

Habitatansprüche der Süßwasserschnecke *Viviparus contectus* (Millet, 1813) (Gastropoda: Prosobranchia): theoretische Modellbildung und experimentelle Ergebnisse

ROBERT STURM

Brunnenleitenweg 41, 5061 Elsbethen, Österreich; robert.sturm@sgb.ac.at

Abstract. **Modelling habitat requirements of the freshwater snail *Viviparus contectus* (Millet, 1813) (Gastropoda: Prosobranchia): theoretical predictions and experimental results.** – Habitat requirements of the freshwater gastropod *Viviparus contectus* were approximated using the mathematical concept of logistic regression. With this method, the probability of occurrence $p(x)$ of an organism is described as a function of a single environmental parameter x by the use of presence/absence data. In the study presented here, the technique was applied to 2460 malacological data, and regression models were computed for 8 parameters, respectively. Besides the maximum probability of occurrence p_{max} , also the optimum range r_{opt} with $p(x)/p_{max} > 0.75$ as well as the reduction in deviance R (0–100%) indicating the goodness-of-fit of the regression curves were computed for each parameter. The correlation between probability of occurrence and environmental parameter could be uniformly expressed by symmetric, bell-shaped regression curves. Reduction in deviance ranged from 1.43% (BOD_5) to 26.05% (content of Kalzium carbonate). Some characteristics of specialization could be observed for temperature, pH, where *V. contectus* prefers slightly acidic to slightly alkalic milieus, nitrate content, and BOD_5 . Concerning the other parameters, the snail seems to be marked by a more generalistic behaviour.

Kurzfassung. Die Habitatansprüche der Süßwasserschnecke *Viviparus contectus* wurden näherungsweise durch Anwendung des mathematischen Konzeptes der logistischen Regression bestimmt. Bei dieser Methode wird die Auftrittswahrscheinlichkeit $p(x)$ eines Organismus als Funktion eines einzelnen Umweltparameters x durch Verwendung von Präsenz/Absenz-Daten beschrieben. In der hier präsentierten Studie wurde die Methode auf insgesamt 2460 malakologische Datensätze angewendet, und Regressionsmodelle wurden jeweils für 8 Parameter erstellt. Neben der maximalen Auftrittswahrscheinlichkeit p_{max} wurden für jede Variable der optimale Lebensbereich r_{opt} mit $p(x)/p_{max} > 0.75$ sowie der Faktor R (0–100 %) zur Beschreibung der Anpassungsgüte der Regressionskurven berechnet. Die Korrelation zwischen Auftrittswahrscheinlichkeit und Umweltparameter konnte einheitlich durch symmetrische, glockenförmige Regressionskurven zum Ausdruck gebracht werden. R reichte von 1,43 % (BSB_5) bis 26,05 % (Kalziumkarbonat-Gehalt). Deutlichste Anzeichen einer Spezialisierung konnten für die Parameter Temperatur, pH, wo *V. contectus* leicht saure bis leicht alkalische Milieus bevorzugt, Nitratgehalt und BSB_5 festgestellt werden. Bezüglich der übrigen Parameter scheint die Schnecke eher generalistisches Verhalten zu zeigen.

Key words. Logistic regression, probability of occurrence, habitat model, *Viviparus contectus*, freshwater gastropod, Prosobranchia.

Einleitung

Die Bedeutung der Süßwassermollusken als Bioindikatoren zur Bewertung der Gewässergüte wurde in den vergangenen Jahrzehnten durch zahlreiche Studien wiederholt bestätigt und gilt heute als ein fundamentaler Bestandteil der aquatischen Ökologie. Im Allgemeinen wird die Diversität einer aquatischen Weichtiergegemeinschaft durch zahlreiche physikalische, chemische und biologische Parameter bestimmt, weshalb sie als zeitlich und lokal begrenzte Spezifität eines Ökosystems betrachtet werden kann (z. B. FALKNER 1990, BAADE 1993). Bei im Süßwasser lebenden Schnecken und Muscheln sind die artspezifischen Toleranzgrenzen gegenüber abiotischen und biotischen Faktoren durch deutliche Unterschiede gekennzeichnet, was in der Vergangenheit eine Einteilung in generalistische und höher spezialisierte Organismen zur Folge hatte (z. B. GLÖER & MEIER-BROOK 2003). Vertreter der zweiten Gruppe reagieren sehr rasch auf Veränderungen ihrer Umwelt, wodurch ihr Wert für die Bioindikation

