

Mitt. dtsh. malakozool. Ges.	114	33 – 40	Frankfurt a. M., Mai 2026
------------------------------	-----	---------	---------------------------

Verbreitungsdynamik der österreichischen Quellschnecke *Bythinella austriaca* (FRAUENFELD 1857) am Beispiel des Bluntautales im Bundesland Salzburg (Österreich)

ROBERT STURM

Abstract: The distribution of *Bythinella austriaca* in the Bluntautal was recorded in detail in the years 2000 and 2020 and subjected to a comparison. The analysis reveals a marked decline in densely populated grid cells (>100 individuals/m²; occurrence with high frequency or in masses) from 36 to 23 (-36 %), while the number of sparsely populated cells (<100 individuals/m²; occasional to moderately frequent occurrence) increased from 19 to 24 (+26 %). Overall occupancy decreased slightly from 55 to 47 grid cells. A chi-square test indicates a non-significant yet distinct trend towards lower population densities ($p \approx 0.09$). During the same period, the mean water temperature of the Torrener Bach rose from $8.1 \pm 0.4^\circ \text{C}$ to $10.2 \pm 0.6^\circ \text{C}$, accompanied by intensified tourist use of the valley. Both factors may have contributed to the observed reduction in high-density occurrences. The results suggest increasing ecological vulnerability of *B. austriaca* in the Bluntautal.

Keywords: Distribution, population dynamics, environmental factors, Hydrobiidae

Zusammenfassung: Die Verbreitung von *Bythinella austriaca* im Bluntautal wurde in den Jahren 2000 und 2020 detailliert kartiert und einem Vergleich zugeführt. Die Analyse zeigt einen deutlichen Rückgang stark besetzter Rasterfelder (>100 Individuen/m²; häufiges bis massenhaftes Auftreten) von 36 auf 23 (-36 %), während die Anzahl schwach besetzter Felder (<100 Individuen/m²; vereinzelt bis mäßig häufiges Auftreten) von 19 auf 24 anstieg (+26 %). Insgesamt verringerte sich das besetzte Areal leicht (von 55 auf 47 Rasterfelder). Die Chi-Quadrat-Analyse weist einen nicht signifikanten, aber klaren Trend zu geringeren Populationsdichten ($p \approx 0,09$) auf. Parallel dazu stieg die mittlere Wassertemperatur des Torrener Baches von $8,1 \pm 0,4^\circ \text{C}$ auf $10,2 \pm 0,6^\circ \text{C}$, begleitet von einer Intensivierung der touristischen Nutzung des Tales. Beide Faktoren könnten zur beobachteten Abnahme dichter Vorkommen beigetragen haben. Die Ergebnisse deuten auf eine zunehmende ökologische Vulnerabilität der Art im Bluntautal hin.

Einleitung

Quellschnecken der Gattung *Bythinella* (Familie Bythinellidae) gelten als hoch spezialisierte Kleingastropoden, die typischerweise in kalten, sauerstoffreichen Quellen und den Oberläufen von Bächen leben. Als sogenannte Krenobionten sind sie streng stenotherm und sehr empfindlich gegenüber Temperaturschwankungen sowie ökologischen Veränderungen (GLÖER & MEIER-BROOK 2003, GLÖER 2002, STURM 1998, 2005, 2016, 2018a). Ihr Vorkommen wird daher als Indikator für eine stabile, saubere Quellumgebung gesehen.

Mit über 80 allopatrisch vorkommenden Arten in Europa repräsentiert *Bythinella* eine biogeografisch und ökologisch vielfältige Gattung, wobei viele Taxa als Mikroendemiten mit sehr begrenztem Verbreitungsgebiet auftreten (z. B. GLÖER & MEIER-BROOK 2003, REISCHÜTZ & al. 2019). Besonders im alpinen Raum, wo Quellen und Quellbäche isolierte Lebensräume bilden, zeigen *Bythinella*-Populationen oft eine enge Verteilung, die durch ihre geringe Dispersionsfähigkeit weiter verstärkt wird (PRIESEL-DICHTL 1959, SCHUBERT & al. 2023, STURM 2000, 2001, 2007, 2012, 2016).

