

# Bemessung des ökologisch begründeten Mindestwasserabflusses an einer Kleinwasserkraftanlage

*Claus Orendt*

Orendt Hydrobiologie, Leipzig

## **1. Einführung**

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, eine Vorgabe für einen Mindestwasserabfluss, der für eine kleine Mühle ausgeleitet wird, zu erarbeiten. Da die Bemessung ökologisch begründet sein sollte, wurde eine Erfassung der aquatischen Makroinvertebraten und Messungen des Abflusses und Fließgeschwindigkeiten durchgeführt. Makroinvertebraten integrieren über kombinierte Effekte unterschiedliche Umweltvariablen und sind deshalb für die Bewertung tolerierbarer Einwirkungen besonders geeignet, was im Einzelfall (z.B. bei kleinräumigen, schwierig messbaren Habitatbedingungen wie hier im Schanzenbach) einen Vorteil gegenüber mathematischen Modellen darstellt. Das betrachtete System ist im Vergleich zu größeren Wasserkraftwerken klein, jedoch sind die Kleinwasserkraftwerke in der Landschaft häufiger anzutreffen und können auch im kleinsten Tal gefunden werden.

Da der Abfluss im Fließgewässer einen enorm wichtigen Faktor darstellt, konzentrierte sich die durchgeführte Studie auf folgende Fragen:

- (1) Welche Teile der Biozönose sind in welchen Habitaten für Abflussschwankungen im Schanzenbach besonders sensibel?
- (2) Ab welchen Abflussmengen wird die kritische Schwelle für die nachhaltige Besiedlung dieser Lebensräume für diese Arten bei einer Ausleitung unterschritten und damit eine Veränderung des Ökosystems wirksam?

Die Abflussmenge ist eine von zahlreichen vitalen Umweltfaktoren (z.B. Sauerstoffversorgung, hydraulischer Stress) übergeordnete Variable für die Lebensgemeinschaften. Um nun die oben gestellten Fragen zu beantworten, müssen die Toleranzen typischer und sensibler Taxa bezüglich Fließgeschwindigkeit, die hier als Indikator für eine tolerierbare Abflussmenge fungiert, bekannt sein. Der beste Weg, Toleranzdaten für die Schwellenwerte einer lokalen Gemeinschaft zu erhalten, wäre, sie unmittelbar vom betrachteten System selbst zu gewinnen. Allerdings ist dies aus Zeit- und Finanzierungsgründen selbst oder gerade in kleinen Gewässern nur selten der Fall. Infolgedessen müssen die Informationen der Literatur entnommen werden. Die vorliegende Studie zeigt, dass die verfügbaren Daten für eine Bewertung des Zustands und eine Bemessung der Grenzen anthropogener Abflussregulierung in Kleinkraftwerken gegenwärtig ausreichen.

## **2. Untersuchungsgebiet**

Der morphologisch naturnahe Abschnitt des Schanzenbaches fließt südwestlich Leisnig (Kreis Döbeln, Sachsen) in einem sich schlängelnden Sohlental in westlicher Richtung der Freiburger Mulde zu. Naturräumlich befindet

sich das Gewässer im Mulde-Löss-Hügelland innerhalb des Erzgebirgsvorlandes (Haase & Bernhardt 1995). An den teils bewaldeten Talhängen und auch im Bachbett selbst ist stellenweise der Leisniger Quarzporphyr angeschnitten, der auf den Hochlagen und Hängen von weichselzeitlichem Löss oder Lösslehm bedeckt ist. Die Talsohle wird von alluvialem Wiesenlehm gebildet (s. Credner, 1899).

