



Abteilung Naturförderung

# Vierzähnlige Windelschnecke (*Vertigo geyeri*)

## Aktionsplan

Bearbeitungsdatum 27. Januar 2026  
Autoren Nico Heer, Jörg Rüetschi und Thomas Stalling  
Fotos Nico Heer (ausser anders angegeben)



## Inhaltsverzeichnis

|           |                                                  |           |
|-----------|--------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Einleitung .....</b>                          | <b>3</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Grundlagen.....</b>                           | <b>4</b>  |
| 2.1       | Artensteckbrief.....                             | 4         |
| 2.2       | Verbreitung, Zustand und Trends.....             | 6         |
| 2.3       | Gefährdungsursachen.....                         | 7         |
| 2.4       | Bekannte Fördermassnahmen .....                  | 9         |
| 2.5       | Fehlendes Wissen .....                           | 11        |
| 2.6       | Handlungsbedarf.....                             | 12        |
| <b>3.</b> | <b>Situation im Kanton Bern .....</b>            | <b>13</b> |
| 3.1       | Vorgehen und Methode.....                        | 13        |
| 3.1.1     | Vorabklärungen.....                              | 13        |
| 3.1.2     | Felduntersuchungen .....                         | 13        |
| 3.2       | Aktuelle Vorkommen .....                         | 15        |
| 3.2.1     | Anzahl Fundorte.....                             | 15        |
| 3.2.2     | Lage, Schutzstatus .....                         | 15        |
| 3.2.3     | Vitalität / Trends .....                         | 15        |
| 3.3       | Unsichere Vorkommen.....                         | 16        |
| 3.4       | Verschollene und erloschene Vorkommen .....      | 16        |
| 3.5       | Angesiedelte Vorkommen .....                     | 16        |
| <b>4.</b> | <b>Umsetzung Aktionsplan (Soll-Zustand).....</b> | <b>17</b> |
| 4.1       | Ziele .....                                      | 17        |
| 4.1.1     | Wirkungs- und Umsetzungsziele.....               | 17        |
| 4.2       | Erhaltungs- und Fördermassnahmen .....           | 18        |
| 4.2.1     | Aktionsperimeter .....                           | 18        |
| 4.2.2     | Massnahmenkatalog .....                          | 18        |
| 4.2.3     | Umsetzungsplan .....                             | 20        |
| <b>5.</b> | <b>Erfolgskontrolle .....</b>                    | <b>21</b> |
| 5.1       | Wirkungs- und Umsetzungskontrolle.....           | 21        |
| 5.2       | Erfolgs- und Misserfolgskontrollen.....          | 21        |
| <b>6.</b> | <b>Quellen / Literatur .....</b>                 | <b>23</b> |
| <b>7.</b> | <b>Anhänge .....</b>                             | <b>26</b> |

## 1. Einleitung

Das Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz verlangt, dass dem Aussterben einheimischer Tier- und Pflanzenarten durch die Erhaltung genügend grosser Lebensräume (Biotope) und durch andere geeignete Massnahmen entgegenzuwirken ist (Art. 18 NHG). Gemäss Art. 31 Abs. 1 des kantonalen Naturschutzgesetzes (NSchG) und Art. 29a Abs. 1 der dazugehörigen Naturschutzverordnung (NSchG) hat der Kanton Massnahmen zur Erhaltung und Förderung seltener oder bedrohter Pflanzen- und Tierarten zu treffen. Dabei hat er gemäss Art. 29a Abs. 2 den Erkenntnissen Rechnung zu tragen, die der Liste der National Prioritären Arten zugrunde liegen.

Zahlreiche Arten sind im Kanton Bern und / oder gesamtschweizerisch stark gefährdet oder sogar vom Aussterben bedroht. Die Abteilung Naturförderung des Amts für Landwirtschaft und Natur hat in Abstimmung mit der Liste der National Prioritären Arten mehrere Arten ausgewählt, für deren Erhaltung in der Schweiz der Kanton Bern eine besondere Verantwortung trägt und für die Förderungsmassnahmen notwendig sind. Art und Umfang der Massnahmen, die zusätzlich zum Biotopschutz nötig sind, sollen in art-spezifischen Aktionsplänen zusammengestellt werden. Die einzelnen zu erarbeitenden Projekte umfassen Grundlagen, Detailplanung, Ausführung, Erfolgskontrolle usw. und sind oder werden Bestandteile des Aktionsplanes.

Die Vierzähnlige Windelschnecke (*Vertigo geyeri*) ist eine weniger als 2 mm kleine Schneckenart und lebt in der konstant feuchten Streu- und Moosschicht von Flach- und Übergangsmooren. Ihr Lebensraum beschränkt sich oft auf nur wenige Quadratmeter. Als ausgesprochene Habitatspezialistin reagiert sie empfindlich auf klimatisch- oder nutzungsbedingte Veränderungen ihres Lebensraumes. Es ist daher wenig überraschend, dass die Vierzähnlige Windelschnecke gesamtschweizerisch vom Aussterben bedroht ist. Rezenten Populationen in der Schweiz sind noch an ca. 20 Standorten bekannt, wovon drei im Kanton Bern liegen. Die Abteilung Naturförderung des Kantons Bern hat sich zum Ziel gesetzt, diese drei Populationen im Rahmen eines Aktionsplanes zu untersuchen, Gefährdungsursachen zu identifizieren und geeignete Fördermassnahmen zum langfristigen Erhalt der seltenen Schneckenart zu planen und umzusetzen.

## 2. Grundlagen

### 2.1 Artensteckbrief

|                                      |                                               |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Deutscher Name:</b>               | Vierzähnlige Windelschnecke                   |
| <b>Wissenschaftlicher Name:</b>      | <i>Vertigo geyeri</i> (Lindholm 1925)         |
| <b>Systematik:</b>                   | Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Vertiginidae |
| <b>Rote Liste Status:</b>            | CR, vom Aussterben bedroht                    |
| <b>Nationale Priorität:</b>          | 1, sehr hoch                                  |
| <b>Internationale Verantwortung:</b> | 2, mittlere Verantwortung                     |
| <b>Weiteres:</b>                     | Smaragdart, EU FFH-Art                        |



Abbildung 1: Porträt und Habitus der Vierzähnligen Windelschnecke (*Vertigo geyeri*).

#### Artbeschreibung

Rechtsgewundenes, leicht konisches Gehäuse mit bis zu 5 Windungen. Bei ausgewachsenen Individuen 1.7 bis 1.9 mm hoch und ca. 1.2 mm breit. Gehäusemündung meist mit vier kleinen, pflockartigen und nicht durch einen Kallus verbundenen Zähnen (je 1 parietal und columellar sowie 2 palatal). Selten treten weniger Zähne auf. Ein Nackenwulst ist nicht vorhanden. Die Umgänge sind bauchig, die Naht ist tief. Die Gehäusefärbung ist rötlich-braun, die Oberfläche glänzend und insbesondere auf den mittleren Umgängen fein und regelmässig gerippt. Der Weichkörper ist dunkelgrau bis schwarz. Das untere Fühlerpaar ist zurückgebildet.

**Verwechslungsmöglichkeiten:** Die Vierzähnlige Windelschnecke kann mit anderen Windelschnecken verwechselt werden, insbesondere mit sogenannten «Nassformen» der sehr häufigen Gemeinen Windelschnecke (*Vertigo pygmaea*). Deren Mündungsbezahnung kann von sieben auf bis zu vier Zähne reduziert sein. In diesen Fällen ist eine Unterscheidung möglich aufgrund der weniger bauchigen Umgänge, der massiveren Zähne sowie dem Vorhandensein eines Kallus und Nackenwulstes. Als zuverlässigstes Merkmal gilt aber die regelmässige Rippung auf den mittleren Umgängen, welche bei der Gemeinen Windelschnecke fehlt. Die ebenfalls ähnliche Blanke Windelschnecke (*Vertigo genesii*) unterscheidet sich durch das Fehlen von Zähnen in der Mündung, die weniger konische Form, weniger bauchige Umgänge, eine flachere Naht und eine glattere Oberflächenstruktur.

Die Phylogenie (stammesgeschichtliche Entwicklung) aller bekannten *Vertigo*-Arten wurde in Nekola et al. (2018) molekulargenetisch untersucht und diskutiert. Die nächstverwandte Art ist die Blanke Windelschnecke (*Vertigo genesii*), welche ihren Verbreitungsschwerpunkt in der Schweiz in den östlichen Zentralalpen hat.

Lebensraum

Mit ihren hohen Feuchtigkeitsansprüchen gilt die Vierzähnlige Windelschnecke als typische Art der offenen, lichtdurchfluteten Flach- und Übergangsmoore mit konstant hohem Grundwasserspiegel. Meist sind die besiedelten Lebensräume jedoch nur wenige Quadratmeter gross und in ein Mosaik von Feuchtlebensräumen eingebettet. Innerhalb des Lebensraumspektrums der Kleinseggenriede liegen für die Schweiz Vorkommen aus kalkreichen Kleinseggenrieden, Kopfbinsenrieden, bis hin zu kalkarmen Braunseggenrieden vor. Seltener wird die Art aber auch in Pfeifengraswiesen, Grossseggenrieden, Hochstaudenfluren oder Flutmulden angetroffen.

**Mikrohabitat:** Die wenig mobile Art stellt sehr hohe Ansprüche an ihr Mikrohabitat. Aufgrund ihres Bedürfnisses nach einer sehr hohen relativen Luftfeuchtigkeit (80-95%), hält sie sich immer in Nähe des Grundwasserspiegels auf (0 bis max. 20 cm Distanz, Kuczyńska et al. 2010). Ein konstant feuchtes Mikroklima wird ausserdem durch eine mächtige und gut durchfeuchtete Moos- und / oder Streuschicht garantiert. Auch Schatten spendende Horste von Kleinseggen oder Binsen (z.B. *Carex viridula*, *Schoenus ferrugineus*) tragen zu einem günstigen Mikroklima bei, insbesondere wenn diese über Kleinstgewässer ragen. Daher hält sich die Vierzähnlige Windelschnecke gerne an der Basis solcher Horste auf. Grossräumigere Beschattung (bewaldete Standorte, dichte Schilfröhrichte) werden hingegen gemieden, womöglich aufgrund ernährungsphysiologischer Aspekte. Nebst der Feuchtigkeit ist offenbar vor allem der Basengehalt im Wasser (auch kleinräumig) entscheidend. In Irland, der Slowakei und Polen scheint eine leichte Tuffausfällung infolge hoher Calciumcarbonat-Konzentration ein zuverlässiger Mikrohabitat-Indikator zu sein. Aus dem französischen Jura wird ausserdem von einer Assoziation mit den beiden kalkliebenden Moosarten *Campyllum stellatum* und *Scorpidium cossonii* berichtet (Lasne et al. 2021).



Abbildung 2: Typischer Lebensraum (Kalkreiches Kleinseggenried) und Mikrohabitat (Tuffausfällung und Rostrote Kopfbinsse, *Schoenus ferrugineus*) der Vierzähnligen Windelschnecke im Kanton Bern.