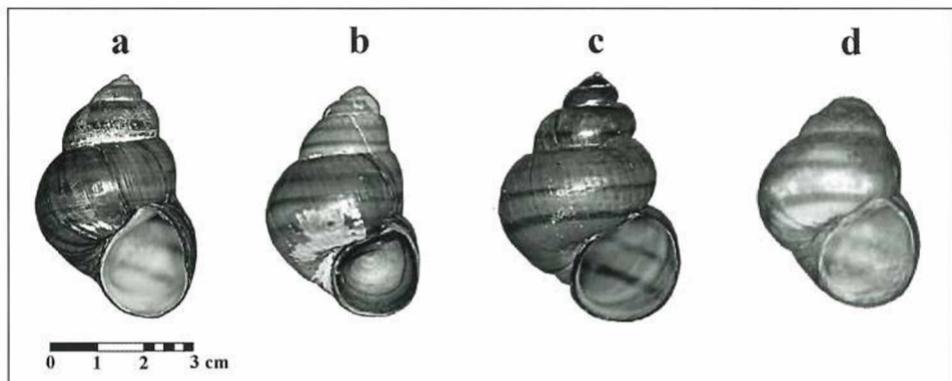


Abb. 1. Gehäuse der in Mitteleuropa heimischen Arten von *Viviparus* Montfort, 1810. **a.** *V. ater* (Christofori & Jan, 1832), **b.** *V. acerosus* (Bourguignat, 1862), **c.** *V. contectus* (Millet, 1813) und **d.** *V. viviparus* (Linnaeus, 1758).

noch erheblich gesteigert wird. Genaue Kenntnisse der Habitatansprüche solcher Spezialisten liefern nicht nur wertvolle Informationen für die Bewertung der Wasserqualität (STATZNER & SPERLING 1993), sondern stellen auch eine wichtige Basis für diverse Renaturalisierungsprojekte dar (OSBORNE et al. 1993). Trotz umfangreicher Verbreitungsdaten aller in Mitteleuropa beheimateten aquatischen Mollusken (GLÖER & MEIER-BROOK 2003, TURNER et al. 1998) sind bislang nur wenige Details über Ansprüche einzelner Arten an ihr Habitat (z. B. in Form von HSI-Modellen) sowie über spezifische Toleranzgrenzen für verschiedene physikalische und chemische Parameter bekannt.

Regressionsmodelle gelten als unverzichtbare Hilfsmittel zur Ermittlung der ökologischen Ansprüche einzelner Organismen an ihre Lebensräume (HOSMER & LEMESHOW 1989). Eine spezifischere Näherung an dieses Problem bietet die so genannte logistische Regression, bei welcher die Wahrscheinlichkeit des lokalen Auftretens einer Tierart als Funktion einer oder mehrerer unabhängiger Umweltvariablen beschrieben wird (JONGMAN et al. 1987, PEETERS & GARDENIERS 1998). Das Verfahren wurde bereits bei zahlreichen ökologischen Fragestellungen angewendet (z. B. TER BRAAK & VAN DAM 1989, RAMSEY et al. 1994, ODLAND et al. 1995). Ein vermehrter Gebrauch der mathematischen Methode in der Limnologie und Süßwasserzoologie ist seit etwa 10 Jahren zu registrieren (z. B. EYRE et al. 1993, PEETERS & GARDENIERS 1998, GROGER 2000, FIELD et al. 2002).

In der vorliegenden Studie soll unser Wissen über die Ökologie der heimischen Süßwassermollusken durch Modellierung der Habitatansprüche von *V. contectus* erweitert werden. Zu diesem Zweck wurde die mathematische Methode der logistischen Regression auf publizierte malakologische Datensätze, welche neben Verbreitungssangaben von aquatischen Molluskenarten auch Informationen über physikalische und chemische Umweltparameter enthielten, angewendet. Die Validierung der erstellten Regressionsmodelle erfolgte durch Vergleich der theoretischen Vorhersagen mit Resultaten eigener malakologischer Felduntersuchungen.

Material und Methoden

Kurze Charakterisierung von *Viviparus* sp. und vorhandene malakologische Daten

Wie den Überblicksarbeiten von GLÖER (200) sowie TURNER et al. (1998) entnommen werden kann, sind die zur Familie Viviparidae zählenden Gastropoden getrenntgeschlechtlich und lebend gebärend. Sie gehören neben der Spitzschlammschnecke *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758) zu den größten einheimischen Süßwasserschnecken. Die vier in der Literatur beschrie-

benen Arten *V. contextus* (Millet, 1813), *V. viviparus* (Linnaeus, 1758), *V. ater* (Christofori & Jan, 1832) und *V. acerosus* (Bourguignat, 1862; Abb. 1) zeigen unterschiedliche Verbreitung in Mitteleuropa (GLÖER & MEIER-BROOK 2003), leben jedoch zumeist nur in mäßig bewegten Gewässern mit neutralem bis leicht saurem pH-Wert. Das Habitspektrum von *V. contextus* reicht von pflanzenreichen Teichen, Sümpfen und Altwässern bis zu kleinen Moortümpeln, wobei je nach Kalk- und Nährstoffangebot Unterschiede in Größe und Farbe der Gehäuse zu verzeichnen sind.