Die ökophysiologischen Spezifika von *Bythinella austriaca* (FRAUENFELD 1857) sind gut untersucht: Ein Modell mithilfe der Weighted-Average-Analyse offenbarte, dass diese Art sehr enge Toleranzen gegenüber Temperatur, Sauerstoff, Leitfähigkeit, Nitrat und Wasserführung besitzt. Diese Spezialisierung macht sie anfällig gegenüber Veränderungen in ihren Quellhabitaten (STURM 2012, 2016). In Österreich ist *B. austriaca* vor allem in den Kalkalpen verbreitet. Eine groß angelegte Kartierung im Bundesland Salzburg zeigte, dass die Art hauptsächlich in Quellen und kleinen Bächen vorkommt. In Quellhabitaten des Bluntautals beispielsweise wurden Dichten von teilweise über 100 Individuen pro m² gemessen, was das Potenzial stabiler, leistungsfähiger Populationen unter noch intakten Bedingungen

dokumentiert (STURM 2018b, 2018c). Darüber hinaus verdeutlichen Studien zu Makrozoobenthos in travertinbildenden Alpenquellen, dass *Bythinella austriaca* zu den empfindlichen und indikatorischen Arten zählt. Ihr Vorkommen hängt stark von stabilen physikochemischen Bedingungen ab, insbesondere von niedriger Temperatur und guter Sauerstoffversorgung (BEDNAR & al. 2017, STURM 2016).

Gleichzeitig mehrten sich Hinweise darauf, dass *Bythinella*-Populationen durch anthropogene Einflüsse zunehmend unter Druck geraten. Der Klimawandel, insbesondere die Erwärmung von Quellwasser, wird als zentrale Gefährdung betrachtet. In der Quellenschnecken-Fachliteratur heißt es, dass ein Anstieg der Wassertemperatur zu einem Rückgang von kalt-stenothermen Arten führen kann (vgl. Informationsbroschüre des österreichischen Naturschutzbundes). Auch strukturelle Eingriffe wie Quellenverbauung, Grundwasserabsenkung oder Eutrophierung stellen erhebliche Risiken dar (GLÖER 2002). Trotz dieser bekannten Gefährdungen fehlen insbesondere Langzeitdaten zu Populationsveränderungen von *B. austriaca* in alpinen Quellgebieten. Solche Daten sind jedoch essenziell, um zukünftige Trends in Bezug auf Klimawandel, Nutzungsdruck und Habitatdegradation zu bewerten.

In dieser Studie wurde daher die Verbreitung von *B. austriaca* im Bluntautal (Salzburg, Österreich) vergleichend für die Jahre 2000 und 2020 untersucht. Bei dem Forschungsareal handelt es sich hydrografisch um einen Quell- und Oberlaufbereich, der bereits in zahlreichen früheren Erhebungen kartiert wurde. Ziel ist es, (1) die Veränderung und Populationsdichte innerhalb des Zeitraums von 20 Jahren zu erfassen, (2) Veränderungen in der räumlichen Besetzung des Untersuchungsgebietes zu quantifizieren, (3) statistisch zu prüfen, ob sich die Häufigkeitsstrukturen von dichten vs. schwach besetzten Rasterfeldern signifikant verschoben haben, und (4) beobachtete Muster in Beziehung zu umweltbezogenen Veränderungen zu setzen – insbesondere zu steigenden Wassertemperaturen und wachsender touristischer Nutzung.

