

Gemeinsame Entnahme einer Makrozoobenthosprobe im Gewässerbett der Berounka in Prag-Radotín am 13.06.2018 und Vergleich der Ergebnisse der von den Laboren bestimmten Organismen zur Qualitätssicherung der Ergebnisse des internationalen Messprogramms Elbe der IKSE

Ein regelmäßiger Bestandteil des Programms der Treffen der Biologen aus den am internationalen Messprogramm Elbe der IKSE beteiligten Laboren sind gemeinsame Entnahmen biologischer Proben und deren Untersuchungen. Im Rahmen des Treffens in Prag wurde am 13.06.2018 eine gemeinsame Makrozoobenthosprobe genommen. Traditionell wurde das Augenmerk auf die taxonomische Bestimmung (die qualitativen Ergebnisse) als Hauptbedingung für die richtige Auswertung und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der harmonisierten Verfahren zur Bewertung des ökologischen Zustands oder Potenzials der Oberflächenwasserkörper in der Kategorie „Fluss“ gelegt. Die Ergebnisse und die Bewertung der Vergleichsuntersuchung sind Bestandteil des Programms zur Qualitätssicherung der Ergebnisse des internationalen Messprogramms Elbe der IKSE im Bereich der biologischen Komponenten.



1. Probenahmeort und -verfahren

Die gemeinsame Probe wurde im Gewässerbett der Berounka in Prag-Radotín, im Strömungsbereich mit Kiessediment oberhalb der Fußgängerbrücke genommen. Dieser Standort wurde vor allem wegen der vielfältigen, kontinuierlich und langfristig untersuchten Lebensgemeinschaft ausgewählt, aber auch aufgrund seiner Erreichbarkeit und seiner hydromorphologischen Eigenschaften.

Bei üblichen Wasserständen ist das Gewässerbett in Quer- und Längsrichtung sicher durchwattbar und wegen der Homogenität des Sohlensediments ermöglicht es die Anwendung des klassischen Verfahrens „kick sampling“ für die Probenahme mit einem sog. Benthoskescher. Für die Entnahme der Proben verwendeten die Teilnehmer ihre eigene Ausrüstung und Benthoskescher mit einer Maschenweite von maximal 500 μm . Mit dieser Methode konnte an dem Standort unter aktiver Beteiligung von vier Probenehmern eine ausreichende Menge an Organismen gewonnen werden, sogar unter den Bedingungen des unerwartet schnellen Anstiegs der Abflüsse infolge von nächtlichen Niederschlägen im Einzugsgebiet.

Die gelockerten Organismen und das gewonnene Ballastmaterial (organische Reste, Sand, Kies und Steine) wurden in drei Gefäßen gesammelt – 3 Eimer mit einem Volumen von 15 bis 20 Litern. Von den größeren Steinen wurden die darauf haftenden Organismen manuell abgestreift und die Steine danach wieder in das Gewässerbett geschüttet. Nach dem Auffüllen mit Wasser aus dem Fluss bis etwa zur Hälfte des Volumens der Gefäße wurde das entnommene Material intensiv manuell durchmischt, damit die aufgewirbelten Organismen nach kurzer Dekantierung der Suspension erneut mit einem Benthoskescher herausgefiltert werden konnten. Nach mehrmaliger Wiederholung der Prozedur – d. h. Zugabe von Wasser, intensives Aufwirbeln, Dekantierung und Herausfiltern – blieb am Boden eines jeden Eimers überwiegend feiner Kies und Sand übrig, der wieder in das Gewässerbett geschüttet wurde.



Das über das Herausfiltern in den Keschernetzen aufgefangene Material wurde durch Klopfen auf die Vorder- und Rückseite auf den Boden einer flachen Schale geschüttet und am Keschernetz haftende Organismen wurden sorgfältig mit einer kleinen Menge Wasser aus dem Fluss abgespült. Größere Pflanzenreste (> 2 cm) wurden aus der vorgereinigten Probe in der Schale entfernt und nach dem Auffüllen von Wasser bis zu einer Säule von ca. 1 cm wurde das Material durch wiederholte Quer- und Längsbewegungen mit der Hand mit ausgestreckten Fingern homogenisiert.



