

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 85 – 92	5 Abb., 2 Tab., 20 Zit.
------------------------------	---------	----------------	------------	-------------------------

Untersuchungen zur Fauna des Berliner Grundwassers – erste Ergebnisse

Studies on the fauna of the groundwater of Berlin – first results

HANS JÜRGEN HAHN, DIRK MATZKE, ANNETTE KOLBERG & ALEXANDER LIMBERG

Einleitung

Das Grundwasser lebt. Allerdings ist die biologische Vielfalt im Grundwasser bisher nur ungenügend erfasst. Dabei ist eines sicher: die Artenvielfalt im Grundwasser wird sehr stark unterschätzt (HAHN & FUCHS 2009). Aus Deutschland sind bisher 250 Arten bekannt, aus Europa knapp 2 000 Arten und weltweit wurden bisher etwa 7 000 echte Grundwasserarten beschrieben. Die tatsächliche Zahl dürfte jedoch sehr viel höher, zwischen 50 000 und 100 000 Arten, liegen (dazu siehe HAHN & FRIEDRICH 1999, HUNKELER et al. 2006, DEHARVENG et al. 2009, GIBERT & CULVER 2009). Gemeinsam mit zahllosen Mikroorganismen spielt die Fauna des Grundwassers eine zentrale Rolle beim Abbau organischen Materials (DANIELOPOL 1989): Diese wohl größte Ökosystemdienstleistung der Grundwasserorganismen, die Reinigung des Wassers, ist von zentraler Bedeutung für den Menschen. Eine weitere wichtige Ökosystemdienstleistung, die uns die Lebensgemeinschaften des Grundwassers zur Verfügung stellen, ist die Bioindikation: Das Vorkommen von Organismen und Lebensgemeinschaften gibt uns Auskünfte über den Zustand und die Charakteristika ihres Lebensraumes. Wenigborsterwürmer (Oligochaeta; Abb. 1) weisen beispielsweise auf Feinsedimente oder viel organisches Material hin (GRIEBLER et al. 2013).

In Oberflächengewässern ist die biologische Bewertung seit Jahrzehnten bewährter Standard, nicht jedoch im Grundwasser. Erstaunlicherweise steht das Wissen über Verbreitung und Ökologie der Fauna im Grundwasser in krassem Gegensatz zu den praktischen Anwendungsmöglichkeiten grundwasserökologischer Kenntnisse. Erst seit einigen Jahren befasst man sich etwas intensiver mit der Bioindikation im Grundwasser (HAHN 2006, GRIEBLER et al. 2010, KORBEL 2012, STEIN et al. 2012, GRIEBLER et al. 2013). Einen nicht unerheblichen „Motivationsschub“ dazu gab die EU-Grundwasserrichtlinie (EU-GWRL 2006), die auf den Forschungsbedarf und die Anwendungsperspektiven in diesem Bereich hinweist. Eine wichtige Voraussetzung für die Bioindikation im Grundwasser ist die Kenntnis der regionalen Fauna. Für Norddeutschland gibt es bisher nur sehr wenige Daten, für



Abb. 1: *Cernosvitoviella atrata* ist ein weitverbreiteter Regenwurmverwandter, der oft auch im Grundwasser vorkommt.

Fig. 1: *Cernosvitoviella atrata* is a common oligochaete, often occurring also in the groundwater.

Berlin überhaupt keine. Zu nennen sind hier GLATZEL (1989) für Niedersachsen und STEIN et al. (2012) für Sachsen-Anhalt, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Hinzu kommt noch ein Dutzend älterer Arbeiten, vor allem für Niedersachsen. Vor diesem Hintergrund hat die Senatsverwaltung Berlin im Jahre 2012 mit der Erfassung der Fauna des Berliner Grundwassers begonnen. Mit dieser Übersichtskartierung sollen folgende Fragen geklärt werden:

- Wie sehen die Grundwassergemeinschaften in Berlin aus?
- Welche Verbreitungsmuster zeigen sie?
- Worauf sind die Verbreitungsmuster zurückzuführen?

Erwartet wurde eine relativ artenarme Fauna mit einem geringen Anteil echter Grundwasserarten und einer eher dünnen Besiedlung, wie sie typisch für das norddeutsche Tiefland ist (STEIN et al. 2012). Ein Schwerpunkt wurde im Warschau-Berliner Urstromtal angenommen. Erste Ergebnisse dieser Studie werden hier vorgestellt.

Untersuchungsgebiet und Vorgehensweise

Die Landschaften Berlins und die Besonderheiten seines Grundwassers sind vor allem das Ergebnis der Weichsel-Kaltzeit, der letzten quartären Vereisung, die vor etwa 12 000 Jahren zu Ende ging: Es entstanden das tiefgelegene, vorwiegend aus sandigen Ablagerungen aufgebaute Warschau-Berliner Urstromtal, die Barnim-Hochfläche im Norden, die Teltow-Hochfläche im Süden und die Nauener Platte im Südwesten. Die Hochflächen sind einerseits zu weiten Teilen mit mächtigen Geschiebemergeln bzw. Geschiebelehmen der Grundmoränen und andererseits mit Hochflächensanden bedeckt (LIMBERG & SONNTAG 2012).

