untersuchungen über Schwefelzufuhr durch Niederschläge und Schwefelverluste durch Auswaschung (in Lysimetern). *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.* **140** (1977) 431–440.
- Legler, B.: Regionalgeographische Untersuchungen der Raumstruktur des Elbe-Mulde Winkels (Dübener Heide). Diss., Leipzig 1968.
- Lux, H., und G. Flemming: Über die prognostische Ermittlung der durch geplante Kraftwerke zu erwartenden Walddrauschäden. *Arch. Forstwesen* **15** (1966) 1033–1040.
- Mahn, E.-G., und F. Tietze: Beiträge zur Erfassung anthropogener Einwirkungen auf die Struktur von terrestrischen Ökosystemen. *Wiss. Z. Univ. Halle, math.-nat.* (1979) (im Druck).
- Mey, W.: Wenig bekannte Köcherfliegen (Trichoptera) in der DDR. *Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden* **6** (1977) 315–319.
- Nygaard, G.: Hydrobiologische Studien über dänische Teiche und Seen. *Arch. Hydrob.* **32** (1938) 523–692.
- Peklo, P., und K. Enders: Analyse der Verunreinigung der Luft im Raum Bitterfeld/Wolfen. Istzustand, Auswirkungen, Sanierungsmaßnahmen. Diss. Freiberg Mskr. 1976.
- Pitsch, W.: Vegetationsentwicklung und Gewässergenie in den Tagebauen des Lausitzer Braunkohlenreviers. *Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch.* **13** (1973) 187–217.
- Piwoni, M. D., und G. F. Lee: The role of man in the excessive fertilization of surface waters. *Texas Journ. Sci.* **27** (1976) 477–487.
- Wegner, G. S., und R. W. Hamilton: Effect of Calcium Sulfide on Chironomus riparius (Chironomidae) egg hatchability. *Environm. Entomology* **5** (1976) 256–258.
- Wong, M. H.: An ecological survey of the effect of Sulfur Dioxide emitted from an acid work factory. *Bull. Environm. Contam. Toxicol.* **19** (1978) 715–723.
- Wright, R. F., und E. T. Gjessing: Acid precipitation: Changes in the chemical composition of lakes. *Ambio* **5** (1976) 219–223.

Doz. Dr. sc. Franz Tietze
Sektion Biowissenschaften
Wissenschaftsbereich Zoologie
DDR - 402 Halle (Saale)
Domplatz 4

Dipl.-Biol. Wolfram Mey
Institut für Pflanzenschutzforschung
der AdL der DDR
DDR - 1532 Kleinmachnow
Stahnsdorfer Damm 81

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hercynia](#)

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Tietze Franz, Mey Wolfram

Artikel/Article: [Aerogene Beeinflussung stehender Gewässer und deren Trichopterenzönosen \(Trichoptera-Insecta\) im Immissionsgebiet Dübener Heide 264-272](#)