Der untersuchte Abschnitt des Schanzenbaches beginnt ca. 200 m unterhalb der Ausleitung (Abb. 1), wo der Mühlgraben zur Leithenmühle abzweigt, und endet ca. 200 m unterhalb der Mühle. Die Strecke hat eine Länge von ca. 1 km und fließt von 164 m ü. NN nach 156 m ü. NN durch eine als Weide genutzte Aue. Das Laufgefälle der Ausleitungsstrecke bis zur Mühle beträgt 0,88 %. Die Bachbreite schwankt in einem natürlichen Kastenprofil von 2 bis 4 m bei maximalen Wassertiefen, die in Schnellen oft bei 0,10 bis 0,15 m, in Kolken und Tiefrinnen bei 0,40 bis 1,00 m lagen (Niedrigwasserabfluss). Kies- und Sandflächen wechselten sich mit strömungsberuhigten Schlammzonen und Treibselansammlungen im Lauf ab. Die Ufer wurden von sandig-tonigen Erden, Ton oder Fels gebildet, die von Wurzeln befestigt (Unterstände) oder mit Uferkräutern bewachsen waren, die über weite Teile des Laufes in das Wasser hängen. Gelegentlich fanden sich Totholzansammlungen oder ins Wasser gestürzte Ufergehölze. Das Gefälle, die stellenweise hohen Anteile an Kies und Sand (Lithal, Akal) und das Kastenprofil stellen den Gewässerabschnitt des Schanzenbaches Morphologie-typologisch in die Nähe der "kiesdominierten Muldentalbäche des Altglazials in Brandenburg" (Orendt 1998, LUA Brandenburg, 2001) bzw. die "Kiesbäche des nordrhein-westfälischen Tieflandes" (Friedrich & Hesse 1996) oder der "kies- und sandreichen Bäche der Sohlentäler" Mecklenburg-Vorpommerns (Mehl & Thiele 1998).

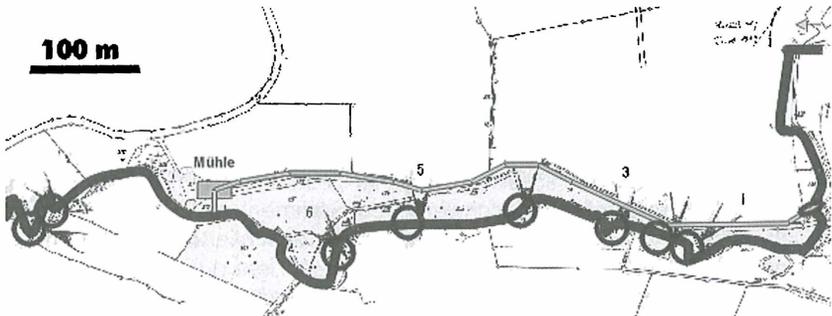


Abb. 1: Lage des Schanzenbaches und des Mühlgrabens (grau) mit Probestellen P1 bis P8

Der Abfluss wurde vor und nach dem Ausleitungsbauwerk mit einem Messflügel Mikro C2 (Nr. 111304), die bodennahen Fließgeschwindigkeiten mit einem Nautilus-Gerät (Induktionsmethode) entlang dreier Parallelquerprofile an je vier Probestellen (P2, P4, P6, P8) an vier bis neun Datenpunkten pro Querprofil gemessen. Gleichzeitig wurden die Wassertiefen an den Profilen aufgenommen. P8 lag unterhalb des Wiedereinflusses des Mühlbaches.

Die Makrozoobenthon-Gemeinschaften wurden in zwei verschiedenen Ansätzen erfasst, die sich gegenseitig ergänzten:

halbquantitatives Besammeln repräsentativer Substrate mit Handkeschern:

Entsprechend ihrem Vorkommen wurden die Teillebensräume an den Probestellen P1, P3, P5 und P7 (organischer Schlamm, Sand an der Gewässersohle, Pflanzen bzw. Wurzeln und anstehender Fels im Uferbereich) substratspezifisch jeweils in zwei bis drei Durchgängen mit einem Handkescher (500 µm Maschenweite) beprobt. Wasserpflanzen, ins Wasser hängende Landpflanzen und Wurzeln im Uferbereich wurden mehrere Minuten mit demselben Fanggerät durchgesehen. Große Steine und Totholz wurden mit einer Pinzette direkt besammelt. Von Sedimenten mit feinen organischen Schlammlagen wurden die oberen 2 bis 3 cm mit dem Kescher abgehoben und vorsichtig durchgespült. Die gefangenen Tiere wurden herausgelesen, die Abundanzen der im Gelände bestimmbar Taxa in sieben Klassen (s. Mauch 1985) geschätzt und Belegexemplare für die Artbestimmung im Labor in 70% Isopropanol abgetötet und konserviert. Je nach Ausbeute wurden 60 bis 90 Minuten an jeder Probestelle verbracht. Die Belegexemplare wurden im Labor unter Zuhilfenahme von Stereolupe und Mikroskop möglichst bis zur Art bestimmt.

quantitative Beprobung definierter Flächen des Bachbettes:

An den Probestellen P2, P4, P6 und P8 wurde mit einem Surbersampler (Grundfläche 0,2 m<sup>2</sup>, Maschenweite 500 µm, Abbildung s. Orendt 2000) jeweils eine einheitlich kiesige Fläche 5 min lang mit Kicksampling beprobt. Die im angeschlossenen Kescher gesammelten Tiere wurden mit dem ebenfalls abgeschwemmten Sediment mit 70% Isopropanol abgetötet und konserviert. Im Labor wurde anschließend die Sedimentmenge durchsucht und die darin befindlichen Tiere quantitativ herausgelesen. Die Exemplare wurden bestimmt und gezählt.