**Standortfaktoren:** Die Vierzähnlige Windelschnecke gilt als kalkliebend (calciphil). Die pH-Werte und elektrische Leitfähigkeit ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) untersuchter Standorte bestätigen dies (s. Tabelle 1). In nur moderat basischen Lebensräumen (Braunseggenriede, Übergangsmoore) werden ebenfalls Mikrohabitate mit höherem Kalkgehalt bevorzugt. Diese werden typischerweise durch eher mineralreiches Grundwasser als durch Regenwasser gespiesen. Bereiche mit dichtem Torfmoosbewuchs oder Schwinggrasen werden hingegen gänzlich gemieden.

Tabelle 1: Publierte Standortfaktoren untersuchter Vorkommen der Vierzähnligen Windelschnecke aus Mittel- und Nordeuropa.

|         | Min. | Mittel. | Max. | Land                          | Referenz               |
|---------|------|---------|------|-------------------------------|------------------------|
| pH-Wert | 5.50 | 7.20    | 7.80 | Frankreich (Jura)             | Lasne et al. 2021      |
|         | 4.70 | 7.00    | 8.10 | Slowakei, Polen (W. Karpaten) | Schenkova et al. 2012  |
|         | 5.00 | 6.93    | 8.50 | Schweden (Uppsala)            | Proschwitz et al. 2005 |

|                                              |      |      |      |                                                 |                       |
|----------------------------------------------|------|------|------|-------------------------------------------------|-----------------------|
|                                              | 6.00 | 6.91 | 8.00 | Slowakei, Tschechei,<br>Polen (Westl. Karpaten) | Horsák & Hajek 2005   |
| <b>Leitfähigkeit</b><br>( $\mu\text{S/cm}$ ) | 43   | 322  | 611  | Frankreich (Jura)                               | Lasne et al. 2021     |
|                                              | 33   | 363  | 918  | Slowakei, Polen<br>(W. Karpaten)                | Schenkova et al. 2012 |
|                                              | 51   | 311  | 485  | Slowakei, Tschechei,<br>Polen                   | Horsák & Hajek 2005   |

## Biologie

**Ernährung:** Die Vierzähnlige Windelschnecke ernährt sich von abgestorbenem Pflanzenmaterial und «weidet» epiphytisch wachsende Algen, Bakterien und vermutlich auch Mikropilze ab.

**Fortpflanzung und Lebenszyklus:** Die Vierzähnlige Windelschnecke ist hermaphrodit. Gegenseitige Befruchtung kommt zwar vor, ist aber selten (80% der Individuen sind aphallisch). Die Fortpflanzung erfolgt meist durch Selbstbefruchtung. Es werden 1-10 unverkalkte Eier einzeln abgelegt. Die Geschlechtsreife wird in weniger als einem Jahr erreicht. Im Sommer sind die meisten Tiere ausgewachsen, im Herbst ist die Populationsgrösse und der Anteil an Jungtieren am grössten. Die Aktivitätsperiode endet je nach Standortverhältnissen ca. im November. Zur Überwinterung ziehen sich die Tiere in oder unter die Laub- und Streueschicht, oder in den Wurzelstockbereich von Seggen und Binsen, zurück. Die Lebensdauer beträgt ein bis maximal zwei Jahre. Die Phänologie entspricht somit keinem simplen 1-Jahreszyklus. Trotzdem scheint eine alljährliche Reproduktion wichtig, um den Fortbestand einer Population sicherzustellen.

**Bestandesdichten:** Die Bestandesdichten der bekannten Vorkommen reichen von einzelnen wenigen Tieren pro Quadratmeter bis hin zu Zahlen im unteren zweistelligen Bereich (s. Kapitel 3.2.3). Nur in seltenen Fällen werden hohe Dichten mit mehr als hundert Individuen pro Quadratmeter dokumentiert. Die Bestandesdichten können zeitlich stark variieren und werden massgebend durch die Wetterbedingungen im entsprechenden Jahr beeinflusst (bis zu einem Faktor von zehn, M. Colling mündl. 2023, Cameron 2003).

**Bewegungsrate und Ausbreitungsmechanismen:** Aufgrund ihrer geringen Grösse und ihrer strikten Bindung an ein sehr feuchtes Mikroklima ist die Vierzähnlige Windelschnecke ausgesprochen wenig mobil. Der Bewegungsradius während ihrer Lebenszeit wird auf maximal 20 cm geschätzt. Eine Distanz, die ihr gerade ermöglicht, bei Überflutung- oder Austrocknungsgefahr geeignetere Mikrohabitate aufzusuchen. Natürliche Ausbreitungsmechanismen sind ungewiss, diskutiert werden passive Verschleppungen durch Vögel, Kleinsäuger, Wild, Amphibien und (Hoch-)Wasser. An beweideten Standorten dürften auch Vieh, an gemähten Standorten Mäh- und Schuhwerk eine Rolle für die kleinräumige Ausbreitung spielen. Spontane Besiedlungen über grössere Distanzen sind via passive Verschleppungen und aufgrund der fragmentiert vorkommenden Lebensräume wenig wahrscheinlich.

## 2.2 Verbreitung, Zustand und Trends

### Verbreitung international

Die Vierzähnlige Windelschnecke ist boreo-alpin-zentralasiatisch verbreitet. In Mitteleuropa sind Vorkommen aus dem ganzen Alpenbogen inklusiv Jura bekannt: Schweiz, Frankreich, Süddeutschland, Österreich, Norditalien, Slowenien. Weitere Vorkommen gibt es in den Karpaten: Slowakei, Polen, Ukraine, Rumänien. Im nördlichen Europa sind Vorkommen aus Irland, Grossbritannien, Skandinavien, dem Baltikum, Nord-Deutschland und Karelien bekannt. Das Verbreitungsgebiet ist einigermaßen zusammenhängend. Die wenigen Vorkommen in Mitteleuropa sind klein und stark isoliert. Die Vierzähnlige Windelschnecke gilt in Mitteleuropa als Glazialrelikt. Bekannte rezente Vorkommen beschränken sich auf Moore, welche bereits vor dem Ende der letzten Eiszeit existierten und ihren Charakter während des Holozäns beibehalten haben. Dies erklärt, weshalb geeignete Standorte, welche aber erst in jüngerer Zeit entstanden sind (z.B. durch Rodung), in der Regel nicht besiedelt sind.

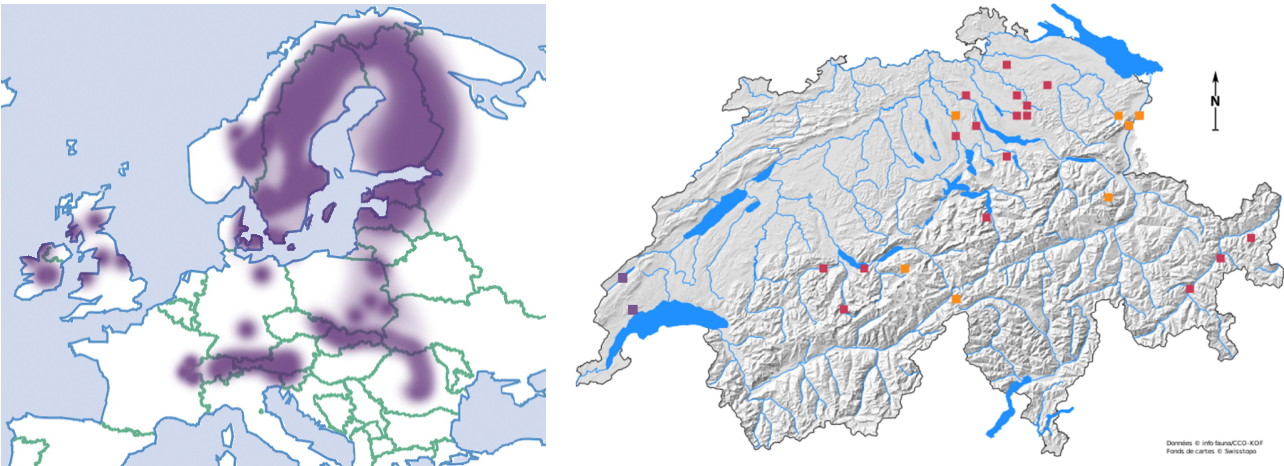


Abbildung 3: Verbreitung in Europa (aktualisiert nach Welter-Schultes 2012) und in der Schweiz (lepus.infofauna.ch, Grenzzjahr 2010, aufgerufen am 3.11.2023). Zwei Fundstellen im Schweizer Jura von 2023, welche noch nicht offiziell in der Karte integriert sind, sind als violette Quadrate ergänzt.

Verbreitung, Zustand und Entwicklungstrends in der Schweiz

Die bekannten Vorkommen der Vierzähnligen Windelschnecke in der Schweiz liegen sehr zerstreut im östlichen Mittelland, im Jura, in den nördlichen Voralpen und in den Zentralalpen. Es besteht keine Vernetzung zwischen den stark fragmentierten Populationen. Die Vorkommen befinden sich auf einer Höhe zwischen 380 bis 1690 m ü. M.

Über den Zustand und die Entwicklungstrends der einzelnen Populationen in der Schweiz ist kaum etwas bekannt. Mit einzelnen Ausnahmen handelt es sich bei den erfolgten Nachweisen um einmalige Fundmeldungen.

*Vollständigkeit der Datenlage:* Aufgrund der äusserst schwierigen Nachweisbarkeit ist anzunehmen, dass der Kenntnisstand über die Verbreitung der Vierzähnligen Windelschnecke in der Schweiz noch sehr lückenhaft ist. Die Mehrheit der Nachweise (62.5%) stammen denn auch aus jüngster Zeit (letzte 15 Jahre). Das Lebensraumpotenzial ist insbesondere im Bereich der kalkhaltigen Voralpen und im Jura vorhanden, auch im Kanton Bern. Im Rahmen der Aktualisierung der Roten Liste der Weichtiere der Schweiz (2021-2025) wurden 2023 erstmals zwei Standorte im Waadtländer Jura entdeckt. Es ist damit zu rechnen, dass es weitere, bislang unbekannte Standorte in der Schweiz gibt.