Das Grundwasser zeichnet sich – ganz typisch für die norddeutsche Tiefebene – durch niedrige Sauerstoffgehalte und hohe DOC-Konzentrationen aus. Eine Grundwasserfauna kommt in der norddeutschen Tiefebene meist nur spärlich vor (MATZKE et al. 2009, STEIN et al. 2012). Demzufolge war bei der Auswahl der Messstellen für diese Übersichtskartierung darauf zu achten, dass die Lebensbedingungen an den potentiellen Standorten möglichst gut sind.

Bei der Auswahl der Messstellen wurden deshalb folgende Kriterien angelegt:

- Berücksichtigung aller wichtigen naturräumlichen bzw. hydrogeologischen Einheiten,
- gleichmäßige Verteilung über das Gebiet des Landes Berlin,
- Erfassung aller Grundwasserleiter,
- Sauerstoffgehalt > 1 mg/l,
- Durchmesser der Messstellen \geq 5 cm (2 Zoll),
- Vermeidung von Altlastenverdachtsflächen.

Die nach diesen Kriterien ausgewählten, repräsentativen 181 Grundwassermessstellen wurden von Oktober 2012 bis April 2013 einmalig beprobt. Die Tiere wurden dabei mit einem sogenannten Netzsammler entnommen (Abb. 2). Der eingesetzte Netzsammler besitzt eine Maschenweite von 74 μ m. Er ist so konzipiert, dass Grundwassermessstellen ab einem Innendurchmesser von 2 Zoll beprobt werden können (MATZKE 2006).

Vor der Entnahme der Faunenproben wurde der Wasserstand in den Grundwassermessstellen mit einem Kabellichtlot gemessen und mit einem Schöpfer der Firma Bürkle eine Wasserprobe vom Grunde der Messstelle entnommen. Daraus wurden die Feldparameter Sauerstoff, Leitfähigkeit, Temperatur und pH-Wert mittels eines Hach-Lange HQ 40 Multimetergerätes gemessen. Nach dem Absinken des Netzsammlers auf den Grund der Messstelle wird die Angel ruckartig 10-mal um jeweils ca. 1 m angehoben und wieder abgesenkt. Noch im Netz befindliche Fauna bzw. Detritus wird nach dem Herausheben mit einer Spritzflasche in das angeschraubte Probenröhrchen (50 ml) gespült. Zur weiteren Behandlung fixiert man die Proben mit 96 % igem Alkohol. Die Proben wurden zunächst mittels eines Binokulars auf dem Niveau faunistischer Großgruppen (Ordnung, Familie) aussortiert. Bei der weiteren taxonomischen Bearbeitung wurden dann die Krebstiere (Crustacea) und Wenigborster (Oligochaeta) auf Artniveau bestimmt.



Abb. 2: Der Netzsammler ist ein schnelles und zuverlässiges Werkzeug, um Grundwassertiere in Messstellen zu fangen. (Foto: C. SPENGLER, 2012)

Fig. 2: The so-called net sampler, a phreatic net, is a reliable tool for fast and representative sampling of stygofauna. (photo: C. SPENGLER, 2012)

Die taxonomische Zusammensetzung der Berliner Grundwasserfauna

Insgesamt wurden nur in 21 der 181 untersuchten Messstellen insgesamt 465 vielzellige Tiere aus zwölf Arten und vier höheren Taxa gefunden. Bei einer Messstelle bestand die Besiedlung lediglich aus einem hineingefallenen Insekt. Diese Zahlen sind mit denen von STEIN et al. (2012) und GRIEBLER et al. (2013) vergleichbar, die in 116 Proben aus 40 Messstellen der norddeutschen Tiefebene neun Arten und ebenfalls vier höhere Taxa fanden.

Von der Zusammensetzung her sind die Gemeinschaften ebenfalls typisch für Norddeutschland (Abb. 3). Kaum bestimmbare Fadenwürmer (Nematoda) und Kleinststrudelwürmer (Mikroturbellaria) stellen die Masse der Tiere. Krebstiere (Crustacea) wurden zwar lediglich an vier Standorten gefunden, sind aber mit einem Anteil von fast 16 % nach den Nematoda die individuenreichste Gruppe. Ebenso waren einigermaßen regelmäßig Oligochaeta vertreten.