In Österreich konnte *V. contextus* bislang nur an 122 von insgesamt 2460 publizierten Probenpunkten festgehalten werden. Zur Erstellung der Regressionsmodelle wurden alle malakologischen Datenpunkte aus der Literatur herangezogen. Die Erhebung von chemischen und physikalischen Wasserparametern an den jeweiligen Probenpunkten ist in den meisten Fällen als nicht vollständig zu bewerten, so dass letztendlich nur acht Variablen in die Modellbildung miteingebunden werden konnten.

Grundkonzepte der logistischen Regression

Im Folgenden sollen die grundlegenden Konzepte der logistischen Regression kurz dargestellt werden. Für ausführlichere Beschreibungen wird auf die Überblicksarbeiten von TER BRAAK & LOOMAN (1986) sowie HOSMER & LEMESHOW (1989) verwiesen. Grundsätzlich ermöglicht das Verfahren der logistischen Regression die genaue Analyse der Beziehung zwischen einer abhängigen Variablen binären Charakters (z. B. 0 oder 1) und einem oder mehreren unabhängigen Parametern. Einen speziellen Fall dieser mathematischen Technik stellt die von TER BRAAK & LOOMAN (1986) eingeführte ‚Anwesenheit/Abwesenheit-Kurve‘ dar, bei welcher die Wahrscheinlichkeit $p(x)$ des Auftretens einer Spezies an einem Probenpunkt als Funktion einer bestimmten Umweltvariablen x ausgedrückt wird. Im Allgemeinen lässt sich dabei $p(x)$ wie folgt darstellen:

$$p(x) = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2)}}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2)}} \quad (1)$$

In Gleichung (1) bezeichnen β_0 , β_1 und β_2 die Regressionskoeffizienten mit β_0 als konstanten Term. Für den Fall $\beta_0 \neq 0$ beschreibt die durch obigen Ausdruck definierte Funktion eine symmetrische, glockenförmige Kurve (Gauss'sche logit-Kurve). Für den Fall $\beta_0 = 0$ dagegen produziert $p(x)$ einen Graphen mit sigmoidalem Anstieg oder Abfall. Der optimale Bereich eines Umweltparameters mit hoher Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Art kann nach JONGMAN et al. (1987) durch die beiden Variablen u und t auf folgende Weise beschrieben werden:

$$u = \frac{-\beta_1}{2\beta_2} \quad (2)$$

$$t = \frac{1}{-\beta_2} \quad (3)$$

Die Variable u definiert dabei die Position des Maximums p_{max} der Wahrscheinlichkeitskurve ($p'(x)=0$), wohingegen der Faktor t (Toleranz) den Bereich der unabhängigen Variablen zwischen den beiden Wendepunkten ($p''(x)=0$) der Funktion repräsentiert. Innerhalb des Intervalls $u \pm t$ nimmt der Quotient aus lokaler und maximaler Auftrittswahrscheinlichkeit ($p(x)/p_{max}$) Werte zwischen etwa 0.75 und 1.00 an (PEETERS & GARDENIERS 1998).

Die statistische Signifikanz der beiden Regressionskoeffizienten β_1 und β_2 wurde unter Verwendung des so genannten likelihood-ratio-Tests abgeschätzt (HOSMER & LEMESHOW

1989), bei welchem die Aussagekraft zwischen normalem Regressionsmodell (Gleichung (1) und Nullmodell ($\beta_1=\beta_2=0$) verglichen wird. Bei fehlender oder unerheblicher Differenz zwischen beiden Näherungen werden die Koeffizienten aus dem Modell eliminiert. Die Güte der Anpassung des Regressionsmodells wurde durch den Parameter R ermittelt, welcher folgendermaßen definiert ist:

$$R = \left(1 - \frac{D_1}{D_0}\right) 100 \% \quad (4)$$

In obiger Gleichung repräsentiert die Variable D_1 die Abweichung des angepassten Modells (inklusive β_1 und β_2), wohingegen D_0 die entsprechende Abweichung des Nullmodells beschreibt (PEETERS & GARDENIERS 1998). D_0 entspricht der Summe der Quadrate eines an die Datenpunkte angepassten linearen Regressionsmodells, während D_1 analog zur residualen Summe der Quadrate in der linearen Regression ist. Hohe Werte für R , welche eine gute Anpassung von $p(x)$ an die binären Daten anzeigen, resultieren aus niedrigen Werten für D_1 und umgekehrt.