Die auf diese Weise vorgereinigte und homogenisierte Probe wurde ohne Vorsortierung gleichmäßig auf der Fläche der Schale ausgebreitet und mit 4 Plastespachtelstrichen in 8 gleich große Teilflächen aufgeteilt. Von jeder Teilfläche wurde das Material zusammen mit den gewonnenen Organismen als Menge in ein Kunststoffprobenahmegefäß mit weitem Hals (Volumen 0,5 l) gefüllt. Zum Schluss wurde



in jede der 8 Teilproben eine Konservierungslösung – 36%ige Formaldehydlösung – bis zu einer Endkonzentration von ca. 4 % gegeben.

2. Probenbearbeitung

Unter Berücksichtigung des Hauptziels der gemeinsamen Untersuchung wurde vereinbart, dass die Labore die Organismen aus der Probe gemäß den entsprechenden Teilen der jeweiligen nationalen Methodik sortieren und auswählen, wobei der Schwerpunkt jedoch auf die maximale qualitative und quantitative Ausbeute **des Verfahrens** gelegt wurde. Für die Auswertung der Vergleichsuntersuchung wurden die Artenlisten (die sog. Taxalisten) und die Anzahl der erfassten Individuen in der zugeteilten Teilprobe übermittelt. Alle Teilnehmer des Ringversuchs lieferten die Ergebnisse zum vereinbarten Termin, d. h. bis zum 31.10.2018.

Die Bestimmungstiefe der deutschen Labore richtet sich nach der „Operationellen Taxaliste“. <http://fliessgewaesser-bewertung.de/download/berechnung/>

3. Teilnehmende Labore

An der gemeinsamen Untersuchung der Probe nahmen acht Labore teil:

- A: Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Magdeburg
- B: Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Bad Dübener Heide
- C: Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Nossen
- D: Povodí Vltavy, státní podnik, Labor Plzeň
- E: Povodí Vltavy, státní podnik, Labor České Budějovice
- F: Povodí Vltavy, státní podnik, Labor Praha
- G: Povodí Ohře, státní podnik, Labor Teplice
- H: Povodí Labe, státní podnik, Labor Hradec Králové

4. Taxalisten und Häufigkeit der Organismen

Die Listen der einzelnen Teilnehmer wurden für die Bewertung der Ergebnisse der gemeinsamen Probenahme taxonomisch vereinheitlicht. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse aller Teilnehmer in einem vereinheitlichten Verzeichnis aufgeführt, in dem die Taxa nach ihrer Häufigkeit, d. h. danach, in wie vielen der 8 Listen sie standen, sowie auch nach dem ABC geordnet sind.

Tabelle 1: Taxalisten

Taxon	Labor								Häufigkeit
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Ancylus fluviatilis	4	2	3	3	20	26	2	14	8
Baetis fuscatus	92	200	106	178	243	132	3776	1500	8
Ecdyonurus sp. (einschl. juv.)	5	3	2	1	15	52	9	12	8
Eiseniella tetraedra	2	1	6	1	1	9	3	19	8
Hydropsyche contubernalis	60	11	15	29	115	48	1152	80	8
Hydropsyche exocellata	95	14	34	40	456	28	2496	89	8
Cheumatopsyche lepida	126	33	58	86	262	932	1408	1100	8
Choroterpes picteti	6	4	8	5	17	20	1	25	8
Oligoneuriella rhenana	3	6	7	2	5	5	4	14	8
Potamanthus luteus	42	35	42	31	79	88	512	36	8
Psychomyia pusilla	39	13	23	37	33	168	12	110	8
Elmis sp. (ad.; juv.)	1		2	2	9	6	3	6	7
Erpobdella octoculata	1		8	4	9	6	5	5	7
Hydropsyche sp. (einschl. juv.)	127	40	204	117	79	1132		950	7
Pisidium sp.	34	8	90	72	93	308	352		7
Baetis vardarensis	25			11	5	44	192	11	6
Caenis luctuosa	6			26	61	44	50	38	6