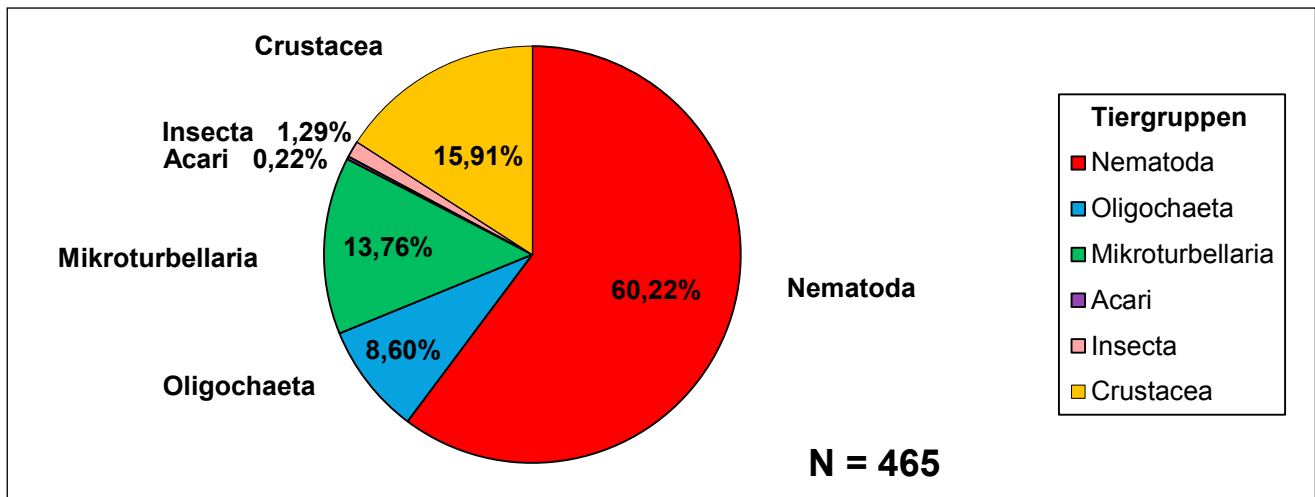


Abb. 3: Prozentuales Verteilungsmuster der im Grundwasser erfassten Faunengruppen (Gesamtzahl aller Tiere 465).

Fig. 3: The fauna of the Berlin groundwater presented as a pie chart. The numerics refer to the proportion of the taxon with respect to the total number of animals, which are 465 individuals.

Normalerweise dominieren im Grundwasser Crustacea, vor allem Hüpferlinge (Cyclopoida), aber auch andere Tiergruppen, wie Mikroturbellaria, Oligochaeta und Nematoda, sind weitverbreitet. Nematoda und Mikroturbellaria findet man meist an Standorten mit ungünstigen Lebensbedingungen, wie niedrigen Sauerstoffgehalten und hohen Anteilen von Feinsubstraten, aber auch Schadstoffbelastungen. In Norddeutschland sind deshalb, wegen der widrigen Lebensbedingungen, die robusteren Mikroturbellaria, Nematoda und Oligochaeta meist sehr viel häufiger als Crustacea (GRIEBLER et al. 2013). Dies trifft auch auf die Berliner Grundwasserfauna zu.

Bei den Crustacea wurden drei Arten festgestellt (Tab. 1), von denen zwei, *Acanthocyclops vernalis* und *Diacyclops crassicaudis*, typische Formen der Erdoberfläche sind und auf einen Eintrag aus Oberflächengewässern hinweisen. *Parastenocaris phyllura* wurde an zwei Standorten, im Urstromtal und auf der Nauener Platte, gefunden. Die Art ist ein echtes Grundwassertier und aus der norddeutschen Tiefebene bekannt. Fast alle Oligochaeta sind sogenannte stygophile Formen, also eigentlich Oberflächenarten, die sich aber gerne auch in oberflächennahem Grundwasser aufhalten und oft auf feine Substrate im Untergrund hinweisen.

		Crustacea			Oligochaeta								
		<i>Acanthocyclops vernalis</i>	<i>Diacyclops crassicaudis</i>	<i>Parastenocaris phyllura</i>	<i>Achaeta</i> sp.	<i>Aelosoma niveum</i>	<i>Aelosoma quaternarium</i>	<i>Cernosvitoviella atrata</i>	<i>Dorydrius michaelsoni</i>	<i>Dorydrius</i> sp.	<i>Marionina riparia</i>	<i>Marionina</i> sp.	<i>Potamothrix/Tubifex</i>
Naturraum	Warschau-Berliner Urstromtal	25	1	7	17	0	2	1	4	1	0	0	0
	Barnim-Hochfläche	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
	Teltow-Hochfläche	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Nauener Platte	0	0	41	0	0	0	0	0	0	3	1	7
Geologie	Talssande	25	1	7	17	0	2	1	4	1	0	0	0
	unbedeckte Hochflächensande	0	0	41	1	0	0	1	0	0	3	1	7
	Hochflächensande unter Grundmoränen	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
Gesamt:		25	1	48	18	2	2	2	4	1	3	2	7

Tab. 1: Summenaggregierte Häufigkeit der in Berlin gefundenen Arten der Wenigborster (Oligochaeta) und der Krebstiere (Crustacea). Die Aggregation erfolgte über den Naturraum und die geologische Einheit.