Die Bestimmung wurde anhand einschlägiger Fachliteratur (s. Orendt, 2000) und einer Referenzsammlung des Autors vorgenommen.

Mess- und Sammeltermine waren 18.10. und 23.10.2000, an denen mit höchster Wahrscheinlichkeit Niedrigwasserstände anzunehmen waren.

Zur Charakterisierung der Probeflächen wurde das Taxainventar und die Abundanz bzw. Individuendichte sowie eine Clusteranalyse (quadrierte Euklid'sche Distanz als Unähnlichkeitsmaß, für die Clusterberechnung die Methode von Ward) durchgeführt (s. auch Orendt 2000). Die Berechnungen

wurden ohne Taxa, die nur an einer Probestelle oder an allen Probestellen mit ungefähr der selben Häufigkeit vorkamen, durchgeführt. Zur ökologischen Analyse der Lebensgemeinschaften wurden die Einstufungen der Chironomiden (Diptera) nach Moog (1995), für die anderen Tiergruppen nach Schmedtje & Colling (1996) und Schmedtje (1995) verwendet.

#### **4. Ergebnisse**

##### **Abfluss und Fließgeschwindigkeit**

Die Abflusswerte lagen an beiden Terminen um die  $50 \text{ l s}^{-1}$  im Bach und  $<10 \text{ l s}^{-1}$  im Mühlgraben (Tab. 1). Die Werte hinter dem Ausleitungsbauwerk lagen nicht exakt um die in den Mühlgraben fließende Menge niedriger als vor ihm ( $8 \text{ l s}^{-1}$ ). Dies deutet auf Austauschvorgänge des Oberflächenwassers mit dem Grundwasser hin.

Tab. 1: Abflüsse an den verschiedenen Gewässerbereichen

	<b>23.10.00</b>	<b>28.11.00</b>
	<b>l/s</b>	<b>l/s</b>
oberhalb der Ausleitung	47	53
Mühlgraben	7	3
innerhalb der Ausleitungsstrecke	54	52

Die mittleren Fließgeschwindigkeiten unterschieden sich vor und nach der Staumauer nicht deutlich (Tab. 2), wohl aber im Mühlgraben. Ebenso undeutliche Unterschiede zeigten die sohnahen Fließgeschwindigkeiten in der Ausleitungsstrecke (P2, P4, P6) und nach Zufluss des Mühlgrabens (P8; Abb. 2). Jedoch lagen sie eindeutig niedriger als im gesamten Wasserkörper. Die Verteilung der Werte entlang des Profils variierten mit Abstand vom Ufer oder durch den Einfluss von Hindernissen (beispielhaft in Abb. 3).

Tab. 2: Mittlere, maximale und minimale Strömungsgeschwindigkeiten an den verschiedenen Gewässerbereichen

	<b>23.10.00</b>		<b>28.11.00</b>	
	<b>mittlere v</b>	<b>max-min</b>	<b>mittlere v</b>	<b>max-min</b>
	<b>m/s</b>	<b>m/s</b>	<b>m/s</b>	<b>m/s</b>
oberhalb der Ausleitung	0,148	0,020-0,198	0,158	0,027-0,218
Mühlgraben	0,097	0,046-0,136	0,059	0,037-0,093
innerhalb der Ausleitungsstrecke	0,164	0,098-0,206	0,149	0,051-0,205