Taxon	Labor								Häufigkeit
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Erpobdella sp.	2	9		6		48	4	10	6
Simulium sp.	41			21	31	132	432	25	6
Sphaerium corneum	3			8	171	11	336	30	6
Viviparus viviparus	1	2	2	2	3			2	6
Aphelocheirus aestivalis	1		1			16	3	5	5
Brachycentrus subnubilus	1	2			3	2		15	5
Ecnomus tenellus	3				9	6	3	9	5
Ephemera danica		2	4	2			4	1	5
Heptagenia sulphurea	3	1	2	5				3	5
Oulimnius tuberculatus ad.				2	8	4	1	1	5
Simulium lineatum	13				80	19	160	31	5
Conchapelopia sp.					4	24	304	230	4
Ecdyonurus aurantiacus	2	10	5	2					4
Ephemerella ignita	4	3	3					1	4
Helobdella stagnalis		1			1	8		1	4
Heptagenia sp. (einschl. juv.)					3	32	5	16	4
Chironomidae Gen. sp. (juv.)				340	40	240	160		4
Chironomus sp.				16	7		112	1	4
Lumbriculus variegatus				1	64	24		26	4
Paratendipes albimanus-Gr.					22	28	160	2	4
Pisidium supinum				2		16	48	25	4
Polypedilum nubeculosum-gr.					8	20	16	7	4
Rheotanytarsus sp.					17	52	32	70	4
Tanytarsus sp.					135	452	160	500	4
Asellus aquaticus						1	1	2	3
Athripsodes sp.				2		4		1	3
Baetis buceratus	4		1				128		3
Baetis sp. (einschl. juv.)					102	1176	256		3
Bothrioneurum vejdovskyanum					4	136		30	3
Caenis macrura	21	8	37						3
Cladotanytarsus sp.						264	16	20	3
Cricotopus sp.						20	80	960	3
Dicrotendipes nervosus						36	144	13	3
Dugesia sp.		2			4	12			3
Glyptotendipes sp.						16	160	8	3
Heptagenia coerulans					4	4		1	3
Hydropsyche pellucidula				1		13		32	3
Chironomidae	13	200	158						3
Chironomini	139	200	37						3
Lumbriculidae Gen. sp.	16		3				11		3
Microtendipes pedellus-gr.						296	1872	85	3
Nais bretscheri					4	24		10	3
Pisidium nitidum						18	112	23	3
Polypedilum scalaenum-Gr.						36	64	14	3
Proasellus coxalis				1	4	1			3
Psammoryctides barbatus						12	1	37	3
Rheocricotopus chalybeatus					44	72		58	3
Rhyacodrilus coccineus					38	128		14	3
Serratella ignita				1		9	6		3
Tanypodinae	11	200	15						3
Tanytarsini	15	1	61						3



Taxon	Labor								Häufigkeit
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Tubificidae Gen. sp.					8	168		120	3
Ablabesmyia longistyla					4	8			2
Bithynia tentaculata				1		8			2
Caenis sp.						56	7		2
Cardiocladius fuscus						12		12	2
Corbicula fluminea							48	1	2
Cricotopus bicinctus						12	64		2
Cricotopus tremulus-Gr.					17	12			2
Cryptochironomus sp.							16	1	2
Ecdyonurus insignis					1	1			2
Ephemera lineata					4			1	2
Ephemera sp. (einschl. juv.)					1	8			2
Hydroptila sp.						4		1	2
Leuctra geniculata (einschl. juv.)	1				4				2
Leuctra sp.	1					4			2
Nais elinguis						16		12	2
Oulimnius tuberculatus lv.					4			4	2
Pisidium henslowanum				1				67	2
Radix balthica		1			1				2
Simulium (Wilhelmia) equinum		65	6						2
Sphaerium corneum/ovale		5	8						2
Sphaerium sp.	28					4			2
Stylodrilus sp.						36		2	2
Thienemannimyia sp.					38	16			2
Tubificidae	23		10						2
Ablabesmyia sp.								12	1
Acari, Acarina								9	1
Aulodrilus limnobius						4			1
Baetis fuscatus-Gruppe	147								1
Baetis vernalis						36			1
Baetopus tenellus						4			1
Caenis pseudorivulorum	2								1
Cardiocladius sp.					4				1
Centroptilum luteolum				1					1
Ceraclea dissimilis								1	1
Ceraclea sp.							1		1
Ceratopogonidae	1								1
Ceratopogonidae Gen. sp.							4		1
Ceratopogoninae		1							1
Dicrotendipes sp.					33				1
Ecdyonurus starmachi								15	1
Enchytraeidae Gen. sp.								6	1
Ephemerella notata								3	1
Erpobdellidae		1							1
Esolus sp. lv.							1		1
Eukiefferiella devonica/ilkeyensis					4				1
Eukiefferiella sp.							16		1
Girardia tigrina								9	1
Glyptotendipes barbipes					19				1
Heptagenia flava				1					1
Heptageniidae Gen. sp.				5					1