Tab. 1: Abundance of the species of oligochaetes and crustaceans found in Berlin. The data were aggregated by sums over the natural geographic region and the geological unit.

Die Vereisungen führten in der norddeutschen Tiefebene zum Verschwinden der meisten Grundwassertiere. Die nacheiszeitliche Wiederbesiedlung erfolgte vor allem über die Urstromtäler, wobei weite Gebiete wegen der Überlagerung durch feinkörnige bindige Sedimente und die dadurch bedingte Sauerstoffarmut sehr selten wieder besiedelt wurden (THIENEMANN 1950, DANIELOPOL et al. 2008). Wegen der feinen Sedimente gelang es meist nur sehr kleinen Grundwassertieren, wie z. B. den Raupenhüpferlingen (Parasteno-caridae), nach Norden in die nun eisfreien Gebiete vorzustoßen. Vertreter der Gattung *Parasteno-caris* sind deshalb in vielen Gegenden Norddeutschlands die einzigen echten Grundwassertiere. Wie auch in Berlin sind die meisten Tiere im norddeutschen Grundwasser entweder grundwasserfremd oder aber sogenannte stygophile Arten (HAHN & FUCHS 2009), also Oberflächenformen, die regelmäßig ins Grundwasser einwandern und sich dort auch oft fortpflanzen können.

Die Verbreitungsmuster der Berliner Grundwasserfauna

Normalerweise sind in der norddeutschen Tiefebene nur etwa 15 % aller Standorte besiedelt (STEIN et al. 2012). Der in Berlin festgestellte Anteil von gerade einmal 11,6 % besiedelter Messstellen liegt sogar noch darunter (Tab. 2). Allerdings ändert sich das Bild, wenn man die Verteilung der Fauna auf die verschiedenen Naturräume und geologischen Einheiten betrachtet. So sind im Naturraum Nauener Platte 33 % aller untersuchten Standorte besiedelt, auf den Sanden

der Hochflächen 15,4 %. Etwas niedriger ist der Anteil im Urstromtal, wo allerdings die Vielfalt mit acht Arten und vier höheren Taxa am größten ist. Die Unterschiede in den Anteilen der besiedelten Messstellen sind signifikant (Chi²-Test, p < 0,05).

Dagegen sind die Naturräume Barnim- und Teltow-Hochfläche sowie besonders unter den Grundmoränen faunistisch stark verarmt. Die Anteile besiedelter Standorte betragen 7,7 %, 2,6 % bzw. 4,9 % (Tab. 2). Auf der Barnim- und der Teltow-Hochfläche fehlen Crustacea, Nematoda und Mikroturbellaria vollständig, in bedeckten Sanden unter den Grundmoränen Crustacea und Nematoda. Lediglich Oligochaeta kommen überall vor, jedoch ist auch hier die Vielfalt in den Talsedimenten bzw. im Urstromtal am höchsten und in den Naturräumen Barnim- und Teltow-Hochfläche sowie unter den Grundmoränen am niedrigsten.

Wegen des Sauerstoffmangels und der Feinsedimente sind die Lebensbedingungen im norddeutschen Grundwasser grenzwertig. Das in Berlin beobachtete, weitgehende Fehlen vielzelliger Tiere unter den ton- und schluffreichen Grundmoränen deckt sich mit Beobachtungen aus Irland. Dort sind die Grundwässer unter den Drumlins genannten Grundmoränen ebenfalls fast frei von Fauna (ARNSCHIEDT, HAHN & FUCHS 2009). HAHN & FUCHS (2009) beschreiben aus Süddeutschland solcherart faunistisch verarmte Grundwasserstandorte unter Löss oder Moränen.

Interessant ist der Blick auf die Karte (Abb. 4): Die meisten der besiedelten Messstellen liegen entweder im Warschau-Berliner Urstromtal oder im Südwesten, auf der

		Anzahl Messstellen	Anzahl Tiere	Anteil besiedelter Messstellen (%)	Anzahl Crustacea	Anteil Messstellen mit Crustacea (%)	Nematoda	Anteil Messstellen mit Nematoda (%)	Oligochaeta	Anteil Messstellen mit Oligochaeta (%)	Anzahl Mikroturbellaria	Anteil Messstellen mit Mikroturbellaria (%)
Naturraum	Warschau-Berliner Urstromtal	101	259	12,9 %	33	3,0 %	132	5,0 %	25	5,0 %	63	2,0 %
	Barnim-Hochfläche	39	3	7,7 %	0	0,0 %	0	0,0 %	3	7,7 %	0	0,0 %
	Teltow-Hochfläche	41	2	2,6 %	0	0,0 %	0	0,0 %	2	2,6 %	0	0,0 %
	Nauener Platte	15	201	33,3 %	41	6,7 %	148	13,0 %	10	20,0 %	1	6,7 %
Geologie	Talsande	101	259	12,9 %	33	3,0 %	132	5,0 %	25	5,0 %	63	2,0 %
	unbedeckte Hochflächensande	39	203	15,4 %	41	2,6 %	148	5,1 %	12	10,3 %	1	2,6 %
	Hochflächensande unter Grundmoränen	41	3	4,9 %	0	0,0 %	0	3,9 %	3	4,9 %	0	0,0 %
Gesamt:		181	465	11,6 %	74	2,2 %	280	3,9 %	40	6,1 %	64	1,7 %