2.3 Gefährdungsursachen

Die wichtigsten Gefährdungsursachen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: In der Fachliteratur genannte Gefährdungsursachen und deren Bedeutung für den Kanton Bern.

| Gefährdung                                                                 | Wirkungsmechanismus                                                                                                                                                                                                                                                                              | Bedeutung für bekannte Vorkommen im Kanton BE                                                                                                                         | Quelle  |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Klimawandel</b><br>- Trockenperioden<br>- Niederschlag<br>- Hitzephasen | Unbekannt, vermutlich: <ul style="list-style-type: none"><li>• Austrocknung der oberen Boden-, Moos- und Streuschicht, Absenkung des Grundwasserspiegels (auch indirekt, durch erhöhte Wasserentnahme zur Bewässerung).</li><li>• Überschwemmungen, temporäre Überstauungen, Murgänge.</li></ul> | <b>gross:</b> Extrem klimasensitive Art! Risiko für Austrocknung und Überstauung besteht an allen Standorten (Überschwemmungsrisiko v.a. in Kandersteg und Weissenau) | a, b, j |

|                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fehlende isolierende Schneedecke im Winter, phänologische Verschiebungen, Stoffwechselstörungen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
| <b>Verschilfung</b>                                          | Unbekannt, vermutlich: <ul style="list-style-type: none"> <li>Störung Mikrohabitat, Einfluss auf Zusammensetzung der Streuschicht</li> <li>evtl. ernährungsphysiologische Beeinträchtigungen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>gross:</b> Verschilfungsgefahr an allen bekannten Standorten vorhanden (in Kandersteg und Diemtigen teilw. bereits stark fortgeschritten).                                                                                                              | b,e                 |
| <b>Mahdregime und Mähtechnik</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Schädigung der Vegetationszusammensetzung und des Mikrohabitats.</li> <li>Oberflächliches Austrocknen der bodennahen Vegetations- und Streuschicht direkt nach der Mahd (insbesondere wenn Mahdzeitpunkt während immer stärkeren und länger anhaltenden Trockenperioden).</li> <li>Zu tief angesetzte Schnitthöhe (fehlende Beschattung der bodennahen Schicht).</li> <li>Keine oder zu wenige ungemähte/ungestörte Bereiche.</li> <li>Überfahren von Tieren durch schwere Maschinen</li> </ul> | <b>gross:</b> Mahdzeitpunkte gemäss Bewirtschaftungsverträgen zunehmend problematisch (durch Klimaerwärmung stärkere und längere Trockenperioden, auch im Herbst), Dimensionierung / Lage Rückzugsstreifen suboptimal, Einsatz von schweren Maschinen.     | c,d                 |
| <b>Verbuschung und Verwaltung</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Veränderung der Vegetationszusammensetzung</li> <li>Störung des Mikrohabitats</li> <li>evtl. ernährungsphysiologische Beeinträchtigungen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>mittel:</b> Verbuschungsgefahr an allen bekannten Standorten vorhanden (aktuell v.a. in Kandersteg).                                                                                                                                                    | a, b, e, i          |
| <b>Vernässungsprojekte, Hoch-/Flachmoorregenerationen</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ertrinken der Lebewesen bei längerer Überstauung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>mittel:</b> Gefahr besteht insbesondere in kalkreichen Flachmooren und bei noch unbekannten Vorkommen. An den bekannten Standorten bräuchte es vorgängig gute Abklärungen zu Chancen und Risiken, sollten Regenerationen notwendig sein/geplant werden. | a, j                |
| <b>Nährstoffeinträge</b><br>- Landwirtschaft<br>- Atmosphäre | <ul style="list-style-type: none"> <li>Veränderung der Vegetationszusammensetzung.</li> <li>Dichtwüchsige, wenige lückige Vegetationsdecke.</li> <li>Störung des Mikrohabitats</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>gering:</b> Pufferzonen vorhanden, Nährstoffeinträge nur randlich sichtbar, aber: atmosphärische Einträge!                                                                                                                                              | a, b, d, f          |
| <b>Entwässerung, Störung des Wasserhaushaltes</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundwasserabsenkung bzw. -schwankungen, Austrocknung der oberen Boden-, Moos- und Streuschichten.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>gering:</b> Zwar extreme Anfälligkeit, Anlegen neuer Drainagen in allen Gebieten aber verboten, Entwässerungen                                                                                                                                          | a, b, c, d, e, g, h |

|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                       |                     |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                      | finden in Vergangenheit statt.                                                                        |                     |
| <b>Versauerung</b><br>- atmosphärisch («Saurer Regen»)<br>- Landwirtschaft | <ul style="list-style-type: none"> <li>Unbekannt, die Art gilt aber als streng calciphil.</li> </ul>                                                                                                                                                 | <b>gering:</b> Der Säuregehalt im Niederschlag ist in der Schweiz seit langem rückläufig (BAFU 2023). | c, d                |
| <b>Pestizide</b>                                                           | Unbekannt, vermutlich: <ul style="list-style-type: none"> <li>direkte Schädigung der Lebewesen (Resorption, Ernährung)</li> <li>indirekte Effekte über die Vegetation (Herbizide)</li> </ul>                                                         | <b>gering:</b> Standorte liegen in landwirtschaftlich wenig intensiven Landschaftskammern.            | f                   |
| <b>Bodenbearbeitung</b><br>(inkl. Pflügen)                                 | Unbekannt, vermutlich: <ul style="list-style-type: none"> <li>Störung Mikrohabitat</li> <li>Schäden an Lebewesen</li> </ul>                                                                                                                          | <b>gering:</b> An den bekannten Standorten verboten.                                                  | f                   |
| <b>Überweidung</b>                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Direkte Schäden durch zu hohe Trittbelastung (zu schwere Rinderrassen, zu hohe Weideintensität).</li> <li>Indirekte Schäden durch Veränderung der Bodenstruktur und der Vegetation (auch via Kot).</li> </ul> | <b>gering:</b> Bekannte Standorte werden nicht beweidet.                                              | a, b, c, d, e, f, i |
| <b>Abbrennen von Vegetation</b>                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zerstörung der Population</li> </ul>                                                                                                                                                                          | <b>gering:</b> An den bekannten Standorten verboten.                                                  | f                   |
| <b>Habitatverlust, Habitatzerstörung</b>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zerstörung der Population</li> </ul>                                                                                                                                                                          | <b>gering:</b> Bekannte Standorte sind in einem kantonalen oder nationalen Flachmoorinventar.         | a, b, e             |

[a] Rüetschi et al. 2012  
 [b] Müller & Rüetschi 2018  
 [c] LUBW 2020  
 [d] Jueg & Menzel-Harloff et al. 2010  
 [e] Proschwitz 2005

[f] Cameron et al. 2003  
 [g] Schenkova et al. 2012  
 [h] Kuczynska et al. 2010  
 [i] Holyoak et al. 2005  
 [j] Plum 2005

## 2.4 Bekannte Fördermassnahmen

Weder aus der Schweiz noch aus dem Ausland sind laufende Artförderungsprogramme für die Vierzähnlige Windelschnecke bekannt. Gemäss publizierter Fachliteratur finden Untersuchungen nach FFH-Monitoring-Methode in Deutschland und Irland statt. Weiter finden sich Hinweise zu (generellen) Schutz- und Fördermassnahmen, welche in Tabelle 3 zusammengefasst sind.

Tabelle 3: In der Fachliteratur genannte Fördermassnahmen und deren Bedeutung für die bekannten Vorkommen im Kt. Bern.

| Massnahme                                                                | Mögliche Umsetzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Bedeutung im Kantont                                                                                                                       | Quellen    |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Erhalt eines hohen und stabilen Wasserhaushalts</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Entfernen von bestehenden Drainagen und Entwässerungsgräben (sofern die aktuelle Bewirtschaftungsweise dadurch nicht verunmöglicht wird!).</li> <li>Punktueller Vernässung, Wasserzufuhr optimieren, z.B. im Rahmen von Fließgewässerrevitalisierungen.</li> <li>Wasserentnahme im Umland regulieren (Absenken des Grundwasserpegels verhindern).</li> <li>Hydrologische Pufferzonen überprüfen</li> </ul> | <b>gross:</b> Mit Klimawandel (Trockenperioden) an Bedeutung zunehmend. Entwässerungsgräben z.T. vorhanden.                                | b, c, d, f |
| <b>Erhalt der typisch niedrigwüchsigen, lückigen Vegetationsstruktur</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pflegemahd auf allen Flächen mit Vorkommen (alternativ: extensive Beweidung).</li> <li>Sträucher periodisch auf den Stock setzen, wo nötig zusätzliches Entfernen von Wurzelstöcken (unter Schonung der Randsäume im Bereich angrenzender Waldflächen).</li> </ul>                                                                                                                                         | <b>gross:</b> Fortführung der Bewirtschaftung an allen Standorten essenziell, da Druck von Verbrachung, Verschilfung und Verbuschung hoch. | c, d, f    |
| <b>Reduktion der Verschilfung</b>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frühmahd auf stark verschilften Teilflächen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>gross:</b> Div. Standorte mit Verschilfung, evtl. sind bereits Lebensraumverluste erfolgt.                                              | d          |
| <b>Optimiertes Mahdregime</b>                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>frühesten Mahdzeitpunkt später im Jahr ansetzen, lange und ausgeprägte Trockenphasen meiden (Austrocknungsgefahr!).</li> <li>Schnitthöhe höher ansetzen (mind. 10 cm).</li> <li>Rückzugsstreifen auf mind. 20% der Fläche.</li> <li>mehrere streifenförmige Rückzugsstreifen (mind. 1 m breit) über den Winter stehen lassen, jährlich rotieren.</li> </ul>                                                | <b>gross:</b> An div. Standorten optimierbar.                                                                                              | a, c, d    |
| <b>Reduktion der mechanischen Belastung</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Anlegen von 1-jährigen Rückzugsstreifen (s. Mahdregime).</li> <li>Effizientere Fahrwege prüfen</li> <li>Maschineneinsatz prüfen (ggf. Einsatz von leichteren Balkenmähern auf Teilflächen)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                      | <b>mittel:</b> Optimierungsmöglichkeiten limitiert, generell besteht eher eine Unternutzung der Flächen.                                   | b          |
| <b>Wiederherstellung geeigneter Lebensräume</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Wiederherstellung potenziell geeigneter (Mikro-)Lebensräume in unmittelbarer Nähe der letzten Vorkommen, inkl. Verbesserung der Vernetzung und des</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                              | <b>mittel:</b> Sollte aufgrund eingeschränkter Mobilität direkt angrenzend sein, Potenzial nur teilw. vorhanden.                           | b, d       |

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                    |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Kartierung älterer Fundstandorte und von Potenzialgebieten</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Überprüfung älterer Fundangaben und Kartierung von potenziell geeigneten Gebieten (insbesondere Flachmoor-Inventarobjekte)</li> <li>Überprüfung von vermuteten Vorkommen vor Vernässungs- und Moorregenerationsprojekten, um allfällige Populationen bestmöglich zu schonen und in die Planung mit einzubeziehen</li> </ul> | <b>mittel:</b> Weitere pot. Standorte v.a. in den Vor-alpen und im Jura möglich.                                                                                                                   | a, b    |
| <b>Sicherung des Lebensraums</b><br>- Inventarisierung<br>- Bewirtschaftungsverträge | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lebensräume bekannter Vorkommen inventarisieren (nat. oder kant. Flachmoorinventar).</li> <li>Spezifische Bewirtschaftungsverträge auf der gesamten Fläche mit Vorkommen oder hohem Potenzial.</li> <li>Ausreichend grosse Nährstoff- und hydrologische Pufferzonen definieren.</li> </ul>                                  | <b>gering:</b> Bekannte Standorte sind bereits im kantonalen oder nationalen Flachmoorinventar, Bewirtschaftungsverträge existieren auf allen betroffenen Flächen. Pufferzonen sind zu überprüfen. | b, d, f |
| <b>Nährstoffeinträge</b>                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nährstoffpufferzonen überprüfen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>gering:</b> An allen Standorten bereits ausreichend vorhanden.                                                                                                                                  | c       |
| <b>Neuanlage geeigneter Lebensräume</b>                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vernässung von degenerierten Flächen mit hohem Potenzial</li> <li>Schnittgutübertrag aus geeigneten Spenderflächen</li> <li>Pflegemahd und -eingriffe, bis zur gewünschten Vegetationsentwicklung</li> </ul>                                                                                                                | <b>gering:</b> Lebensraum schwierig anzulegen, Erfolgchancen ungewiss (Vorkommen nur in Lebensräumen, die bereits seit Eiszeit existieren).                                                        | a       |
| <b>Ansiedlungen</b>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sammeln und Übertragen von Individuen bekannter Standorte in ehemalige / neue geeignete Standorte.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                               | <b>gering:</b> Keine geeigneten ehemaligen Standorte bekannt, Erfolgchancen und Auswirkungen sehr ungewiss.                                                                                        | -       |

[a] Rüetschi et al. 2012  
[b] Müller & Rüetschi 2018  
[c] LUBW 2020  
[d] Jueg & Menzel-Harloff et al. 2010  
[e] Proschwitz 2005

[f] Cameron et al. 2003  
[g] Schenkova et al. 2012  
[h] Kuczynska et al. 2010  
[i] Holyoak et al. 2005  
[j] Birrer 2021

## 2.5 Fehlendes Wissen

Da es sich bei der Vierzähnligen Windelschnecke um eine FHH-Art handelt, liegen einige Publikationen zu Neuentdeckungen, Habitatsansprüchen und Monitoring-Methoden vor. Diese stammen meistens aus den Westlichen Karpaten (Grenzgebiet Slowakei und Polen), seltener aus Irland oder Deutschland. Die Situation in der Schweiz ist hingegen weitgehend unerforscht.