Die der Arbeit zugrundeliegende Hypothese lautet, dass durch die langfristige Erwärmung des Quellwassers sowie anthropogene Belastung (z. B. Trittschäden, Forstwirtschaftliche Aktivitäten) eine Abnahme dichter Populationen von *B. austriaca* bzw. eine Verlagerung hin zu stärker fragmentierten, weniger dichten Vorkommen stattgefunden hat. Damit soll diese Studie einen Beitrag zum Verständnis der Auswirkungen von Klima- und Nutzungsdruck auf empfindliche Quellorganismen in alpinen Systemen leisten.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiet und malakologische Kartierung

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Bluntautal (Salzburg, Österreich), einem in den Nördlichen Kalkalpen gelegenen und nach Osten exponierten Seitental des von Süden nach Norden verlaufenden Salzachtales. Erfasst wurden sowohl der Torrener Bach als Hauptgewässer als auch mehrere permanent wasserführende Seitenquellen, Quellsümpfe und kleinere Zuflüsse. Das Tal weist ein typisches alpines Karsthydrossystem mit stark quellgeprägter Hydrologie auf.

Die Bestandserhebungen fanden in zwei Kampagnen statt: erstmals im Jahr 2000 und erneut im Jahr 2020. Die Gewässer wurden jeweils in systematischen Begehungen entlang des Hauptbaches und seiner Nebengewässer untersucht. Zur räumlichen Standardisierung wurde ein Raster von 100×100 m über das gesamte Tal gelegt. Jedes Rasterfeld wurde vollständig begangen und hinsichtlich des Vorkommens von *Bythinella austriaca* überprüft. In jedem Rasterfeld wurden drei bis fünf repräsentative Mikrohabitate (Quellaustritte, Quellrinnsale, kühle Bachrandbereiche, vegetationsarme Kies- und Sandflächen) ausgewählt und mittels Handsieb (Maschenweite $250 \mu\text{m}$) oder eines kleinen Substratsamplers abgesucht. Die Beprobungszeit pro Mikrohabitat betrug etwa zehn Minuten, sodass pro Rasterfeld insgesamt rund 30 Minuten aktive Suche durchgeführt wurden.

Als Grundlage für die malakologische Kartierung und die in Abb. 2 festgehaltenen Ergebnisse diente die Österreichische Karte (ÖK) im Maßstab 1:50000 (Bundesamt für Eich und Vermessungswesen). Die Studien erfolgten im Rahmen einer behördlich genehmigten landesweiten Erfassung der heimischen Malakofauna, die in den 1990er Jahren von Prof. Dr. ROBERT PATZNER an der Universität Salzburg initiiert wurde.

Ansprache und Quantifizierung der Schnecken

Die gefundenen Exemplare wurden vor Ort in Weißschalen ausgewaschen, unter einer 10-20x-Lupe angesprochen und anschließend gezählt. *Bythinella austriaca* wurde hier als conchologisch nicht differenzierbarer Artkomplex behandelt und anhand folgender Merkmale bestimmt: sehr kleine, dünnwandige Schale, meist 2,5-3,5 mm hoch, turmförmig bis leicht eiförmig, rundlich-ovaler Mundsaum, schwach ausgeprägte Skulptur, blass gelblich bis farblos (Abb. 1). Bei zweifelhafter Zuordnung oder dem Verdacht einer anderen *Bythinella*-Spezies wurden Tiere fotografiert oder konserviert (70 % Ethanol) und später im Labor nochmals kontrolliert (PATZNER 1994, 1995, POIKANE & al. 2020, STRAYER & al. 2003).

Die Populationsdichte wurde als Anzahl der Individuen pro Quadratmeter geschätzt. Dazu wurde die Menge der in einem Frequenzrahmen (Fläche 0,25 m²) angetroffenen Tiere auf die entsprechende Bezugsfläche hochgerechnet. Die Rasterfelder wurden in zwei Dichteklassen eingeteilt:

- < 100 Individuen/m² (vereinzelt bis mäßig häufiges Auftreten)
- > 100 Individuen/m² (häufiges bis massenhaftes Auftreten)

Diese Klassifikation wurde bereits bei der Kartierung im Jahr 2000 verwendet und ermöglichte eine direkte Vergleichbarkeit zwischen beiden Erhebungszeiträumen.