Tab. 2: *Summenaggregierte Abundanz der häufigsten in Berlin gefundenen höheren Taxa und deren Stetigkeit. Die Aggregation erfolgte über den Naturraum und die geologische Einheit, auf die sich auch die Angaben zur Stetigkeit (Anteil besiedelter Messstellen) beziehen.*

Tab. 2: *Abundance, aggregated by sums, and relative frequency („Anteil besiedelter Messstellen“) of the most common taxa found in Berlin. Both, the sums and the relative frequency refer to the natural geographic regions and the geological units.*

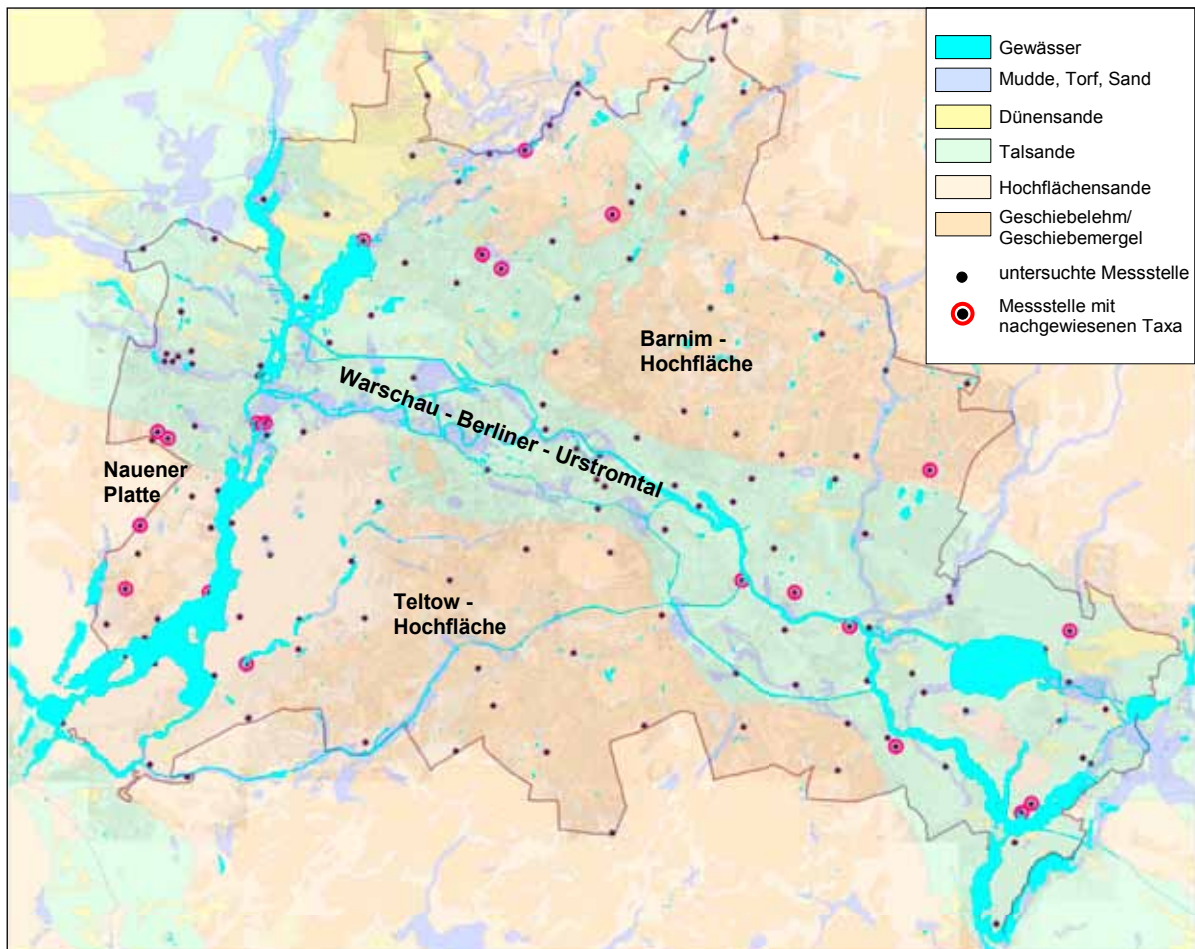


Abb. 4: Naturräumliche und Geologische Karte Berlins mit den untersuchten Messstellen unter Hervorhebung der besiedelten Messstellen.

Fig. 4: Map of the geology and the natural geographic regions of Berlin. Bores populated by metazoans are marked by coloured rings.

