

Zeitschrift: NAGON / Naturforschende Gesellschaft Ob- und Nidwalden
Band: 4 (2010)

Artikel: Erhebungen zur Verbreitung und Biologie der Nidwaldner
Haarschnecke (*Trochulus biconicus*)

Autor: Baggenstos, Markus / Niederberger, Beat

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1006722>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Erhebungen zur Verbreitung und Biologie der Nidwaldner Haarschnecke (*Trochulus biconicus*)

Markus Baggenstos und Beat Niederberger

Einleitung

Während den Maximalständen der pleistozänen Vergletscherungen waren bis ca. 85% der Schweiz mit Eis bedeckt (BINI et al. 2009). Der Lebensraum vieler Pflanzen und Tiere wurde dadurch stark eingeschränkt. Stets eisfrei gebliebenes Gelände hat daher eine besondere Bedeutung als Rückzugsrefugium für das Überleben vieler Arten. Für die Besiedlung solcher Rückzugsrefugien gibt es zwei Strategien: Die Art wandert zusammen mit den vorrückenden Gletschern ins Vorland und beim Abschmelzen wieder zurück. Oder sie beschränkt ihren ursprünglich grösseren Lebensraum auf die eisfreien Inseln in den steilen Felsen über der Gletscheroberfläche, den sogenannten Nunataks.

Die erste Strategie ist vor allem für mobile Arten mit effizienten Ausbreitungsmöglichkeiten geeignet. Bei der zweiten Strategie sind die Populationen während den Vergletscherungsperioden voneinander getrennt. Der genetische Austausch kommt zum Erliegen, beziehungsweise die Populationen entwickeln sich in diesen Perioden auf ihren jeweiligen Inseln unabhängig voneinander. Die heutige geografische Verbreitung zeigt nur mehr ein reliktsches Bild einer einstmals grösseren und zusammenhängenden Verbreitung der Art. Dieses Phänomen wird als Reliktendemismus bezeichnet. Endemiten sind Arten, die ausschliesslich in einem geografisch begrenzten Gebiet auftreten.

Bei der Prioritätensetzung im Artenschutz werden Endemiten jedoch an erster Stelle genannt (BAUR et al. 2004) und die besondere Bedeutung der

Schweiz als Gebirgsland ist offensichtlich. Zur Erforschung solcher Arten stehen jedoch kaum je ausreichend Mittel zur Verfügung.

Das Wissen über Biologie und Verbreitung seltener oder schwierig zu findender Arten ist meist lückenhaft. Die Ansprüche an deren Lebensräume sind bislang meist kaum bekannt. Deshalb kann auch der Schutzbedarf nicht fundiert ermittelt oder daraus geeignete Massnahmen abgeleitet und umgesetzt werden. Auch die Suche nach neuen Populationen ist dem Zufall überlassen, da keine potentiell möglichen Lebensräume vorausgesagt und gezielt abgesehen werden können.

Die Nidwaldner Haarschnecke ist ein typischer Reliktendemit.

Entdeckung, Erstbeschreibung und Einordnung der Nidwaldner Haarschnecke

Im Sommer 1916 entdeckte der anerkannte Basler Naturforscher Leo Eder auf einer Wanderung auf die Bannalper Schonegg oberhalb Wolfenschiessen im Kanton Nidwalden eine neue Schneckenart, die er bisher noch nie gesehen hatte. Er studierte die Morphologie der neuen Spezies ausführlich und publizierte seine Erkenntnisse im Dezember 1917 in der *Revue Suisse de Zoologie* (EDER 1917). Er bezeichnete sie damals als *Fruticicola biconica*. Die Arbeit von Eder ist bis heute einzigartig in der Ausführung der Morphologie des Gehäuses sowie der Beschreibung der inneren Organe.

Der Durchmesser des Gehäuses eines ausgewachsenen Individuums erreicht eine Grösse von 6 bis 7 mm. Das dünnschalige, leicht durchscheinende

Abb. 1a
Trochulus biconicus:
Aufsicht (von oben).

Abb. 1b
Trochulus biconicus:
Seitenansicht.

Abb. 1c:
Trochulus biconicus:
von unten.



Abb. 1a



Abb. 1b



Abb. 1c

Gehäuse ist von brauner Farbe – die Schnecke selber ist glänzend schwarz. Die Gehäuseoberseite weist 5,5 bis 6 Umgänge auf, die nach aussen hin nur wenig an Breite zunehmen (Abb. 1a bis c).

Aufgrund der Morphologie und der Genetik wird die Art zur Gattung der Haarschnecken gezählt.

PFENNINGER et al. (2005) untersuchten anhand von DNA-Sequenzen die Stammesgeschichte der Gattung der Haarschnecken (*Trochulus*). Dabei zeigte sich, dass der gemeinsame Vorfahre Haare in Form von hornartigen Auswüchsen der äussersten Schalenschicht auf der Behausung trug. Diese Haare sind aber im Verlaufe der Evolution bei jenen Arten wieder verloren gegangen, die in weniger feuchten Habitaten leben. Tatsächlich ist das Gehäuse von *Trochulus biconicus* unbehaart.

Spektakuläre Neufunde von *Trochulus biconicus*: 2004 bis 2006

Im Jahr 2004 gelang Jörg Rüetschi auf der Urner Seite der Bannalper Schonegg ca. 1 km östlich des *Locus typicus* von *Trochulus biconicus* der Nachweis eines neuen Vorkommens. Eder hat 1917 in diesem Gebiet und anderen Lokalitäten ebenfalls gesucht, jedoch ohne Erfolg. Die Neufunde veranlassten Rüetschi als Leiter des Projekts «Aktualisierung der Roten Liste der Landschnecken der Schweiz» zusammen mit Markus Baggenstos, dem regionalen Mitarbeiter des Projekts, eine Strategie basierend auf landschaftlichen und ökologischen Kriterien bei der Suche nach neuen Populationen zu entwickeln. 2005 und 2006 wurden so neue, von einander völlig isolierte Populationen entdeckt: Im Schwalmisgebiet, am Widderfeld,

beim «Sätteli» auf der Südseite des Ruchstocks, am Risettenstock, am Brisen, am Gross Walenstock und am Barglen. Somit war die Art nun auf zwei verschiedenen Gebirgsketten und in den Kantonen Nidwalden, Obwalden und Uri nachgewiesen.

Untersuchungskampagne 2007 und 2008

Um dem Mangel an Wissen zur Lebensweise und Verbreitung von *Trochulus biconicus* zu begegnen, wurden verschiedene Untersuchungen angestellt:

- Für die Feldaufnahmen wurde ein standardisiertes Aufnahmeverfahren ausgearbeitet.
- Das potentielle Verbreitungsgebiet wurde mit neuen Methoden der Geostatistik durch ein Habitatmodell prognostiziert und daraus die gezielte Suche nach neuen Standorten abgeleitet.
- Erkenntnisse zur Lebensweise und zur saisonalen Aktivität konnten aus Dauerbeobachtungsflächen mit monatlichen Bestandesaufnahmen sowie der kontinuierlichen Messung der Temperatur abgeleitet werden.
- Der Aktivitätsrhythmus und die Abhängigkeit vom Wetter wurden in einer Intensivbeobachtung im Sommer 2007 untersucht. In einer weiteren Kampagne wurden im Winter 2007/2008 die Schneehöhen und die Bodentemperaturen an ausgewählten Standorten ermittelt.

Konkret sollten damit Antworten auf Fragen gefunden werden, wie:

- Wie gross ist das aktuelle Verbreitungsgebiet von *Trochulus biconicus*?

- Sind die neu entdeckten Populationen als echte Meta-Populationen (durch eine Migration entstanden) einzustufen oder sind sie (als überlebende auf Rückzugsinseln) Teil einer voreiszeitlichen, zusammenhängenden Population?
- Welchen Einfluss hat die aktuelle Klimaänderung auf das Überleben der bis heute bekannten Populationen?
- Braucht es für den Schutz der neu gefundenen Populationen spezielle Massnahmen und wenn ja, wie sehen diese aus?

Weitere Untersuchungen wie die Anwendung genetischer Bestimmungsmethoden konnten jedoch noch nicht erfolgreich angegangen werden.

Methodisches Vorgehen

Aufgrund der Fragestellung ergaben sich drei Schwerpunkte der Untersuchung: Die tatsächliche Verbreitung, das potentielle Habitat und die Biologie von *Trochulus biconicus*.

