

# INFORMATIONEN ZUM BODEN ANHAND DER GEBUNDENHEIT DER ROTE LISTE-ARTEN BAFU

## Impressum

### **Auftraggeber:**

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Boden und Biotechnologie, CH-3003 Bern  
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

**Auftragnehmer:** Beat Frey, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf

**Autor/Autorin:** Beat Frey (WSL), Claudia Maurer (Fachstelle Boden, Bern), Karin Schneider (Info Fauna - CSCF, Neuchâtel)

**Begleitung BAFU:** Elena Havlicek

**Hinweis:** Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

## 1) Zusammenfassung

Der Boden ist Lebensraum und Lebensgrundlage für unzählige Lebewesen. Das Wissen um die grosse Bedeutung dieser Bodenlebewesen für die Fruchtbarkeit unserer Böden ist zwar vorhanden, aber Informationen über Verteilung und allfällige Gefährdungen in der Schweiz sind spärlich. Mit dem vorliegenden Projekt wurden Zielarten, also eng an den Boden gebundene Arten ermittelt, und erstmals Informationen zum Gefährdungsgrad des Bodens in der Schweiz anhand von Rote Liste-Arten erarbeitet. Dazu wurden für elf Gruppen der Roten Listen die Gebundenheit der Arten an den Boden - Lebenszyklus mit Stadien im oder auf dem Boden - ermittelt. Die Beurteilung der Bodengebundenheit wurde mittels vier Klassen definiert, die es erlauben, neben Insekten auch Wirbeltiere, Landschnecken sowie Flechten und Pilze einzustufen.

Von den total 4813 beurteilten Arten sind 4259 oder 88.5% sehr stark oder vorwiegend an den Boden gebunden und sind den Bodengebundenheitsklassen (BGH) 4 und 3 zugeordnet. Das heisst, dass diese Arten ihr ganzes oder den grössten Teil ihres Lebens im oder auf dem Boden verbringen. Insbesondere Grosspilze und Bodenflechten zeigen eine meist sehr starke, Heuschrecken, Laufkäfer, Landschnecken, Singzikaden und Wildbienen eine mittelstarke Bodengebundenheit. Bei den Säugern (ohne Fledermäuse) sind je die Hälfte der beurteilten Arten vorwiegend (BGH3) bzw. schwach (BGH2) an den Boden gebunden, während Amphibien, Reptilien und Tagfalter kaum (BGH 2&1) auf den Boden als Lebensraum angewiesen sind.

Die Analysen der elf Organismengruppen zeigen weiter, dass ein Drittel der sehr stark an den Boden gebundenen Arten (BGH4) gefährdet oder potenziell gefährdet sind oder die vorwiegend an den Boden gebundenen (BGH3) gar zu 52% gefährdet oder potenziell gefährdet sind. Ein Grossteil der gefährdeten 1770 Arten von Grosspilzen, Bodenflechten, Heuschrecken, Laufkäfer, Landschnecken, Singzikaden und Wildbienen sind auf den Boden als Lebensraum

angewiesen (BGH4&3), bei den Säugern, Amphibien, Reptilien und Tagfaltern dagegen sind nur wenige gefährdete Arten an den Boden gebunden (13 Arten in BGH 4&3, 161 Arten in BGH 2&1).

Die vorliegende Arbeit gibt einen ersten Einblick in die Bedeutung des Bodens als Lebensraum von elf ausgewählten Gruppen von Tieren, Pilzen und Flechten. Diese Erkenntnisse tragen einerseits zur Sensibilisierung von Öffentlichkeit und Politik über den (biologischen) Zustand unserer Böden bei und zeigen andererseits den Handlungsbedarf zur Ausarbeitung eines Monitorings der Biodiversität im Boden. Ein weiterer Erkenntnisgewinn dieser Studie ist, dass für schützenswerte Zielarten (solche, die gefährdet sind und der Bodengebundenheits-Klasse 4 angehören) in Zukunft die Bodenqualität als weiteres Element bei spezifischen regionalen Fördermassnahmen mitberücksichtigt wird.

## 2) Einleitung

### *Boden als Lebensraum*

Boden ist nicht nur für uns Menschen von ausschlaggebender Bedeutung – Nahrung, sauberes Trinkwasser, Brenn- und Baumaterialien – sondern auch Lebensraum und Lebensgrundlage für unzählige Lebewesen. Das Wissen um die grosse Bedeutung dieser unterirdischen Lebensgemeinschaft für die Fruchtbarkeit unserer Böden ist zwar vorhanden, noch aber ist nur ein Bruchteil der enormen Vielfalt identifiziert. Es existieren weder ein landesweites Monitoring noch gesammelte Informationen über Verteilung und allfällige Gefährdungen in der Schweiz, wie es mit den Roten Listen für 21% der rund 53'210 Tier-, Pflanzen-, Pilz- und Flechtenarten vorliegt (Klaus et al. 2021). Lediglich in Deutschland (Lehmitz et al. 2016) und Neuseeland gibt es Rote Listen von Regenwürmern.

Rote Listen sind anerkannte wissenschaftliche Gutachten, in denen nicht nur der Zustand und die Entwicklung von taxonomischen Gruppen und deren Lebensräume dokumentiert werden, sondern sie stellen auch ein wichtiges Instrument für den Vollzug (Naturschutz) dar, sind Grundlage für Forschung und Bildung und informieren und sensibilisieren die Bevölkerung über die Bedrohung von Arten und Lebensräumen. Rote Listen werden im Auftrag des BAFU von Fachpersonen nach wissenschaftlichen Kriterien erstellt und in regelmässigen Abständen revidiert. Aktuell liegen für 27 Organismengruppen und 162 Lebensraumtypen Rote Listen vor (Klaus et al. 2021).

### *Idee und Ziele des Projekts*

Mit dem vorliegenden Projekt sollen bis 2021 – als internationales Bilanzjahr über den Zustand und die Entwicklung der Biodiversität in der Schweiz – anhand bestehender Daten- und Informationsgrundlagen und damit verhältnismässig geringem Aufwand erste Informationen über die Bedeutung des Bodens als Lebensraum für Organismen erarbeitet werden. Dazu wird für ausgewählte Gruppen der Roten Listen die Gebundenheit der Arten an den Boden - Lebenszyklus mit Stadien im oder auf dem Boden - ermittelt. Mit dem hier vorliegenden neuen Datensatz wurden erstmals Informationen zu Rote Liste-Arten und deren Bodengebundenheit zusammengetragen. Der Bericht lässt Antworten auf Fragen nach Anzahl und Bodengebundenheit der Arten innerhalb der verschiedenen ausgewählten Organismengruppen zu. Dadurch wurden Zielarten, also eng an den Boden gebundene Arten ermittelt, und erstmals Informationen zum Gefährdungsgrad des Bodens in der Schweiz anhand von Rote Liste-Arten erarbeitet. Die Erkenntnisse tragen einerseits zur Sensibilisierung von Öffentlichkeit und Politik über den (biologischen) Zustand unserer Böden bei und zeigen andererseits den Handlungsbedarf zur Ausarbeitung eines Monitorings der Biodiversität im Boden dar.

### 3) Material und Methoden

#### *Datengrundlage*

Als Grundlage für die Eingabe der zusätzlich benötigten Merkmale zur Bodengebundenheit (BGH) dienten die bestehenden Arten-Datenbanken von Info Species, insbesondere der Öko-Fauna-Datenbank von Info Fauna sowie der Datenbanken von Swisslichens und Swissfungi an der WSL.

#### *Auswahl der zu beurteilenden Organismengruppen*

Es werden Organismengruppen ausgewählt, für die eine Rote Liste existiert und Informationen zur Bindung an den Boden vorhanden sind oder ermittelt werden konnten. Ausgewählt wurden die Gruppen Grosspilze und Bodenflechten sowie die Fauna-Gruppen Amphibien, Reptilien, Wildbienen, Heuschrecken, Tagfalter, Schnecken, Singzikaden, Säuger (ohne Fledermäuse) und Laufkäfer (entsprechend ihrem Kenntnisstand).

#### *Definition von «Boden» für das Projekt*

Böden sind nicht scharf abgrenzbare Naturkörper – sie stellen komplexe Systeme der Pedosphäre dar, in denen sich Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre und Biosphäre durchdringen. Damit alle Experten von derselben Boden-Definition ausgehen, wurde definiert, welche Horizonte, Substrate und Lebensraums-Elemente für das vorliegende Projekt zum Boden gezählt werden sollen und welche nicht (**Tabelle 1**). Die Einstufung einer Art in eine Bodengebundenheitsklasse erfolgte entsprechend ihrem Vorkommen (oder Nicht-Vorkommen) in diesen Horizonten, Substraten und Elementen.