Vor diesem Hintergrund sollten die folgenden Wissenslücken untersucht werden (ergänzt nach Pokryszko 2003):

- Klärung der grossräumigen Verbreitung in der Schweiz (insbesondere Jura und Voralpen).
- Untersuchung zu den besiedelten Lebensräumen und den (Mikro-)Habitatsansprüchen (Feuchtigkeit und Wasserhaushalt, pH, Leitfähigkeit, Temperatur, Exposition, Höhenstufe, Begleitflora und -fauna).
- Fragen zur Autökologie: Ernährung, Fortpflanzung, Phänologie, Populationsdynamik
- (Mindest-)Bestandesdichten, Ausbreitung, Neubesiedlungen
- Genetische Diversität und allfällige Vernetzung der Populationen.
- Fördermassnahmen und ihre Wirksamkeit, insbesondere:
  - Einfluss und Optimierung der Pflegemahd (Zeitpunkt, Anzahl Schnitte, Abfuhr des Mahdguts, Anlegen von Rückzugstreifen, Schwere und Art der Mähmaschine), unter Berücksichtigung allfälliger Zielkonflikte mit anderen schutzwürdigen Tier- und Pflanzenarten und im Hinblick auf vermehrt auftretende Hitze- und Trockenperioden infolge der Klimaerwärmung.
  - Auswirkung und Optimierung einer extensiven Beweidung (Zeitpunkt, Weidetierarten, Zusammensetzung, Weideintensität).
  - Einfluss und Optimierung von hydrologischen und Nährstoff-Pufferzonen um besiedelte Lebensräume (Lage, Dimensionierung).
  - Massnahmen zur erfolgreichen Reduktion von Verschilfung und Verbuschung.
  - Anforderungen an den Wasserhaushalt.
  - Erfolgchancen und -faktoren von (Wieder-)Ansiedlungen

## 2.6 Handlungsbedarf

Trotz der oben genannten Unsicherheiten besteht bereits heute «klarer Handlungsbedarf» für den Schutz und Erhalt der Vierzähnligen Windelschnecke, wie auch für die typischerweise besiedelten Lebensräume (*Caricion davallianae*, *Caricion lasiocarpae*). Zu diesem Schluss kommt die Autorenschaft der Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume der Schweiz (BAFU 2019).

Die Vierzähnlige Windelschnecke gilt mit ihren Feuchtigkeitsansprüchen als äusserst klimasensitiv. Aufgrund der fortschreitenden Klimaerwärmung und Häufung von Extremereignissen ist mit negativen Auswirkungen auf die Populationen zu rechnen (Austrocknung infolge von Hitze- und Trockenperioden, aber auch Überschwemmungen nach Starkniederschlag). Zudem sind die Vorkommen im Kanton Bern stark fragmentiert und auf nur wenige Quadratmeter beschränkt. Das Aussterberisiko ist daher gross. Zwei von vier Subpopulationen in Kandersteg, mit Nachweisen aus dem Jahr 2001, konnten bereits nicht mehr bestätigt werden. Als mögliche Hauptursache kommen auch die Hochwasserereignisse im Jahr 2005 und 2011 in Frage.

Eine weitere Hauptgefahr geht von einer falschen Bewirtschaftung aus: Auf unternutzten Flächen droht Verbrachung, Verbuschung und Verschilfung. In der Folge ändern sich die mikroklimatischen Bedingungen auf eine für die Vierzähnlige Windelschnecke unvorteilhafte Weise. Andererseits schadet ihr eine zu intensive Nutzung durch die hohe Austrocknungsgefahr direkt nach dem Schnitt (starke Exponierung der Streuschicht, insbesondere während Trocken- und Hitzeperioden) und das Überfahren von Tieren mit schwerem Mähmaschinen. Vermutlich werden auch Tiere mit dem Mahdgut abgeführt, was bei wiederholtem Auftreten einen negativen Effekt haben dürfte. Es muss also ein Kompromiss gefunden werden zwischen Unter- und Übernutzung, welcher auch auf lange Sicht praktikabel ist.

An den drei bekannten Standorten kann die Bewirtschaftung mit wenigen Massnahmen zugunsten der Vierzähnligen Windelschnecke optimiert werden. Weiter sollen beeinträchtigte Lebensraumbereiche (z.B.

stark verschliffte Flächen) aufgewertet werden. Das durch Klimaerwärmung und vermehrte Extremereignisse erhöhte Aussterberisiko wird dadurch abgemildert, denn die Populationen werden gestärkt und die besiedelten Flächen ausgeweitet.

Die Vierzähnlige Windelschnecke wird aufgrund ihrer spezifischen Lebensraumsprüche als wichtige Schirmart (*umbrella species*) im Naturschutz angesehen (Coufal et al. 2021). Durch die Massnahmen wird nicht nur der langfristige Erhalt der Vierzähnligen Windelschnecke gesichert, sondern es können auch weitere hochspezialisierte und gefährdete Tier- und Pflanzenarten im gleichen Lebensraum profitieren.

### 3. Situation im Kanton Bern

#### 3.1 Vorgehen und Methode

Im Kanton Bern liegen für die Vierzähnlige Windelschnecke insgesamt sieben Nachweise aus vier Regionen vor (Infospecies Datenabfrage vom 1. April 2021). Im Rahmen der Erarbeitung des vorliegenden Aktionsplanes wurden alle diese Vorkommen überprüft und beurteilt. Auf das Aufsuchen neuer Standorte wurde aufgrund der zu ungewissen Erfolgchancen bei einer derart schwer nachweisbaren Zielart bewusst verzichtet.

Tabelle 4: Infospecies Datenbankabfrage vom 1. April 2021.

| Region      | Höhe          | Anzahl Nachweise | Aktuellster Nachweis |
|-------------|---------------|------------------|----------------------|
| Grindelwald | 1445 m. ü. M. | 1                | 1982                 |
| Kandersteg  | 1180 m. ü. M. | 4                | 2001                 |
| Unterseen   | 558 m. ü. M.  | 1                | 2015                 |
| Diemtigen   | 995 m. ü. M.  | 1                | 2017                 |

##### 3.1.1 Vorabklärungen

Alle Fundmeldungen wurden vorab plausibilisiert und bei Unklarheiten wurden die Beobachter:innen kontaktiert. Im Falle des alten Nachweises in Grindelwald (1982) stellte sich schnell heraus, dass auf eine weitere Überprüfung verzichtet werden kann (s. 3.4 Verschollene und erloschene Vorkommen).

##### 3.1.2 Felduntersuchungen

Die Felduntersuchungen basieren auf den bestehenden Grundlagen des FFH-Monitorings zur Vierzähnligen Windelschnecke (Menzel-Harloff & Jueg [2012], Kobialka & Colling [2016], Bundesamt für Naturschutz BfN [2017]). Diese gibt eine Erfassungsmethode und ein Bewertungsschema mit verschiedenen Kriterien vor, aufgrund dessen sich der Zustand einer Population recht zuverlässig beurteilen lässt (s. Anhang 6).

Beim Vorgehen nach FFH-Erfassungsmethode wird unterschieden zwischen:

- **Qualitative Voruntersuchung («Scan»)**

**Ziel:** Identifizieren der besiedelten Mikrohabitate, Abgrenzung gegenüber der Restvegetation, Bestimmung der Flächenausdehnung, Vorbereitung zur Auswahl der Probeflächen.

**Vorgehen:** «Handfänge» und gezieltes visuelles Absuchen geeigneter Mikrohabitate, Ausklopfen von Vegetation (insbesondere Laubmoose) und Streu über einer Auffangschale (Aufwand ca. 30-60 min pro Standort).

- **Quantitative Erhebung**

**Ziel:** Abschätzen der Populationsdichte (pro m<sup>2</sup>), der Populationsstruktur (Anteil Lebewesen, Anteil Jungtiere), der Begleitfauna (Malakozönose).

**Vorgehen:** Untersuchung von vier bis acht repräsentativen Probeflächen (0.5 x 0.5m = 0.25 m<sup>2</sup>) im vermuteten Habitat. Abernten der krautigen Vegetation inkl. Moosschicht, Streuauflage und lockerem Oberboden (i.d.R. ca. 1-2 cm Tiefe, total: Volumen von ca. 3L). Aufbereiten des Materials gemäss Nasssiebe-Methode (*wet sieving*, Horsák 2003) in stehendem Wasser direkt im Feld oder zuhause in einer Wanne vorgenommen (Vorteile: Reduktion des Materials ca. um Faktor 10-50x, kein Verkleben beim Trocknen von grossen Streuproben).

Im Labor: Trocknen, Sieben des Materials (kleinstes Sieb 0.7mm), Bestimmung und Auszählen der Gehäuse. Dabei müssen unbedingt adult vs. juvenil und lebende vs. tote Tiere unterschieden werden. Jungtiere können meist anhand der Oberflächenstruktur (regelmässige Rippung der mittleren Umgänge) identifiziert werden.

Um mehr über die besiedelten Mikrohabitate zu erfahren, werden zusätzlich für jede der Probeflächen die folgenden Standortfaktoren gemessen: pH-Wert, Leitfähigkeit, mittlere Vegetationshöhe, geschätzte Deckungsanteile von Moosen, Sauergräsern, Süssgräsern, Binsen und Kräutern.

Im Rahmen der qualitativen Voruntersuchung wurden die folgenden Zonierungen handschriftlich in einem Plan eingezeichnet und später im Massstab 1:1'000 digitalisiert:

- **Kernzone:** Flächen mit gesicherten (lebenden) Vorkommen, Nachweisbarkeit mittels Handfängen zuverlässig, geeignetes Habitat dominiert.
- **Randzone:** Flächen mit gesicherten (lebenden) Vorkommen, Nachweisbarkeit mittels Handfängen möglich, geeignetes Habitat verbreitet.
- **Potenzialzone:** Flächen mit (ehemaligen) Vorkommen, jedoch nur Einzelfunde und keine Lebewesen, keine Nachweisbarkeit mittels Handfängen. Habitat lässt sich mit kleinem bis mittlerem Aufwand aufwerten.