Erhebung zur Verbreitung

Aus den bis 2006 bekannten Populationen konnte eine erste grobe Schätzung des potentiellen Verbreitungsgebietes vorgenommen werden. Es erstreckt sich in nicht zusammenhängenden Gebieten beidseits des Engelbergertales oberhalb ca. 2000 m ü.M. und betrifft die Kantone Uri, Nidwalden, Obwalden und Bern. Dieses potentielle Verbreitungsgebiet wurde als Untersuchungsgebiet festgelegt. Bei stichprobenartigen Erhebungen ausserhalb des Untersuchungsgebietes an als potentiell für geeignet betrachteten Standorten

am Kaiserstock (UR), in Lungern-Schönbüel, im Widderfeld am Pilatus, bei Lauterbrunnen und am Hohgant sowie im Engadin konnten keine Neufunde gemacht werden.

In einem ersten Schritt wurde das gesamte Untersuchungsgebiet abhängig von der Topografie möglichst intensiv begangen. An sämtlichen im Feld als potentielle Lebensräume eingestuften Standorten wurde das Vorhandensein (Präsenz) bzw. das Fehlen der Art (Absenz) festgehalten und mittels GPS oder Luftbild genau lokalisiert.

Im Gebiet des *Locus typicus* – dem Fundort der Erstbeschreibung von *Trochulus biconicus* – am Chaiserstuel auf der Bannalp wurde in einer systematischen Rastersuche die Grenze der Verbreitung bestimmt: Ausgehend vom vermuteten Zentrum der Population wurde in Abständen von 100 m in alle vier Himmelsrichtungen in begehbaren Stichprobeflächen das Suchprozedere wiederholt, bis in drei aufeinander folgenden Flächen keine Tiere mehr gefunden wurden. An den anderen Fundstellen konnte dieses Vorgehen aufgrund der steilen Topografie nicht befriedigend durchgezogen werden.

In einem zweiten Schritt wurde an ausgewählten, bekannten Fundstellen mit einer statistischen Methode die Populationsdichte erhoben. Als vorbereitende Arbeiten wurden um das vermutete Zentrum der Population ein 10x10 m grosses Quadrat als Untersuchungsfläche mit einer Markierschnur abgesteckt. Im Zentrum des Quadrates wurde anschliessend unter einem flachen Stein ein einfaches Thermo-/Hygrometer exponiert und

während der ganzen Stichprobennahme dort belassen, um möglichst authentische Messungen zu erhalten. Dazu wurde eine Standortbeschreibung mit genauer Lokalisierung in Lage und Höhe, der Beschreibung des Kleinreliefs, einer Schätzung der Schutt- oder Felsbedeckung, sowie der Korngrößen, der Bestimmung der Vegetation bzw. des Lebensraumtyps nach DELARZE et al. (1999), der Bestimmung der vertretenen Expositionen und Hangneigungen, dem Kalkgehalt der Steine sowie Hinweise für eine vergangene Vergletscherung aus der Landschaft erstellt.

Für die eigentliche Erhebung der Populationsdichte wurde in Absprache mit Prof. Dr. B. Baur eine Methode angewendet, nach der innerhalb der Untersuchungsfläche während jeweils fünf Minuten die lebenden Individuen von *Trochulus biconicus* und die leeren Gehäuse gezählt wurden. Der Mittelwert der lebenden Individuen aus diesen drei Erhebungen stellt ein relatives Mass zur Dichteschätzung der Population an diesem Standort dar. Ergänzend dazu wurden die weiteren gefundenen Schneckenarten bestimmt und dokumentiert.

Weiter wurden zahlreiche Einzelbeobachtungen von lebenden Individuen bzw. leeren Gehäusen ohne detaillierte Erhebung der Populationsdichte erfasst, sondern nur mit einer reduzierten Dokumentation: Kurzbeschreibung des Standorts bzw. des Lebensraumtyps und Charakterisierung des Kleinreliefs. So wurde auch vorgegangen, wenn an einem Standort bei der Erhebung der Populationsdichte mindestens fünf Minuten erfolglos nach *Trochulus biconicus* gesucht worden ist.

Habitatmodellierung

Neuere Methoden zur Habitatmodellierung erlauben, aus wenigen Funden in Kombination mit Daten zu Topografie, Klima usw. auf das mögliche Verbreitungsgebiet einer Art zu schliessen. Somit können die erfolgversprechendsten Gebiete für bisher unbekannte Populationen im Feld gezielt aufgesucht werden und die potentielle Ausdehnung des Lebensraumes kann vorausgesagt werden. Die Möglichkeiten und Grenzen solcher Habitatmodelle wurden im Rahmen der Untersuchungen zur Nidwaldner Haarschnecke auf ihre Gebirgstauglichkeit geprüft (NIEDERBERGER 2008).

Methodik der angewendeten Habitatmodelle

Ein Habitatmodell dient zur Vorhersage der potentiellen Verbreitung von Arten auf der Grundlage von punkthaften Verbreitungsangaben (Koordinaten der Fundstellen) und von geeigneten, über das ganze Untersuchungsgebiet verfügbaren Umweltvariablen, die als Rasterdaten vorhanden sind oder zu solchen aufbereitet werden können.

Die Wahl der zu verwendenden Umweltvariablen kann entweder über vermutete Wirkungszusammenhänge oder über statistische Untersuchungen getroffen werden. Wirkungszusammenhänge sind im Falle von *Trochulus biconicus* zum Beispiel das Vorhandensein von flachen, kalkigen Steinen als Schutz, Blaugräser als Nahrungsquelle, schnell ausapernde Sonnenhänge oder Eisfreiheit während den letzten Vergletschungsphasen. Leider lassen sich diese und weitere vermutete Wirkungsvariablen schlecht aus den vorhandenen Daten für das ganze Untersuchungsgebiet ableiten.

Abb. 2
Schematischer Ablauf einer
Habitatmodellierung (nach
NIEDERBERGER 2008).

Der Zweite Ansatz orientiert sich an den zur Verfügung stehenden Daten. In unserem Fall konnte auf folgende Quellen zurückgegriffen werden:¹

- Bodenbedeckung der amtlichen Vermessung²
- Aus dem Höhenmodell³ abgeleitete Parameter wie z.B. die Hangneigung
- Aus meteorologisch-klimatischen Werten wie z.B. Niederschlag oder Temperatur, die auf Messungen bzw. Aggregaten von Messreihen der Meteostationen⁴ basieren und anschliessend mit Hilfe des Höhenmodells auf das ganze Untersuchungsgebiet interpoliert werden können.

Insbesondere von den meteorologisch-klimatischen Daten standen eine Vielzahl zur Verfügung. Die räumliche Auflösung mit der vorgegebenen Rasterweite von 25x25 m relativ zur Grösse des Lebensraumes einer Haarschnecke ist allerdings recht grob, aber durchaus angemessen⁵.

¹ Die Methodik wurde Grossteils an der WSL, Birmendorf entwickelt. Einzelheiten und Literaturzitate vgl. NIEDERBERGER 2008.

² Quelle: kantonale Vermessungsämter Obwalden, Nidwalden und Uri.

³ DHM25, ©swisstopo.

⁴ Quelle: MeteoSchweiz.

⁵ Der vermutete Aktionsradius einer *Trochulus biconicus* liegt nach subjektiver Einschätzung der Autoren bei +/-50 m.

⁶ Bei dieser Untersuchung wurde die Jahresdurchschnittstemperatur und nicht die Höhe verwendet, da erstere näher bei einer biologisch bedeutungsvollen Wirkungsvariablen ist.

Der zweite Ansatz wurde für die Modellierung des Habitates von *Trochulus biconicus* angewendet und wird im folgenden detaillierter ausgeführt (Abb. 2):

Um stark kausal voneinander abhängige Umweltvariablen auszuschliessen, müssen die Variablen auf hohe gegenseitige Korrelationen untersucht und falls nötig ersetzt werden. Beispielsweise haben die topografische Höhe und die Jahresdurchschnittstemperatur eine sehr hohe Korrelation, sie sagen deshalb für das Modell etwa dasselbe aus⁶.

Gemäss ihrem jeweiligen Beitrag zum Resultat kann durch Weglassen der weniger wichtigen die Anzahl der Umweltvariablen schrittweise verringert werden. Die Aussagekraft der Modelle erreicht nicht bei möglichst vielen, sondern bei eher wenigen Parametern ein Optimum. Bei zu starker Reduktion verschlechtert sich die Leistung aber wieder rapide (vgl. NIEDERBERGER 2008, Kap. 4.3).

Durch Verschneiden der Fundstellen mit den Umweltvariablen in einem geografischen Informationssystem kann ein für die Art charakteristisches Muster an Werten und Kombinationen der Umweltvariablen abgeleitet werden. Dieses Muster kann als Annäherung an die ökologische Nische der Art – oder salopp ausgedrückt als Idealbereich – verstanden werden.