**Tabelle 1** Beschreibung des für das vorliegende Projekt definierten Begriffs «Boden».

zum Boden gehörend	NICHT zum Boden gehörend
<b>auf/im Mineralboden:</b> Humusschicht mit Ober- (A-Horizont) und Unterboden (B-Horizont), inklusive der darin enthaltenen Bodenhohlräume	<i>im Ausgangs-/Muttergestein (das von der Bodenbildung nicht oder kaum beeinflusste, feste oder lockere Gestein)</i>  <i>in Gesteinshöhlen</i>
<b>auf/in der organischen Auflage:</b> abgestorbenes organisches Material, das auf der Bodenoberfläche liegt, z.B. Laub- und Nadelstreu, in/an/auf liegendem Totholz (d.h. am Boden liegendes Totholz wie Stämme, Äste und Baumstrünke), Mulch, Mist, Kot	<i>in/an/auf stehendem Totholz (d.h. Totholz am stehenden – lebenden oder toten – Baum)</i>
<b>in der Moosschicht,</b> die sich auf der verrottenden obersten Bodenschicht befindet und das Reich der Kleinlebewesen (von der Grösse her alle Invertebraten) ist, die zwischen den Moosen, Flechten und Pilzen leben	<i>auf der Bodenoberfläche, aber über die Moosschicht hinausragend (z.B. ein Reh)</i>
<b>auf/in Moosen, Flechten und Pilzen,</b> die auf/in der Humusschicht, der organischen Auflage oder direkt auf/in mineralischem Gestein (z.B. Felsblöcke, Steine) wachsen	<i>auf/in Moosen, Flechten und Pilzen, die ihrerseits auf Bäumen oder auf stehendem Totholz wachsen</i>
<b>Mikroböden auf natürlichem Mineralsubstrat:</b> kleine/kleinste Mengen von Erde/Humusformen, die durch die Zersetzung von organischem Material entstanden sind, das sich angesammelt hat in Klüften, Spalten und Ritzen oder auf kleinen ebenen Flächen in/an/auf Felsen und Steinblöcken, oder zwischen Sand, Kies, Geröll, Schotter, Schutt (z.B. Kiesbänke an Gewässern)	<i>epiphytische Mikroböden, d.h. sich auf Bäumen, Sträuchern und Krautpflanzen angesammelte Erde/Humusformen (z.B. in Rinde, Astgabeln)</i>  <i>direkt auf/in Mineralsubstrat, d.h. an Stellen auf Felsen und Steinblöcken, wo sich keine Mikroböden, Moose, Flechten oder anderes organisches Material befindet (z.B. saxicole Flechten)</i>

<b>Mikroböden auf anthropogenem Mineralsubstrat:</b> z.B. Steinpflasterungen, Steinplatten, Steinhäufen, Mauern, Ruinen, Dächer	
<b>Erdanrisse, Bodenabbrüche, offene Bodenstellen:</b> z.B. Sedimentwände (Sand, Kies, Schotter), wie sie durch Fliessgewässer-Erosionen oder in Gruben entstanden, z.B. an Rutschungen, Böschungen oder Anschüttungen, z.B. an unbefestigten Wegen	
	Gewässerböden ( <i>Benthal</i> )

### Klassen der Bodengebundenheit

Für die Beurteilung der Bodengebundenheit wurden Klassen erarbeitet und definiert. Als Basis dienen die Klassifikationen von Gobat et al. (2010) und Amelung et al. (2018). Weil diese aber ausschliesslich auf den Lebenszyklen von Insekten basieren, wurden die Bodengebundenheitsklassen für das vorliegende Projekt so angepasst, dass auch Wirbeltiere, Landschnecken sowie Flechten und Pilze damit eingestuft werden konnten. Die vier definierten Klassen sind in **Tabelle 2** dargestellt.

**Tabelle 2** Definition der vier Bodengebundenheitsklassen

Klasse	Definition
<b>4</b>	<b>Sehr stark an den Boden gebunden / Sehr starke Bodengebundenheit:</b> <b>Mobile Arten:</b> Die Art verbringt ihr ganzes Leben im Boden, d.h. alle Entwicklungsstadien (Ei, Larve/Juvenile, Puppe, Imago/Adulte) halten sich in allen Phasen (aktive, inaktive) im Boden oder in der Moosschicht auf. <b>Sessile Arten:</b> Die Art kommt grösstenteils bis ausschliesslich im/auf dem Boden/-substrat vor, d.h. 90-100% aller Funde.
<b>3</b>	<b>Vorwiegend an den Boden gebunden / Mittelstarke Bodengebundenheit:</b> <b>Mobile Arten:</b> Die Art hält sich in mindestens einem aktiven Entwicklungsstadium (Larve/Juvenile, Imago/Adulte) während dessen aktiver Phase (z.B. Nahrungssuche) im Boden oder in der Moosschicht auf. <b>Sessile Arten:</b> Die Art kommt mehrheitlich im/auf dem Boden/-substrat vor, d.h. 50-90% aller Funde.
<b>2</b>	<b>Schwach an den Boden gebunden / Schwache Bodengebundenheit:</b> <b>Mobile Arten:</b> Die Art hält sich nur als inaktives Entwicklungsstadium (Ei, Puppe) oder während einer inaktiven Phase (Winterruhe, -schlaf, Trockenruhe etc.) im Boden oder in der Moosschicht auf. <b>Sessile Arten:</b> Die Art kommt teilweise im/auf dem Boden/-substrat vor, d.h. 10-50% aller Funde.
<b>1</b>	<b>Nicht an den Boden gebunden / Keine Bodengebundenheit:</b> <b>Mobile Arten:</b> Die Art hält sich in allen Entwicklungsstadien (Ei, Larve/Jungtier, Imago/Adulttier etc.) und während aller Phasen (aktive und inaktive wie z.B. Diapause) ausserhalb des Bodens und der Moosschicht auf. <b>Sessile Arten:</b> Die Art kommt nicht oder kaum im/auf dem Boden/-substrat vor, d.h. 0-10% aller Funde.
<b>99</b>	<b>Keine Informationen / Unbekannte Bodengebundenheit:</b> Aufgrund ungenügendem Kenntnisstand ist keine Einstufung der Art in die Bodengebundenheits-Kategorien möglich (z.B. weil keine ökologischen Informationen zur Art vorliegen, z.B. weil keine Fundangaben mit Substratangaben vorliegen)

### *Datenerfassung*

Mit der Definition des Bodens und den vier Bodengebundenheitsklassen lagen die Grundlagen und Voraussetzung vor, damit die Experten die Bodengebundenheit ihrer Arten auf einheitliche Weise ermitteln und erfassen konnten. Nach der Zuordnung jeder Art zur entsprechenden Bodengebundenheitsklasse wurde die Datenbank mit der Bodengebundenheit und allenfalls weiteren, fakultativ für die Arten miterhobenen, bodenrelevanten Attributen (Mikrohabitat, Bodenhorizont, Streuform, Körnung) ergänzt.

Die ursprünglich angedachten zusätzlichen Informationen zur Verbreitung der Arten nach biogeographischen Regionen und Lebensräumen wurde aus zeitlichen Gründen nicht mehr weiterverfolgt.

### *Rote-Liste Status und Stand der Roten Listen*

Die Roten Listen werden regelmässig überarbeitet. Für einige der im vorliegenden Projekt betrachteten Gruppen befinden sie sich gerade in Überarbeitung und sind unterschiedlich weit fortgeschritten. Aktuelle und offizielle, d.h. publizierte Rote Listen (nach IUCN-Kriterien) sind vorhanden für Flechten, Grosspilze, Tagfalter & Widderchen, Landschnecken und Heuschrecken (Amiet 1994; Duelli et al. 1994; Marggi 1994; Turner et al. 1994; Scheidegger und Clerc 2002; Monney und Meyer 2005; Schmidt und Zumbach 2005; Monnerat et al. 2007; Senn-Irlet et al. 2007; Rüetschi et al. 2012; Wermeille et al. 2014). Überarbeitete bzw. neue Rote Listen, die noch nicht offiziell sind, liegen für Singzikaden, Säuger (ohne Fledermäuse), Amphibien und Reptilien vor. Die offizielle Rote Liste der Wildbienen datiert von 1994 (Duelli et al. 1994), ebenso diejenige der Laufkäfer, wobei letzte 2005 von Huber & Marggi (2005) überarbeitet wurde und in die Liste der national prioritären Arten (BAFU, 2019) einfluss. Bei Fertigstellung dieses Berichtes waren die Roten Listen 2021 und 2022 noch in Vorbereitung zur Herausgabe durch das BAFU (aber mit revidierten Gefährdungseinstufungen).