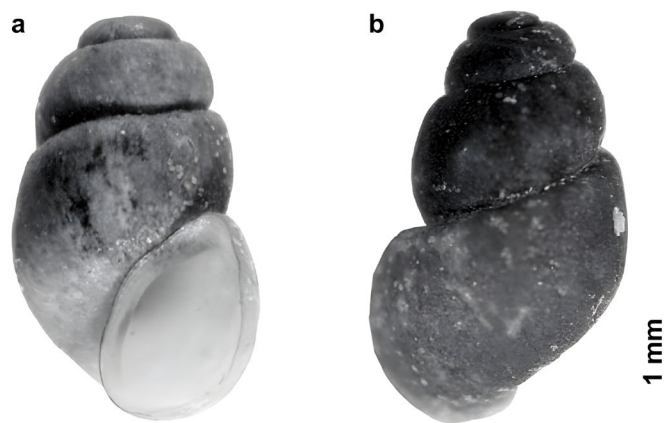


Abb. 1: Vorder- (a) und Rückansicht (b) des Gehäuses von *Bythinella austriaca* mit seiner charakteristischen Form und dem geschlossenen Mündungsrand (Fotos: R. STURM).

Erfassung chemisch-physikalischer Parameter

Die Wassertemperatur wurde an allen Fundorten sowie an repräsentativen Nicht-Fundstellen gemessen. Im Jahr 2000 und den darauffolgenden Jahren erfolgte die Messung mit einem digitalen Handthermometer (Genauigkeit $\pm 0,2^\circ \text{C}$). Im Jahr 2020 wurde ein kalibriertes Mehrparametergerät (WTW 315i) verwendet. Alle Messungen erfolgten in 5 cm Tiefe und stets im Schatten, um direkte Sonneneinstrahlung auszuschließen.

Zusätzlich wurden folgende Parameter erhoben:

- pH-Wert (WTW pH 3310)
- Leitfähigkeit ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
- Sauerstoffgehalt (mg L^{-1} ; optische Sonde)
- Strömungsgeschwindigkeit (mechanische Mini-Flügelradsonde)
- Habitatstruktur (Substrattypen, Beschattung, Sedimenteintrag; halbquantitativ erfasst)

Die chemischen und physikalischen Messungen wurden in den beiden Hauptjahren 2000 und 2020 zu vergleichbaren Jahreszeiten (Juni bis August) und Tageszeiten (09:00–15:00 Uhr) durchgeführt. Langfristige Temperaturveränderungen des Torrener Baches wurden durch jährliche Stichprobenmessungen entlang eines standardisierten Abschnitts dokumentiert und mittels linearem Trendmodell für den Zeitraum 2000-2020 charakterisiert (Abb. 3).

gänge vor allem in Abschnitten auf, die stärkeren thermischen Schwankungen, erhöhtem Sedimenteintrag oder intensiverer touristischer Nutzung ausgesetzt waren (insbesondere Ufertritte und Trittschäden durch Bade- und Freizeitbetrieb). In mehreren zuvor dicht besetzten Rasterfeldern wurden 2020 nur noch geringe Dichten nachgewiesen, teils begleitet von wärmeren Temperaturen und einer veränderten Mikrohabitatstruktur (z. B. reduzierter Moosbewuchs, feineres Substrat).