In einem nächsten Schritt werden die Werte der Umweltvariablen in allen Rasterzellen des Untersuchungsgebiets mit dem ermittelten Muster verglichen. Je näher die Wertekombination einer Rasterzelle dem Idealbereich ist, desto höher wird diese bewertet: Auf eine Karte umgesetzt, zeigt diese Zellen mit Bewertungen zwischen 0.0 für ungeeig-

net und 1.0 für sehr gut geeignet. Diese Karte stellt eine erste Prognose für die Habitateignung dar.

Es gibt verschiedene methodische Ansätze, wie solche Muster erkannt und verglichen werden können (GUISAN & THULLER 2005). Für die Habitatmodellierung der *Trochulus biconicus* wurden drei davon verwendet. Neben der etablierten Methode mit generalisierten linearen Modellen (GLM) wurde mit zwei neueren Ansätzen gerechnet: mit Regressionsbäumen mit Signalverstärkung (*Boosted Regression Trees* BRT) und mit der Maxent-Methode, wonach die Entropie maximiert wird. Für Maxent besteht eine eigene Anwendungssoftware⁷ – GLM und BRT werden in statistischen Programmen berechnet.

Zur Beantwortung der Frage, wie hoch die Bewertung einer Zelle sein muss, dass mit Funden zu rechnen ist, werden durch statistische Methoden Schwellenwerte ermittelt. In Gebieten mit höheren Werten als dem Schwellenwert ist das Vorkommen der Art demnach möglich – bei kleineren Werten ein Fund unwahrscheinlich. Wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, tatsächlich Exemplare an als geeignet prognostizierten Stellen zu finden, kann daraus allerdings nicht abgeleitet werden – das abzusuchende Gebiet wird so jedoch stark eingegrenzt. Die hohe Habitateignung einer Stelle ist deshalb nicht direkt mit einer hohen Fundwahrscheinlichkeit gleichzusetzen, weil andere Prozesse wie z.B. die Ausbreitung der Art oder krankheitsbedingtes Aussterben nicht berücksichtigt werden.

⁷ Maxent software for species habitat modeling
<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>

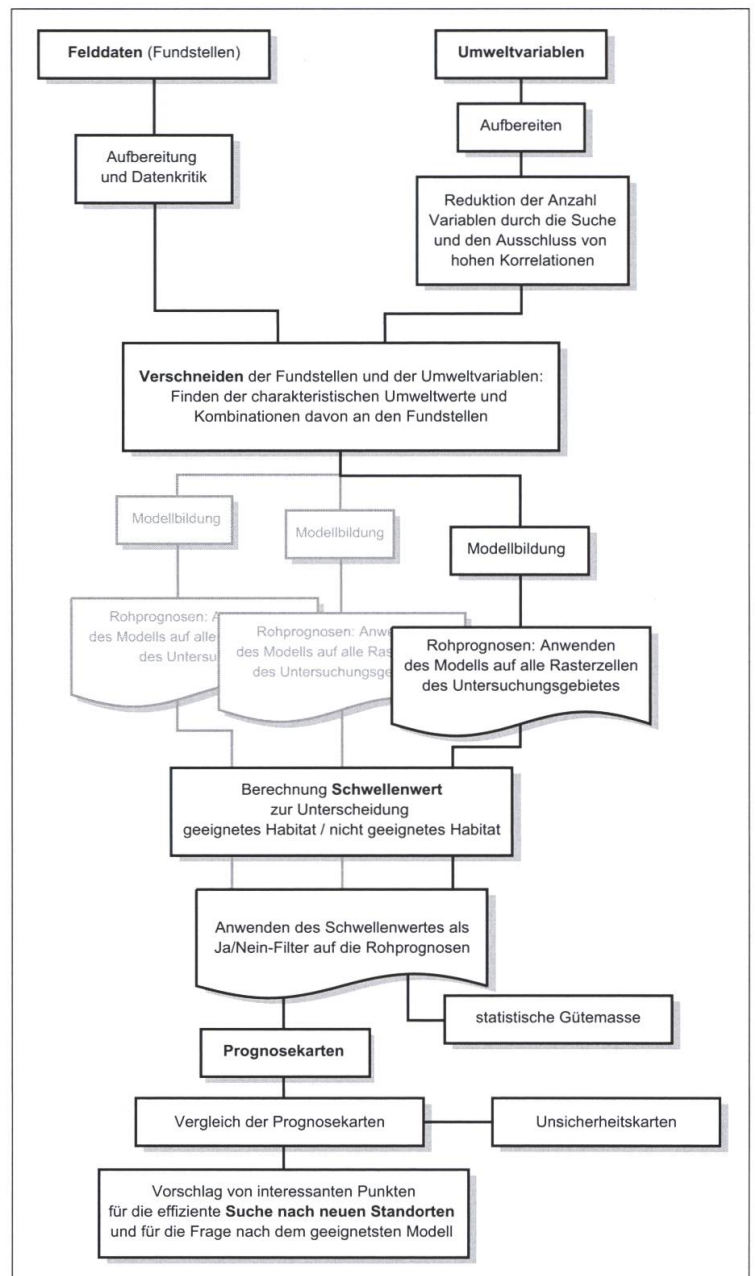


Abb. 2

Schwellenwerte können auf verschiedene Weise bestimmt werden: Mit einem fixen Wert (z.B. 0.5), mit dem tiefsten Wert aller Funde (z.B. 0.18), oder der Schwellenwert wird so angesetzt, dass ein bestimmter Prozentsatz der Präsenzen als Ausreisser unter die Schwelle fallen (z.B. 10% der Präsenzen), ferner durch ausgeklügelte Verfahren zur Minimierung der falschen Vorhersagen bei den vorhandenen Funddaten (Präsenz und

Absenz)⁸. Für die Habitatmodelle von *Trochulus biconicus* wurden mit der 10%-Ausreisser-Methode die besten Resultate erzielt. Diese Schwellenwerte wurden als Ja/Nein-Filter auf die Habitat-eignungskarte angewendet und so die eigentliche abschliessende Prognosekarte erstellt.

Belastbarkeit der Aussagen

Die Aussagen zu den Umweltbedingungen stützen sich auf Daten, die auf das 25x25 m-Raster des digitalen Höhenmodells DHM25 von swisstopo hochgerechnet sind. Insbesondere in sehr steilen Felswänden ist deshalb die Prognosegenauigkeit etwas geringer als in flachem Gelände. Dies ist insofern von Bedeutung, weil *Trochulus biconicus* auch in felsigem Gelände gefunden wurde (z.B. Barglen und am Oberbauenstock).

Die angewandten Methoden berücksichtigen die Angaben zur Populationsdichte nicht und können insofern auch nicht zur Bestimmung von besonders wichtigen Populationen herangezogen werden.

Biologie

Die Untersuchung zum Verbreitungsgebiet beanspruchte eine längere Zeitperiode. Die Felderhebungen wurden zwar alle im Sommer, jedoch bei unterschiedlichen Wetterlagen und Tageszeiten erhoben. Daher war es sinnvoll, dass alle Beobachtungen zur Lebensweise von *Trochulus biconicus* aufgezeichnet und später ausgewertet wur-

den. Diese Beobachtungen gaben erste Hinweise auf Fragen, die später vertieft überprüft werden konnten.

Dauerbeobachtungsflächen

Im Anschluss an die Felderhebungen zur Verbreitung wurden am 12.7.2007 im Gebiet Bannalp auf der Bannalper-Schonegg und am Südwesthang des Chaiserstuel auf zwei Aufnahme- und Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet. Am 24.8.2007 folgte eine weitere auf der Nordostseite des Chaiserstuels («Nordost»). An diesen drei Standorten wurden je zehn Steine ausgewählt und auf der Oberseite mit Farbe markiert. Im Abstand von ca. einem Monat wurden diese Flächen dann aufgesucht und am und unter den Steinen (ohne den Boden oder weitere Steine zu bewegen) mindestens folgende Beobachtungen erhoben:

- Anzahl lebender, aktiver oder passiver, adulter oder juveniler *Trochulus biconicus*
- Anzahl leerer *Trochulus biconicus*-Gehäuse
- Datum, Uhrzeit, grobe Angabe der Temperatur und Luftfeuchtigkeit, Wetterlage.

Um genauere Informationen zur Temperatur des Mikrohabitats von *Trochulus biconicus* zu erhalten, wurden ab dem 27. Januar 2008 in den Flächen «Bannalper-Schonegg» und «Chaiserstuel Südwest» je ein Temperaturaufzeichnungsgerät unter einen flachen Stein exponiert. Das Messintervall wurde auf 1 Stunde eingestellt. Der Temperaturbereich dieser Datenlogger reicht von -20 bis +40 °C, bei einer Auflösung von 0.1 °C. Ein zusätzliches Gerät derselben Art wurde zwischen dem

⁸ Für eine detailliertere Besprechung und Literaturverweise siehe NIEDERBERGER (2008), S. 31f.