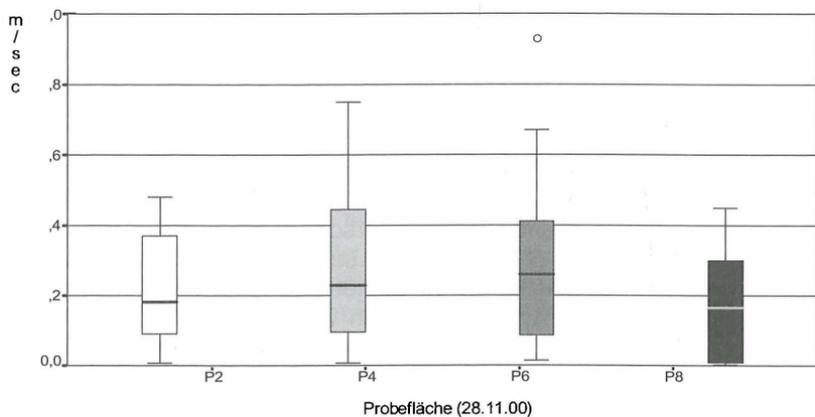
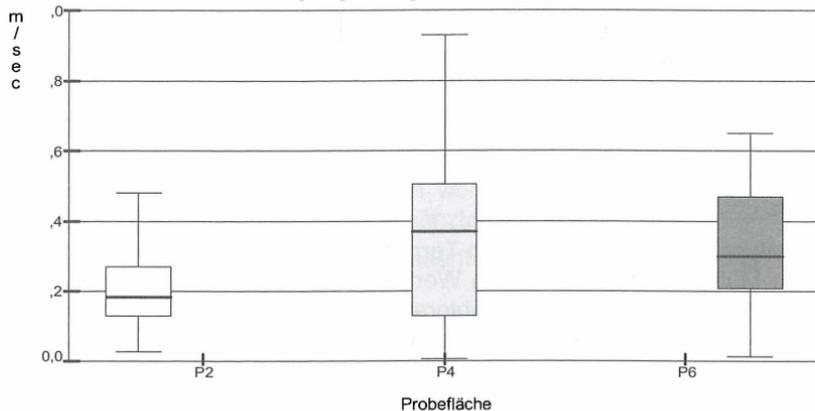


Abb. 2: Schwankungsbereiche der sohnnahen Fließgeschwindigkeiten an den drei Probeflächen P2, P4 und P6 am 18.10.00 (oben) und am 28.11.00 (incl. P8, unten). Innerhalb der Box: 50 % der Werte; dünne Linien: Maximal- bzw. Minimalwerte; dicker Balken: Median.

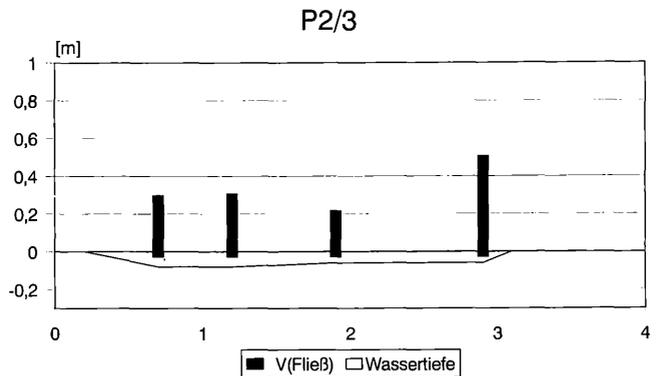
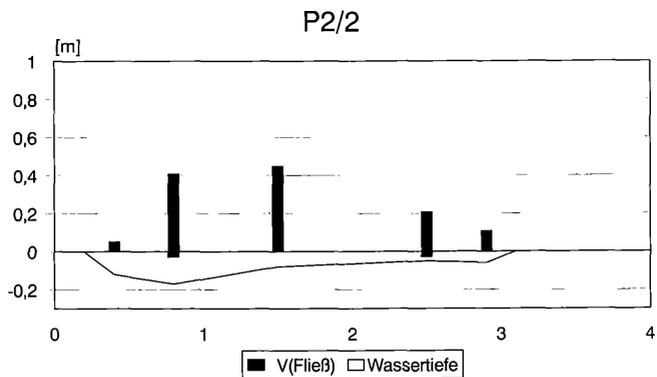
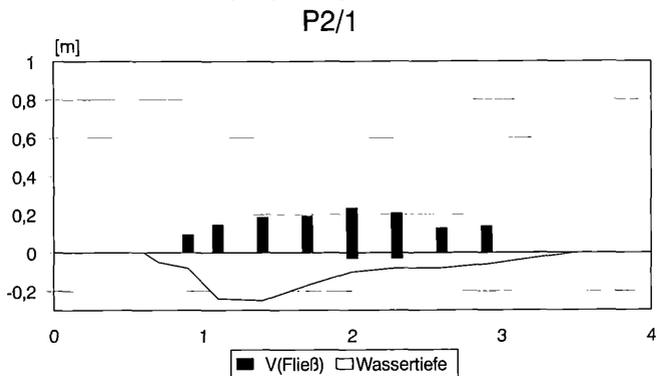


Abb. 3: Verteilung der Strömungsgeschwindigkeiten am 18.10.00 an den einzelnen Transekten der Probfäche P2.