### *Fragestellungen*

Die Auswertung erfolgte anhand der bereits bekannten Gefährdung (Rote Liste-Status) und der neu erhobenen Bodengebundenheit nach Experteneinschätzung. Folgende Fragen standen im Zentrum:

#### Fragenkomplex A: Bodengebundenheit und Organismengruppen

- Wie stark sind die verschiedenen Organismengruppen an den Boden gebunden?
- Gibt es Unterschiede zwischen den Organismengruppen bezüglich der Bodengebundenheit?
- Welche Organismengruppen sind sehr stark/vorwiegend, welche schwach/nicht an den Boden gebunden?

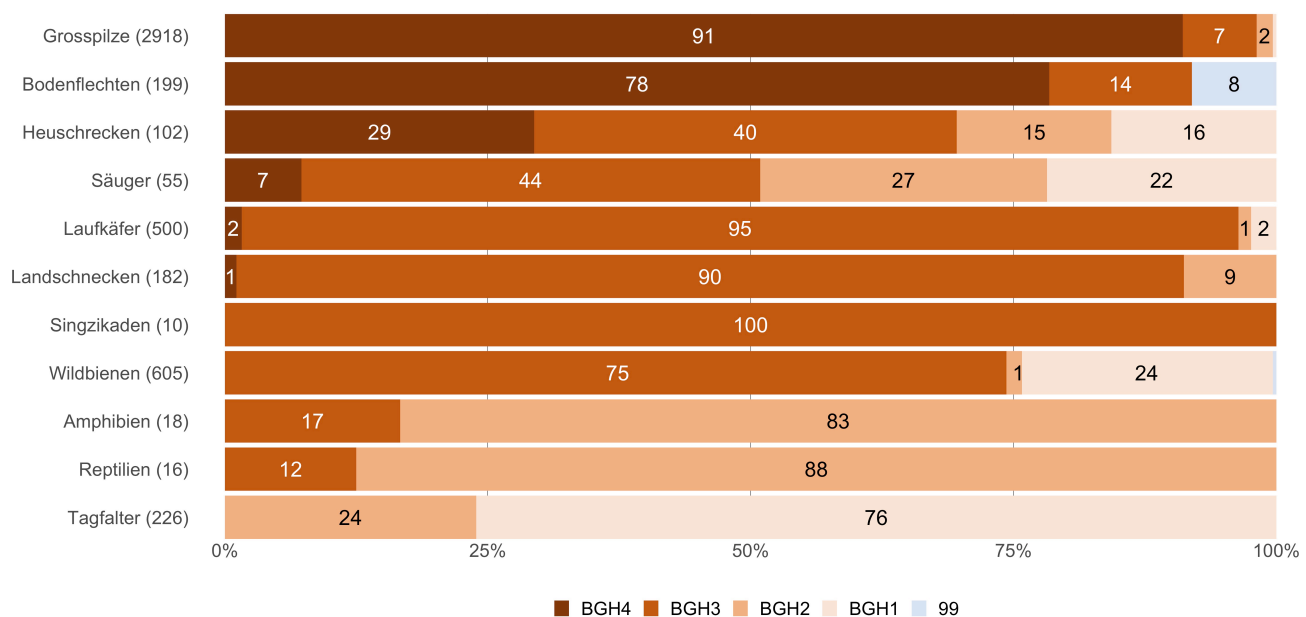
#### Fragenkomplex B: Bodengebundenheit und Gefährdungsstatus

- Wie stark sind die Arten der verschiedenen Organismengruppen in der jeweiligen Bodengebundenheit gefährdet?
- Gibt es in der jeweiligen Organismengruppe mehr gefährdete Arten, die an den Boden gebunden sind als solche, die nicht an den Boden gebunden sind?
- Gibt es Unterschiede zwischen den Bodengebundenheitsklassen bezüglich der Gefährdung ihrer Arten?
- Wie viele gefährdete Arten sind an den Boden gebunden bzw. wie hoch ist der Anteil gefährdeter Arten mit sehr starker/vorwiegender Bodengebundenheit im Vergleich zu den schwach/nicht an den Boden gebundenen?
- Wie stark sind die gefährdeten Arten an den Boden gebunden?

## 4) Resultate und Diskussion

### 4.1) Bodengebundenheit

In **Abbildung 1** sind die elf im Rahmen des vorliegenden Projektes beurteilten Organismengruppen dargestellt, geordnet nach absteigendem prozentualen Anteil in den vier Bodengebundenheitsklassen (von BGH4 zu BGH1), beginnend mit der höchsten und damit am stärksten an den Boden gebundenen Klasse. Die sessilen Organismengruppen Grosspilze und Bodenflechten zeigen eine sehr starke Bodengebundenheit (> 75% in BGH4). Heuschrecken sind bei knapp einem Drittel der Arten sehr stark an den Boden gebunden. Bei den Säugern, Laufkäfer und Landschnecken ist der Anteil Arten in der BGH4 nur noch sehr gering (zwischen 1 und 7%). Bezieht man die Klasse 3, bei der die Arten in ihrer Lebensweise noch immer vorwiegend an den Boden gebunden sind, mit ein, so sind weitere zwei Gruppen, die Singzikaden (100% an BGH3) und die Wildbienen (75%), eng mit dem Boden verbunden. Lediglich die Amphibien, Reptilien und Tagfalter halten sich häufiger in andern Medien wie Wasser oder Luft auf.



**Abbildung 1** Prozentuale Anteile der elf beurteilten Organismengruppen an den vier Bodengebundenheitsklassen (BGH). In Klammern ist die Anzahl Arten pro Gruppe angegeben.

BGH4 = sehr stark an den Boden gebunden/sehr starke Bodengebundenheit  
 BGH3 = vorwiegend an den Boden gebunden/mittelstarke Bodengebundenheit  
 BGH2 = schwach an den Boden gebunden/schwache Bodengebundenheit  
 BGH1 = nicht an den Boden gebunden/keine Bodengebundenheit  
 99 = keine Informationen/unbekannte Bodengebundenheit

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Grosspilze und Bodenflechten stark, die Heuschrecken, Laufkäfer, Landschnecken, Singzikaden und Wildbienen vorwiegend, die Säuger je hälftig vorwiegend bzw. schwach und die Amphibien, Reptilien und Tagfalter kaum an den Boden gebunden sind. Von den total 4813 beurteilten Arten wurden 4259 oder 88.5% den BGH4 und 3 zugeordnet.

## 4.2) Bodengebundenheit und Gefährdungsstatus

Zur Beantwortung des Fragenkomplexes B, wo es um die Kombination von Bodengebundenheit und Gefährdungsstatus geht, zeigt die **Abbildung 2** für jede der elf beurteilten Organismengruppen die prozentualen Anteile an den sechs Gefährdungskategorien innerhalb der vier Bodengebundenheitsklassen. In den **Tabellen 3 und 4** sind die prozentualen Anteile und die absoluten Artenzahlen zusammengestellt, wobei die vier Kategorien «verletzlich/gefährdet», «stark gefährdet», «vom Aussterben bedroht» und «in der Schweiz ausgestorben» zur Kategorie «gefährdet» zusammengefasst wurden. Auch bei den Bodengebundenheitsklassen wurden zur Vereinfachung für gewisse Auswertungen die Klassen BGH4&3 als «an den Boden gebunden» und die BGH2&1 als «nicht an den Boden gebunden» gruppiert.



**Abbildung 2** Prozentuale Anteile an den sechs Gefährdungskategorien innerhalb der vier Bodengebundenheitsklassen (BGH) bei den elf beurteilten Organismengruppen. Die Artenanzahl pro BGH ist in Klammern angegeben.

BGH4 = sehr stark an den Boden gebunden/sehr starke Bodengebundenheit  
 BGH3 = vorwiegend an den Boden gebunden/mittelstarke Bodengebundenheit  
 BGH2 = schwach an den Boden gebunden/schwache Bodengebundenheit  
 BGH1 = nicht an den Boden gebunden/keine Bodengebundenheit  
 LC = nicht gefährdet



NT = potenziell gefährdet  
 VU = verletzlich/gefährdet  
 EN = stark gefährdet  
 CR = vom Aussterben bedroht  
 RE = in der Schweiz ausgestorben

**Tabelle 3** Prozentuale Anteile der drei Gefährdungskategorien «nicht gefährdet», «potenziell gefährdet» und «gefährdet» in der jeweiligen Bodengebundenheitsklasse (BGH) der elf beurteilten Organismengruppen

	BGH 4			BGH 3			BGH 2			BGH 1		
	nicht gefährdet	potenziell gefährdet	gefährdet	nicht gefährdet	potenziell gefährdet	gefährdet	nicht gefährdet	potenziell gefährdet	gefährdet	nicht gefährdet	potenziell gefährdet	gefährdet
Grosspilze	64	5	31	56	4	40	53	7	40	50	10	40
Bodenflechten	59	12	29	78	11	11						
Heuschrecken	23	13	64	46	25	29	40	27	33	69	6	25
Säuger	50	25	25	67		33	40	7	53	67	8	25
Laufkäfer	50	37	13	58	18	24	33	0	67	50	25	25
Land-schnecken	50		50	43	15	42	50	25	25			
Singzikaden				20		80						
Wildbienen				34	22	44	56	33	11	40	32	28
Amphibien				33		67	13	7	80			
Reptilien				50		50	7	7	86			
Tagfalter							37	17	46	49	20	31

**Tabelle 4** Absolute Artenzahlen der drei Gefährdungskategorien «nicht gefährdet», «potenziell gefährdet» und «gefährdet» in der jeweiligen Bodengebundenheitsklasse (BGH) der elf beurteilten Organismengruppen.