27.1.2008 und dem 21.6.2008 in einer Kontrollfläche bei Grünboden (Aufnahmefläche ohne Vorkommen von *Trochulus biconicus*) exponiert. Ab dem 29.6.2008 wurde dann dieser Datenlogger in die Dauerbeobachtungsfläche «Chaiserstuel Nordost» versetzt.

Aktivitätsrhythmus und Lebensraum bezüglich Schnee- und Bodentemperaturen

Auf Einladung von Prof. Dr. Bruno Baur wurde das Projekt im Frühjahr 2007 von M. Baggenstos am Institut für Natur-, Landschaft- und Umweltschutz der Universität Basel vorgestellt. In der Folge konnten unter der Leitung von Prof. Dr. Peter Nagel zwei Projektarbeiten in Biogeographie durchgeführt werden.

Fabian Wigger untersuchte in der Nähe der Dauerbeobachtungsfläche «Chaiserstuel Südwest» während rund zehn Feldtagen den Aktivitätsrhythmus von *Trochulus biconicus* (WIGGER 2007), indem er einzelne Gehäuse von lebenden Tieren mit Nagellack fein markierte und anschliessend alle drei Stunden ihre Aktivität genau beobachtete, protokollierte und anschliessend auswertete.

Nadja Häfeli (HÄFELI 2008) untersuchte im Winter und Frühjahr 2008 auf einigen bereits erhobenen Flächen im Bannalpgebiet (mit und ohne Funde von *Trochulus biconicus*) ebenfalls während rund zehn Feldtagen die Schnee- und Bodentemperaturen sowie die Schneehöhen. Detaillierte Angaben zum methodischen Vorgehen, das in Zusammenarbeit mit der Projektleitung entwickelt worden war, werden in den beiden Projektarbeiten wiedergegeben.

Genetischer Austausch/Migration

Die heute gängigen Methoden der Genanalyse erlauben bei einer ausgewogenen und ausreichenden Stichprobenauswahl präzise Aussagen zu den Verwandtschaftsverhältnissen innerhalb der verschiedenen Populationen. Daher war ursprünglich geplant, solche genetische Untersuchungen in das Projekt zu integrieren. Die Untersuchungen sollten eine Antwort auf die eingangsgestellte Frage liefern, ob die neu entdeckten Populationen als echte Meta-Populationen einzustufen sind oder ob sie allenfalls Teil einer voreiszeitlichen, einst zusammenhängenden Gesamtpopulation aufzufassen sind.

Zunächst musste jedoch geklärt werden, ob für *Trochulus biconicus* dieselben genetischen Marker aussagekräftig sind, wie sie bei nahe verwandten Arten bereits erkannt und verwendet werden. Im Herbst 2006 wurde an der Universität Basel eine Untersuchung an der verwandten Art *Trochulus chaelata* durchgeführt. Der technische Leiter G. Armbruster untersuchte im Sinne einer Vorabklärung in diesem Zusammenhang einige *Trochulus biconicus*-Proben. Dazu wurden im Sommer 2006 nach Erteilung der erforderlichen Bewilligungen zum Sammeln von geschützten Tieren durch die entsprechenden kantonalen Naturschutzfachstellen insgesamt neun lebende Tiere an verschiedenen Orten gesammelt und vor Ort konserviert. Die beprobten Populationen befinden sich beim Chaiserstuel (*Locus typicus*), am Widderfeld, beim Schwalmis und im Hinter Jochli (BAGGENSTOS 2010).

Leider ergaben die Voruntersuchungen, dass die genetischen Marker von *Trochulus chaelata* bei

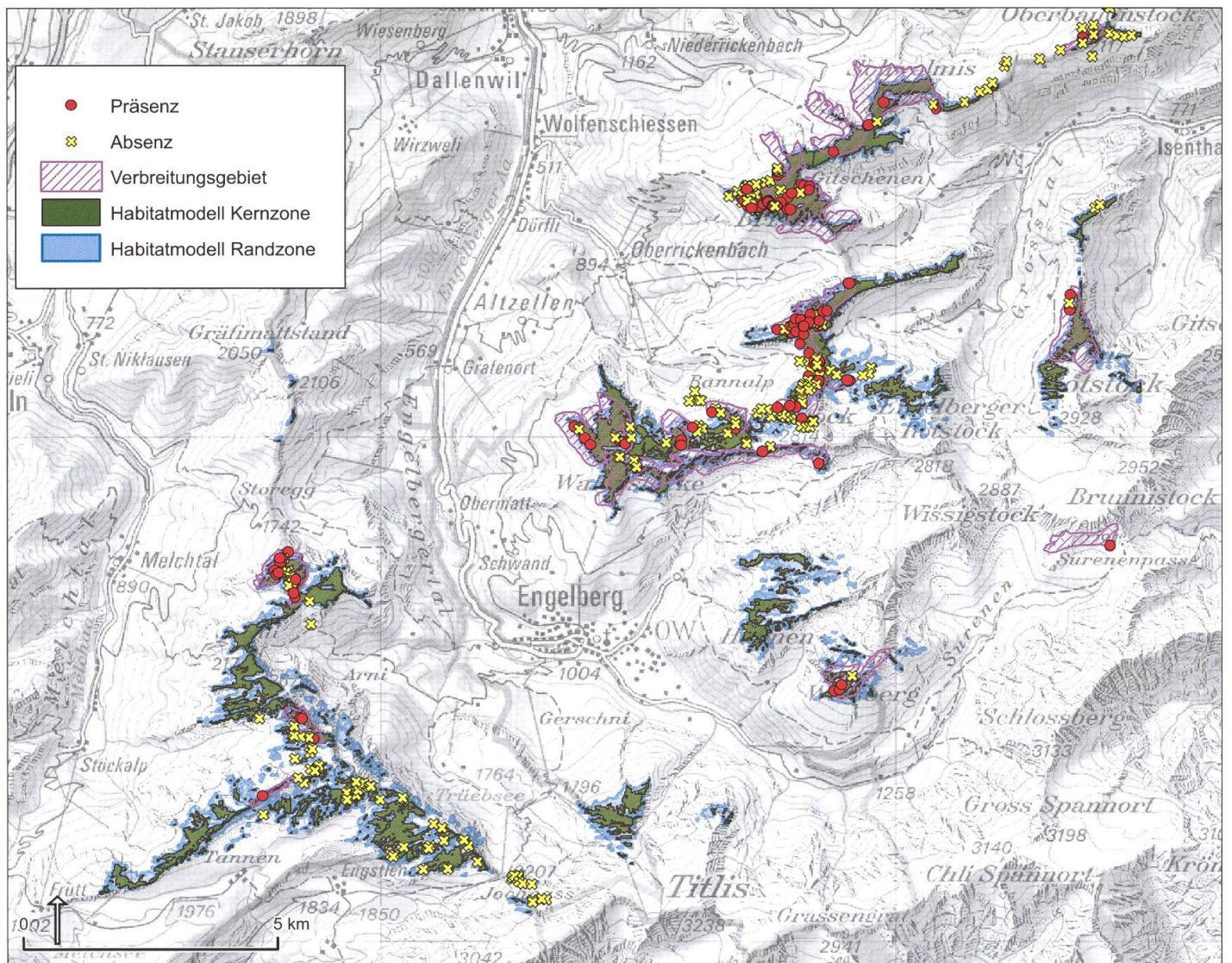


Abb. 3

Trochulus biconicus keine Signale für einen artspezifischen genetischen Fingerabdruck hervorbrachten. Somit stand fest, dass für *Trochulus biconicus* eigene Marker gefunden werden müssen. Diese Arbeit ist aber sehr aufwändig und teuer. Sie konnte deshalb noch nicht geleistet werden und weitere Untersuchungen in diese Richtung mussten im Rahmen des bisherigen Projekts zurückgestellt werden.

Vorkommen von weiteren Arten

In den Aufnahmeflächen wurde auch das Vorkommen von weiteren Schneckenarten erhoben. Arten, die im Feld nicht zweifelsfrei bestimmt

werden konnten, wurden gesammelt und unter dem Binokular mit dem Bestimmungsschlüssel von HAUSSER (2005) bestimmt. Sie wurden zur Endkontrolle an Jörg Rüetschi weitergegeben. Die Bestimmung der Funde der Feldsaison 2007 ist abgeschlossen, die Bestimmungsarbeiten der Saison 2008 sind noch im Gange.