Die Felderhebungen können prinzipiell das ganze Sommerhalbjahr zwischen Anfang Mai und Anfang November (je nach Höhenstufe) durchgeführt werden. Da die grössten Bestandesdichten im Herbst auftreten, hat sich der September als ideal herausgestellt und sollte zwecks Vergleichbarkeit gewählt werden. Je nachdem, ob eine Beurteilung der Vegetation im Lebensraum erforderlich ist, kann eine Erhebung vor oder nach dem alljährlichen Mahdtermin durchgeführt werden. Wichtig ist aber, dass die Streu- und Moosschicht gut zugänglich und nicht von frischem Mahdgut abgedeckt ist.

Gemäss FFH-Monitoring sollten die Arbeiten aufgrund der extremen Feuchtigkeitsansprüche der Art nur nach längeren Regenphasen erfolgen (zeitlicher Nachlauf von ca. 6 - 8 Wochen), um eine bessere Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse sicherzustellen. Erfahrungsgemäss ist eine so starke Optimierung des Erhebungszeitpunktes wenig praktikabel. Es sollten aber auf jeden Fall lange und ausgeprägte Schönwetter- und Trockenperioden gemieden werden. Zu beachten ist auch, dass an eher trockenen Standorten die Nachweisbarkeit mittels Handfänge (s. oben) im Tagesverlauf aufgrund einer oberflächlichen Abtrocknung der Streu- und Moosschicht abnehmen kann. In diesen Fällen sollte die Taufri-sche der frühen Morgenstunden für das Absuchen der vielversprechendsten Stellen genutzt werden

Im Rahmen des Aktionsplans wurden Felderhebungen im September 2021 und 2023 durchgeführt. Im Jahr 2022 wurde aufgrund der grossen Frühlings- und Sommerhitze, sowie der aussergewöhnlichen Trockenperiode bis spät in den Herbst auf eine Untersuchung verzichtet. Pro Standort wurde ein Feldtag investiert.

## 3.2 Aktuelle Vorkommen

### 3.2.1 Anzahl Fundorte

Die Vierzählige Windelschnecke konnte an allen drei untersuchten Standorten bestätigt werden (in Kandersteg zwei von vier Subpopulationen).

### 3.2.2 Lage, Schutzstatus

Die bekannten Vorkommen im Kanton Bern sind in Diemtigen, Kandersteg und in der Weissenau. An allen drei Standorten liegen die Vorkommen auf inventarisierten Flach- und/oder Hochmoorobjekten und es bestehen aktuelle Bewirtschaftungsverträge.

### 3.2.3 Vitalität / Trends

*Resultate der Felduntersuchung:* Die überprüften Vorkommen wurden gemäss FFH-Bewertungsschema beurteilt (s. Kapitel 3.1 Vorgehen und Methode). Die höchste Bestandesdichte wurde mit **209 Lebendtieren** bzw. 307 Gehäusen (Lebend- und Totfunde) pro m<sup>2</sup> in Kandersteg erreicht. In Diemtigen waren es **51 Lebendtiere** bzw. 62 Gehäuse pro m<sup>2</sup>, in der Weissenau **35 Lebendtiere** bzw. 38 Gehäuse pro m<sup>2</sup>. Der Anteil juveniler Lebendtiere betrug in Kandersteg 65%, in Diemtigen 55% und in der Weissenau 26%.

*Vergleich mit anderen Messwerten:* Vergleichswerte von anderen Standorten aus der Schweiz sind nicht bekannt. Im Ausland wird nur selten von Bestandesdichten im oberen zwei- oder gar mehrstelligen Bereich berichtet (s. Tabelle 6). Aufgrund abweichender Methodik, unterschiedlichen Flächengrössen und der geringen Stichprobengrösse ist die Vergleichbarkeit jedoch limitiert.

Tabelle 5: Publierte Messwerte zu Bestandesdichten der Vierzähligen Windelschnecke, sortiert nach absteigender Bestandesdichte pro m<sup>2</sup>.

| Land                   | Region                                  | Bestandesdichte pro m <sup>2</sup> | Anzahl Standorte | Bemerkung                                              | Quelle                |
|------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------|
| Vereinigtes Königreich | Waun Eurad Anglesey                     | 220 Gehäuse                        | 1                | vermutlich Lebend- und Totfunde, aus Grafik abgeleitet | Cameron 2003          |
| Schottland             | Perthshire, Black Isle, Island of Islay | 86 Gehäuse                         | 38               | Lebend- und Totfunde, umgerechnet auf 1m <sup>2</sup>  | Killeen et al. 2019   |
| Litauen                | div. Regionen                           | 66 Gehäuse                         | 30               | vermutlich Lebend- und Totfund                         | Skujine et al. 2021   |
| Frankreich             | Hautes-Alpes                            | 31 Gehäuse                         | 1                | Lebend- und Totfunde, umgerechnet auf 1m <sup>2</sup>  | Roy et al. 2016       |
| Irland                 | Kildare                                 | 29 Lebendtiere                     | 13               | umgerechnet auf 1m <sup>2</sup>                        | Kuczyńska et al. 2010 |

|                                         |                        |             |    |                                                       |                                   |
|-----------------------------------------|------------------------|-------------|----|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Frankreich                              | Jura, Franche Comte    | 8 Gehäuse   | 32 | Lebend- und Totfunde, umgerechnet auf 1m <sup>2</sup> | Lasne et al. 2021                 |
| Norddeutschland                         | Mecklenburg-Vorpommern | 6 Lebewesen | 3  | Beste methodische Vergleichbarkeit (FFH-Monitoring)   | Menzel-Harloff & Jueg et al. 2012 |
| Grenzgebiet Polen, Slowakei, Tschechien | Westliche Karpaten     | 1 Gehäuse   | 25 | Lebend- und Totfunde, umgerechnet auf 1m <sup>2</sup> | Horsák 2006                       |

**Schlussfolgerung:** Die Werte zur Vitalität an den drei Standorten im Kanton Bern liegen meist recht deutlich über der gemäss Fachliteratur zu erwartenden Grössenordnung. Insbesondere in Kandersteg scheint es sich um eine sehr grosse und vitale Population zu handeln. Dieser Eindruck wurde in der qualitativen Voruntersuchung mittels Handfängen bestätigt. Die Kernzone (Bereiche mit optimalem Habitat) ist mit 5'370 m<sup>2</sup> entsprechend gross. Die Populationen in Diemtigen und in der Weissenau scheinen weniger gross zu sein. Entsprechend sind auch die Kernzonen mit 560 m<sup>2</sup> bzw. 1'340 m<sup>2</sup> deutlich kleiner.

Der Entwicklungstrend für die Vierzählige Windelschnecke im Kanton Bern scheint aktuell noch einigermaßen stabil. Alle drei bekannten Vorkommen konnten bestätigt werden, auch diejenigen, die schon älteren Datums sind.

*Bemerkung:* Aussagen zur Vitalität und Populationstrends bleiben aufgrund der erfolgten Untersuchung vage. Im bayrischen Alpenvorland wurden in einem Gebiet zwischen 2011 und 2019 mehrere Populationen vier Mal quantitativ erhoben. Dabei schwankte die grösste Population um den Faktor zehn von 15 bis 153 Individuen pro m<sup>2</sup> (M. Colling mündl., 2023). Es ist bekannt, dass die Populationsdynamik der Vierzähligen Windelschnecke stark vom Wetter beeinflusst wird (siehe z.B. Ergebnisse von Cameron 2003). Weiter sind die Vorkommen innerhalb des Lebensraumes stark aggregiert und schwer aufzufinden, weshalb ein gewisser Zufall mitspielt.

### 3.3 Unsichere Vorkommen

Es sind keine unsicheren Vorkommen der Vierzähligen Windelschnecke im Kanton Bern bekannt.

### 3.4 Verschollene und erloschene Vorkommen

Das Vorkommen aus Grindelwald wurde 1982 von Hans Trüb entdeckt. Gemäss dem Beobachter handelt es sich bei dem Standort um einen ausgesprochenen Spezialfall, denn die Art wurde in einem Eschenwald in einer kleinen feuchten Senke gefunden. Aufgrund bereits zwei erfolgloser Nachkontrollen wurde auf das erneute Überprüfen des Vorkommens verzichtet. Es ist anzunehmen, dass sich die Population in diesem untypischen Lebensraum nicht halten konnte.

### 3.5 Angesiedelte Vorkommen

Es sind keine Ansiedlungsversuche für die Vierzählige Windelschnecke bekannt.

## 4. Umsetzung Aktionsplan (Soll-Zustand)

### 4.1 Ziele

Die folgenden Ziele gilt es für den langfristigen Erhalt (Planungshorizont: 2035) und die Förderung der Vierzähnligen Windelschnecke (*Vertigo geyeri*) im Kanton Bern zu verfolgen. Die Ziele sind absteigend priorisiert. Sie gelten auch für alle allfällig neu entdeckten Populationen.

#### **Ziel 1: Erhalten und stärken**

Die bestehenden drei Populationen sowie ihre Lebensräume an den bekannten Standorten Diemtigen, Kandersteg und Weissenau bleiben langfristig erhalten und ihre Standorte werden entsprechend den Ansprüchen der Vierzähnligen Windelschnecke gepflegt.

#### **Ziel 2: Ausweiten**

In benachbarten, ehemals oder kaum mehr besiedelten Potenzialzonen ist die Fläche mit geeigneter Lebensraumqualität sowie die besiedelte Fläche bis 2035 an jedem der 3 bekannten Standorte vergrössert.

#### *Zielkonflikte*

Die nachfolgend definierten Massnahmen für die Vierzähnlige Windelschnecke haben einen Einfluss auf bestehende Lebensräume und Artengemeinschaften. Da es sich um besondere und gefährdete Lebensräume handelt, ist nicht überraschend, dass an allen drei Standorten das Potenzial für Zielkonflikte im Artenschutz besteht. Nach aktuellem Kenntnisstand betrifft das in erster Linie zwei gefährdete Schmetterlingsarten: Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Phengaris teleius*) und Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Phengaris nausithous*) sowie mehreren Orchideenarten (z.B. Zwiebelorchis, Blutrote Fingerwurz).

Die Bedürfnisse dieser anderen Arten gilt es bei der standortspezifischen Umsetzung der Massnahmen zugunsten der Vierzähnligen Windelschnecke zu berücksichtigen. Durch eine gute Abstimmung, beispielsweise beim Mahdzeitpunkt und der Lage und Dimensionierung von Rückzugsstreifen, lassen sich die meisten Zielkonflikte vermutlich entschärfen. Details sind den Populationsblättern im Anhang zu entnehmen. Nebst Zielkonflikten besteht aber auch ein grosses Potenzial für Synergien (z.B. Reduktion der Verschilfung).