	BGH 4			BGH 3			BGH 2			BGH 1		
	nicht gefährdet	potenziell gefährdet	gefährdet	nicht gefährdet	potenziell gefährdet	gefährdet	nicht gefährdet	potenziell gefährdet	gefährdet	nicht gefährdet	potenziell gefährdet	gefährdet
Grosspilze	1698	130	829	115	9	81	24	3	18	5	1	4
Bodenflechten	92	18	46	21	3	3						
Heuschrecken	7	4	19	19	10	12	6	4	5	11	1	4
Säuger	2	1	1	16	0	8	6	1	8	8	1	3
Laufkäfer	4	3	1	274	88	112	2	0	4	6	3	3
Land-schnecken	1	0	1	71	25	68	8	4	4			
Singzikaden				2		8						

Wildbienen				152	100	200	5	3	1	57	46	39
Amphibien				1	0	2	2	1	12			
Reptilien				1	0	1	1	1	12			
Tagfalter							20	9	25	84	35	53

### Grosspilze

Die Bodengebundenheit der Grosspilze ist sehr gross (**Abbildung 2**): Der überwiegende Teil der in der Schweiz heimischen 2918 Grosspilz-Arten lebt auf dem Boden – 91% (2658 Arten) ausschliesslich (BGH4), 7% (205 Arten) mehrheitlich (BGH3) – nur wenige Arten (55 Arten) sind kaum auf Bodensubstrat angewiesen (in BGH2 und BGH1).

In allen 4 Bodengebundenheitsklassen ist die Verteilung des Gefährdungsgrades ähnlich (**Tabellen 3 und 4**): gut die Hälfte (50-64%) der Arten sind nicht gefährdet (1842 Arten), 4-10% sind potenziell gefährdet (143 Arten), rund ein Drittel (31-40%) ist gefährdet oder vom Aussterben bedroht (933 Arten).

Bei den Grosspilzen gibt es mehr potenziell gefährdete oder gefährdete Arten (1049 Arten), die an den Boden gebunden sind (BGH4&3) als solche, die nicht an den Boden gebunden sind (26 Arten). Die Grosspilze umfassen 830 Zielarten, solche, die gefährdet sind und der Bodengebundenheits-Klasse 4 angehören (**Anhang**).

### Bodenflechten

Die Bodengebundenheit der Bodenflechten ist erwartungsgemäss sehr gross (**Abbildung 2**): Der überwiegende Teil der in der Schweiz heimischen 199 Bodenflechten-Arten lebt auf dem Boden – 78% ausschliesslich (156 Arten in BGH4), 14% mehrheitlich (27 Arten in BGH3). Von 8% der Arten (16 Arten) ist die Bodengebundenheit nicht bekannt.

In der Bodengebundenheitsklasse 4 liegt der Anteil nicht gefährdeter Arten mit 59% tiefer als in der Kategorie 3 mit 78% (insgesamt 113 Arten), diejenige der gefährdeten Arten entsprechend umgekehrt mit 30% resp. 11% (49 Arten, **Tabellen 3 und 4**). Bei beiden Bodengebundenheitsklassen liegt der Anteil potenziell gefährdeter Arten bei 11% (21 Arten). Diejenigen 16 Arten, bei denen die Zuordnung zur Bodengebundenheit nicht bekannt ist, sind alle gefährdet oder gar ausgestorben.

Bei den Bodenflechten sind alle potenziell gefährdeten oder gefährdeten Arten (70 Arten) an den Boden gebunden (BGH4&3). Die Bodenflechten umfassen 48 Zielarten (**Anhang**).

### Heuschrecken

Von den insgesamt 102 Heuschrecken-Arten sind 29% ausschliesslich (30 Arten in BGH4) und 40% mehrheitlich (41 Arten in BGH3) an den Boden gebunden, die restlichen 31% (31 Arten) halten sich mehr in der Vegetation auf oder sind kaum auf den Boden angewiesen (BGH2&1, **Abbildung 2**).

Der Gefährdungsanteil ist unterschiedlich (**Tabellen 3 und 4**): sind in der stärksten Bodengebundenheitsklasse 63% der Arten gefährdet und 23% nicht gefährdet, ist es bei den nicht an den Boden gebundenen Arten umgekehrt mit 25% gefährdeten und 69% nicht gefährdeten Arten; der Anteil potenziell gefährdeter Arten liegt zwischen 6 und 13%. Die Bodengebundenheitsklassen 3 und 2 zeigen ähnliche Anteile mit 40-47% nicht, 24-27% potenziell und 29-33% gefährdeten Arten. Insgesamt sind 43 Arten nicht gefährdet, 19 potenziell gefährdet und 40 gefährdet, z.T. auch ausgestorben.

Bei den Heuschrecken gibt es mehr potenziell gefährdete oder gefährdete Arten, die an den Boden gebunden sind (45 Arten) als solche, die nicht an den Boden gebunden sind (14 Arten). Die Heuschrecken umfassen 23 Zielarten (**Anhang**).

## **Säuger (ohne Fledermäuse)**

Insgesamt wurden 55 Säugetierarten beurteilt, je etwa die Hälfte sind an den Boden gebunden – ausschliesslich 7% (4 Arten in BGH4) bzw. vorwiegend 44% (24 Arten in BGH3) – und die andere Hälfte schwach oder nicht (27% bzw. 22%; 27 Arten in BGH2 und BGH1, **Abbildung 2**).

In allen Bodengebundenheitsklassen sind Arten vertreten (**Tabellen 3 und 4**), 40-67% sind nicht gefährdet (insgesamt 32 Arten), 0-25% potenziell gefährdet (3 Arten) und 25-53% gefährdet (20 Arten).

Bei den Säugern gibt es etwas weniger potenziell gefährdete oder gefährdete Arten, die an den Boden gebunden sind (10 Arten) als solche, die nicht an den Boden gebunden sind (13 Arten). Die Säuger umfassen 2 Zielarten (**Anhang**).

## **Laufkäfer**

Der Rote Liste Status der Laufkäfer 1994 ist für die Herausgabe der revidierten RL 2022 derzeit weitgehend überarbeitet aber noch nicht abgeschlossen, weshalb in dieser Arbeit die bisherige Liste mit RL-Status in der Liste der National Prioritären Arten 2019 als Grundlage diente. Änderungen insbesondere beim Gefährdungsstatus sind wahrscheinlich mit einer Tendenz zu mehr gefährdeten Arten.

Die Bodengebundenheit der Laufkäfer ist sehr gross (**Abbildung 1**): nur 3% der 500 Arten sind nicht primär auf den Boden angewiesen (18 Arten in BGH2 und BGH1), 95% sind vorwiegend (474 Arten in BGH3) und 2% sehr stark an den Boden gebunden (8 Arten in BGH4).

Mit Ausnahme der Bodengebundenheitsklasse 2 sind die Anteile der Arten in den Gefährdungskategorien ähnlich (**Tabellen 3 und 4**): 50-58% nicht gefährdete Arten – in der BGH2 nur 33%, insgesamt 286 Arten -, 19-38% potenziell gefährdete, insgesamt 94 Arten, und 12-25% gefährdete, darunter zahlreiche vom Aussterben bedrohte oder ausgestorbene Arten. In der Bodengebundenheitsklasse 2 ist der Anteil gefährdeter Arten besonders hoch, nämlich 67%. Insgesamt sind 120 Arten gefährdet, vom Aussterben bedroht oder ausgestorben.

Bei den Laufkäfern gibt es mehr potenziell gefährdete oder gefährdete Arten, die an den Boden gebunden sind (204 Arten) als solche, die nicht an den Boden gebunden sind (10 Arten). Die Laufkäfer umfassen 4 Zielarten (**Anhang**).

## **Landschnecken**

Die Bodengebundenheit der Landschnecken ist erwartungsgemäss sehr gross (**Abbildung 2**): 90% der 182 Arten sind vorwiegend (164 Arten in BGH3), 1% ausschliesslich (2 Arten in BGH4) und 9% schwach an den Boden gebunden (16 Arten in BGH2).