Nauener Platte, also in unbedeckten Sandgebieten. Dabei scheint das Grundwasser in Gebieten mit verdichteter Bebauung weitgehend frei von vielzelligen Tieren zu sein. Über die Ursachen im Einzelnen sind derzeit noch keine belastbaren Aussagen möglich, doch liegt für die urbanen Bereiche die pauschale Begründung „anthropogene Einflüsse“ nahe.

Welche Parameter beeinflussen die Verbreitungsmuster der Berliner Grundwasserfauna?

Beim derzeitigen Stand der Auswertung ist es schwer, belastbare Aussagen zu bestimmten Wirkungsgefügen und Zusammenhängen zu machen. Die oben beschriebenen räumlichen Verbreitungsmuster weisen auf naturräumliche und anthropogene Faktoren hin: Auf Landschaftsebene sind Urbanisierung und Feinsedimente offensichtlich nachteilig für die Besiedlung des Grundwassers.

Umgekehrt scheinen sich örtlich höhere Sauerstoffgehalte und niedrigere Temperaturen positiv auf die Besiedlung auszuwirken. Zumindest sind an den besiedelten Standorten

die Temperaturen niedriger und die Sauerstoffkonzentrationen höher als an den unbesiedelten, und die besiedelten Messstellen sind flacher als die unbesiedelten (Abb. 5). Diese Zusammenhänge sind signifikant (U-Test, $p < 0,05$).

Was die Grundwassertemperaturen betrifft, die in den urbanen Gebieten am höchsten sind, stellt sich die Frage, ob die Zusammenhänge mit der Besiedlung tatsächlich kausal sind oder nur die Intensität der Landnutzung widerspiegeln. Die gleiche Frage stellt sich im Zusammenhang mit den Sauerstoffkonzentrationen. Zwar gelten höhere Sauerstoffwerte als besiedlungsfördernd, doch scheint die Fauna im Grundwasser auf Sauerstoffkonzentrationen $> 1\text{mg/l}$ kaum noch zu reagieren (HAHN 2006). Eindeutig sind die grundsätzlichen Befunde zur Tiefe der Messstellen: Je flacher, desto besser für die Besiedlung. Dahinter steht die Versorgung mit Nahrung und Sauerstoff von der Erdoberfläche, eine bekannte Tatsache (z. B. FUCHS, HAHN & BARUFKE 2006).

Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass Berlin eine für die norddeutsche Tiefebene typische Grundwasserfauna aufweist. Allerdings gibt es erhebliche Unter-

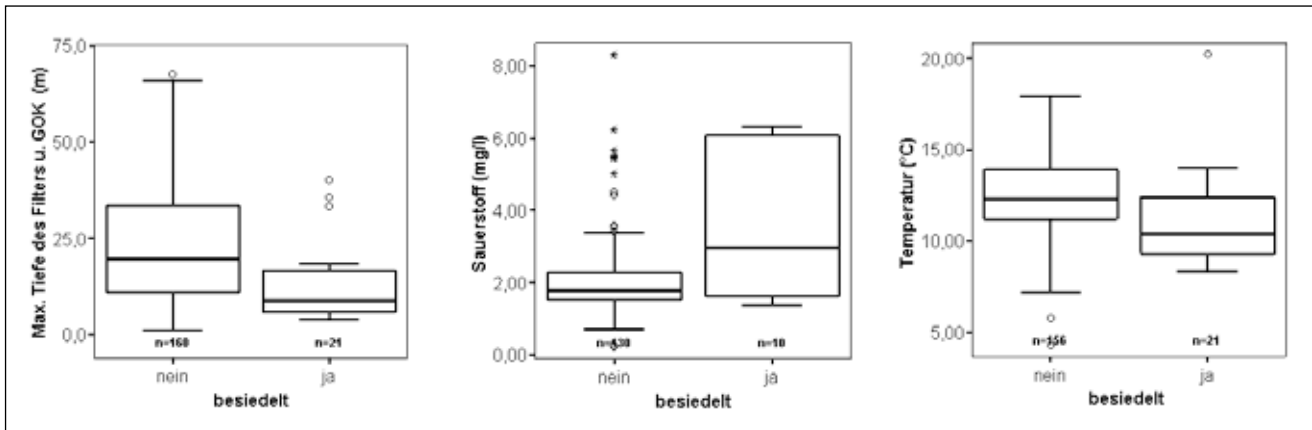


Abb. 5: Vergleich besiedelter und unbesiedelter Messstellen.
Links: Maximale Tiefe der Filterschlitzes des Rohres unter Geländeoberkante, Mitte: Sauerstoffgehalt,
rechts: Temperatur

Fig. 5: Comparison of sites with and without fauna.
Left side: maximal depth of the filter screens, mid: oxygen concentration, right side: temperature

schiede hinsichtlich der jeweiligen Landschaft und der geologischen Gegebenheiten. Während die unbedeckten sandigen Grundwasserleiter vergleichsweise gut besiedelt sind, ist die Fauna unter den Grundmoränengebieten und in der Innenstadt stark verarmt. Mit einem einzelnen Faktor lassen sich diese Beobachtungen allerdings nicht begründen.