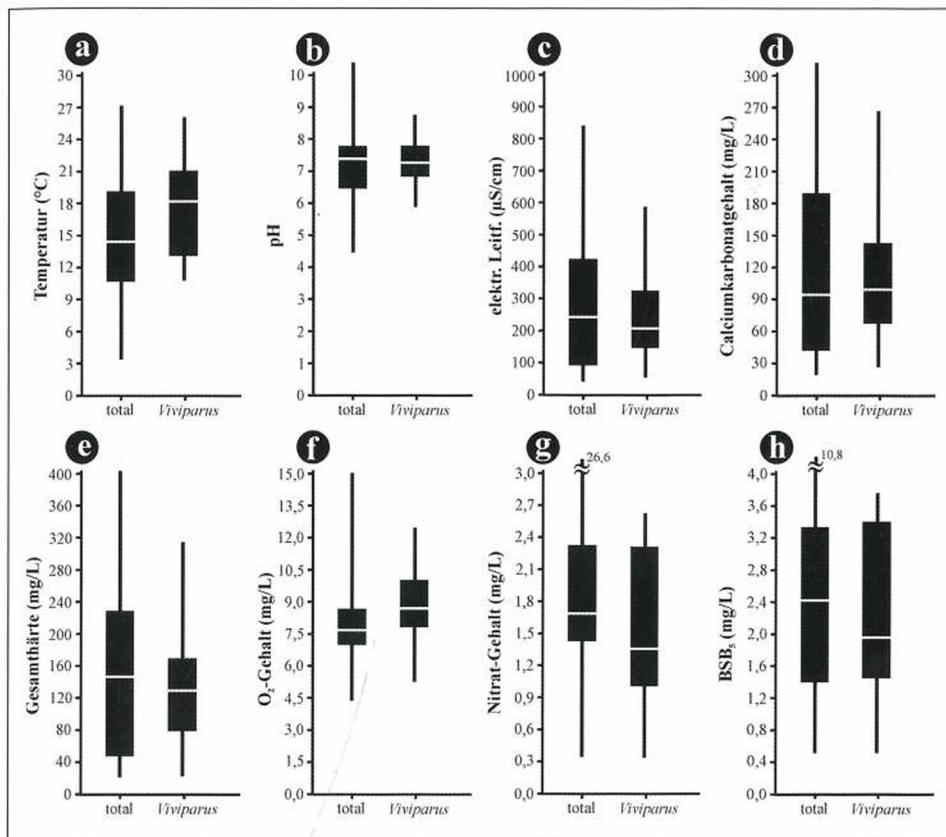
Zur Erstellung der Regressionsmodelle wurde die Präsenz (=1) beziehungsweise Absenz (=0) von *V. contectus* für alle publizierten malakologischen Daten festgehalten und jeweils gegen eine bestimmte Umweltvariable aufgetragen. Die Regressionsberechnungen nach den Formeln (1) bis (4) erfolgten unter Verwendung spezieller, in MS-Excel® programmierten Arbeitsblätter. Die Abschätzung der Regressionskoeffizienten β_0 , β_1 und β_2 wurde mit Hilfe eines eigens programmierten Iterationsverfahrens durchgeführt. Die oben beschriebenen Parameter u , t und R wurden automatisch zur Feststellung optimaler Umweltbedingungen sowie der Qualität des Modells kalkuliert.

Ergebnisse

Die Resultate der statistischen Datenauswertung und Modellberechnung sind in Tab. 1 sowie in den Abb. 2 und 3 zusammengefasst. Statistische Kenngrößen wie Median, Minimum, Maximum, 25 %-Quartil und 75 %-Quartil sind sowohl für die Gesamtheit der malakologischen Daten als auch nur für jene Probenpunkte mit Anwesenheit von *V. contectus* ermittelt worden. Vergleiche der auf allen Daten und auf *Viviparus*-spezifischen Daten beruhenden Boxplots in Abb. 2 zeigen, dass insbesondere für die Umweltparameter Temperatur, pH, Nitratgehalt und BSB_s deutliche Unterschiede bezüglich der Spannweiten erkennbar sind. Während die Mediane des pH-Wertes ähnlich sind, unterscheiden sich die Mediane von Temperatur, Nitratgehalt und BSB_s zum Teil deutlich. Bei den restlichen Parametern sind kleinere Differenzen zwischen den Spannweiten zu verzeichnen, und die Mediane zeigen zudem geringere Abweichungen. Die Anpassung eines logistischen Regressionsmodells an die Präsenz/Absenz-Daten führte für alle in die Studie miteinbezogenen Parameter zu einem verwertbaren Ergebnis (Tab. 1, Abb. 3). Für alle Umweltvariablen konnte mit Hilfe des likelihood-ratio-Tests die Signifikanz der Regressionskoeffizienten β_1 und β_2 ($p < 0,01$) festgestellt werden, weshalb die erzeugten Funktionen ähnliche Symmetrie und Glockenform aufweisen (Gauss-logit-Kurven). Die Güte der Anpassungen unterliegt deutlichen Schwankungen, was sich vor allem durch die Variation des Parameters R , welcher Werte zwischen 1,43% (BSB_s) und 26,05% (Kalziumkarbonatgehalt) annimmt, widerspiegelt (Tab. 1). Die für die einzelnen Umweltvariablen ermittelten Regressionskurven zeigen zum einen Unterschiede bezüglich ihres Maximums (p_{max}), welches von ca. 0,30 bis 0,55 reicht, und variieren zum anderen sehr deutlich in ihrem Verhältnis aus Halbwertsbreite und Spannweite der Daten. Während die logit-Funktionen für Temperatur, pH und O₂-Gehalt durch einen vergleichsweise schmalen Peak gekennzeichnet sind, wurden für den Nitratgehalt sowie den BSB_s Regressionskurven mit hohen Halbwertsbreiten erzeugt. Die in Tab. 1 aufgelisteten Werte des Parameters u markieren die jeweiligen Positionen der Kurvenmaxima p_{max} . Gemeinsam mit den Toleranzwerten t lassen sich per definitionem die optimalen Lebensbedingungen für *V. contectus* durch das Intervall $u+t$ darstellen. Innerhalb dieses Bereiches nimmt der Quotient $p(x)/p_{max}$ Werte >0,75 an, d. h. bezogen auf die