#### **4.1.1 Wirkungs- und Umsetzungsziele**

Es gelten die folgenden Wirkungs- und Umsetzungsziele zur Erreichung der übergeordneten Ziele.

**Wirkungsziel 1 (Erhalten):** Der Zustand und die Habitatqualität (gemäss FFH-Monitoring Bewertungsschema) der 3 bekannten Populationen sind stabil oder verbessern sich: In Kandersteg und Diemtigen «hervorragend», Weissenau mindestens «gut».

**Umsetzungsziel 1.1:** In Diemtigen werden bis Ende 2024 die Perimeter der Flachmoor-Inventarobjekte überprüft und darauffolgend, sofern gemäss Flachmoor-Kriterien möglich, die gesamten Kern-, Rand- und Potentialzonen ins Inventar aufgenommen. An allen 3 aktuell bekannten Standorten werden die ausgewiesenen oder neu zu definierenden hydrologischen und Nährstoffpufferzonen bis Ende 2024 überprüft.

**Umsetzungsziel 1.2:** Bis Ende 2025 ist die Bewirtschaftung der gesamten Kern-, Rand- und Potentialzonen der 3 Populationen entsprechend den Ansprüchen der Zielart sowie unter Berücksichtigung der Zielkonflikte vertraglich geregelt. Spätestens ab 2026 werden diese Flächen entsprechend bewirtschaftet.

*Umsetzungsziel 1.3:* Das Monitoring gemäss FFH-Methode wird bis mindestens 2035 durchgeführt. Die Aufnahmen erfolgen im Abstand von 3 Jahren, beginnend 2026. Bei stabilen oder positiven Entwicklungstrends der Populationen (Kriterien zum Zustand der Population gemäss FFH-Bewertungsschema), kann nach 3 Erhebungen (Ausgangszustand von 2023 und 2 Folgeerhebungen), auf ein extensiveres Zeitintervall alle 6 Jahre gewechselt werden (Turnus: 2026-2029-(2032)-2035).

*Umsetzungsziel 1.4:* Die Ergebnisse des Monitorings werden jeweils evaluiert. Bei einer Verschlechterung in einem der Bewertungskriterien (s. standortspezifische Interventionsschwellen in den Populationsblättern) erfolgt eine Ursachenanalyse und die Massnahmen werden angepasst. Eine Neubeurteilung der Auflagen infolge Erkenntnisgewinn ist jederzeit zulässig und erwünscht.

*Wirkungsziel 2 (Ausweiten):* Die Potenzialzonen mit nur noch kleinen oder ehemaligen Vorkommen werden entsprechend den Bedürfnissen der Art aufgewertet. Bestehende (Sub-)Populationen werden gestärkt.

*Umsetzungsziel 2.1:* Pro Standort werden mind. 50% der Fläche der Potenzialzonen durch geeignete Massnahmen bis spätestens 2035 aufgewertet. Diese Bereiche der Potenzialzonen werden periodisch auf Vorkommen der Zielart überprüft.

## **4.2 Erhaltungs- und Fördermassnahmen**

### **4.2.1 Aktionsperimeter**

Die bekannten Vorkommen der Vierzähnligen Windelschnecke sind im Kanton Bern als Glazialrelikte zu interpretieren. Die Populationen sind stark fragmentiert und mindestens 20 km voneinander entfernt. Eine Vernetzung der Populationen ist unrealistisch. Fördermassnahmen sollten sich prioritär auf den Erhalt an den bestehenden drei Standorten fokussieren. Der Aktionsperimeter entspricht folglich den Untersuchungsperimetern inkl. Potenzialzonen (s. Pläne im Anhang). Weitere benachbarte und potenziell für Umsiedlungen geeignete Lebensräume (vgl. Kapitel 4.2.2) sollten erst in zweiter Priorität nach Aufwertung der Potenzialzonen erfolgen (z.B. bei Misserfolg oder neuen Erkenntnissen zu Gefährdungsursachen).

### **4.2.2 Massnahmenkatalog**

Eine Übersicht über die generellen Fördermassnahmen bietet Tabelle 3. Nachfolgend sind nur die für den Kanton Bern wichtigsten Massnahmen detaillierter ausgeführt. Die vorgeschlagenen Massnahmen betreffen in erster Linie Optimierungen bei der Bewirtschaftung und Pflege der Flächen. Die Massnahmen sind fallweise und standortspezifisch mit den Bewirtschaftenden zu klären. Einmalige grössere Eingriffe sind keine geplant, ausgenommen die Abklärungen zum Vernässungspotenzial in Kandersteg (Standort Nord) kommen zu einem anderen Schluss.

#### **4.2.2.1 Schutzstatus des Lebensraumes**

Die Lebensräume aller bekannter Vorkommen (zumindest Kern- und Randzonen) sollten, wo möglich, inventarisiert werden (Prüfung Aufnahme in das kant./nat. Flachmoor-Inventar). Die ausgewiesenen Nährstoff- und Hydrologie-Pufferzonen sind, wo vorhanden, zu überprüfen bzw., wo nicht vorhanden, zu definieren (siehe «hydrologische Hinweisperimeter Moore» des Kantons Bern, aktuell in Erarbeitung).

Zudem sollen Bewirtschaftungs- bzw. Artenschutzverträge auf der gesamten Fläche abgeschlossen werden.

#### 4.2.2.2 Aufwertung des Lebensraumes / Optimierung der Pflege

*Generelle Massnahmen:*

- **Sicherung der niedrigwüchsigen, lückigen Vegetationsstruktur:** Der Lebensraum der Vierzähnligen Windelschnecke braucht grundsätzlich pflegerische Eingriffe, sonst droht Verbrachung bis hin zu Verbuschung. Eine regelmässige Mahd (fallweise auch Beweidung) ist zwingend nötig.
- **Schnitthöhe:** Mindestens 10 cm hoch (Erhalt eines feuchten Mikroklimas in der Kraut- und Moosschicht). In besonders trockenen Jahren mindestens 20 cm.
- **Frühester Mahdzeitpunkt 15. 9.,** je nach Witterung (Hitze- und Trockenperioden) im entsprechenden Jahr auch später (Austrocknungsgefahr ist nach dem Schnitt am stärksten!). Ausnahmen: Wo Verschilfung, Verbrachung, Verbuschung oder Neophyten ein Problem darstellen.
- **Rückzugstreifen** (einjährige Brachen) auf 20% der Fläche der Kern- und Randzonen, mehrere regelmässig angeordnete Streifen (mind. 1 m Breite) anlegen statt 1 grosse Fläche (geringe Mobilität), zwingend jährlich rotierend (ein Rückzugstreifen muss immer in der Folgesaison gemäht werden, sonst droht Verbuschung / Verbrachung).
- **Abfuhr des Mahdguts,** nachdem dieses mehrere Tage liegen blieb (Rückzug der Tiere). Ansonsten droht Nährstoffanreicherung und Verfilzung der Vegetation.
- **Reduktion der mechanischen Belastung:** Die Befahrung soll auf das nötige Minimum reduziert werden, auf mehrmaliges Zetten ist bestmöglich zu verzichten.
- **Maschineneinsatz:** Ein Balkenmäher ist einem Traktor bzw. Zweiachsenmäher grundsätzlich vorzuziehen, Rotationsmäherwerke sind untersagt. Die im Einsatz stehenden Maschinen sollen hinsichtlich ihres Gewichts und ihrer Auflagefläche überprüft werden.

*Spezifischere Massnahmen (nur auf Teilflächen):*

- **Bereiche mit moderater Verschilfung** (<50% Deckungsanteil): Alternierend ein- und zweischürige Mahd (Frühnutzung ca. im Mai, Herbstmahd ab 15. 9.) während ca. 6 Jahren (unter Berücksichtigung standortspezifischer Zielkonflikte).
- **Bereiche mit starker Verschilfung** (>50 % Deckungsanteil): konstant zweischürige Mahd über längeren Zeitraum (bis eine deutliche Reduktion erreicht ist).
- **Bereiche mit hohem Verbuschungsgrad:** (wiederholtes) auf den Stock setzen (Initialmassnahmen) und konsequentes ausmähen (keine Rückzugstreifen in diesen Bereichen!).
- **Bereiche mit hoher Austrocknungstendenz:** Vernässungspotenzial überprüfen.

#### 4.2.2.3 Umsiedlungsversuche

Nach erfolgreicher Aufwertung der Potenzialzonen und fehlender Besiedelung durch die Vierzähnlige Windelschnecke können Umsiedlungsversuche von Lebewesen erwogen werden. Aufgrund der schwierigen Nachweisbarkeit der Art und der ungewissen Erfolgschancen ist dies aber erst nach gründlichen Abklärungen vorzusehen. Umsiedlungsversuche sind daher im Rahmen des Aktionsplans vorläufig keine geplant.

Im Falle einer Umsiedlung sollte die Distanz zu den Kern- bzw. Randzonen möglichst klein sein (kein Austausch zwischen den Standorten!), die Umsiedlungen sind gut zu dokumentieren und in einer Erfolgskontrolle zu überprüfen: abzählen der übertragenen Lebewesen (max. 10% der geschätzten Populationsgrösse) exaktes Versichern der Empfängerfläche, etc. Bislang existieren keine Referenzwerte oder Erfahrungsberichte zur Umsiedlung von solch kleinen Schneckenarten.

#### 4.2.2.4 Langzeitüberwachung / Monitoring

Monitoring der drei bestätigten Populationen gemäss FFH-Monitoring Methode. Während der Einführungsphase der Massnahmen im Abstand von 3 Jahren, um die natürlichen Populationsschwankungen kennenzulernen und Fehlentwicklung rasch genug zu erkennen. Bei stabilen oder positiven Entwicklungstrends der Populationen (Kriterien zum Zustand der Population gemäss FFH-Bewertungsschema) kann nach 3 Erhebungen (Ausgangszustand von 2023 und 2 Folgeerhebungen), auf ein extensiveres Zeitintervall alle 6 Jahre gewechselt werden (Turnus: 2026-2029-(2032)-2035). Neu entdeckte Populationen sind in das Monitoring aufzunehmen.

Die standortspezifischen Massnahmen sind den Populationsblättern im Anhang zu entnehmen.