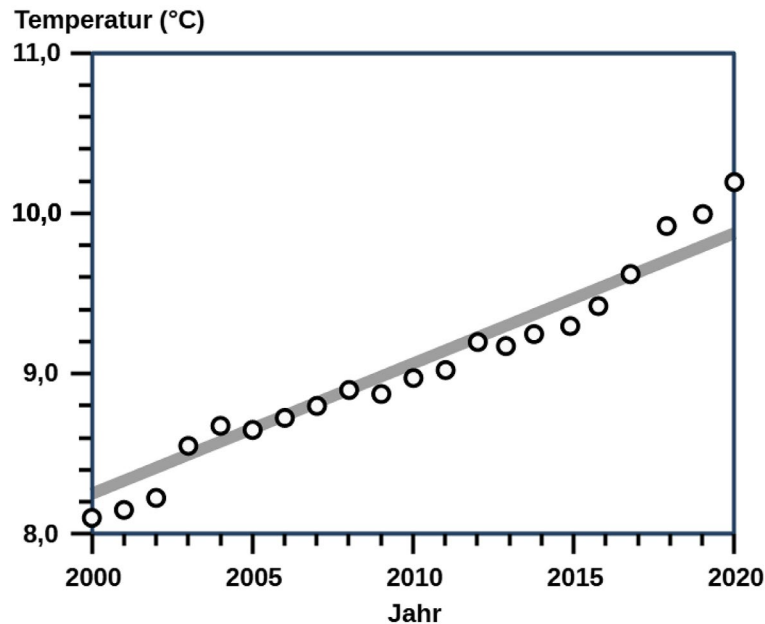


Abb. 3: Messwerte der durchschnittlichen Wassertemperatur im mittleren Abschnitt des Torrener Baches (Hauptgewässer im Bluntatal) für die Jahre 2000 bis 2020. Die Punkte zeigen einen signifikanten Temperaturanstieg innerhalb des betrachteten Zeitintervalls an, wobei sich hier eine Regressionsgerade nach der Gleichung Temperatur (°C) = 8,25 + 0,085 x (Jahr – 2000) erzeugen lässt.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Erfassung von *Bythinella austriaca* im Bluntatal zeigt eine deutliche Verschiebung der räumlichen Verteilung innerhalb der zwei Jahrzehnte von 2000 bis 2020. Während das Gesamtvorkommen weiterbesteht, nahm die Zahl hochdichter Rasterfelder ab, während gering besetzte Bereiche zunahmen. Diese Entwicklungen deuten auf eine Abnahme der Populationsdichte hin, auch wenn die statistische Prüfung im vorliegenden Datensatz keine Signifikanz auf dem 5 %-Niveau ergab. Die beobachteten, einen messbaren Rückzug der Art anzeigenden Trends entsprechen jedoch dem, was für kaltstenotheime Schnecken in alpinen Quell- und Oberlaufhabitaten mehrfach beschrieben wurde.

Einordnung in den alpinen Kontext

Im Alpenraum gelten *Bythinella*-Arten als besonders empfindlich gegenüber Temperaturanstiegen und hydrologischen Veränderungen. GLÖER (2002), STURM (2005) und andere Autoren betonten in der Vergangenheit die enge Bindung der Gattung an kühle, stabile und strukturreiche Quellhabitats, weshalb schon moderate Abweichungen zu deutlichen Rückgängen führen können. Studien aus den östlichen Kalkalpen zeigen, dass vor allem Quellbereiche mit konstanter Temperatur und minimaler Sedimentation stabile Vorkommen beherbergen, während anthropogene Einflüsse oder Klimaveränderungen die Individuendichte rasch reduzieren (BIRK & al. 2012, DUDGEON & al. 2006, METCALFE 1989, REISCHÜTZ & al. 2019, TURNER & al. 1998).

Die im Torrener Bach gemessene Erwärmung von durchschnittlich rund 2°C zwischen 2000 und 2020 liegt im Bereich der in mehreren alpinen Quellsystemen dokumentierten Tendenzen. Regionale Studien verzeichnen Erwärmungsraten von 0,05–0,15°C pro Jahr, die mit Rückgängen kalt-adaptierter Taxa einhergehen, darunter *Bythinella*, *Gammarus fossarum* KOCH 1835 und verschiedene Steinfliegenarten (PANDER & al. 2022, SHAH & al. 2023). Die Parallelen legen nahe, dass die im Bluntatal beobachteten Veränderungen Teil eines großräumigen Klimasignals sein könnten.