Tab. 1. Ergebnisse der logistischen Regressionsberechnungen.

| Parameter | β_0 | β_1 | β_2 | R (%) | u | t | opt. Bereich |
|--|-----------|-----------|-----------|-------|--------|-------|---------------|
| Temperatur (°C) | -22,03 | 2,37 | -0,04019 | 17,58 | 20,09 | 2,98 | 17,11-23,7 |
| pH | -113,53 | 31,1 | -2,144 | 15,58 | 7,26 | 0,48 | 6,78-7,74 |
| El. Leitf. ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | -2,81 | 0,02 | -0,00005 | 22,59 | 210,18 | 99,23 | 109,95-309,41 |
| Karbonatgehalt (mg/L) | -3,02 | 0,05 | -0,00024 | 26,05 | 95,84 | 45,25 | 50,59-141,09 |
| Gesamthärte (mg/L) | -2,56 | 0,04 | -0,00017 | 23,79 | 113,67 | 53,66 | 60,01-167,33 |
| O_2 -Gehalt (mg/L) | -24,53 | 5,52 | -0,31491 | 2,99 | 8,76 | 1,26 | 7,5-10,02 |
| Nitratgehalt (mg/L) | -1,64 | 0,8 | -0,29511 | 3,11 | 1,35 | 1,3 | 0,05-2,65 |
| BSB _s (mg/L) | -1,44 | 0,92 | -0,24251 | 1,43 | 1,96 | 1,44 | 0,52-3,4 |

**Abb. 2 a-h.** Box-Whisker-Plots zur statistischen Auswertung einzelner Umweltparameter unter Einbeziehung aller in der Literatur verfügbaren malakologischen Daten bzw. jener Datensätze mit Präsenz von *V. connectus*. Die Boxen reichen jeweils vom 1. bis zum 3. Quartil, die Strichenden kennzeichnen Minimum und Maximum der Daten. Die weiße Linie markiert den für die Daten berechneten Median.

maximale Auftrittswahrscheinlichkeit beträgt die lokale Wahrscheinlichkeit des Auftretens von *V. connectus* mindestens 75%.