Taxon	Labor								Häufigkeit
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Holocentropus picicornis				3					1
Hydropsyche incognita/pellucidula	3								1
Chironomus reductus-Gr.						8			1
Leptophlebia sp.							1		1
Leptophlebiidae Gen. sp.							1		1
Leuctra fusca-Gr.				1					1
Limnius volckmari ad.					1				1
Lumbricidae Gen. sp.							1		1
Macropelopia sp.				7					1
Microtendipes sp.					208				1
Naididae/Tubificidae		65							1
Nais sp.						104			1
Nanocladius balticus								3	1
Nanocladius bicolor						8			1
Nematoda								8	1
Oligochaeta	28								1
Oulimnius sp. lv.							1		1
Phaenopsectra flavipes					4				1
Pisidium henslowanum/supinum	10								1
Polycentropus flavomaculatus					1				1
Polypedilum cultellatum					12				1
Polypedilum pedestre-Gr.					1				1
Potamothenia sp.						16			1
Procladius (Holotanytus) sp.							16		1
Psammoryctides albicola					4				1
Radix auricularia								1	1
Radix labiata/balthica			1						1
Radix sp.	1								1
Rheocricotopus sp.							96		1
Simulim sp.			39						1
Simulium (Wilhelmia) sp.	8								1
Simulium equinum				12					1
Spirosperma ferrox								23	1
Stylodrilus heringianus							4		1
Synorthocladius semivirens						8			1
Tubifex sp.						4			1
Turbellaria	3								1
Tvetenia calvescens					4				1
Tvetenia discoloripes/verralli						20			1
Tvetenia tshernovskii					8				1
Tvetenia verralli								5	1
Tvetenia vitracies							16		1
Virgatanytarsus sp.					8				1
Taxazahl (insgesamt im Verzeichnis 162)	48	33	33	42	66	80	62	76	-
Anzahl der erfassten Individuen	1217	1149	1001	1089	2705	7037	15061	6644	-

Das vereinheitlichte Taxaverzeichnis enthält insgesamt 162 Positionen mit 33 bis 80 Taxa pro Labor.

Die oben aufgelisteten Angaben zeigen unter den einzelnen Laboren große Unterschiede hinsichtlich der Anzahl der in den Teilproben erfassten Individuen. Die tschechischen Labore weisen im Durchschnitt eine deutlich höhere Anzahl an erfassten Individuen aus und gleichzeitig ist eine positive (lineare) Korrelation ($r = 0,59$) zwischen der Anzahl der ermittelten Taxa und der Anzahl der erfassten Individuen erkennbar. Die Differenzen in der Anzahl der erfassten Individuen lassen sich daher nicht als Folge der Inhomogenität der Teilproben betrachten. Quellen für die starke Streuung der Ergebnisse sind sowohl die Unterschiede in den nationalen methodischen Verfahren als auch deren Anwendung in den einzelnen Laboren.