Vergleich mit anderen Süßwassermollusken

Auch andere Süßwassermollusken (z. B. manche Vertreter der Planorbidae) reagieren sensibel auf Temperaturzunahmen und Habitatveränderungen. Experimentelle Arbeiten zeigen, dass bereits kurzfristige Hitzewellen Wachstum, Immunfunktion und Reproduktion bei Schnecken beeinträchtigen können (LEICHT & al. 2013, LEICHT & SEPPÄLÄ 2019) und dass langfristige Erwärmung zu geringeren Populationsdichten und verändertem Energiehaushalt führt (CLOYED & al. 2019). Diese Mechanismen decken sich mit den Verschiebungen von hoch- zu niedrigdichten *Bythinella*-Vorkommen im Bluntau-tal. Bei der Flussperlmuschel *Margaritifera margaritifera* (LINNAEUS 1758) gelten Sedimenteintrag, Erwärmung und veränderte hydrologische Stabilität als Hauptursachen für Bestandsrückgänge (BALDAN & al. 2021, BOLOTOV & al. 2018). Da die Art ähnlich wie *Bythinella* auf stabile Mikrohabitate und konstante Temperaturen angewiesen ist, verdeutlichen diese Befunde die generelle Vulnerabilität stenothermer und substratgebundener Wassermollusken.

Interaktion von Klima- und Habitatstressoren

Zentral erscheint die Wechselwirkung zwischen klimabedingten Veränderungen und lokalen Habitatstörungen. DUDGEON & al. (2006) und WOODWARD & al. (2010) zeigen, dass die Kombination mehrerer Stressoren (Erwärmung, Sedimentation, Vertritt durch Wanderer, anthropogene Veränderung von Habitaten) die Anfälligkeit empfindlicher Taxa deutlich verstärkt. Dies entspricht dem Muster im Bluntau-tal: In stärker frequentierten Bachabschnitten wurden erhöhte Sedimentation, verringerte Beschattung und mechanische Störungen beobachtet, während verbliebene stabile Bestände in schattigen, quellnahen Abschnitten konzentriert sind. Die Verschiebung von dichten zu dünneren Populationen könnte zudem auf eine Reduktion der Reproduktionsleistung hinweisen. Für isolierte, dispersionschwache Arten wie *B. austriaca* bergen solche Trends ein erhöhtes Risiko von genetischer Verarmung und langfristigen Populationskollapsen.

Implikationen für Schutz und zukünftige Forschung

Die Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit eines zweistufigen Konzepts:

1. Lokale Schutzmaßnahmen
 - Reduktion von Trittschäden und Sedimenteintrag,
 - Erhalt und Wiederherstellung beschatteter Uferbereiche,
 - Besucherlenkung in sensiblen Quellbereichen,
 - Maßnahmen zur Wasserrückhaltung in Hitzeperioden.
2. Langfristige wissenschaftliche Begleitung
 - Einsatz von Temperatur- und Leitfähigkeitsloggern,
 - genetische Untersuchungen zur Fragmentierung,
 - experimentelle Studien zur Temperaturtoleranz,
 - Modellierungen der Habitatverfügbarkeit unter Klimaszenarien.

Die im Bluntau-tal dokumentierten Populationsverschiebungen sind ökologisch bedeutsam und passen in ein breites Muster anthropogener und klimabedingter Veränderungen in alpinen Quellsystemen. Die Kombination aus Erwärmung, lokaler Habitatdegradation und steigender touristischer Nutzung beeinflusst offenbar die Stabilität von *B. austriaca*. Die Art stellt damit einen empfindlichen Bio-indikator für subtile Veränderungen im Quell- und Oberlaufhabitat dar. Die Ergebnisse zeigen klar, dass ein integratives Monitoring und gezielte Schutzmaßnahmen erforderlich sind, um dieser Entwicklung entgegenzuwirken.