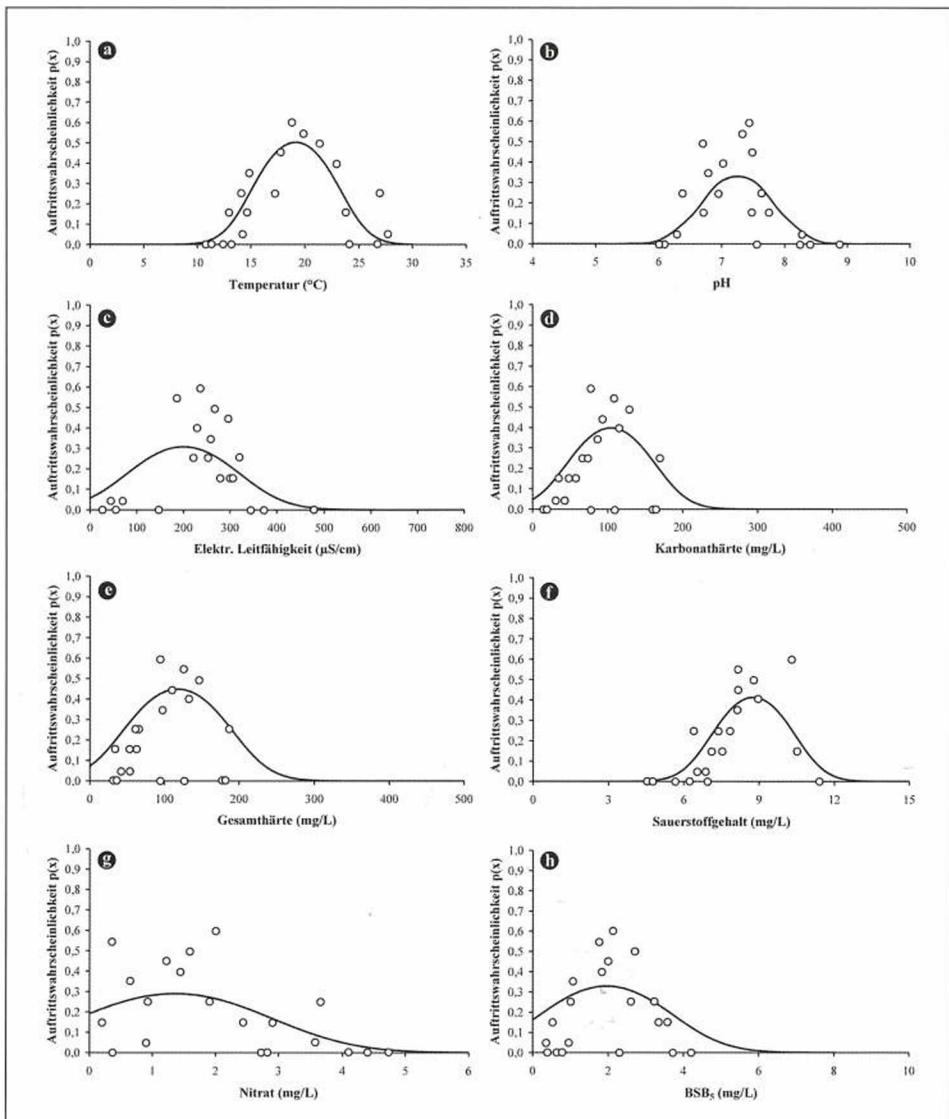


Abb. 3 a-h. Logistische Regressionsmodelle für die einzelnen Umweltparameter zur Darstellung eventueller Habitatpräferenzen von *V. contectus*. Die zur Validierung der Modelle eingezeichneten Datenpunkte kennzeichnen Ergebnisse aus lokalen Feldstudien (z. B. Patzner & Isarch 1999, Sturm 2000).

Zur Validierung der Regressionsmodelle wurden in Abb. 3 zusätzlich Datenpunkte aus lokalen Feldstudien (z. B. PATZNER & ISARCH 1999, STURM 2000) geplottet. Die lokalen Auftrittswahrscheinlichkeiten wurden ermittelt, indem für jedes untersuchte Gewässer die Anzahl der Probenpunkte mit Präsenz von *V. contectus* durch die Gesamtzahl an Probenpunkten dividiert wurde. Wie aus Abb. 3 entnommen werden kann, ergibt sich vor allem für Temperatur, Kalziumkarbonat- und O_2 -Gehalt eine gute Anpassung der Punkte durch die Regressionskurven. Für die übrigen Parameter sind zum Teil größere Abweichungen zwischen Modell und Messwerten zu beobachten.

Diskussion

In der vorliegenden Studie konnte mit Hilfe des mathematischen Konzeptes der logistischen Regression der Nachweis erbracht werden, dass die Verbreitung der in Mitteleuropa beheimateten Sumpfdeckelschnecke *V. contectus* zum Teil von den im Ökosystem herrschenden Umweltbedingungen kontrolliert wird. Die berechneten Regressionsmodelle zeigten ausnahmslos einen Zusammenhang zwischen der Auftrittswahrscheinlichkeit $p(x)$ von *V. contectus* und der betrachteten physikalischen oder chemischen Variablen in Form einer symmetrischen, glockenförmigen Funktion (Fig. 3). Die besten Anpassungen der Regressionskurven an die in der Literatur beschriebenen malakologischen Datensätze konnten – in absteigender Reihenfolge – für Kalziumkarbonatgehalt, Gesamthärte, elektrische Leitfähigkeit, Wassertemperatur und pH mit entsprechenden Werten für R zwischen 15 und 26 % erzielt werden (Tab. 1). Für die übrigen Parameter schwankten die berechneten R -Werte zwischen 1,4 und 3%, was einer geringeren Anpassungsqualität der Regressionsmodelle entspricht. Die Toleranzgrenzen sind für die betrachteten Umweltvariablen durchaus unterschiedlich, wobei vor allem gegenüber Temperatur, pH-Wert, Nitratgehalt und BSB₅ – bezogen auf die Spannweite der globalen Daten – eine etwas höhere Spezialisierung erkennbar ist. GLÖER & MEIER-BROOK (2003) beschreiben in Ansätzen die Ökologie der mitteleuropäischen *Viviparus*-Arten. Die eher niedrige Toleranz gegenüber dem pH-Wert mit Bevorzugung des leicht sauren Bereiches wird von den Autoren für alle Spezies, jedoch vor allem für *V. contectus* weitestgehend bestätigt. Letztere Art tritt bevorzugt auch in Moortümpeln und Altwässern mit entsprechend geringerem pH auf (PATZNER & ISARCH 1999, STURM 2000). Bei Betrachtung des BSB₅, für welchen der optimale Bereich laut Tab. 1 von 0,52 bis 3,4 mg/L reicht, lässt sich die Bedeutung der Schnecke als Indikator für saubere Gewässer (Gütekasse I bis II, BAUR 1998) herausstreichen. Dieser Sachverhalt wird durch die erhöhte Empfindlichkeit gegenüber dem Nitratgehalt noch weiter unterstrichen. Die Präferenz von *V. contectus* für höhere Wassertemperaturen (optimaler Bereich von 17 bis 23 °C) scheint durch die Felddaten weitgehend eine Bestätigung zu finden, wurde jedoch bislang noch nicht als ökologische Eigenheit der Art in der Literatur beschrieben.