Insgesamt wurden 85 Taxa nachgewiesen (vollständige Taxaliste bei Orendt, im Druck). Die höchste Taxazahlen wurde in der Regel auf den Kiesflächen angetroffen (max. 37). Die allgemein niedrigsten Taxazahlen kamen auf Algenwatten vor (6), wo allerdings auch die beprobte Fläche relativ klein war. Eine ebenfalls geringe Formenfülle war auf den Sand- und Schlammsubstraten zu finden.

Die allgemein größten Abundanzen wies der Zerkleinerer *Gammarus pulex* (Flohkrebs) auf, der in den Bereichen, in denen Uferpflanzen ins Wasser hängen und die Strömungsgeschwindigkeit herabsetzen, z.T. massenhaft auftrat. Ebenfalls in hohen Dichten waren die larvalen Vertreter der Gattung *Hydropsyche* (Köcherfliegen) sowie *Elmis aenea* (Hakenkäfer) und *Baetis rhodani* (Eintagsfliegen) auf den schnellüberströmten Kiesflächen (Probestellen P2, P4, P6, teilweise auch P8) zu finden. Seltenerer Arten waren *Notonecta glauca*, *Gerris lacustris*, *Velia caprai* und *V. saulii* [Wasserwanzen]), die sich in den eher langsamströmenden Uferzonen zwischen Pflanzen aufhielten. Ebenfalls seltener, aber regelmäßig wurden Larven von *Isoperla* sp. (Steinfliegen), *Calopteryx virgo* (Libellen) und diverse Arten aus der Gattung *Hydraena* (Wasserkäfer) gefunden.

Auf den Kiesflächen wurden auf Probestelle 4 mit 7 700 Individuen m<sup>-2</sup> die größten Individuendichten gezählt. Die genannten hohen Dichten wurden einzig von der Köcherfliege *Hydropsyche* sp. verursacht, ohne die sich die Gesamtdichten der ersten drei Kiesflächen innerhalb der Ausleitungsstrecke nicht signifikant voneinander unterschieden. Auf der unterhalb der Mühle gelegenen Fläche P8 fand sich die signifikant niedrigsten Gesamtdichte mit 2 280 Individuen m<sup>-2</sup> (Tab. 3).

### Ökologische Auswertung

Die Analyse der Biozönosen weist den Schanzenbach im bearbeiteten Abschnitt als eindeutig rhithrales Gewässer mit einer potamalen Tendenz, die von ausschließlich von epipotamalen Anteilen gebildet wird (Abb. 4). Unterhalb der Mühle war der grundwasserbeeinflusste Anteil (Hypokrenal) deutlich erhöht. Allerdings wurden streng an Quellen gebundene Arten (eukrenale) nicht nachgewiesen, jedoch weist das regelmäßige Vorkommen von *Pisidium personatum* auf diffusen Grundwasserzufluss hin. Insgesamt waren die Biozönosen vergleichbar und unterschieden sich nicht wesentlich voneinander.

Tab. 3: Individuendichten auf den einzelnen Kiesflächen pro m<sup>2</sup> (gesamt und ausgewählte Taxa); fett gedruckte Zahlen: gegenüber dem erwarteten Wert signifikant höhere oder niedrigere Dichten ( $\chi^2$ -Test).

	Probefläche-Nr.			
	2	4	6	8
<b>Gesamte Individuen</b>	3475	<b>7770</b>	3355	<b>2280</b>
davon:				
<i>Dina lineata</i>	20	10	25	15
<i>Pisidium</i> sp.	13	19	2	31
<i>Oreochtilus villosus</i>	20	15	<b>60</b>	15
<i>Dicranota</i> sp.	55	60	45	55
<i>Heleinae</i> g. sp.	35	<b>85</b>	<b>60</b>	10
<i>Ecdyonurus cf. torrentis</i>	55	20	30	<b>130</b>
<i>Gordius</i> sp.	110	<b>150</b>	105	<b>20</b>
<i>Tubificidae</i> g. sp.	<b>40</b>	<b>290</b>	<b>680</b>	<b>90</b>
<i>Isoperla</i> sp.	25	40	<b>110</b>	65
<i>Rhyacophila</i> sp.	55	<b>255</b>	20	15
<i>Elmis aenea</i>	65	100	<b>245</b>	<b>15</b>
<i>Elmis</i> sp.	340	285	255	<b>145</b>
<i>Ancyclus fluviatilis</i>	<b>310</b>	<b>355</b>	<b>30</b>	<b>75</b>
<i>Gammarus pulex</i>	480	<b>230</b>	405	<b>670</b>
<i>Baetis rhodani</i>	<b>940</b>	<b>790</b>	<b>505</b>	<b>510</b>
<i>Hydropsyche</i> sp.	780	<b>4795</b>	625	<b>145</b>