#### 4.2.3 Umsetzungsplan

Tabelle 6: Umsetzungsplan für den Planungshorizont bis 2035.

| Arbeitsschritt                                                                                                                                                                                                  | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Überprüfung hydrologischer und Nährstoffpufferzonen und der Flachmoor-Inventarobjektperimeter während der Vegetationsperiode.                                                                                   | x    | (x)  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Überprüfung des Vernässungspotenzials in Kandersteg (Standort Nord).                                                                                                                                            | x    | (x)  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Kontaktaufnahme und Information an die Bewirtschaftenden. Befragung zur aktuellen Bewirtschaftungsform und Überprüfung der Optimierungsmöglichkeiten (Maschineneinsatz, Mahdzeitpunkt, Rückzugsstreifen, etc.). | x    | x    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Zusatzabklärungen zu potenziellen Zielkonflikten unter Einbezug der Bewirtschaftenden und weiteren Artspezialist:innen.                                                                                         | (x)  | x    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Verhandlung und möglichst Abschluss der Artenschutzverträgen auf allen Kern-, Rand- und Potenzialzonen, mit Optimierungen entsprechend den Bedürfnissen der Vierzähnligen Windelschnecke.                       |      | x    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Initialmassnahmen in den Potenzialzonen umsetzen (z.B. verbuschte Bereiche auslichten).                                                                                                                         |      |      | x    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Optimierte Bewirtschaftung der Kern- und Randzonen, Aufwertungsmassnahmen auf mind. 50% der Flächen der Potenzialzonen.                                                                                         |      |      | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |

|                                                                                                                                              |  |  |   |  |  |   |  |  |     |  |  |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|---|--|--|---|--|--|-----|--|--|---|
| Monitoring gemäss FFH-Methode, inkl. Überprüfung der Aufwertungsmassnahmen in den Potenzialzonen (auch auf pot. neue Vorkommen der Zielart). |  |  | x |  |  | x |  |  | (x) |  |  | x |
| Evaluation der Monitoring-Ergebnisse. Beim Erreichen der Interventionsschwelle oder nach relevantem Erkenntnisgewinn Anpassungen vornehmen.  |  |  |   |  |  | x |  |  | x   |  |  | x |
| Vorgehen ab 2035 definieren, bei fehlender Besiedlung in den aufgewerteten Potenzialzonen Berücksichtigung von Umsiedlungsmassnahmen.        |  |  |   |  |  |   |  |  |     |  |  | x |

## 5. Erfolgskontrolle

### 5.1 Wirkungs- und Umsetzungskontrolle

Eine detaillierte Wirkungs- und Umsetzungskontrolle ist v.a. für **Ziel 1 («Erhalten und stärken»)** entscheidend. Bis 2035 sollen 4-5 Beurteilungen gemäss FFH-Monitoring für die Kern- und Randzonen erfolgen: 2023, 2026, 2029, 2032 (optional falls Verlauf nicht stabil/positiv), 2035. Ziel ist es, die natürlichen Populationsschwankungen kennenzulernen, die Pflegeoptimierungen zu überprüfen und allfällige Fehlentwicklungen rasch zu identifizieren. Dies ist insbesondere wichtig, weil in dieser Hinsicht kaum Erfahrungsberichte für die Vierzählige Windelschnecke vorliegen. Ebenfalls ist die Beurteilung über die klimatische Entwicklung in den nächsten Jahren ungewiss (Zunahme von Extremereignissen). Bei stabilen bzw. positiven Entwicklungstrends kann das Untersuchungsintervall auf 6 Jahre ausgeweitet werden (entsprechend FFH-Vorgabe).

Die Aufwertungsmassnahmen in den Potenzialzonen (**Ziel 2 «Ausweiten»**) sollen ebenfalls im 3-Jahresintervall gutachterlich überprüft werden. Der Fokus liegt hierbei auf der Beurteilung der Habitatqualität. Bei dieser Gelegenheit sollen die Potenzialzonen aber auch weiterhin aktiv nach Vorkommen der Vierzähligen Windelschnecke abgesucht und ggf. in den Monitoringplan integriert werden.

Bei einer sich abzeichnenden Verschlechterung gelten die folgenden **Interventionsschwellen**:

- **Zustand der Population:** Keine lebenden Jungtiere oder Anteil lebender Jungtiere über zwei Erhebungszeitpunkte < 25 %,
- **Lebensraumgrösse:** Reduktion der besiedelten Lebensraumfläche um > 25 %,
- **Lebensraumqualität:** Fortschreitende Verschilfung, Verbrachung oder Verbuschung (> 50% Deckungsanteil) trotz Unterhaltsmassnahmen.

Beim Eintreffen eines dieser Punkte sind die getroffenen Massnahmen neu zu beurteilen und entsprechend anzupassen.

### 5.2 Erfolgs- und Misserfolgskriterien

Die Beurteilung des Erfolges des Aktionsplans wird massgeblich erschwert durch die kryptische Lebensweise der Vierzähligen Windelschnecke. Anders als z.B. auffällige Pflanzen oder Schmetterlingsarten ist die winzig kleine Schneckenart nur mit viel Aufwand im Feld nachweisbar. Eine abschliessende Beurtei-

lung, ob sie auf einer Fläche vorkommt oder nicht, ist eine Herausforderung. Zusätzlich wird die Bestandsdichte und damit auch die Auffindbarkeit massgeblich durch Witterungsverhältnisse (insbesondere Trockenheit) beeinflusst. So resultierten bei wiederholten Erhebungen in den Jahren 2021 und 2023 teilweise auch unterschiedliche Schlussfolgerungen.

Eine weitere Schwierigkeit war die erhebliche Verwechslungsgefahr mit vierzähligen «Nassformen» der sehr häufigen Gemeinen Windelschnecke (*Vertigo pygmaea*) an allen drei bekannten Standorten im Kanton Bern. Nur mit viel Erfahrung und einer guten 20x Lupe ist eine sichere Unterscheidung der beiden Arten im Feld möglich.

Gemäss FFH-Monitoring sind nebst der Beurteilung des Zustands der Population aber auch die Beurteilung des Habitats und dessen Qualität, sowie allfällig Beeinträchtigungen relevant. Es kann davon ausgegangen werden, dass anhand dieser breit abgestützten Betrachtungsweise - und mit etwas Pragmatismus - eine zielführende Erfolgskontrolle möglich sein sollte.

## 6. Quellen / Literatur

BAFU (2023). Luftqualität 2022. Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL). Bundesamt für Umwelt (BAFU) und Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Bern.

BAFU (2019). Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume. In der Schweiz zu fördernde prioritäre Arten und Lebensräume. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1709: 99 S.

BAFU (2009). Grosser Moorbläuling (*Maculinea teleius*). Faktenblatt - Flaggschiffarten Moore. Bundesamt für Umwelt, Bern: 12 S.

Birrer, S., Hintermann & Weber AG (2021). Pflegegrundsätze für Lebensräume und Arten des artenreichen Grünlands. Im Auftrag der Fachstelle Naturschutzschutz (FNS) des Amtes für Landschaft und Natur des Kantons Zürich, Reinach, Oktober 2021.

Boschi, C. (2011). Die Schneckenfauna der Schweiz. Ein umfassendes Bild- und Bestimmungsbuch. 1. Auflage. Haupt Verlag, Bern. 624 S.

Bräu, M., Nunner, A. (2003). Tierökologische Anforderungen an das Streuwiesen-Mahdmanagement mit kritischen Anmerkungen zur Effizienz der derzeitigen Pflegepraxis. Laufener Seminararbeit, 1(03), 223-239.

Bundesamt für Naturschutz BfN (2017). Bewertungsschemata für die Bewertung des Erhaltungsgrades von Arten und Lebensraumtypen als Grundlage für ein bundesweites FFH-Monitoring Auszug: Mollusken.

Cameron, R. A. D., Colville, B., Falkner, G., Holyoak, G. A., Hornung, E., Killeen, I. J., ... & Valovirta, I. (2003). Species accounts for snails of the genus *Vertigo* listed in Annex II of the Habitats Directive: *V. angustior*, *V. genesii*, *V. geyeri* and *V. moulinsiana* (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). *Heldia*, 5(7), 151-170.

Cameron, R. A. D. (2003). Life-cycles, molluscan and botanical associations of *Vertigo angustior* and *Vertigo geyeri* (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). *Heldia*, 5(7), 95-110.

Coufal, R., Ryelandt, J., Peterka, T., Dítě, D., Hájková, P., Hájek, M., ... & Horsák, M. (2021). Land snail community patterns related to regional habitat conservation status of European spring fens. *Science of The Total Environment*, 783, 146910.

Turner, H., Kuiper, J.G.J., Thew, N., Bernasconi, R., Rüetschi, J., Wüthrich, M., Gosteli, M. (1998). *Fauna Helvetica, Mollusca Atlas*. CSCF, SEG, WSL. 527 S.

Farkas, R., Bán, M., Oláh, G., Dudás, G., & Barta, Z. (2025). The effect of mowing and mulching on snail communities: an experiment in wet meadows. *PLoS One*, 20(7), e0314670.

Farkas, R., Bán, M., & Barta, Z. (2024). Mowing wet meadows reduces the health of their snail communities. *PeerJ*, 12, e16783.

Holyoak, G. A. (2005). Widespread occurrence of *Vertigo geyeri* (Gastropoda: Vertiginidae) in north and west Ireland. *The Irish Naturalists' Journal*, 141-150.

- Horsák, M. (2003). How to sample mollusc communities in mires easily. *Malacologica Bohemoslovaca*, 2, 11-14.
- Horsák, M. (2006). Mollusc community patterns and species response curves along a mineral richness gradient: a case study in fens. *Journal of Biogeography*, 33(1), 98-107.
- Horsák, M., Hájek, M. (2005). Habitat requirements and distribution of *Vertigo geyeri* (Gastropoda: Pulmonata) in Western Carpathian rich fens. *Journal of Conchology*, (6).
- Killeen, I., Willing, M., Moorkens, E. (2019). Site Condition Monitoring of *Vertigo geyeri* and *Vertigo genesii* 2017. Scottish Natural Heritage Research Report No. 1161.
- Kobialka, H., Colling, M. (2016). Bewertungsbögen der Mollusken als Grundlage für ein bundesweites FFH-Monitoring.
- Kiss, Y., Kopf, T. (2010). Steckbriefe zu den *Vertigo*-Arten (Gastropoda: Vertiginidae) des Anhang II der FFH Richtlinie in Südtirol (Italien): 2. Erhebungsjahr (2009). *Gredleriana*, 10, 187-208.
- Kuczyńska, A., Moorkens, E. (2010). Micro-hydrological and micro-meteorological controls on survival and population growth of the whorl snail *Vertigo geyeri* Lindholm, 1925 in groundwater fed wetlands. *Biological Conservation*, 143(8), 1868-1875.
- Lasne, O., Ryelandt, J., Horsák, M., Horsáková, V. (2021). Étude de l'habitat et des exigences écologiques du *Vertigo geyeri* Lindholm, 1925 dans le Massif jurassien, in Léonard L. (éd.), Colloque national de malacologie continentale, Nantes, 6 et 7 décembre 2018. *Naturae* 2021 (2): 21-33.
- Lipinska, A. M., & Bielanski, W. (2022). Mowing in agri-environmental schemes (AES) and rare species of *Vertigo* snails: hope for grasslands but a threat to snails. *Folia Malacologica*, 30(1).
- LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2022). Vierzählige Windelschnecke *Vertigo geyeri* Lindholm, 1925 [www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/399643/ver\\_gey.pdf/e9573080-7eb6-4d41-9e48-33e2c6e179aa](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/399643/ver_gey.pdf/e9573080-7eb6-4d41-9e48-33e2c6e179aa), aufgerufen am 3.11.2023
- Menzel-Harloff, H., Jueg, U., Wachlin, V. (2010). *Vertigo geyeri* LINDHOLM, 1925 Vierzählige Windelschnecke. [www.lung.mv-regierung.de/dateien/ffh\\_asb\\_vertigo\\_geyeri.pdf](http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/ffh_asb_vertigo_geyeri.pdf), aufgerufen am 3.11.2023
- Menzel-Harloff, H., Jueg, U. (2012). Artenmonitoring von *Vertigo moulinsiana* (DUPUY 1849) (Bauchige Windelschnecke), *Vertigo angustior* JEFFREYS 1830 (Schmale Windelschnecke) und *Vertigo geyeri* LINDHOLM 1925 (Vierzählige Windelschnecke) in Mecklenburg-Vorpommern. *Natur und Naturschutz in Mecklenburg-Vorpommern*, 41, 141-154.
- Moorkens, E. A., Killeen, I. J. (2011). Monitoring and Condition Assessment of Populations of *Vertigo geyeri*, *Vertigo angustior* and *Vertigo moulinsiana* in Ireland. National Parks and Wildlife Service. Department of the Environment, Heritage and Local Government, Dublin, Ireland.
- Nekola, J. C., Chiba, S., Coles, B. F., Drost, C. A., Von Proschwitz, T., & Horsák, M. (2018). A phylogenetic overview of the genus *Vertigo* OF Müller, 1773 (Gastropoda: Pulmonata: Pupillidae: Vertigininae). *Malacologia*, 62(1), 21-161.
- Plum, N. (2005). Terrestrial invertebrates in flooded grassland: a literature review. *Wetlands*, 25(3), 721-737.