Die aktuellen Untersuchungen können einen ersten Eindruck über die Fauna im Berliner Grundwasser vermitteln und zeigen, dass in Berlin die grundsätzlichen Voraussetzungen für ein Biomonitoring im Grundwasser gegeben sind. Dieses umzusetzen bedarf es jedoch noch weiterer Daten.

Zusammenfassung

Im Rahmen einer ersten Übersichtskartierung der Grundwasserfauna Berlins wurden von Oktober 2012 bis April 2013 181 repräsentative Grundwassermessstellen einmalig beprobt. Dabei wurden in 21 Messstellen insgesamt 465 vielzellige Tiere aus zwölf Arten und vier höheren Taxa gefunden, darunter mit *Parastenocaris phyllura* eine echte Grundwasserform. Die anderen Tiere waren stygophil, teilweise auch stygoxene Oberflächenarten. Es dominierten Nematoda, Crustacea, Mikroturbellaria und Oligochaeta. Die Stetigkeit der Besiedlung war mit knapp 12 % niedrig. Stetigkeit und Artenspektrum decken sich mit den Befunden anderer Untersuchungen aus Norddeutschland.

Die Verbreitungsmuster ließen erhebliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Naturräumen und geologischen Einheiten erkennen. So waren das Urstromtal und die Nauener Platte sowie insgesamt die unbedeckten sandigen Ablagerungen wesentlich stetiger, diverser und abundanter besiedelt als die fast faunafreien, mit Geschiebemergel bedeckten Grundmoränengebiete vor allem der

Barnim- und der Teltow-Hochfläche. Als weitgehend frei von vielzelligen Tieren erwiesen sich die urbanen Bereiche mit dichterem Bebauung.

Die besiedelten Messstellen waren flacher als die unbesiedelten, die Sauerstoffgehalte höher und die Temperaturen niedriger. Belastbare Aussagen über die Zusammenhänge von Besiedlung und Umwelt sind derzeit aber noch nicht möglich. Angenommen werden vor allem grundsätzlich schwierige Lebensbedingungen im sauerstoffarmen Grundwasser der norddeutschen Tiefebene, welche sich unter den schwer durchlässigen Geschiebemergeln der Grundmoränen und im anthropogen massiv überprägten Stadtgebiet noch verschlechtern.

Summary

For a first recording of the groundwater fauna of Berlin, 181 representative monitoring wells were sampled once from October 2012 to April 2013. Fauna was absent from most sites, but occurred in 21 wells, where, in total, 465 metazoans from twelve species and four higher taxa were found. *Parastenocaris phyllura* was the only stygobite, while the other species were stygobiontic or even stygoxenous. The prevailing taxa were nematods, crustacean, microturbellarians and oligochaetes. The taxa recorded were in accordance with other studies from northern Germany as well as the relative frequency of populated sites, which was 12 % for Berlin.

The distribution patterns displayed differences between the different natural geographic regions and geological units of Berlin. The groundwater of the Warsaw-Berlin glacial valley and the Nauen Plate harboured a relatively diverse and frequent fauna, while metazoans were nearly absent below the ground moraines, in particular of the Barnim and Teltow high plateaus. Also, groundwater fauna was found to be absent from the urban areas.

The wells harbouring metazoans were shallower compared to the sites without fauna, their oxygen concentrations were higher and temperature lower. However, reliable statements on the correlations between fauna and environmental factors in Berlin are yet not possible. It seems that living conditions are harsh in the northern German groundwater, due to low oxygen concentrations and fine sediments, and are even worse below the almost impermeable ground moraines of the Barnim and Teltow high plateaus. Additional, intensive land use probably affects the fauna.