Eine Übereinstimmung aller Teilnehmer bei zumindest fünf Taxa, die bis zur Artenebene bestimmt wurden, kann als eine sehr gute Übereinstimmung der qualitativen Ergebnisse der Makrozoobenthosbestimmung bewertet werden. Aus den Angaben in Tabelle 1 geht hervor, dass **alle** Labore übereinstimmend **10** Taxa identifizierten. Diese Gruppe von Arten bildet zugleich ein bis zwei Drittel der Gesamtanzahl der in den einzelnen Taxalisten erfassten Individuen.

In den Tabellen 2 und 3 sind die oben beschriebenen kompletten Ergebnisse zu höheren taxonomischen Gruppen summiert worden.

Tabelle 2: Ergebnisse nach der Anzahl der erfassten Individuen in den Gruppen

Taxagruppe	Labor							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Acari								9
Coleoptera	1		2	4	22	10	6	11
Diptera (sonstige)	63	66	45	33	111	151	596	56
Ephemeroptera	362	272	217	271	540	1711	4952	1677
Gastropoda	6	5	6	6	24	34	2	17
Hemiptera	1		1			16	3	5
Hirudinea	3	11	8	10	10	62	9	16
Chironomidae	178	601	271	363	641	1660	3504	2001
Isopoda				1	4	2	1	2
Lamellibranchiata	75	13	98	83	264	357	896	146
Nematoda								8
Oligochaeta	69	66	19	2	123	681	20	299
Plathyhelminthes	3	2			4	12		9
Plecoptera	2			1	4	4		
Trichoptera	454	113	334	315	958	2337	5072	2388
Summe	1217	1149	1001	1089	2705	7037	15061	6644



Tabelle 3: Ergebnisse nach der Anzahl der Taxa in den Gruppen

Taxagruppe	Labor							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Acari								1
Coleoptera	1		1	2	5	2	4	3
Diptera (sonstige)	4	2	2	2	2	2	3	2
Ephemeroptera	14	10	11	14	13	16	15	15
Gastropoda	3	3	3	3	3	2	1	3
Hemiptera	1		1			1	1	1
Hirudinea	2	3	1	2	2	3	2	3
Chironomidae	4	4	4	3	22	22	19	18
Isopoda				1	1	2	1	1
Lamellibranchiata	4	2	2	4	2	5	5	5
Nematoda								1
Oligochaeta	4	2	3	2	7	13	5	11
Plathyhelminthes	1	1			1	1		1
Plecoptera	2			1	1	1		
Trichoptera	8	6	5	8	8	10	6	11
Summe	48	33	33	42	67	80	62	76

Tabelle 2 dokumentiert die Unterschiede bei der Anzahl der erfassten Individuen zwischen der Gruppe der Labore A, B, C und D auf der einen Seite und der Gruppe der Labore E, F, G und H auf der anderen Seite, und zwar gerade bei den am zahlreichsten vertretenen Taxagruppen: Ephemeroptera, Chironomidae, Lamellibranchiata, Oligochaeta und Trichoptera. **Dabei bestehen zwischen diesen Laborgruppen bei der Taxazahl deutlichere Unterschiede nur für Chironomidae und Oligochaeta (Tabelle 3)**, die im deutschen Verfahren nur ausnahmsweise bis zur Artenebene bestimmt werden.

Für den Anpassungstest (H_0) des Artenspektrums (der Taxazahl) aller Teilnehmer der gemeinsamen Probenahme und die Bewertung der Proben wurden höhere taxonomische Gruppen ausgewählt (Tabelle 4) und ggf. zusammengelegt, damit es zumindest in sieben Laboren ein positives Bestimmungsergebnis gab und gleichzeitig die Taxazahlen in den Gruppen in 80 % der Fälle höher als 5 waren. Für sechs der so ausgewählten oder zusammengelegten höheren taxonomischen Gruppen konnte dann der Anpassungstest mithilfe des χ^2 -Tests durchgeführt werden.