Resultate

Verbreitung

Felderhebungen

Insgesamt wurden im Jahr 2007 wohl einige Tausend Mikrostandorte im Feld abgesucht. Total 267 Feldbeobachtungen wurden wie oben beschrieben

Abb. 3
 Aktuelles Verbreitungsgebiet von *Trochulus biconicus* aufgrund der gutachtlichen Einschätzung aller Funde bis 2008 und den Resultaten der Habitatmodellierung. Die Begrenzung der Karte entspricht dem Untersuchungsgebiet für die Modellierung. (Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo [BA100395]).

genau registriert und ausgewertet. Es wurden zehn neue Vorkommen entdeckt. Nach Abschluss der Felderhebungen 2007 wurden die Felddaten ausgewertet und das Habitat mit drei verschiedenen Ansätzen modelliert, die Resultate verglichen und bewertet (NIEDERBERGER 2008).

Auf der Grundlage der Habitatmodelle wurden einige Dutzend Punkte in zwei Kategorien ausgewählt: Die erste Kategorie umfasst Punkte, die zur gezielten Prüfung der Prognosemodelle und der Schwellenwerte an Orten gesetzt wurden, wo sich die Modelle stark widersprachen. In die zweite Kategorie gehören Punkte, die zur strategischen Suche von potentiell geeigneten Standorten führten (Hochpotentialpunkte). Hierzu wurden in jedem bisher unbearbeiteten Gebiet Punkte gewählt, die übereinstimmend als gut prognostiziert wurden. Es wurden auch Punkte ausgewählt, die deutlich ausserhalb des Untersuchungsgebietes liegen, wie beispielsweise an Lokalitäten bei Bälmeten, bei den Windgällen, am Klausenpass und auf den Silbernen oder am Tällistock, Glogghüs-Hochstollen oder am Briener Rothorn.

Gestützt auf die Vorgabe mit Hochpotentialpunkten wurden in der Feldsaison 2008 total 77 Einzelbeobachtungen genau registriert und ausgewertet und dabei total 21 Neufunde von *Trochulus biconicus* gemacht. 2009 kamen vier weitere Neufunde dazu.

Resultate der Modellierung

Das methodische Vorgehen von Maxent berücksichtigt nur Fundstellen (sog. Präsenzen) und bezieht die Information von Nicht-Fundstellen

(sog. Absenzen) – also Stellen wo gesucht wurde, ohne aber einen Nachweis für *Trochulus biconicus* zu erzielen – nicht mit in die Berechnung ein. Tests und methodische Überlegungen zeigen, dass auf diese Weise sogar bessere Resultate erzielt werden, als unter Einbezug der Absenz-Information der Art (NIEDERBERGER 2008). Die Bedingungen an das Habitat können an einer Stelle geeignet sein, auch ohne dass die Art dort präsent ist, z.B. weil ein Ausbreitungspfad von einer bestehenden Population zu dieser Stelle fehlt oder sie an diesem Standort durch ein Ereignis ausgelöscht wurde. Demzufolge werden die in der Felderhebung nicht mit Funden bestätigten Hochpotentialpunkte mit den nicht besuchten Punkten gleichgestellt. Nicht bestätigte Hochpotentialgebiete erscheinen daher auch bei erneutem Rechnen in

Tab. 1

Prozentualer Beitrag der Umweltvariablen zu einem mit Maxent gerechneten Habitatmodell. Die meteorologischen Werte beziehen sich auf die Messperiode 1961 bis 1990.

Umweltvariable	Beitrag zum Modell
Jahresdurchschnittstemperatur	38 %
durchschnittlicher Juli-Niederschlag	27 %
Topografischer Index	18 %
Feuchtigkeitsindex	6 %
Nordexposition	3 %
Sonneneinstrahlung (am 21.6.)	3 %
Bodenbedeckung (zusammengefasst)	2 %
Anzahl Regentage in der Wachstumsperiode	2 %
Ostexposition	1 %

den Prognosen. Dieser Sachverhalt erklärt auch die Differenzen zwischen Habitateignung (Schätzung des potentiellen Verbreitungsgebietes) und der Verbreitung aus Beobachtungen zu einer Art (nachgewiesene Vorkommen) in Abbildung 3.

Die grün eingefärbten Gebiete der Kernzone in Abbildung 3 sind mit dem Umweltdatensatz aus Tabelle 1 mit Maxent gerechnet und mit dem Schwellenwert «10%» gefiltert⁹. Ausreisser entstehen z.B. bei Funden von Individuen, die sich «ausserhalb des geeigneten Gebietes» aufhalten – sei es beispielsweise, weil sie gravitativ dorthin verfrachtet wurden, sei es, weil der Lebensraum deutlich kleiner als eine Rasterzelle von 25x25 m ist, oder sei es, weil die Lagebestimmung nicht ausreichend präzise ist.

Die verwendeten Umweltparameter Jahresdurchschnittstemperatur, durchschnittlicher Juliniederschlag, Topografischer Index (Radius 2 km, gefiltert), Feuchtigkeitsindex, Sonneneinstrahlung der Sommersonnwende, der Nord- und der Ostexposition, Regentage in der Wachstumsperiode und der reklassifizierten Bodenbedeckung der amtlichen Vermessung verleiten zu Interpretationen durch kausale Schlüsse. Da es sich dabei aber nicht um kausale Wirkungsvariablen handelt, darf beispielsweise die Jahresdurchschnittstemperatur nicht nur als Temperatursignal verstanden werden. Die Variable steht stellvertretend für weit mehr Einfluss-

grössen wie beispielsweise die topografische Höhe, die Vegetation, Interaktionen mit anderen Arten. Welche einzelnen Einflussgrössen dahinter stehen, kann aus dem Ergebnis nicht eruiert werden. Somit dürfen auch nicht direkt Schutzmassnahmen oder Erkenntnisse zum Verhalten der Art daraus abgeleitet werden. Der Versuch durch die Variation der Jahresdurchschnittstemperatur zu Vorhersagen über die Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Verbreitung der Art abzuleiten misslang deshalb (NIEDERBERGER 2008).

Aktuelles und potentielles Verbreitungsgebiet

In Abbildung 3 ist das gutachtlich ausgeschiedene, aktuelle Verbreitungsgebiet von *Trochulus biconicus* violett schraffiert dargestellt. In grün hinterlegt ist die Habitatmodellierung. Markante Abweichungen sind in den Gebieten Hahnen, Laubersgrat und Jochpass – Graustock ersichtlich. Die Gründe sind unterschiedlich: Am Hahnen wurde bisher nicht gesucht, ein Vorkommen ist aber möglich. Der Laubersgrat scheint geeignet zu sein, ist aber als Abrisskante eines nacheiszeitlichen Bergsturzes bekannt (HESS 1986) und fällt somit als Rückzugsrefugium weg. Das Gebiet Jochpass – Graustock wurde 2007 intensiv begangen, ohne dass ein Nachweis gelang. Das kann vermutlich auf die Vergletscherungsgeschichte dieses Gebietes zurückgeführt werden, die keine eisfreien Stellen übrig liess.

Andere Abweichungen zwischen gutachtlich ausgeschiedener Fläche und dem prognostizierten Verbreitungsgebiet können oft durch die Geologie erklärt werden, die nicht die richtigen Lebensräu-

⁹ Dies bedeutet, dass 10% der Funde als Ausreisser gewertet werden bzw. dass die Grenze geeignet/ungeeignet so gelegt ist, dass 90% aller Funde hineinpassen (siehe auch Kapitel Methodik der Habitatmodelle).

me hervorbringt. Die Gesteinsunterlage konnte jedoch mangels geeigneter Datengrundlagen nicht in die Modellierung einbezogen werden. Die Verbreitung scheint in sehr steilen und felsigen Gebieten grösser zu sein als durch die Modellierung angenommen. Von diesen meist sehr unzugänglichen Stellen sind offenbar zu wenige Funde

belegt, sodass sie die Modellierung nicht als geeignet einstuft. Zudem wirkt sich bei steilem Gelände die Rasterbreite von 25 m stärker aus, indem über ein grösseres Gebiet gemittelt wird als bei flachem Gelände.

Die Tabelle 2 gibt Auskunft über die Grösse der modellierten potentiellen Habitate und den

Tab. 2

Die Flächen zu den in Abb. 3 dargestellten Gebieten. Das gutachtlich ausgeschiedene Gebiet am Surenenpass wurde von der Modellierung nicht erkannt, hingegen konnten 7 Gebiete der Modellierung nicht bestätigt werden.