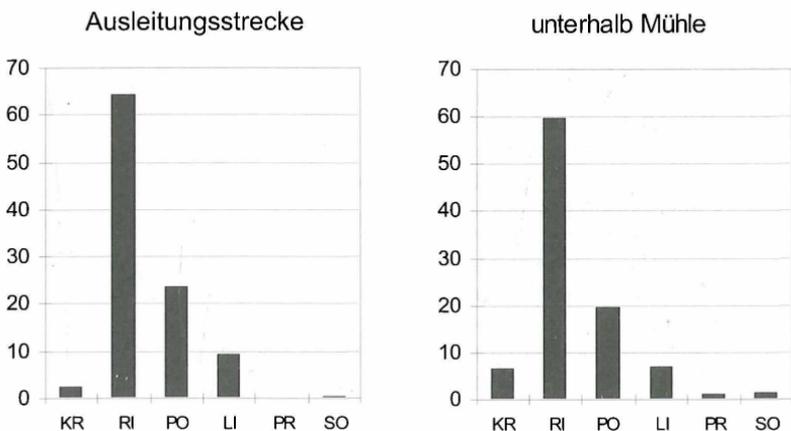


Abb. 4: Längenzonale Verteilung des Makrozoobenthon innerhalb der Ausleitungsstrecke (links) und unterhalb der Mühle (rechts) (KR = Krenal; RI = Rhithral; PO = Potamal; Li = Litoral; PR = Profundal; SO = Sonstige)

Die Habitatpräferenzen lagen bei über 50 % der Besiedler im Lithal (Grobkies, große Blöcke bis Fels; hauptsächlich *Hydropsyche* sp., *Gammarus pulex*, *Ancyclus fluviatilis*, *Elmis aenea* und *Baetis rhodani*). Für die anderen Habitate wurden nur geringe Anteile festgestellt, was daraufhin deutet, dass diese Lebensräume für die Struktur der Artenvielfalt nur eine kleine Rolle spielen.

Die Clusteranalyse der Taxa (Abb. 5) trennte deutlich die wichtigsten Bewohner der vorkommenden Substrate und betonte die bedeutend Sonderstellung der Kiesflächenfauna im Schanzenbach:

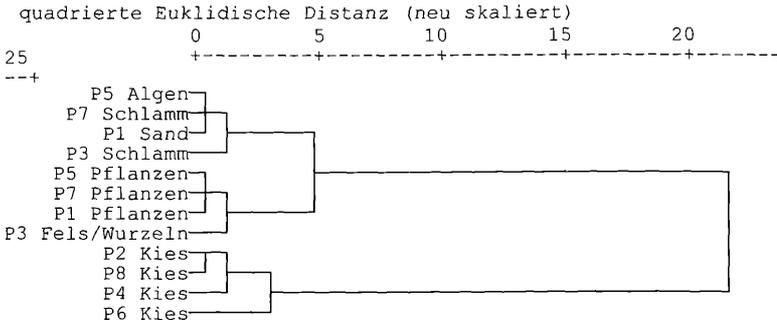


Abb. 5: Clusteranalyse der besammelten Probeflächen und Substrate auf der Grundlage der nachgewiesenen Taxa

Vorgefundene Taxa fanden sich

ausschließlich auf Kiesflächen:

- Dina lineata* (Hirudinea)
- Orectochilus villosus* (Coleoptera)
- Elmis aenea* (Coleoptera)
- Rhyacophila* sp. (Trichoptera)
- Isoperla* sp. (Plecoptera)
- Heleinae* g. sp. (Diptera)
- Goera pilosa* (Trichoptera)
- Heterotrissocladius marcidus* (Chironomidae)
- Hydraena* spp. (Coleoptera)

auf Kiesflächen und einem anderen Habitattyp:

- Hemerodromia* sp. (Diptera)
- Simulium* sp. (Simuliidae)
- Hydropsyche saxonica* (Trichoptera)
- Ephemera danica* (Ephemeroptera)
- Brillia bifida* (Chironomidae)
- Psychodidae* g. sp. (Diptera)
- Rheocricotopus fuscipes* (Chironomidae)

Die Lebensgemeinschaft der schnellüberströmten Kiesflächen kann somit als rheobiont, kaltstenotherm und polyoxibiont charakterisiert werden.