Rüetschi, J., Stucki, P., Müller, P., Vicentini, H., Claude, F. (2012). Rote Liste Weichtiere (Schnecken und Muscheln). Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1216: 148 S.

Rüetschi, J., Müller, P., (2018). Steckbrief Vierzählige Windelschnecke. Infofauna Artenmerkblatt *Vertigo geyeri*, <https://species.infofauna.ch/groupe/82/portrait/394>, aufgerufen am 3.11.2023

Schenkova, V., Horsák, M., Plesková, Z., & Pawlikowski, P. (2012). Habitat preferences and conservation of *Vertigo geyeri* (Gastropoda: Pulmonata) in Slovakia and Poland. *Journal of Molluscan Studies*, 78(1), 105-111.

Schniepper, M., Peintinger, M., Züger, M., Küchler, M., Bergamini, A. (2022). Mahdregime in Flachmooren und ihre Auswirkungen auf Flora und Fauna: eine Literaturübersicht und -auswertung. Bericht z.H. Amt für Natur und Umwelt Graubünden. Züger Ökoberatungen, Salouf & WSL, Birmensdorf. 65 S.

Skujienė, G., Viktorija, K., Juzenas, S. (2021). Additional data on rare Vertiginidae (Mollusca: Gastropoda) in Lithuania. 5. 118-125.

Staub, R. Güsewell, S. (1992). Bedeutung und Pflege des Schilfs. Handbuch Moorschutz in der Schweiz. Teil 1. – BUWAL, Bern.

Peterka, T., Tichý, L., Horsáková, V., Hájková, P., Coufal, R., Petr, L., ... & Hájek, M. (2022). The long history of rich fens supports persistence of plant and snail habitat specialists. *Biodiversity and Conservation*, 31(1), 39-57.

Pokryszko, B. M. (2003). *Verigo* of continental Europe – autecology, threats and conservation status (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). *Heldia*, 5(7), 13-25.

Proschwitz T. Von, (2005). Kalkkärrsgrynsnäckan – *Vertigo geyeri* LINDHOLM – i Uppsala län. Återin-  
ven- tering av äldre lokaler, undersökning av nya objekt samt skötselrekommendationer för aktuella loka-  
ler. – Länsstyrelsen Uppsala län. Miljöenheten. Länsstyrelsens meddelande- serie, 11, 44 pp.

Roy, C., Vanderpert, H. (2016). Découverte de *Vertigo geyeri* Lindholm, 1925 en Provence-Alpes-Côte d’Azur. *Folia conchylologica*, 35.

Welter-Schultes, F. (2012). European non-marine molluscs, a guide for species identification: Bestim-  
mungsbuch für europäische Land-und Süßwassermollusken. Planet Poster Editions.

Wiese, V. (2016). Die Landschnecken Deutschlands. Finden - Erkennen – Bestimmen. 2. Auflage. Quelle  
& Meyer Verlag, Wiebelsheim. 352 S.

## **7. Anhänge**

Anhang 1: Populationsblätter

Anhang 2: Zustandskarte pro Standort im Kanton Bern

Anhang 3: Massnahmenkarte pro Standort im Kanton Bern

Anhang 4: Bewertungsschema (FFH-Monitoringmethode) pro Standort im Kanton Bern

Anhang 5: Leeres Bewertungsschema (FFH-Monitoringmethode)

Anhang 6: Protokollblatt für die Felderhebungen

Anhang 7: Tabelle der kantonalen Vorkommen

Anhang 8: Erfolgsfaktoren

## Anhang 5: Leeres Bewertungsschema (FFH-Monitoringmethode)

Tabelle 7: FFH-Monitoring Bewertungsschema, abgeändert nach Menzel-Harloff & Jueg (2012), Kobialka & Colling (2016), BfN (2017).

| <b>FFH-Monitoring Bewertungsschema<br/>Vierzähnlige Windelschnecke (<i>Vertigo geyeri</i>)</b>                                                      |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kriterien / Wertestufe</b>                                                                                                                       | <b>A</b>                                                                                                           | <b>B</b>                                                                                                                                                         | <b>C</b>                                                                                                                                                                 |
| <b>Zustand der Population</b>                                                                                                                       | <b>hervorragend</b>                                                                                                | <b>gut</b>                                                                                                                                                       | <b>mittel bis schlecht</b>                                                                                                                                               |
| Bestandesdichte / A-bundanz                                                                                                                         | ≥ 50 lebende Tiere/m <sup>2</sup>                                                                                  | ≥ 25 bis < 50 lebende Tiere/ m <sup>2</sup>                                                                                                                      | < 25 lebende Tiere/m <sup>2</sup>                                                                                                                                        |
| Populationsstruktur / Reproduktionsrate                                                                                                             | Anteil lebender Jungtiere > 25 %                                                                                   | Anteil lebender Jungtiere < 25 %                                                                                                                                 | keine lebenden Jungtiere                                                                                                                                                 |
| Ausdehnung der Besiedlung in geeignetem Habitat                                                                                                     | Potenzielle Habitatfläche ≥ 0,1 ha, Nachweis in ≥ 75 % der Probeflächen                                            | Potenzielle Habitatfläche < 0,1 ha, Nachweis in ≥ 50 % der Probeflächen                                                                                          | Potenzielle Habitatfläche < 0,1 ha, Nachweis in < 50 % der Probeflächen                                                                                                  |
| <b>Lebensraumqualität</b>                                                                                                                           | <b>hervorragend</b>                                                                                                | <b>gut</b>                                                                                                                                                       | <b>mittel bis schlecht</b>                                                                                                                                               |
| Vegetationshöhe (mittlere obere Höhe in cm angeben)                                                                                                 | Niedrigwüchsig (mittlere Wuchshöhe ≤ 30 cm)                                                                        | Höher wüchsig, aber noch lichtdurchflutet (mittlere Wuchshöhe > 30 bis ≤ 60 cm)                                                                                  | Dicht wüchsig (mittlere Wuchshöhe > 60 cm)                                                                                                                               |
| Wasserhaushalt (als Schätzwert [%-Flächenanteil] angeben):<br>a) (zeitweise) austrocknend,<br>b) gleichmässig feucht,<br>c) (zeitweilig) überstaut  | Gleichmässige Feuchtigkeit ohne Austrocknung; Überstauung in natürlichen bzw. naturnahen Flächen (z. B. Schlenken) | Grosse Teilflächen (≥ 50 %) mit gleichmässiger Feuchtigkeit und ohne Austrocknung; kurzzeitige bzw. kleinräumige (≤ 20 %) Überstauung möglich                    | Kleinere Teilflächen ohne Austrocknung und mit gleichmässiger Feuchtigkeit oder: längerfristige bzw. grossräumige Überstauung                                            |
| <b>Beeinträchtigungen</b>                                                                                                                           | <b>keine bis gering</b>                                                                                            | <b>mittel</b>                                                                                                                                                    | <b>stark</b>                                                                                                                                                             |
| Nährstoffeintrag (Eutrophierung; Expertenvotum mit Begründung)                                                                                      | Nährstoffeinträge aus angrenzenden Flächen sind nicht erkennbar                                                    | Nährstoffeinträge aus angrenzenden Flächen sind gering oder nur auf Teilflächen erkennbar (vereinzeltes Auftreten nitrophytischer Vegetation am Rand der Fläche) | Erhebliche Nährstoffeinträge aus angrenzenden Flächen sind erkennbar (dominantes Auftreten nitrophytischer Vegetation bereits in der Fläche, Veralgung der Streuschicht) |
| Beeinträchtigung durch Flächennutzung: Mahdregime, Schnitthöhe, Intensität der Beweidung, Walzen des Grünlandes etc. (Expertenvotum mit Begründung) | Keine nutzungsbedingten Beeinträchtigungen erkennbar                                                               | Leichte Beeinträchtigungen erkennbar                                                                                                                             | Starke Beeinträchtigungen erkennbar                                                                                                                                      |

Anhang 6: Protokollblatt für die Felderhebungen

|                                                                                                                                                              |                                                 |        |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|-------------------------|
| Standort:                                                                                                                                                    | Bearbeiter:in:                                  | Datum: | Witterungsverhältnisse: |
| <div><div>Pupilla alpicola</div><div></div></div>                                                                                                            | <div><div>Vertigo geyeri</div><div></div></div> |        |                         |
| <div>1. Qualitative Vorerhebung («Scan», ca. 0.5-1h)</div> <div>Bemerkungen zur Lebensraumabgrenzung, Mächtigkeit der Streuschicht, Begleitarten, etc.</div> |                                                 |        |                         |
| <div>Gefährdungsursachen und -potenziale, bestehende Beeinträchtigungen, mögliche Fördermassnahmen/Verbesserungspotenzial, etc.</div>                        |                                                 |        |                         |
|                                                                                                                                                              |                                                 |        |                         |

2. Quantitative Erhebung

| Probe Nr. /<br>Koordinaten | Abiotische Faktoren   |    | Mittlere<br>Vegetat-<br>ionshöhe<br>(cm) | Deckungsanteile (geschätzt in %) |                            |                        |                      |                                  | Bemerkungen (z.B. Auffälligkeiten<br>zur Vegetation, faunistische und<br>botanische Begleitarten, etc.) |                                                |
|----------------------------|-----------------------|----|------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                            | Leitfähigkeit<br>(µS) | pH |                                          | Moose                            | Sauergräser,<br>Cyperaceae | Süssgräser,<br>Poaceae | Binsen,<br>Juncaceae | Krautige<br>Pflanzen,<br>Stauden |                                                                                                         | Weiteres<br>(benennen, z.B.<br>«Wasserfläche») |
| 1                          |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| x:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| y:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| 2                          |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| x:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| y:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| 3                          |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| x:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| y:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| 4                          |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| x:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| y:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| 5                          |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| x:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| y:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| 6                          |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| x:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| y:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| 7                          |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| x:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| y:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| 8                          |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| x:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |
| y:                         |                       |    |                                          |                                  |                            |                        |                      |                                  |                                                                                                         |                                                |