Der Anteil nicht gefährdeter Arten liegt in allen drei bewerteten Bodengebundenheitsklassen bei rund der Hälfte (43-50%, total 80 Arten), derjenige der potenziell gefährdeten bei 15-25% (20 Arten), wobei sie in der BGH4 fehlen, und die insgesamt 73 gefährdeten Arten machen einen Anteil von 25-50% aus (**Tabellen 3 und 4**).

Bei den Landschnecken gibt es mehr potenziell gefährdete oder gefährdete Arten, die an den Boden gebunden sind (94 Arten) als solche, die nicht an den Boden gebunden sind (8 Arten). Die Landschnecken umfassen 1 Zielart (**Anhang**).

## **Singzikaden**

Alle 10 kategorisierten Singzikaden sind vorwiegend auf den Boden angewiesen und damit der Klasse 3 zugeordnet (**Abbildung 2**).

2 Arten oder 20% der Arten sind nicht gefährdet, alle andern 8 Arten (80%) sind mehr oder weniger stark gefährdet (**Tabellen 3 und 4**).

Bei den Singzikaden sind alle potenziell gefährdeten oder gefährdeten Arten an den Boden gebunden sind (8 Arten).

## **Wildbienen**

Von den 605 Wildbienenarten sind 75% vorwiegend an den Boden gebunden (452 Arten, BGH3), das restliche Viertel (151 Arten) schwach oder nicht (BGH2 und BGH1, **Abbildung 2**). Bei 2 Arten ist die Zuordnung nicht bekannt.

Der Anteil nicht gefährdeter Arten liegt in allen drei Bodengebundenheitsklassen bei einem Drittel bis zur Hälfte (34-56%, insgesamt 214 Arten), derjenige der potenziell gefährdeten bei einem Fünftel bis einem Drittel (22-32%, 149 Arten) und die restlichen 11-44% machen die gefährdeten Arten aus (total 242 Arten inkl. der beiden Unbekannten, **Tabellen 3 und 4**). Bei den Wildbienen finden sich als einzige der beurteilten Organismengruppen keine vom Aussterben bedrohten oder ausgestorbenen Arten.

Bei den Wildbienen gibt es mehr potenziell gefährdete oder gefährdete Arten, die an den Boden gebunden sind (300 Arten) als solche, die nicht an den Boden gebunden sind (89 Arten).

## **Amphibien**

Die 18 Amphibienarten sind zu 17% vorwiegend (3 Arten, BGH3) und zu 83% schwach (15 Arten, BGH2) an den Boden gebunden (**Abbildung 2**).

Der Anteil nicht gefährdeter Arten in den Bodengebundenheitsklassen 3 und 2 liegt zwischen 13 und 33% (insgesamt 4 Arten), derjenige der gefährdeten zwischen 66 und 80% (14 Arten, **Tabellen 3 und 4**).

Bei den Amphibien gibt es weniger potenziell gefährdete oder gefährdete Arten, die an den Boden gebunden sind (2 Arten) als solche, die nicht an den Boden gebunden sind (13 Arten).

## **Reptilien**

Die 16 Reptilienarten sind wie die Amphibien vorwiegend (12%, 2 Arten, BGH3), v. a. aber schwach an den Boden gebunden (88%, 14 Arten, BGH2, **Abbildung 2**).

In der Bodengebundenheitsklasse 3 sind je eine Art gefährdet und nicht gefährdet, in der Klasse 2 sind je 7% (1 Art) nicht bzw. potenziell gefährdet und 86% gefährdet (13 Arten, **Tabellen 3 und 4**).

Bei den Reptilien gibt es nur eine gefährdete Art, die an den Boden gebunden ist gegenüber 13 potenziell gefährdeten oder gefährdeten Arten, die nicht an den Boden gebunden sind.

## **Tagfalter**

Erwartungsgemäss sind die 226 Tagfalter-Arten nur schwach (24%, 54 Arten, BGH2) oder nicht (76%, 172 Arten, BGH1) an den Boden gebunden (**Abbildung 2**).

37-49% der in den Bodengebundenheitsklassen 2 und 1 beurteilten Arten sind nicht gefährdet (insgesamt 104 Arten), 17-20% potenziell (44 Arten) und 31-46% gefährdet (78 Arten, **Tabellen 3 und 4**).

Bei den Tagfaltern ist keine der 122 potenziell gefährdeten oder gefährdeten Arten an den Boden gebunden.

**Abschliessend** kann gesagt werden, dass

- bei sieben der elf beurteilten Organismengruppen, nämlich bei den Grosspilzen, Bodenflechten, Heuschrecken, Laufkäfern, Landschnecken, Singzikaden und Wildbienen, ein Grossteil der gefährdeten Arten auf den Boden als Lebensraum angewiesen ist (1770 Arten in BGH 4&3, 147 Arten in BGH 2&1).
- bei den Säugern, Amphibien, Reptilien und Tagfaltern dagegen nur wenige gefährdete Arten an den Boden gebunden sind (13 Arten in BGH 4&3, 161 Arten in BGH 2&1).
- von den total 4813 beurteilten Arten gut die Hälfte, nämlich 2721 (56%) nicht gefährdet, 504

(11%) potenziell und 1587 (33%) gefährdet sind.

Im **Grad der Gefährdung innerhalb der Bodengebundenheitsklassen** zeigen sich gewisse Unterschiede:

- In der sehr stark an den Boden gebundenen Klasse BGH4 sind zwei Drittel der Arten (63%) nicht gefährdet, ein Drittel potenziell (6%) bzw. gefährdet (31%).
- In der vorwiegend an den Boden gebundenen Klasse BGH3 sind knapp die Hälfte (48%) der Arten nicht gefährdet und gut die Hälfte potenziell (17%) bzw. gefährdet (35%).
- In der schwach an den Boden gebundenen Klasse BGH2 sind gut ein Drittel (39%) der Arten nicht gefährdet, zwei Drittel potenziell (14%) bzw. gefährdet (47%).
- In der nicht an den Boden gebundenen Klasse BGH1 sind knapp die Hälfte (47%) der Arten nicht gefährdet, gut die Hälfte potenziell (24%) bzw. gefährdet (29%).
- Von den 4259 an den Boden gebundenen Arten (BGH 4&3) sind etwas mehr als die Hälfte, nämlich 58% oder 2476 Arten nicht gefährdet und 42% oder 1783 Arten gefährdet bzw. potenziell gefährdet.
- Für 553 aller klassierten Arten ist der Boden ein unbedeutender Lebensraum (BGH 2&1), der Anteil potenziell gefährdeter und gefährdeter Arten ist mit 56% oder 308 Arten höher als derjenige der nicht gefährdeten mit 44% oder 245 Arten.

## 5) Schlussfolgerungen und Ausblick

Die vorliegende Arbeit gibt einen ersten Einblick in die Bedeutung des Bodens als Lebensraum von elf ausgewählten Gruppen von Tieren, Pilzen und Flechten. Erstmals wurden Informationen zum Gefährdungsgrad des Bodens in der Schweiz anhand von Rote Liste-Arten erarbeitet.

Ursprüngliche Klassifikationen der Bodengebundenheit basierten ausschliesslich auf den Lebenszyklen von Insekten. Die Bodengebundenheits-Klassen wurden hier so angepasst, dass auch Wirbeltiere, Landschnecken sowie Flechten und Pilze damit eingestuft werden können. Die hier ermittelte Bodengebundenheit von Rote Liste-Arten ist neu und wegweisend für weitere Untersuchungen.

Die Bodengebundenheit der untersuchten Rote Liste-Arten ist sehr hoch. Von den total 4813 beurteilten Arten sind 89% sehr stark oder vorwiegend an den Boden gebunden. Von den sehr stark an den Boden gebundenen Arten sind ca. ein Drittel gefährdet oder potenziell gefährdet. Die Untersuchungen zeigen keine stärkere Gefährdung der stark an den Boden gebundenen Arten gegenüber denjenigen, die nicht oder kaum an den Boden gebunden sind. Die Laufkäfer illustrieren dies sehr schön: Der prozentuale Anteil der gefährdeten Arten nimmt mit der Bodengebundenheit ab (von 67% in BGH2 auf 13% in BGH4).

Die ursprünglich angedachten zusätzlichen Informationen zur Verbreitung der Arten nach biogeographischen Regionen und Lebensräumen wurde aus zeitlichen Gründen nicht mehr weiterverfolgt. Hier wäre sicherlich interessant gewesen zu untersuchen, ob es Unterschiede zwischen Wald und Offenland bezüglich der Bodengebundenheit der darin vorkommenden Organismengruppen gibt, oder ob die an den Boden gebundenen Organismengruppen (BGH 3&4) im Offenland stärker gefährdet sind als im Wald. Wälder gelten als natürlichere Ökosysteme als Offenland, dies unter anderem wegen der fehlenden Bodenbearbeitung. Möglicherweise würde im Offenland ein höherer prozentualer Anteil gefährdeter Arten mit starker Bodengebundenheit gefunden als im Wald.