Verwendet man die bei Schmedtje & Colling (1996) angegebenen Toleranzbereiche einiger oben angeführter Arten für Fließgeschwindigkeiten, ist offensichtlich, dass zwar die maximalen sohnahen Geschwindigkeiten (aller Querprofile) innerhalb der Toleranzgrenzen liegen (Abb. 6), aber der Bereich, in dem die gesamt gemittelten Werte liegen, gelegentlich die unteren Toleranzgrenzen unterschritt. Dies war besonders am ersten Parallelprofil von Probestelle P2 der Fall (Abb. 7).

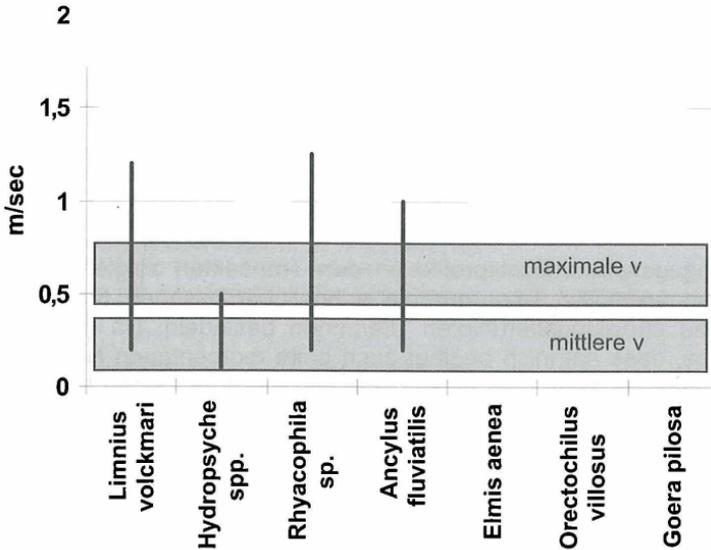


Abb. 6: Toleranzbereiche einiger aus dem Schanzenbach nachgewiesener Taxa (schwarze Säulen, nach Schmedtje & Colling, 1996) und Bereiche der gemessenen sohnahen Strömungsgeschwindigkeiten (über alle Querprofile) bei Niedrigwasser. *E. aenea*, *O. villosus*, *G. pilosa*: genaue Toleranzen nicht bekannt, aber als rheophil überliefert.

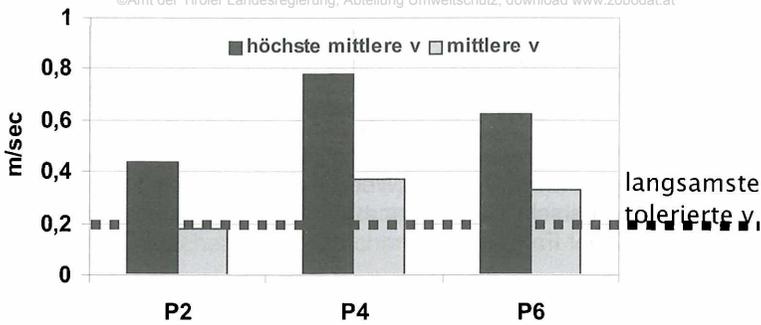


Abb. 7: Gemessene höchste und mittlere gemessene sohnnahe Strömungsgeschwindigkeiten an den Probestellen innerhalb der Ausleitungsstrecke bei Niedrigwasser. Mit Angabe der untersten tolerierten Strömungsgeschwindigkeitsgrenze der nachgewiesenen Taxa (s. Abb. 5).

## 5. Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Strömungsgeschwindigkeitsprofile an den Transekten zeigten deutlich, dass strömungssensible Taxa nur die schnellüberflossenen Kiesflächen, nicht aber die strömungsberuhigten Uferzonen besiedeln. Da man damit rechnen muss, dass natürlich bedingt auch beim momentanen Niedrigwasserabfluss Schwankungen und Geschwindigkeitsverringerungen an einigen Flächen des Bachbettes auftreten können, ist davon auszugehen, dass diese Flächen ihre Funktion als Lebensraum für die hier angepassten sensiblen Arten verlieren. Allerdings bietet die momentan aufgenommene Abflusssituation noch genügend Rückzugsareale im Bachlauf. Die Ergebnisse zeigen somit, dass der gemessene Abfluss, der die Fließgeschwindigkeiten auf den sensiblen Kiesflächen determiniert, der niedrigste tolerierbare ist, um nicht das natürliche System nachhaltig zu stören. Die Menge von  $50 \text{ l s}^{-1}$  darf in der Ausleitungsstrecke also nicht unterschritten werden.