Tabelle 4: Auswahl der höheren taxonomischen Gruppen und deren Häufigkeit für den Anpassungstest (H_0) des Artenspektrums

Gruppe	Labor								Summe
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Diptera	8	6	6	5	24	24	22	20	115
Vermes	7	6	4	4	10	17	7	16	71
Molusca	7	5	5	7	5	7	6	8	50
Arthropoda (sonstige)	4	0	2	4	7	6	6	6	35
Trichoptera	8	6	5	8	8	10	6	11	62
Ephemeroptera	14	10	11	14	13	16	15	15	108
Summe	48	33	33	42	67	80	62	76	441

Tabelle 5: Angenommene theoretische Taxazahlen

Gruppe	Labor							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Diptera	12,52	8,61	8,61	10,95	17,47	20,86	16,17	19,82
Vermes	7,73	5,31	5,31	6,76	10,79	12,88	9,98	12,24
Molusca	5,44	3,74	3,74	4,76	7,60	9,07	7,03	8,62
Arthropoda (sonstige)	3,81	2,62	2,62	3,33	5,32	6,35	4,92	6,03
Trichoptera	6,75	4,64	4,64	5,90	9,42	11,25	8,72	10,68
Ephemeroptera	11,76	8,08	8,08	10,29	16,41	19,59	15,18	18,61

chi ²	32,0496
------------------	---------

Der ermittelte Wert χ^2 des Testkriteriums $32,05 < 49,80$, d. h. kleiner als der in der Tabelle aufgeführte kritische Wert bei einem Signifikanzniveau von 5 % für $35 \{d. h. (c - 1) \cdot (r - 1)\}$ Freiheitsgrade. Bei allen acht beteiligten Laboren wurde die Hypothese (H_0) der Übereinstimmung der qualitativen Ergebnisse des Ringversuchs für die Makrozoobenthosprobe bestätigt.

5. Fazit

Die Auswertung der Ergebnisse für die Anteile der Probe, die bei der gemeinsamen Makrozoobenthos-Entnahme gewonnen wurde, verweist auf eine **sehr gute Übereinstimmung der qualitativen Untersuchungen** (Taxalisten). Durch den Test der Übereinstimmung der Anzahl der ermittelten Taxa in den Gruppen wurde eine **sehr gute Übereinstimmung der Ergebnisse aller Labore** bestätigt.

Auch das weitere gewählte Übereinstimmungskriterium zur Beurteilung der Mindestanzahl der auf der Artenebene übereinstimmenden Taxa wurde bei allen 8 Laboren erfüllt.

Die Unterschiede bei den quantitativen Ergebnissen lassen sich nicht mit einer Inhomogenität der bearbeiteten Anteile der entnommenen Probe erklären. Nach der Anzahl der erfassten Individuen (n) lassen sich die Labore in zwei Gruppen unterteilen: $n < 1217$ (Labore A, B, C und D) und $n > 2705$ (Labore E, F, G und H). Es ist wahrscheinlich, dass die Unterschiede bei der Anzahl der erfassten Individuen die **Folge sowohl von verschiedenen taxonomischen Präferenzen, die auf den entsprechenden Abschnitten der jeweiligen nationalen Methodik beruhen, als auch der konkreten Anwendung der jeweiligen Methodik in den einzelnen Laboren sind**. Dies trifft auch auf die Unterschiede hinsichtlich der Anzahl der ermittelten Taxa zur Erfassung der Artenvielfalt zu.

Nach dem Verfahren PERLODES mit dem Berechnungstool ASTERICS werden die Proben aller Labore mit einem „guten ökologischen Zustand“ und einem gesicherten Ergebnis bewertet.

Anregungen für die nächste Vergleichsuntersuchung zum Makrozoobenthos:

- Vergleich der Methodik zur Ermittlung der Individuenzahlen
- Vergleich der Vorgaben zur Bestimmungstiefe (d. h. zur Bestimmungsebene)
- Abgleich der Bestimmungsliteratur
- Gemeinsame Bestimmung ausgewählter Taxa in bedeutsamen Gruppen (z. B. Ephemeroptera)

Bearbeiter: Václav Koza