Mittels dieser neuen, innovativen Klassifikation der Bodengebundenheit konnten erstmals Zielarten bestimmt werden. Dies sind Arten, die sowohl gefährdet als auch in der Bodengebundenheitsklasse 4 zugeordnet sind und somit für die Arten- und Lebensraumvielfalt relevante Bodenarten repräsentieren. In Zukunft soll bei den regional spezifischen Fördermassnahmen der schützenswerten Zielarten und national prioritären Leitarten die Bodenqualität als weiteres Element mitberücksichtigt werden.

Diese Arbeit zeigt die hohe Abhängigkeit vieler Lebewesen vom Boden und ihre zum Teil starke Gefährdung. In Zukunft kann ein gezieltes Bodenmonitoring mittels DNA-Metabarcoding helfen, gefährdete Organismen, insbesondere solche in den Bodengebundenheitsklassen 4 und 3, nachzuweisen und eine entsprechende molekulargenetische Datenbank zu erstellen. Dabei ermöglicht das DNA Metabarcoding aufgrund der molekulargenetischen Basis eine zusätzliche Perspektive zu den morphologischen Erhebungen der im Boden angesiedelten national prioritären Arten (z.B. Grosspilze).

Im Weiteren hat das WSL kürzlich ein DNA Metabarcoding für Ringelwürmer (Annelida) etabliert. Diese Methode könnte an BDM, NABO, KABO und/oder LWF Proben ausgetestet werden. Dabei könnte die Diversität der Ringelwürmer und im speziellen der Regenwürmer (Oligochaeten) in der Boden-DNA bestimmt werden. Für alle Monitoring Netzwerke sind bereits DNA Proben vorhanden (Agroscope: BDM, NABO, KABO; WSL: LWF, NABO). Für die geplante Wiederholung der Waldbodeninventur im 8x8 km Netz mit 172 Standorten plus ca. 40 ergänzende Standorte (Start 2022) wären erstmalig auch profilumfassende Diversitäts-Analysen möglich. Die Proben könnten nach Grosslebensräumen der TypoCH stratifiziert werden und den vorhandenen Arten nach IUCN-Kriterien ein RL-Status zugewiesen werden. Diese Arbeiten wären

wegweisend für eine erste Rote Liste von Bodenorganismen (Regenwürmer).

## 6) Literatur

- Amelung W., Blume H.-P., Fleige H., Horn R., Kandeler E., Kögel-Knabner I., Kretzschmar R., Stahr K., Wilke B.-M. (2018). in: Scheffer/Schachtschabel. Lehrbuch der Bodenkunde. Springer Spektrum, Auflage 17, 750 S.
- Amiet F. (1994). Rote Liste der gefährdeten Bienen der Schweiz. In: Duelli P. (Red.). Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. Vollzug Umwelt: 38–44.
- 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.
- Cordillot F., Klaus G. (2011) Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1120: 111 S.
- Duelli P. et al. (1994). Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. Vollzug Umwelt: 79 S.
- Gobat J.-M., Aragno M., Matthey W. (2010). Le sol vivant. Payot. 848 S.
- Klaiber et al. (2017). Fauna Indicativa. WSL Berichte 54. 192 S.
- Klaus G., Cordillot F., Künzle I. (2021). Zustand der Artenvielfalt in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2020. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern; Info Species, Neuchâtel. Umwelt-Zustand.
- Lehmitz R, Römke J, Graefe U, Beylich A, Krück S (2016). Rote Liste und Gesamtartenliste der Regenwürmer (Lumbricidae et Criodrilidae) Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (4), 565 - 590.
- Marggi W. (1994). Rote Liste der gefährdeten Laufkäfer und Sandlaufkäfer (Carabidae) der Schweiz. In: Duelli P. (Red.). Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. Vollzug Umwelt: 55–59.
- Monnerat C., Thorens P., Walter T., Gonseth Y. (2007). Rote Liste der Heuschrecken der Schweiz. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Bern; Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug 0719: 62 S.
- Monney J.-C., Meyer A. (2005). Rote Liste der gefährdeten Reptilien der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz, Bern. BUWAL-Reihe: Vollzug Umwelt. 50 S.
- Rüetschi J., Stucki P., Vicentini H., Müller P. (2012). Rote Listen der gefährdeten Muschel- und Schneckenarten (Mollusca) der Schweiz, Stand 2010. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Bern; Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug 1216: 148 S.
- Scheidegger C., Clerc P. (2002). Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz: Baum- und erdbewohnende Flechten. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern; Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf; Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève CJBG. Vollzug Umwelt: 124 S.
- Schmidt B.R., Zumbach S. (2005). Rote Liste der gefährdeten Amphibien der Schweiz. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern; Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz karch, Bern. Vollzug Umwelt: 48 S.
- Senn-Irlet B, Bieri G, Egli S (2007). Rote Liste der gefährdeten Grosspilze der Schweiz. Vollzug



Umwelt: Nr. 0718: 92 S.

Turner, H., Wüthrich, M., Rüetschi, J. (1994). Rote Liste der gefährdeten Weichtiere der Schweiz. In: Duelli, P. (Red.). Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz: 75-79. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL-Reihe Rote Listen, EDMZ Bern, 97 S.

Wermeille E., Chittaro Y., Gonseth Y. (2014). Rote Liste Tagfalter und Widderchen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2012. Bundesamt für Umwelt, Bern und Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1403: 97 S.

## 7) Anhang

Zeigerarten: Liste der in der Bodengebundenheitsklasse 4 klassierten Arten der Grosspilze, Bodenflechten, Heuschrecken, Säuger, Laufkäfer und Landschnecken.

### **Grosspilze (BGH4: 2658 Arten, davon gefährdet: 830 Arten)**

*Abortiporus biennis*

*Agaricus altipes*, *Agaricus benesii*, *Agaricus excellens*, *Agaricus lanipes*, *Agaricus leucotrichus*, *Agaricus luteomaculatus*, *Agaricus lutosus*, *Agaricus macrocarpus*, *Agaricus maleolens*, *Agaricus nivescens*, *Agaricus porphyrizon*, *Agaricus subperonatus*

*Agrocybe elatella*, *Agrocybe firma*, *Agrocybe vervacti*

*Aleurodiscus aurantius*

*Amanita beckeri*, *Amanita caesarea*, *Amanita eliae*, *Amanita franchetii*, *Amanita friabilis*, *Amanita lividopallescens*, *Amanita magnivolvata*, *Amanita nivalis*, *Amanita pachyvoluta*, *Amanita solitaria*, *Amanita verna*

*Amyloporiella crassa*

*Antrodia ramentacea*

*Antrodiella semisupina*

*Arcangeliella stephensii*

*Armillaria ectypa*

*Arrhenia gerardiana*, *Arrhenia griseopallida*, *Arrhenia obscurata*, *Arrhenia onisca*, *Arrhenia philonotis*, *Arrhenia roseola*

*Ascozonus woolhopensis*

*Asterostroma cervicolor*, *Asterostroma laxum*

*Astraeus hygrometricus*

*Aureoboletus gentilis*

*Bankera fuligineoalba*, *Bankera violascens*

*Basidioidendron cinereum*

*Boidinia furfuracea*, *Boidinia subasperispora*

*Bolbitius pluteoides*

*Boletopsis grisea*

*Boletus aereus*, *Boletus dupainii*, *Boletus fechtneri*, *Boletus impolitus*, *Boletus junquilleus*, *Boletus pseudoregius*, *Boletus queletii*, *Boletus regius*, *Boletus rhodopurpureus*, *Boletus rhodoxanthus*, *Boletus torosus*

*Botryotinia calthae*, *Botryotinia ranunculi*

*Bovista limosa*, *Bovista paludosa*, *Bovista pusilla*, *Bovista tomentosa*

*Buchwaldoboletus lignicola*, *Buchwaldoboletus sphaerocephalus*

*Byssonectria terrestris*

*Caloscypha fulgens*

*Camarophylloopsis phaeophylla*, *Camarophylloopsis schulzeri*

*Camarophyllus berkeleyi*, *Camarophyllus cinereus*, *Camarophyllus fuscescens*

*Cantharelloopsis prescotii*

*Cantharellula umbonata*

*Cantharellus ianthinoxanthus*, *Cantharellus melanoxeros*

*Ceriporiopsis gilvescens*

*Chalciporus amarellus*, *Chalciporus pseudorubinus*

*Chamonixia caespitosa*

*Cheilymenia theleboloides*, *Cheilymenia vitellina*

*Chrysomphalina chrysophylla*

*Ciboria viridifusca*

*Clavaria argillacea*, *Clavaria candida*, *Clavaria fumosa*, *Clavaria incarnata*, *Clavaria rosea*,