Die unausgeglichene Bilanz der Abflusswerte vor und hinter der Stauwand könnten auf intensive Wasseraustauschprozesse mit der Grundwasserschicht zurückzuführen sein, wofür übrigens auch der hohe krenale Anteil bei P8 spricht. Falls dies so ist, könnte das ein Problem für die Erhebung relevanter Daten z.B. für mathematische Modelle, die für Fragen der Mindestwasserbemessung benötigt werden, in kleinen, fischfreien Gewässern bedeuten. In diesem Fall stellt die Makrozoobenthos-Gemeinschaft einen leistungsfähigen Indikator für Abflussverhältnisse und verbunden Variablen dar, da die Organismen über verschiedene Faktoren und deren Schwankungen integrieren. Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass die sensiblen Taxa nicht exotische oder sehr seltene Formen vertreten, sondern vielmehr verbreitete, aber in nichts weniger typische darstellen. Es ist dabei ein Vorteil, dass ökologische Daten indikativer Taxa von zahlreichen Publikationen verwendet werden können. Allerdings müssen dazu die Toleranzgrenzen sol-

cher Taxa bekannt sein. In dieser Richtung ist noch einige Arbeit wünschenswert, da wenige Untersuchungen die Erhebung von Primärdaten zu Toleranzen von Makrozoobenthosarten zulassen.

## **Danksagung**

Die Untersuchung wurde vom Freistaat Sachsen, vertreten durch das Staatliche Umweltfachamt Leipzig finanziell unterstützt.

## **Literatur**

- Credner, R. (1899): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Section Leisnig-Hartha., 2. A., Leipzig.
- Haase, G. & A. Bernhardt (1955): Mulde-Lösshügelland. - In: Mannsfeld, K. & Richter, H. (ed.): Naturräume in Sachsen. - Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 238, Trier.
- LUA Brandenburg (Hrsg.) (2001): Morphologische Referenzzustände für Bäche im Land Brandenburg. Bearbeitung von M. Mutz, J. Schlieff, C. Orendt. - Studien und Tagungsberichte Bd. 33, 75 pp.
- Mauch, E. (1985): Biologische Gewässeranalyse in Bayern. Informationsberichte d. Bayer. Landesamtes f. Wasserwirtschaft, H. 1/85, München.
- Mehl, D. & Thiele, V. (1998): Fließgewässer und Talraumtypen des Norddeutschen Tieflandes. Am Beispiel der jungglazialen Naturräume Mecklenburg-Vorpommerns. - 261 S., (Parey Buchverlag) Berlin.
- Moog, O. (ed.) (1995): Fauna Aquatica Austriaca, Lieferung Mai/95 - Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- Orendt, C. (1998): Naturraumspezifische Leitbilder für kleine Fließgewässer in Brandenburg - Bewertungsgrundlagen für die LAWA-Gewässerstrukturgütekartierung. Abschlussbericht der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus für das Landesumweltamt Brandenburg (Ref. W5) und das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung in Brandenburg, Dezember 1998, 53 S. + Katalog, Potsdam.
- Orendt, C. (2000): Monitoring zur Auswirkung der Wasserkraftnutzung auf die Wirbellosenbesiedlung des Schanzenbaches einschließlich Abschätzung einer zur Erhaltung der ökologischen Funktionen bzw. der Gewässerdynamik notwendigen Restwassermenge. - Abschlussbericht an das Staatl. Umweltfachamt Leipzig, November 2000, 61 S. + Karte, Leipzig. (auch auf CD).
- Orendt, C. (im Druck): Die Makrozoobenthos-Gemeinschaft des Schanzenbaches, einem Bach des altglazialen sächsischen Hügellandes. - *Lauterbornia* 46.
- Schmedtje, U. (1995): Ökologische Grundlagen für die Beurteilung von Ausleitungsstrecken. - Schriftenreihe d. Bayer. Landesamtes f. Wasserwirtschaft Munich, vol. 25, 154 pp.
- Schmedtje, U. & Colling, M. (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. - Informationsberichte d. Bayer. Landesamtes f. Wasserwirtschaft, H. 4/96, 543 S., München.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur in Tirol - Naturkundliche Beiträge der Abteilung Umweltschutz](#)

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Orendt Claus

Artikel/Article: [Bemessung des ökologisch begründeten Mindestwasserabflusses an einer Kleinwasserkraftanlage 290-301](#)