Die Anspruchslosigkeit gegenüber der Menge an gelösten Ionen im besiedelten Gewässer findet bei GLÖER & MEIER-BROOK (2003) vor allem für *V. contectus* und *V. viviparus* eine Bestätigung, da für beide Arten ein maximaler Salzgehalt des Wassers von 0,3 bis 0,4 % beschrieben wird. Eine Verringerung des Kalziumkarbonatgehaltes führt laut RIBI et al. (1986) am Beispiel von *V. ater* nicht zwangsläufig zu einer Verminderung der Bestandsdichte, resultiert jedoch zumeist in einer starken Gehäusekorrosion mit erhöhter Sterblichkeit. Literaturdaten zur Bestätigung der übrigen Ergebnisse sind bislang nicht verfügbar, da sich in den letzten Jahren das Hauptaugenmerk bei der Untersuchung der Sumpfdeckelschnecke unter anderem auf deren Reproduktion (z. B. GEBHARDT & RIBI 1987) sowie auf Gewebeinlagerungen von Schwermetallen (z. B. BARSYTE-LOVEJOY 1999) gerichtet hat.

Habitatspezialisten zeigen im Allgemeinen niedrigere Toleranzen gegenüber jeglichen Änderungen ihrer Umwelt und besiedeln deshalb zumeist ökologische Nischen, in welchen die herrschenden Umgebungsbedingungen über längere Zeiträume hinweg als konstant erachtet werden können. Die Anpassung eines Organismus auf hochspezifische Umweltbedingungen wurde in der Vergangenheit durch Erstellung zahlreicher Modelle beschrieben und gilt demzufolge als eines der am meisten behandelten Themen in der modernen Ökologie (z. B. REUTTER et al. 2003). Laut den Ergebnissen dieser Studie scheint *V. contectus* innerhalb der heimischen Malakofauna nur eine höhere Spezialisierung gegenüber Temperatur, Säuregehalt des besiedelten Gewässers und biologischem Sauerstoffbedarf zu zeigen, kann jedoch ansonsten eher als Generalist klassifiziert werden. Die sehr limitierte Auswahl an Umweltparametern liefert jedoch nur ein beschränktes ökologisches Bild der Sumpfdeckelschnecke und sollte deshalb in nächster Zukunft erweitert werden.

Logistische Regressionsmodelle mit symmetrischen Wahrscheinlichkeitsfunktionen wurden in der Vergangenheit zahlreich in der Literatur beschrieben (z. B. TER BRAAK & LOOMAN 1986, PEETERS & GARDENIERS 1998) und gelten heute als wichtige Hilfsmittel beispielsweise zur Charakterisierung der Auswirkungen von physiologischen Limitierungen, interspezifischen

Interaktionen und menschlichen Einwirkungen auf die Ausbreitung von Organismen (HUISMAN et al. 1993). Die hier verwendete mathematische Näherungsmethode stößt überall dort auf ihre Grenzen, wo der Datenumfang zu komplex für die Anwendung nicht-linearer Regressionsmodelle wird und sich deshalb nicht-parametrische Verfahren besser zur Näherung der Daten eignen (AUSTIN 1987). Wie in der vorliegenden Studie demonstriert werden konnte, erweist sich die logistische Regression als durchaus geeignet für die Rekonstruktion von Habitatansprüchen aquatischer und terrestrischer Lebewesen und könnte demzufolge in der Zukunft eine vielfältigere Anwendung erfahren.