*Clavaria zollingeri*

*Clavulicium macounii*

*Clavulina amethystina*

*Clavulinopsis fusiformis*, *Clavulinopsis luteoalba*  
*Clitocybe barbularum*, *Clitocybe bresadolana*, *Clitocybe collina*, *Clitocybe elegantula*,  
*Clitocybe ericetorum*, *Clitocybe favrei*, *Clitocybe festiva*, *Clitocybe fulgineipes*, *Clitocybe*  
*glareosa*, *Clitocybe lateritia*, *Clitocybe lituus*, *Clitocybe marginella*, *Clitocybe martiorum*,  
*Clitocybe maxima*, *Clitocybe pseudo-obbata*, *Clitocybe subsalmonea*, *Clitocybe truncicola*,  
*Clitocybe tuba*  
*Conferticum ochraceum*  
*Conocybe antipus*, *Conocybe aurea*, *Conocybe intrusa*  
*Coprinellus truncorum*  
*Coprinopsis echinospora*, *Coprinopsis martinii*, *Coprinopsis narcotica*, *Coprinopsis nivea*,  
*Coprinopsis phaeospora*  
*Cordyceps michiganensis*, *Cordyceps sphecocephala*  
*Cortinarius* (Derm.) *cinnabarinus*, *Cortinarius* (Derm.) *croceoconus*, *Cortinarius* (Derm.)  
*lignicolus*, *Cortinarius* (Derm.) *phoeniceus*, *Cortinarius* (Lepr.) *cotoneus*, *Cortinarius* (Lepr.)  
*humicola*, *Cortinarius* (Lepr.) *phrygianus*, *Cortinarius* (Lepr.) *psammocephalus*, *Cortinarius*  
(Lepr.) *raphanoides*, *Cortinarius* (Lepr.) *saniosus*, *Cortinarius* (Lepr.) *subannulatus*,  
*Cortinarius* (Lepr.) *tophaceus*, *Cortinarius* (Lepr.) *zinziberatus*, *Cortinarius* (Myx.) *betulinus*  
*Cortinarius* (Myx.) *causticus*, *Cortinarius* (Myx.) *croceocoeruleus*, *Cortinarius* (Myx.) *emollitus*,  
*Cortinarius* (Myx.) *pumilus*, *Cortinarius* (Phl.) *allutus*, *Cortinarius* (Phl.) *arcuatorum*,  
*Cortinarius* (Phl.) *arquatus*, *Cortinarius* (Phl.) *aureofulvus*, *Cortinarius* (Phl.)  
*aureopulverulentus*, *Cortinarius* (Phl.) *avellaneocoeruleus*, *Cortinarius* (Phl.) *azureovelatus*,  
*Cortinarius* (Phl.) *balteatoalbus*, *Cortinarius* (Phl.) *balteatocumatilis*, *Cortinarius* (Phl.)  
*caesiocanescens*, *Cortinarius* (Phl.) *caesiocortinatus*, *Cortinarius* (Phl.) *caesiostramineus*,  
*Cortinarius* (Phl.) *cephalixus*, *Cortinarius* (Phl.) *citrinoolivaceus*, *Cortinarius* (Phl.) *citrinus*,  
*Cortinarius* (Phl.) *cliduchus*, *Cortinarius* (Phl.) *corrosus*, *Cortinarius* (Phl.) *crassus*, *Cortinarius*  
(Phl.) *cumatilis*, *Cortinarius* (Phl.) *cyaneus*, *Cortinarius* (Phl.) *dibaphus*, *Cortinarius* (Phl.)  
*fulmineus*, *Cortinarius* (Phl.) *guttatus*, *Cortinarius* (Phl.) *herpeticus*, *Cortinarius* (Phl.) *largus*,  
*Cortinarius* (Phl.) *lividoviolaceus*, *Cortinarius* (Phl.) *mairei*, *Cortinarius* (Phl.) *moenne-loccozi*,  
*Cortinarius* (Phl.) *papulosus*, *Cortinarius* (Phl.) *paracephalixus*, *Cortinarius* (Phl.)  
*porphyropus*, *Cortinarius* (Phl.) *prasinus*, *Cortinarius* (Phl.) *pseudoglaucopus*, *Cortinarius*  
(Phl.) *pseudosulphureus*, *Cortinarius* (Phl.) *rapaceus*, *Cortinarius* (Phl.) *rufoolivaceus*,  
*Cortinarius* (Phl.) *saporatus*, *Cortinarius* (Phl.) *sebaceus*, *Cortinarius* (Phl.) *sodagnitus*,  
*Cortinarius* (Phl.) *spadiceus*, *Cortinarius* (Phl.) *subporphyropus*, *Cortinarius* (Phl.)  
*subpurpurascens*, *Cortinarius* (Phl.) *talus*, *Cortinarius* (Phl.) *triumphans*, *Cortinarius* (Phl.)  
*turmalis*, *Cortinarius* (Phl.) *variegatus*, *Cortinarius* (Phl.) *vesperinus*, *Cortinarius* (Phl.)  
*vulpinus*, *Cortinarius* (Phl.) *xanthophyllus*, *Cortinarius* (Ser.) *argutus*, *Cortinarius* (Ser.)  
*azureus*, *Cortinarius* (Ser.) *cyanites*, *Cortinarius* (Ser.) *malachioides*, *Cortinarius* (Ser.)  
*pholideus*, *Cortinarius* (Ser.) *pseudocyanites*, *Cortinarius* (Tel.) *armillatus*, *Cortinarius* (Tel.)  
*bulbosus*, *Cortinarius* (Tel.) *bulliardii*, *Cortinarius* (Tel.) *glandicolor*, *Cortinarius* (Tel.)  
*haematochelis*, *Cortinarius* (Tel.) *miniatopus*, *Cortinarius* (Tel.) *scutulatus*, *Cortinarius* (Tel.)  
*subferrugineus*, *Cortinarius caerulescens*, *Cortinarius coerulescentium*, *Cortinarius*  
*elegantissimus*  
*Cotylidia undulata*  
*Crepidotus ehrendorferi*  
*Crinipellis scabella*  
*Cristinia eichleri*  
*Cudoniella clavus*  
*Cuphophyllus flavipes*, *Cuphophyllus lacmus*, *Cuphophyllus russocoriaceus*  
*Cystoderma cinnabarinum*, *Cystoderma superbum*  
*Cystolepiota moelleri*  
*Dacryobolus sudans*  
*Dermoloma cuneifolium*, *Dermoloma pseudocuneifolium*  
*Diplomitoporus flavescens*  
*Discina leucoxantha*, *Discina melaleuca*