Gebiet / Fläche	Modellierung inkl. Randzone [ha]	Modellierung Kernzone [ha]	Verbreitungsgebiet [ha]
Oberbauenstock	14	10	8
Risetenstock-Schwalmis	133	93	166
Brisen	150	119	127
Bannalper Schonegg-Chaiserstuel	316	166	95
Rigidalstock-Ruchstock	200	109	131
Schinberg	90	48	16
Walenstock	100	74	107
Wissberg	64	22	34
Surenenpass	0	0	28
Chli Schlieren	123	64	72
Widerfeld Stock	152	96	39
Huetstock-Hanghorn	188	91	13
Barglen	251	106	3
Gräfmattstand	6	1	0
Graustock	228	111	0
Laubersgrat	83	43	0
Ochsenhorn – Jochstock	8	1	0
Titlis Nordost	11	2	0
Stanserhorn	0.01	0	0
Hahnen	139	58	0
Total	2256	1214	839



Abb. 4

zugehörigen Verbreitungsgebieten. Die mit allen bis 2008 bekannten 129 Funden modellierten Flächen wurden in eine Kern- (dunkelgrün) und eine Randzone (hellblau) unterschieden, gemäss dem Schwellenwert, der 10%-Ausreisser annimmt und dem weniger strengen Schwellenwert, der die Richtigpositiv- und die Richtignegativ-Rate in den Trainingsdaten gleichsetzt.

Biologie

Habitatstrukturen

Die Auswertung der 364 Einzelbeobachtungen, der 36 Aufnahmeflächen und der drei Dauerbeobachtungsflächen zeigte, dass *Trochulus biconicus* nur an Standorten vorkommt, die bestimmte Habitat-

strukturen aufweisen. An Standorten mit geschlossener Rasendecke ohne Schuttanteil wurde die Art nie gefunden. Die höchsten Dichten wurden am Südwesthang des Chaiserstuel beobachtet und zwar just dort, wo der Schuttanteil rund 50% ausmacht (vgl. Abb. 4). Bei drei je fünf Minuten dauernden Versuchen wurden dort im Durchschnitt 93 lebende Tiere gezählt. Von den insgesamt 21 Aufnahmeflächen, bei denen die Dichte nach der oben beschriebenen Methode gemessen wurde, wurden nur bei zehn Standorten mehr als zehn Tiere in fünf Minuten gefunden. Die beiden anderen Dauerbeobachtungsflächen wiesen mit 30 am Standort Chaiserstuel Nordost und mit 21 auf der Bannalper Schonegg ebenfalls überdurchschnittlich hohe Dichten auf.

Abb. 4
Am Südwesthang des
Chaiserstuel beträgt der
Schuttanteil rund 50%.

Abb. 5
Dauerbeobachtungsfläche
Chaiserstuel Südwest. Unter
dem grossen Stein A10
wurde der Datenlogger zur
Temperaturaufzeichnung
exponiert.

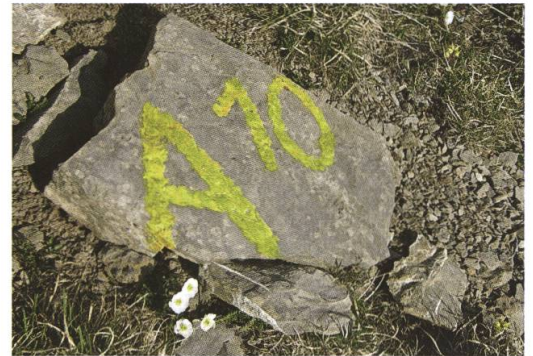


Abb. 5

Am Chaiserstuel verwittert der Kalkuntergrund zu flachen Steinplatten, unter denen *Trochulus biconicus* ideale Lebensbedingungen vorfindet. Die Korngrössenverteilung ist jedoch recht ausgeglichen, d. h. neben den grossen Steinplatten mit Durchmessern zwischen 20 und 60 cm kommen auch zwei gleich grosse Gruppen mit Durchmessern von 6 bis 20 und 2 bis 6 cm vor. Dieser Umstand führt dazu, dass der Boden bis in eine Tiefe von einigen Zentimetern im Schuttbereich sehr viele Ritzen und Hohlräume aufweist. In diese Hohlräume kann sich die Schnecke zurück ziehen bzw. verbringt dort die weitaus meiste Zeit.

Abbildung 5 zeigt den Stein Nr. 10 in der Dauerbeobachtungsfläche am Südwesthang des Chaiserstuel. Die Steinplatte ist recht gross und dick. Im Frühjahr wärmt sie sich nicht so schnell auf wie die kleineren Steine in der Umgebung. In dieser Zeit wurden den auch relativ wenige Tiere unter diesem Stein beobachtet. Später im Hochsommer werden dann die kleinen Steine am Tag so stark aufgewärmt, dass die Schnecken unter die grossen und dicken Steine oder in tiefere Bodenschichten abwandern.

Für die Schnecke ideale Steinplatten, welche nicht ganz dicht dem Boden aufliegen, können diese Qualität im Jahresverlauf verlieren. Besonders bei Starkniederschlägen im Sommer oder just nach der Schneeschmelze kann es passieren, dass die Hohlräume mit Feinmaterial verschlossen werden. Bei der monatlichen Kontrolle fiel dann auf, dass solche Steine fest am Boden klebten und keine Schnecken mehr vorhanden waren.

Kleinrelief und Mikroklima

Der Lebensraum von *Trochulus biconicus* ist neben dem Vorkommen von ruhendem Kalkschutt sehr stark vom Kleinrelief abhängig. Hangkanten oder Hangkuppen, Grat- und Gipfellagen sowie Felsköpfe und Felstreppen werden von der Schnecke eher besiedelt als Hangmulden und Hangfusslagen. Nadja Häfeli hat in ihrer Projektarbeit (HÄFELI 2008) aufgezeigt, dass die meisten Mikrohabitate von *Trochulus biconicus* im Winter aper sind oder nur eine geringe Schneebedeckung aufweisen. Andererseits hat sie bei Kleinstandorten ohne Schnecken vorkommen regelmässig grosse Schneedecken mit Höhen bis über 3 m vorgefunden. Die Temperatur der Bodenoberfläche war bei den Messungen im Januar 2008 negativ mit den Schneehöhen korreliert: Bei niedrigen Schneehöhen waren die Temperaturen an der Oberfläche meistens höher als bei angrenzenden Messpunkten mit einer höheren Schneeeauflage.

Die Auswertung der Datenlogger zeigte deutlich, dass die Temperaturen aufgrund der Schneebedeckung im Tagesgang nicht über 1 °C ansteigen. Bei welcher Temperatur die Aktivität von *Trochulus biconicus* beginnt, ist nicht bekannt. Wird aber beispielsweise ein Tages- oder Monatsmittel von über 5 °C als erforderlich angenommen, beschränkt sich die aktive Zeit auf «nur» gerade ca. sechs Monate im Jahr 2008. Im Detail ergaben sich bei den drei Mikrostandorten der exponierten Datenlogger interessante Unterschiede. Im Beispiel von Abbildung 6 hat die Messstelle auf der Bannalper Schonegg bis am 7.11.08 eine Schneedecke, erhält aber auch nach dem Verlust der Schneedecke