Literatur

- BALDAN, D., KIESEL, J., HAUER, C., JÄHNIG, S. C. & HEIN, TH. (2021): Increased sediment deposition triggered by climate change impacts freshwater pearl mussel habitats and metapopulations. — *Journal of Applied Ecology*, **58**: 1933-1944, Oxford.
- BEDNAR, J.-P., TROBEJ, M., SCHAGERL, M. & WARINGER, J. (2017): Which factors shape macrozoobenthic communities in tufa springs? Results from Austrian meteogene travertine-depositing sites. — *Hydrobiologia*, **799**: 293-307, Berlin, Heidelberg.
- BIRK, S., BONNE, W., BORJA, A., BRUCET, S., COURRAT, A., POIKANE, S., SOLIMINI, A., VAN DE BUND, W., ZAMPOUKAS, N. & HERING, D. (2012): Three hundred was to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive. — *Ecological Indicators*, **18**: 31-41, Amsterdam.
- BOLOTOV, I. N., MAKHROV, A. A., GOFAROV, M. Y., AKSENOVA, O. V., ASPHOLM, P. E., BESPALAYA, Y. V., KABAKOV, M. B., KOLOSOVA, Y. S., KONDAKOV, A. V., OFENBOCK, Th., OSTROVSKY, A. N., POPOV, I. Y., VON PROSCHWITZ, T., RUDZITE, M., RUDZITIS, M., SOKOLOVA, S. E., VALOVIRTA, I., VIKHREV, I. V., VINARSKI, M. V. & ZOTIM, A. A. (2018): Climate warming as a possible trigger of keystone mussel population decline in oligotrophic rivers at the continental scale. — *Scientific Reports*, **9**: 35, London.
- CLOYED, C. S., DELL, A. I., HAYES, T., KORDAS, R. L. & O'GORMAN, E. J. (2019): Long-term exposure to higher temperature increases the thermal sensitivity of grazer metabolism and movement. — *Journal of Animal Ecology*, **88**: 833-844, Hoboken.
- DUDGEON, D., ARTHINGTON, A. H., GESSNER, M. O., KAWABATA, Z.-I., KNOWLER, D. J., LÉVÊQUE, C., NAIMAN, R. J., PRIEUR-RICHARD, A.-H., SOTO, D., STIASSNY M. L. J. & SULLIVAN, C. A. (2006): Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. — *Biological Reviews*, **81**: 163-182, Cambridge.
- GLÖER, P. (2002): Die Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung. — 327 S., Hackenheim (ConchBooks).
- GLÖER, P. & MEIER-BROOK, C. (2003): Süßwassermollusken. — 138 S., Hamburg (DJN).
- LEICHT, K., JOKELA, J. & SEPPÄLÄ, O. (2013): An experimental heat wave changes immune defence and life history traits in a freshwater snail. — *Ecology and Evolution*, **3**: 4861-4871, Hoboken.
- LEICHT, K. & SEPPÄLÄ, O. (2019): Direct and transgenerational effects of an experimental heatwave on early life stages in a freshwater snail. — *Freshwater Biology*, **64**: 2131-2140, Hoboken.
- METCALFE, J. L. (1989): Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: History and present status in Europe. — *Environmental Pollution*, **60**: 101-139, Amsterdam.
- PANDER, J., HABERSETZER, L., CASA-MULET, R. & GEIST, J. (2022): Effects of stream thermal variability on macroinvertebrate community: emphasis on native versus non-native gammarid species. — *Frontiers in Environmental Science*, **10**: 869396, Lausanne.
- PATZNER, R. A. (1994): Über das Sammeln heimischer Wassermollusken. — *BUFUS-Info*, **14**: 7-12, Salzburg.
- PATZNER, R. A. (1995): Wasserschnecken und Muscheln im Bundesland Salzburg. Stand zu Beginn einer landesweiten Kartierung. — *Nachrichtenblatt der Ersten Vorarlberger Malakologischen Gesellschaft*, **3**: 12-29, Rankweil.
- POIKANE, S., HERRERO, F. S., KELLY, M. G., BORJA, A., BIRK, S. & VAN DE BUND, W. (2020): European aquatic ecological assessment methods: A critical review of their sensitivity to key pressures. — *Science of the Total Environment*, **740**: 140075, Amsterdam.
- PRIESEL-DICHTL, G. (1959): Die Grundwasserfauna im Salzburger Becken und im anschließenden Alpenvorland. — *Archiv für Hydrobiologie*, **55**: 281-370, Frankfurt am Main.
- REISCHÜTZ, A., DUDA, M., MOOG, O., MRKVICKA, A., POHL, A. & REISCHÜTZ, P. L. (2019): Die Molluskenfauna im Quellgebiet Furth-Harras und Pottenstein (Triestingtal, Niederösterreich). — *Arianta*, **7**: 26-32, Wien.
- SCHUBERT, H. C., DUDA, M., ESCHNER, A., WEIGAND, E. & KRUCKENHAUSER, L. (2023): DNA barcoding as a tool to monitor the diversity of endangered spring snails in an Austrian National Park. — *Biodiversity Data Journal*, **11**: e91496, Sofia.