Literatur

- ARNSCHEIDT, J., HAHN, H. J. & A. FUCHS (2009): Aquatic subterranean crustacea in Ireland: results and new records from a pilot study. – *Cave and Karst Science* **35**, 1/2, S. 53 – 58, Buxton
- DANIELOPOL, D. (1989): Groundwater fauna associated with riverine aquifer. – *J. N. Am. Benth. Soc.* **8**, S. 18 – 35, Washington
- DANIELOPOL, D., GRIEBLER, C., GUNATILAKA, A., HAHN, H. J., GIBERT, J., MERMILLOD-BLONDIN, G., MESSANA, G., NOTENBOOM, J. & B. SKET (2008): Incorporation of groundwater ecology in environmental policy. – In: QUEVAUVILLER, Ph. (Hrsg.): *Groundwater Science & Policy*. – The Royal Society of Chemistry, S. 671 – 689, London (RSC Publishing)
- DEHARVENG, L., STOCH, F., GIBERT, J., BEDOS, A., GALASSI, D., ZAGMAJSTER, M., BRANCELJI, A., CAMACHO, A., FIERS, F., MARTIN, P., GIANI, N., MAGNIEZ, G. & P. MARMONIER (2009): Groundwater biodiversity in Europe. – *Freshwater Biology* **54**, 4, S. 709 – 726, Oxford
- EU_GWRL (2006): Richtlinie 2006/118/EG des europäischen Parlamentes und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutze des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung, 13 S., Brüssel.
- FUCHS, A., HAHN, H. J. & K.-P. BARUFKE (2006): Erhebung und Beschreibung der Grundwasserfauna in Baden-Württemberg. – *Grundwasserschutz* **32**, 71 S., Karlsruhe (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg LUBW)
- GIBERT, J. & D. CULVER (2009): Assessing and conserving groundwater biodiversity. – *Freshwater Biology* **54**, 4, Special issue, S. 639 – 941, Oxford
- GLATZEL, T. (1989): Eine Bestandsaufnahme der Grundwasserfauna Nord-West-Niedersachsens unter besonderer Berücksichtigung der Crustaceen. – *Drosera* **1/2**, S. 11 – 22, Oldenburg
- GRIEBLER, C., HAHN, H. J., STEIN, H., KELLERMANN, C., BERKHOFF, S., STEUBE & A. FUCHS (2013): Entwicklung biologischer Bewertungsmethoden und -kriterien für Grundwasserökosysteme. – Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau (im Druck)
- GRIEBLER, C., STEIN, H., KELLERMANN, C., BERKHOFF, S., BRIELMANN, H., SCHMIDT, S. I., SELESI, D., STEUBE, C., FUCHS, A. & H. J. HAHN (2010): Ecological assessment of groundwater ecosystems – Vision or illusion? – *Ecological Engineering* **36**, S. 1174 – 1190, Oxford
- HAHN, H. J. & E. FRIEDRICH (1999): Brauchen wir ein faunistisch begründetes Grundwassermonitoring und was kann es leisten? – *Grundwasser* **4**, S. 147 – 154, Berlin, Heidelberg
- HAHN, H. J. & A. FUCHS (2009): Distribution patterns of groundwater communities across aquifer types in southwestern Germany. – *Freshwater Biology* **54**, 4, S. 848 – 860, Oxford
- HAHN, H. J. (2006): A first approach to a quantitative ecological assessment of groundwater habitats: The GW-Fauna-Index. – *Limnologica* **36**, 2, S. 119 – 137, Berlin
- HUNKELER, D., GOLDSCHNEIDER, N., ROSSI, P. & C. BURN (2006): Biozönosen im Grundwasser - Grundlagen und Methoden der Charakterisierung von mikrobiellen Gemeinschaften. – *Umweltwissen Nr. 0603*, 113 S., Bern (Bundesamt für Umwelt)
- KORBEL, K. L. (2012): Robust and sensitive indicators of groundwater health and biodiversity. – Phd theses, University of Technology, 246 S., Sydney
- LIMBERG, A. & A. SONNTAG (2012): Beiheft zur Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000, Berlin. – 30 S., Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Berlin, in Zusammenarbeit m. d. Landesamt f. Bergbau, Geologie und Rohstoffe, Brandenburg und d. Landesvermessung und Geobasisdateninformation Brandenburg
- MATZKE, D. (2006): Untersuchungen zum Verhalten von Grundwasserfauna in Altlastflächen mit vorangegangenen Vergleich unterschiedlicher Sammeltechniken. – Dissertation Universität Koblenz-Landau, 229 S., Koblenz
- MATZKE, D., FUCHS, A., BERKHOFF, S. E., BORG, J. & H. J. HAHN (2009): Erhebung und Bewertung der Grundwasserfauna Sachsen-Anhalts. – Untersuchung im Auftrag des LHW Sachsen-Anhalt, 100 S., http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Master-Bibliothek/Landesbetriebe/LHW/neu_PDF/5.1/Dokumente_GLD/Abschlussbericht_GW_Fauna_2009.pdf

STEIN, H., GRIEBLER, C., BERKHOFF, S. E., MATZKE, D., FUCHS, A. & H. J. HAHN (2012): Stygoregions – a promising approach to a bioregional classification of groundwater systems. – *Scientific Reports* **2**, S. 673, DOI: 10.1038/srep00673

THIENEMANN, A. (1950): Die Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. Versuch einer historischen Tiergeographie. – *Die Binnengewässer* **18**, XVI, S. 1 – 809, Stuttgart

Anschriften der Autoren:

Hans Jürgen Hahn
Universität Koblenz-Landau
Campus Landau
Fortstr. 7
76829 Landau
hjhahn@uni-landau.de

Dirk Matzke
Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH
Regionalbüro Nord
Unter den Eichen 24
39517 Burgstall
dirk.matzke@grounddwaterecology.de

Anette Kolberg
Alexander Limberg
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz,
Geologie und Grundwassermanagement
Brückenstr. 6
10176 Berlin
annette.kolberg@senstadtum.berlin.de
alexander.limberg@senstadtum.berlin.de