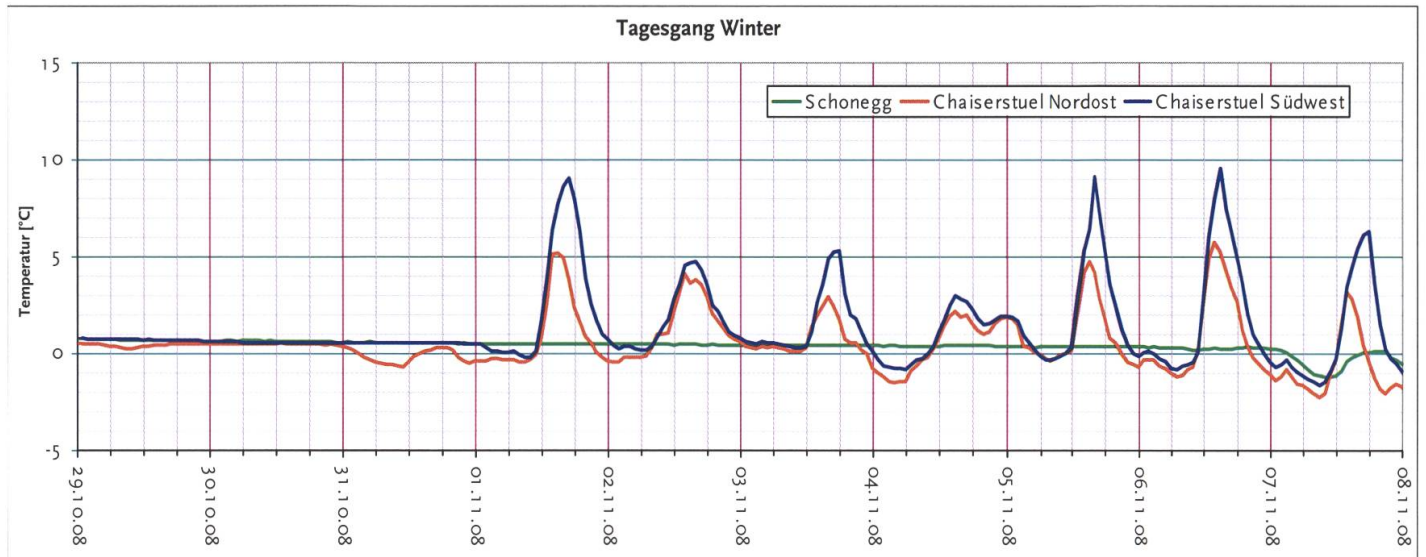


Abb. 6

keine Sonnenbestrahlung. Am Chaiserstuel setzt jeweils nach dem Mittag eine Sonnenbestrahlung ein, die am Südwesthang deutlich stärker ist und etwa zwei bis vier Stunden länger dauert. Entsprechend weist der Südwesthang gegenüber dem Standort «Nordost» im Gegensatz zum Sommer, die höheren Maximaltemperaturen auf. An bedeckten Tagen ist dieser Unterschied weniger augenfällig. Der Standort Chaiserstuel Nordost verliert die Schneedecke bereits zu Beginn des 31.10.08 – der Standort Südwest einen Tag später. Das Verschwinden dürfte auf Wind zurückzuführen sein, da der Wegfall während der Nacht erfolgt und somit Sonnenwärme als Ursache weg fällt.

Aktivitätsrhythmus

Die Untersuchungsfläche der Seminararbeit von Fabian Wigger lag in unmittelbarer Umgebung der Dauerbeobachtungsfläche am Südwesthang des Chaiserstuel. Fabian Wigger hat während der rund zehn Feldtage festgestellt, dass die Tiere vorwiegend nachtaktiv sind (WIGGER 2007). Seine Beobachtungen decken sich mit den Einzelbeobachtungen, die während der Feldarbeit zur Verbreitung gemacht worden sind. Die meiste Zeit scheint die Schnecke inaktiv zu sein. Besonders bei Schön-

wetterperioden wurde fast bei allen Tieren ein Maximum der Aktivität in der Nacht oder am frühen Morgen, noch deutlich vor Sonnenaufgang, und ein Minimum am Nachmittag beobachtet. Allgemein ist die Aktivität während einer Schönwetterperiode eher gering. Das Versteck unter den Steinen wird kaum verlassen, die durchschnittlich zurückgelegte Distanz einer Schnecke lag zwischen 2 und 3 cm in vier Stunden. Bei regnerischen Wetterlagen mit hoher Luftfeuchtigkeit und zu Beginn einer Schönwetterperiode ist die Aktivität markant höher. Die durchschnittlich zurückgelegte Distanz einer Schnecke lag zwischen 3 und 12 cm, der Rekord lag bei 25 cm.

Nahrung und Vegetation

Trochulus biconicus wurde selten aktiv und noch seltener bei der Nahrungssuche oder beim Fressen beobachtet. «In der Nacht vom 16. auf den 17.08.2007 war es sehr kühl und durch den Regen am Vortag herrschte eine sehr grosse Luftfeuchtigkeit. Auf der Untersuchungsfläche konnte ich deshalb eine Vielzahl von Individuen nicht unter den Steinen finden sondern auf dem umliegenden Blaugrasrasen, ganz besonders auf den vergilbten Blättern des Blaugrases selber. Daraus

Abb. 6
Zehntagesintervall der
Temperaturaufzeichnung
im Oktober/November
2008 mit anfänglicher
Schneebedeckung.

kann man sicherlich schliessen, dass *Trochulus biconicus* bei feuchter kühler Witterung, besonders in der Nacht ihre Behausung unter den Steinen verlässt und möglicherweise auf Nahrungssuche ist. Zum andern könnte man die These aufstellen, dass das Blaugras eine wichtige Futterpflanze darstellt. Diese Einzelbeobachtungen lassen aber keine definitive Aussage zu, dennoch kann man dies als Grundlage in späteren Projekten sicherlich weiterverfolgen.

Auf der Unterseite der Steine waren zudem Schleimspuren und Kotkonglomerate, welche eindeutig von *Trochulus biconicus* stammten zu erkennen. Bei Bedarf könnte man diese unter Vergrösserung untersuchen und anhand der Pflanzenreste im Kot auf die Nahrung der Schnecke schliessen.» (WIGGER 2007).

Die Schleimspuren selber zeigen zudem bei günstigen Witterungsbedingungen die Aktivität der Tiere auf. Die Längen betragen 10 bis 25 cm und verlaufen jeweils von der Mitte der Steinplatten bis zu deren äusseren Rand.

Vegetationskundlich lassen sich die bisher total 134 untersuchten Habitate von *Trochulus biconicus* hauptsächlich drei verschiedenen Lebensraumtypen nach (DELARZE et al. 1999) zuordnen, von denen die Blaugrashalden wohl die wichtigsten sind.

Blaugrashalden, auch Blaugrasrasen genannt, sind blumenreiche, alpine Rasen mit grosser Florenvielfalt und auffallend hohem Anteil an Leguminosen (Hülsenfrüchtler). Strukturegebend sind hauptsächlich das Blaugras (*Sesleria caeru-*

lea) und die Horstsegge (*Carex sempervirens*). Die Böden sind relativ flachgründig, steinig und trocknen rasch aus. Die vorgefundenen Blaugrasrasen wachsen vorzugsweise an sonnigen Hängen über einer Gesteinsunterlage aus Kalk. Immer sind die Rasenflächen von einzelnen Steinen oder von flächigem Gesteinschutt durchsetzt. In Grat- und Gipfellagen sowie auf Felsköpfen und in den Felstrepfen sind meist nur Rasenfragmente vorhanden (vgl. Abb. 7).

Blaugrasrasen sind allgemein sehr artenreich, nicht zuletzt wegen der Vielfalt an Mikrohabitaten, die sich aus der stufenartigen Geländestruktur ergeben.

Am Chaiserstuel sind die Blaugrashalden am Südwesthang unterhalb des Gipfels (vgl. Abb. 4) weit verbreitet. Auf der Bannalper Schonegg hingegen dominieren das Vegetationssmosaik auf der Westseite des Passes die Polsterseggenrasen.

Bei dieser Einheit handelt es sich um einen niederen, lückigen Rasenbestand, der aus dichten, steifen Polsterseggenbüschen (*Carex firma*) aufgebaut ist. Diese Segge wächst sehr langsam und ist besonders langlebig. (Ein *Carex firma*-Blatt kann fünf bis sechs Jahre lang leben.)

Die Pflanzen der Polsterseggenrasen sind an die relativ kurze Vegetationszeit angepasst, sie müssen häufig Schlechtwettereinbrüche und Dürreperioden überstehen und den mechanischen Stress aushalten können, der mit dem häufigen Wechsel von Gefrieren und Auftauen des Bodens entsteht. Diese Einheit ersetzt die Blaugrashalden auf stark skelettreichen Kalk- oder Dolomitböden, wo nur sehr wenig Feinmaterial vorhanden ist.



Abb. 7

Die Polsterseggenrasen sind floristisch relativ artenarm, sie sind jedoch vor allem aufgrund der speziellen Anpassungen an die extreme Witterung interessant. Die Langlebigkeit der Individuen, ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber der rauen Witterung und den Fliessbewegungen des gefrorenen Bodens sind alles Eigenschaften, die unter dem Selektionsdruck äusserst unproduktiver und unwirtlicher Standortbedingungen entstanden sind.

Auf dem Chaiserstuel sind die Alpenen Kalkschuttfluren ebenfalls vertreten, beispielsweise in der Umgebung der oben beschriebenen Dauerbeob-

achtungsfläche am Chaiserstuel Nordosthang. Typisch ausgebildete Kalkschuttfluren kommen auf mächtigen Kalkgeröllhalden der alpinen Stufe vor. Ihr Deckungsgrad ist immer gering, und sie sind leicht zu übersehen.

Die meisten Pflanzenarten dieses Lebensraumes sind an das «rutschende» Substrat der instabilen Schutthalden eng angepasst. Ihre lang gezogenen und geschmeidigen unterirdischen Organe finden nach Verschüttungen während der schlechten Jahreszeit immer wieder an die Oberfläche.