Literatur

- AUSTIN, M. P. (1987): Models for the analysis of species' response to environmental gradients. – *Vegetatio* **69**: 35–45.
- BAADE, H. (1993): Die Molluskenfauna des Stadtgebietes von Altenburg/Thüringen. – *Mauritiana* **14**: 55–91.
- BARSYTE-LOVEJOY, D. (1999): Heavy metal concentrations in water, sediment, and mollusc tissues. – *Acta Zoologica Lituanica* **9**: 12–20.
- BAUR, W. H. (1998): Gewässergüte bestimmen und beurteilen. Parey-Verlag, Berlin. 218 S.
- EYRE, M. D., FOSTER, G. N. & YOUNG, A. G. (1993): Relationships between water-beetle distributions and climatic variables: A possible index for monitoring global climatic change. – *Archiv für Hydrobiologie* **127**: 437–450.
- FALKNER, G. (1990): Vorschlag für eine Neufassung der Roten Listen der in Bayern vorkommenden Mollusken. – *Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz* **97**: 61–112.
- FIELD, L. J., MACDONALD, D. D., NORTON, S. B., INGERSOLL, C. G., SEVERN, C. G., SMORONG, D. & LINDSKOOG, R. (2002): Predicting amphipod toxicity from sediment chemistry using logistic regression models. – *Environmental Toxicology and Chemistry* **21**: 1993–2005.
- GEBHARDT, M. & RIBI, G. (1987): Reproductive effort and growth in the prosobranch snail, *Viviparus ater*. – *Oecologia* **74**: 209–214.
- GLÖER, P. (2002): Die Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. Die Tierwelt Deutschlands, 73. Conch Books, Hackenheim. 327 pp.
- GLÖER, P. & MEIER-BROOK, C. (2003): Süßwassermollusken. – 138 S., Hamburg (Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtungen).
- GROGER, J. (2000): Separation of two herring stocks in the transition zone between Baltic and North Sea, based on logistic regression and meristic characters. – *Archive of Fishery and Marine Research* **48**: 161–174.
- HOSMER, D. W. & LEMESHOW, S. (1989): Applied Logistic Regression. John Wiley & Sons, New York. 382 pp.
- HUISMAN, J., OLFF, H. & FRESCO, L. F. M. (1993): A hierarchical set of models for species response analysis. – *Journal of Vegetation Science* **4**: 37–46.
- JONGMAN, R. H. G., TER BRAAK, C. J. F. & VAN TONGEREN O. F. R. (1987): Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Pudoc, Wageningen. 265 S.
- ODLAND, A., BIRKS, H. J. B. & LINE, J. M. (1995): Ecological optima and tolerances of *Thelypteris limbosperma*, *Athyrium distentifolium*, and *Matteuccia struthiopteris* along environmental gradients in Western Norway. – *Vegetatio* **120**: 115–129.
- OSBORNE, L. L., BAYLEY, P. B., HIGLER, L. W. G., STATZNER, B., TRISKA, F. & IVERSEN, T. M. (1993): Restoration of lowland streams: an introduction. – *Freshwater Biology* **29**: 187–194.
- PEETERS, E. T. H. M. & GARDENIERS, J. J. P. (1998): Logistic regression as a tool for defining habitat requirements of two common gammarids. – *Freshwater Biology* **39**: 605–615.
- PATZNER, R. A. & ISARCH, E. G. (1999): The water molluscs of the 'Leopoldskroner Teich', a pond in the city of Salzburg, Austria (*Gastropoda et Bivalvia*). – *Malakologische Abhandlungen des Museums für Tierkunde Dresden* **19**: 273–279.
- REUTTER, A. B., HELFER, V., HIRZEL, A. H. & VOGEL, P. (2003): Modelling habitat-suitability using museum collections: an example with three sympatric *Apodemus* species from the Alps. – *Journal of Biogeography* **30**: 581–590.
- RIBI, G., MUTZNER, A. & GEBHARDT, M. (1986): Shell dissolution and mortality in the freshwater snail *Viviparus ater*. – *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie* **48**: 34–43.
- STATZNER, B. & SPERLING, F. (1993): Potential contribution of system-specific knowledge (SSK) to stream-management decisions: ecological and economic aspects. – *Freshwater Biology* **29**: 313–342.

- STURM, R. (2000): Wassermollusken in ausgewählten Seen des oberösterreichischen Alpenvorlandes. – Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs **9**: 473–490.
- TER BRAAK, C. J. F. & LOOMAN, C. W. N. (1986): Weighted averaging, logistic regression, and the Gaussian response model. – *Vegetatio* **65**: 3–11.
- TER BRAAK, C. J. F. & VAN DAM, H. (1989): Inferring pH from diatoms: a comparison of old and new calibration methods. – *Hydrobiologia* **178**: 209–223.
- 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. Neuchatel (Schweizer Entomologische Gesellschaft). 527 S.

Bei der Redaktion eingegangen am 3. Februar 2005, zum Druck angenommen am 1. November 2005.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Malakologische Abhandlungen](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Sturm Robert

Artikel/Article: [Habitatansprüche der Süßwasserschnecke Viviparus cinctus \(Millet, 1813\) \(Gastropoda: Prosobranchia\): theoretische Modellbildung und experimentelle Ergebnisse 19-27](#)