- SHAH, A. A., HOTALING, S., LAPSANSKY, A. B., MALISON, R. L., BIRRELL, J. H., KEELEY, T., GIERSCH, J. J., TRONSTAD, L. M. & WOODS, H. A. (2023): Warming undermines emergence success in a threatened alpine stonefly: A multi-trait perspective on vulnerability to climate change. — *Functional Ecology*, **37**: 1033-1043, Hoboken.
- STRAYER, D. L., SMITH, D. R. & SMITH, D. R. (2003): *A Guide to Sampling Freshwater Mussel Populations*. — 103 S., Bethesda (American Fisheries Society).
- STURM, R. (1998): Bericht über Ergebnisse der Süßwassermolluskenkartierung im Tennengau (Bundesland Salzburg). — 60 S., Salzburg (Universität Salzburg).
- STURM, R. (2000): Die Süßwassermollusken in Gewässern und Kleinmooren des Postalmgebietes. — *Linzer biologische Beiträge*, **32**: 1235-1246, Linz.
- STURM, R. (2001): Süßwassermollusken in ausgewählten Gebirgsseen der Kalk- und Zentralalpen Salzburgs und Oberösterreichs. — *Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs*, **10**: 209-226, Linz.
- STURM, R. (2005): Modelling optimum ranges of selected environmental variables for habitats colonized by the spring snail *Bythinella austriaca* (v. FRAUENFELD 1857) (Gastropoda, Prosobranchia). — *Malakologische Abhandlungen – Staatliches Museum für Tierkunde Dresden*, **23**: 67-76, Dresden.
- STURM, R. (2007): Freshwater molluscs in mountain lakes of the Eastern Alps (Austria): relationship between environmental variables and lake colonization. — *Journal of Limnology*, **66**: 160-169, Verbana.
- STURM, R. (2012): Aquatic molluscs in high mountain lakes of the Eastern Alps (Austria): Species-environment relationships and specific colonization behaviour. — *Chinese Journal of Oceanography and Limnology*, **30**: 59-70, Berlin.
- STURM, R. (2016): Modelling ecological specificities of freshwater molluscs: the exemplary case of *Bythinella austriaca* (v. FRAUENFELD, 1857) (Gastropoda, Prosobranchia). — *Journal of Limnology*, **75**: 626-633, Verbana.
- STURM, R. (2018a): Zur Verbreitung der österreichischen Quellschnecke *Bythinella austriaca* (FRAUENFELD, 1857) im Bundesland Salzburg (Gastropoda: Hydrobiidae). — *Mitteilungen der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft*, **98**: 1-8, Frankfurt am Main.
- STURM, R. (2018b): Malacological mapping in Austria: distribution of the Austrian spring snail *Bythinella austriaca* (FRAUENFELD, 1857) in the federal state of Salzburg. — *Linzer biologische Beiträge*, **50**: 837-843, Linz.
- STURM, R. (2018c): The aquatic malacofauna (Gastropoda et Bivalvia) in the Bluntau Valley in the Federal State of Salzburg. — *Linzer biologische Beiträge*, **50**: 1661-1668, Linz.
- TURNER, H., KUIPER, J. G. J., THEW, N., BERNASCONI, R., RÜETSCHI, J., WÜTHRICH, M. & GOSTELI, M. (1998): *Fauna Helvetica II: Atlas der Mollusken der Schweiz und Liechtensteins*. — 527 S., Neuchatel (Schweizer Entomologische Gesellschaft).
- WOODWARD, G., PERKINS D. M & BROWN, L. E. (2010): Climate change and freshwater ecosystems: impacts across multiple levels of organization. — *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **365**: 2093-2106, London.

Anschrift des Verfassers:

ROBERT STURM, Brunnleitenweg 41, 5061 Elsbethen, Österreich, sturm_bert@hotmail.com