Trochulus biconicus besiedelt jedoch offenbar nie das Zentrum einer Kalkschuttflur, sondern nur deren Randbereiche, wo die Steine nicht mehr

Abb. 7
 Felstrepfen mit
 Fragmenten
 von Blaugrassrasen
 am Barglen.
 (Foto: Martin Trüssel)

oder nur sehr selten in Bewegung sind. Auch an Standorten am oberen Rand der Schuttfluren, welche in Felsfluren übergehen, wurde *Trochulus biconicus* beobachtet.

Vorkommen und Beziehung zu weiteren Arten

Da noch nicht alle gesammelten Schneckenarten eingehend bestimmt wurden, sind die nachfolgenden Aussagen provisorischer Natur. Am häufigsten wird *Trochulus biconicus* von der Alpen-Schnirkelschnecke, der Felsen-Pyramidenschnecke und von Puppenschnecken begleitet. Die beiden erstgenannten Arten sind häufige Arten, die Puppenschnecken eher selten und weniger leicht zu finden. Die vollständige Liste der bisher mit *Trochulus biconicus* zusammen vorkommenden Arten umfasst: *Arianta arbustorum alpicola*, *Pyramidula pusilla*, *Pupilla alpicola*, *P. glacialis* und *P. sterii*, *Abida secale secale*, *Clausilia rugosa parvula*, *Columella edentula*, *Eucobresia diaphana*, *E. nivalis*, und *E. pegerarii*, *Deroceras laeve*, *Trichia sericea*, *Vitrea subrimata* und *Vitrea crystallina*, *Cochlicopa lubrica*, *Columella columella* und *Vitrina pellucida*.

Als weitere Arten wurden am häufigsten Spinnen und Käfer beobachtet. Über die Beziehung zu den weiteren Arten liegen noch keine gesicherten Aussagen vor. Gemäss WIGGER (2007) war unter jenen Steinen, unter welchen sich Spinnen aufhielten, die Dichte von *Trochulus biconicus* auffällig gering.

Ausbreitungskapazität und genetischer Austausch

Trochulus biconicus scheint ein wahrer Meister zu sein, wenn es darum geht, das Mikroklima an

einem bestimmten Standort optimal auszunutzen. Beim Kriechen dreht und wendet die Schnecke ihr Gehäuse flink und passt sich so stets der engen Umgebung zwischen dem Kalkschutt an, ohne dass ihr Gehäuse beschädigt wird. Andererseits stellt die Schnecke so hohe Habitatansprüche, dass sie meistens nur auf mehr oder weniger kleinen Habitatinseln von einigen Aren zu finden ist. Inwiefern zwischen diesen Habitatinseln eine Migration und ein genetischer Austausch statt findet, sei es durch aktives Kriechen oder durch passives Verschleppen der Gehäuse beispielsweise im Gefieder eines Schneehuhns oder im Fell eines Steinbocks, ist bisher noch nicht erforscht worden. Im vorliegenden Projekt konnte aufgrund der Markerversuche der Gehäuse lediglich bewiesen werden, dass erwachsene Tiere mindestens einen Winter überleben können. Das Verbreitungsmuster der Habitatinseln deutet jedoch darauf hin, dass die meisten aktuellen Habitatinseln grosswie kleinräumlich betrachtet während der Eiszeiten unvergletschert waren. Besonders trifft dies bei jenen Habitatinseln zu, die aktuell eine hohe Dichte aufweisen. Trotzdem ist es auch denkbar, dass *Trochulus biconicus* die Eiszeiten in Felstrepfenrasen in der näheren Umgebung der aktuellen Vorkommen oder aber auf weiter entfernt liegenden Nunataks des Alpenvorlandes überlebt hat.

Gefährdung und Schutz

Auch wenn das aktuelle Verbreitungsgebiet bedeutend grösser ist als bisher vermutet, bleibt *Trochulus biconicus* wegen ihrem beschränkten Verbreitungsareal und wegen der speziellen Ha-

bitatansprüche eine gefährdete Art. Menschlich bedingte Störungen ihres Mikrohabitats wie beispielsweise die extensive Beweidung stellen jedoch keine Gefährdung dar. Im Gegenteil kann der Tritt durch das weidende Vieh unter Umständen für die Schnecke ungünstig liegende Steine in eine für die Schnecke bessere Position bewegen. Stärkere Eingriffe wie das Entfernen der Steine oder aber eine (klimabedingte) Überführung der schuttreichen Standorte in geschlossene Rasen- oder Gehölzformationen würde die Schnecke zum Verschwinden bringen.

Neben der Ausscheidung einer Schutzzone, welche starke Eingriffe bereits auf planerischer Ebene verhindert, wird als Schutzmassnahme auch eine dauerhafte Überwachung des aktuellen Verbreitungsgebietes und der aktuellen Populationsdichte in den einzelnen Habitatsinseln, insbesondere entlang der unteren Verbreitungsgrenze von *Trochulus biconicus* vorgeschlagen.

Das Wissen über die Nidwaldner Haarschnecke konnte in den letzten Jahren entscheidend erweitert werden. Von einer exotischen Art mit einem rätselhaften Vorkommen an einer einzigen Lokalität ist sie zu einem interessanten Tier avanciert. Möglicherweise können wir mit fortschreitendem Verständnis von ihr auch Hinweise zur Vergleitscherungs- und Talentwicklungsgeschichte des Gebietes um das Engelbergertal ableiten. Sicher sind solche endemischen Arten ein höchst spannendes Objekt, um die Prozesse der Artentwicklung in unseren Breiten zu studieren.

Literatur

- BAGGENSTOS, M.** (2010): Erhebungen zur Verbreitung und Biologie der Nidwaldner Haarschnecke (*Trochulus biconicus*) als Grundlage für die Formulierung von Schutzmassnahmen, Tech. Bericht, Oekologische Beratung Markus Baggenstos.
- BAUR B., DUELLI P., EDWARDS P.J., JENNY M., KLAUS G., KÜNZLE I., MARTINEZ S., PAULI D., PETER K., SCHMID B., SEIDL I., SUTER W.;** Forum Biodiversität (2004): Biodiversität in der Schweiz – Zustand, Erhaltung, Perspektiven, Hauptverlag, Bern.
- BINI A., BUONCRISTIANI J.-F., COUTERRAND S., ELLWANGER D., FELBER M., FLORINETH D., GRAF H. R., KELLER O., KELLY M., SCHLÜCHTER C., & SCHOENEICH P.** (2009): Die Schweiz während des letzteiszeitlichen Maximums (LGM), 1:500'000, swiss-topo, Wabern
- DELARZE, R., GONSETH, Y. & GALLAND, P.** (1999): Lebensräume der Schweiz: Ökologie, Gefährdung, Kennarten. – Ott Verlag, Thun
- EDER, L.** (1917): Eine neue Schweizer Helicide. Revue Suisse de Zoologie. Vol.25, Nr.15. S.442–452.
- GUISAN, A. & THULLER, W.** 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. In Ecology Letters, vol. 8, pp. 993–1009.
- HÄFELI, N.** (2008): Temperatur- und Schneehöhenmessungen im Verbreitungsgebiet von *Trochulus biconicus*. Eine Feldstudie im Rahmen der Projektarbeit in Biogeographie der Universität Basel in Zusammenarbeit mit der Oekologischen Beratung Markus Baggenstos. Basel, unpubliziert.
- HAUSSER, J.** (2005): Bestimmungsschlüssel der Gastropoden der Schweiz. Fauna Helvetica 10,

Centre suisse de cartographie de la Fauna/
Schweizerische Entomologische Gesellschaft.
Neuchâtel, 191 S.

HESS, P. (1986): Der prähistorische Bergsturz von Engelberg. Engelberger Dokumente, Nr. 19.

NIEDERBERGER, B. (2008): Habitatmodellierung der endemischen Landschneckenart *Trochulus biconicus*. Master Thesis im Rahmen des Universitätslehrganges «Geographical Information Science & Systems» (UNIGIS MSc) am Zentrum für Geo-Informatik (Z_GIS) der Paris Lodron-Universität Salzburg. Luzern, 21.4.2008, unpubliziert, <http://www.unigis.ac.at/club/bibliothek/pdf/1279.PDF>.

WIGGER, F. (2007): Der mikroklimatische und zeitabhängige Aktivitätsrhythmus von *Trochulus biconicus*. Eine Feldstudie im Rahmen der Projektarbeit in Biogeographie der Universität Basel in Zusammenarbeit mit der Oekologischen Beratung Markus Baggenstos. Basel, unpubliziert.

Adresse der Autoren

Markus Baggenstos

dipl. Biologe

Oekologische Beratung Markus Baggenstos

Bahnhofstrasse 1, 6370 Stans

Beat Niederberger

dipl. Geologe, MSc GIS

Winkelriedstrasse 36, 6003 Luzern