*Disciseda bovista*, *Disciseda candida*  
*Echinoderma echinaceum*, *Echinoderma hystrix*, *Echinoderma pseudoasperulum*  
*Entoloma* (Cla.) *lanicum*, *Entoloma* (Cla.) *phaeocyathus*, *Entoloma* (Cla.) *rhodocylix*,  
*Entoloma* (Clit.) *costatum*, *Entoloma* (Ent.) *alpicola*, *Entoloma* (Ent.) *aprile*, *Entoloma* (Ent.)  
*atrosericeum*, *Entoloma* (Ent.) *bloxamii*, *Entoloma* (Ent.) *caccabus*, *Entoloma* (Ent.)  
*griseoluridum*, *Entoloma* (Ent.) *majaloides*, *Entoloma* (Ent.) *prunuloides*, *Entoloma* (Ent.)  
*pseudoturbidum*, *Entoloma* (Ent.) *saepium*, *Entoloma* (Ent.) *saundersii*, *Entoloma* (Ent.)  
*sericatum*, *Entoloma* (Ent.) *sordidulum*, *Entoloma* (Ent.) *vinaceum*, *Entoloma* (Ino.) *plebejum*,  
*Entoloma* (Lep.) *asprellum*, *Entoloma* (Lep.) *atrocoeruleum*, *Entoloma* (Lep.) *carneogriseum*,  
*Entoloma* (Lep.) *corvinum*, *Entoloma* (Lep.) *dichroum*, *Entoloma* (Lep.) *exile*, *Entoloma* (Lep.)  
*griseocyaneum*, *Entoloma* (Lep.) *griseorubidum*, *Entoloma* (Lep.) *lepidissimum*, *Entoloma*  
(Lep.) *lividocyanulum*, *Entoloma* (Lep.) *placidum*, *Entoloma* (Lep.) *pseudocoelestinum*,  
*Entoloma* (Lep.) *roseum*, *Entoloma* (Lep.) *sphagnorum*, *Entoloma* (Lep.) *turci*, *Entoloma*  
(Lep.) *xanthochroum*, *Entoloma* (Nol.) *clandestinum*, *Entoloma* (Nol.) *cuspidiferum*, *Entoloma*  
(Nol.) *favrei*, *Entoloma* (Nol.) *infula*, *Entoloma* (Nol.) *minutum*, *Entoloma* (Par.) *neglectum*,  
*Entoloma* (Pou.) *dysthaloides*, *Entoloma* (Pou.) *versatile*, *Entoloma* (Tri.) *elodes*, *Entoloma*  
(Tri.) *jubatum*, *Entoloma* (Tri.) *porphyrophaeum*, *Entoloma* (Tri.) *scabiosum*  
*Erythricium laetum*  
*Flammulaster carpophilus*, *Flammulaster ferrugineus*, *Flammulaster granulosus*,  
*Flammulaster limulatus*  
*Floccularia straminea*  
*Galerina cinctula*, *Galerina jaapii*, *Galerina pseudomniophila*, *Galerina pseudotundrae*,  
*Galerina salicicola*  
*Galzinia incrustans*  
*Ganoderma valesiacum*  
*Gastrosporium simplex*  
*Gautieria mexicana*  
*Geastrum coronatum*, *Geastrum melanocephalum*, *Geastrum nanum*  
*Geoglossum cookeanum*, *Geoglossum glutinosum*  
*Geopyxis foetida*  
*Gerronema brevbasidiatum*, *Gerronema josserandii*, *Gerronema marchantiae*, *Gerronema*  
*strombodes*  
*Gloeocystidiellum lactescens*  
*Gomphidius roseus*  
*Gymnopilus flavus*, *Gymnopilus odini*, *Gymnopilus picreus*, *Gymnopilus stabilis*  
*Gymnopus hybridus*, *Gymnopus oreadoides*, *Gymnopus quercophilus*, *Gymnopus vernus*  
*Gyromitra accumbens*, *Gyromitra parma*  
*Gyroporus castaneus*  
*Haasiella venustissima*  
*Hebeloma claviceps*, *Hebeloma helodes*, *Hebeloma laterinum*, *Hebeloma minus*, *Hebeloma*  
*perpallidum*, *Hebeloma remyi*, *Hebeloma sordidum*, *Hebeloma strophosum*, *Hebeloma*  
*syrjense*, *Hebeloma tomentosum*, *Hebeloma versipelle*  
*Helvella fibrosa*, *Helvella phlebophora*, *Helvella queletii*  
*Hemimycena crispata*, *Hemimycena mairei*, *Hemimycena ochrogaleata*  
*Hericium coralloides*  
*Hodophilus atropunctus*, *Hodophilus foetens*, *Hodophilus micaceus*  
*Hohenbuehelia auriscalpium*, *Hohenbuehelia longipes*, *Hohenbuehelia mastrucata*  
*Hydnellum auratile*, *Hydnellum compactum*, *Hydnellum geogenium*, *Hydnellum spongiosipes*  
*Hydnocystis piligera*  
*Hydnum albidum*  
*Hydropus atramentosus*  
*Hydropus scabripes*  
*Hygrocybe calciphila*, *Hygrocybe calyptriformis*, *Hygrocybe ceracea*, *Hygrocybe*  
*coccineocrenata*, *Hygrocybe fornicata*, *Hygrocybe helobia*, *Hygrocybe ingrata*, *Hygrocybe*

insipida, *Hygrocybe konradii*, *Hygrocybe laeta*, *Hygrocybe mucronella*, *Hygrocybe nitrata*,  
*Hygrocybe obrussea*, *Hygrocybe ovina*, *Hygrocybe parvula*, *Hygrocybe punicea*, *Hygrocybe*  
*reidii*, *Hygrocybe spadicea*, *Hygrocybe turunda*  
*Hygrophorus arbustivus*, *Hygrophorus atramentosus*, *Hygrophorus calophyllus*, *Hygrophorus*  
*hedrychii*, *Hygrophorus latitabundus*, *Hygrophorus leporinus*, *Hygrophorus leucophaeus*,  
*Hygrophorus ligatus*, *Hygrophorus lindtneri*, *Hygrophorus mesotephrus*, *Hygrophorus*  
*persicolor*, *Hygrophorus pleurotoides*, *Hygrophorus poetarum*, *Hygrophorus purpurascens*,  
*Hygrophorus russula*, *Hygrophorus spodoleucus*  
*Hymenogaster vulgaris*  
*Hymenoscyphus albidus*, *Hymenoscyphus equisetinus*, *Hymenoscyphus imberbis*,  
*Hymenoscyphus rhodoleucus*  
*Hyphoderma capitatum*, *Hyphoderma roseocremeum*, *Hyphoderma transiens*  
*Hyphodermella corrugata*  
*Hyphodontia abieticola*, *Hyphodontia quercina*, *Hyphodontia spathulata*  
*Hypholoma ericaeoides*, *Hypholoma laeticolor*, *Hypholoma polytrichi*, *Hypholoma*  
*subericaeum*  
*Hypochnicium detriticum*  
*Hyoxylon howeanum*  
*Hysterangium separabile*  
*Inocybe agardhii*, *Inocybe albovelutipes*, *Inocybe alnea*, *Inocybe amblyospora*, *Inocybe*  
*auricoma*, *Inocybe bresadolae*, *Inocybe calospora*, *Inocybe concinnula*, *Inocybe*  
*curvipes*, *Inocybe decipiens*, *Inocybe dunensis*, *Inocybe flavella*, *Inocybe frigidula*, *Inocybe*  
*geranioidora*, *Inocybe griseovelata*, *Inocybe hirtelloides*, *Inocybe humilis*, *Inocybe*  
*hygrophorus*, *Inocybe hystrix*, *Inocybe leptocystis*, *Inocybe luteipes*, *Inocybe maculipes*,  
*Inocybe margaritisporea*, *Inocybe melanopus*, *Inocybe monochroa*, *Inocybe mundula*, *Inocybe*  
*oblectabilis*, *Inocybe ovatocystis*, *Inocybe perlata*, *Inocybe phaeosticta*, *Inocybe proximella*,  
*Inocybe pseudohiulca*, *Inocybe relicina*, *Inocybe rhacodes*, *Inocybe salicis*, *Inocybe*  
*sambucina*, *Inocybe squamata*, *Inocybe strigiceps*, *Inocybe tabacina*, *Inocybe tenebrosa*,  
*Inocybe tricolor*, *Inocybe xanthomelas*  
*Ischnoderma trogii*  
*Lachnum nudipes*  
*Lacrymaria pyrotricha*  
*Lactarius acerrimus*, *Lactarius aspideus*, *Lactarius azonites*, *Lactarius bertillonii*, *Lactarius*  
*citriolens*, *Lactarius controversus*, *Lactarius dryadophilus*, *Lactarius fascians*, *Lactarius*  
*flavidus*, *Lactarius flexuosus*, *Lactarius glaucescens*, *Lactarius helvus*, *Lactarius hepaticus*,  
*Lactarius hygginus*, *Lactarius lacunarum*, *Lactarius luteolus*, *Lactarius mairei*, *Lactarius*  
*mamosus*, *Lactarius musteus*, *Lactarius omphaliiformis*, *Lactarius quieticolor*, *Lactarius*  
*repraesentaneus*, *Lactarius resimus*, *Lactarius romagnesii*, *Lactarius rostratus*, *Lactarius*  
*salicis-herbaceae*, *Lactarius salicis-reticulatae*, *Lactarius scoticus*, *Lactarius serifluus*,  
*Lactarius spinosulus*, *Lactarius subumbonatus*  
*Leccinum crocipodium*, *Leccinum duriusculum*, *Leccinum holopus*, *Leccinum molle*, *Leccinum*  
*piceinum*, *Leccinum quercinum*, *Leccinum vulpinum*  
*Lentinus cyathiformis*  
*Lepiota alba*, *Lepiota griseovirens*, *Lepiota ignicolor*, *Lepiota lilacea*, *Lepiota ochraceofulva*,  
*Lepiota oreadiformis*, *Lepiota parvannulata*, *Lepiota pseudofelina*, *Lepiota subalba*, *Lepiota*  
*tomentella*  
*Lepista caespitosa*, *Lepista densifolia*, *Lepista ricekii*, *Lepista rickenii*  
*Leucoagaricus americanus*, *Leucoagaricus badhamii*, *Leucoagaricus nymphaeum*,  
*Leucoagaricus pulverulentus*, *Leucoagaricus wichanskyi*  
*Leucopaxillus macrocephalus*, *Leucopaxillus mirabilis*, *Leucopaxillus pinicola*, *Leucopaxillus*  
*rhodoleucus*  
*Limacella delicata*, *Limacella vinosorubescens*  
*Litschauerella clematidis*  
*Lobulicium occultum*

Lycoperdon altimontanum, Lycoperdon decipiens, Lycoperdon ericaeum, Lycoperdon frigidum, Lycoperdon lividum, Lycoperdon mammiforme  
Lyophyllum favrei, Lyophyllum incarnatobrunneum, Lyophyllum macrosporum, Lyophyllum ochraceum, Lyophyllum tenebrosum  
Macrolepiota olivascens, Macrolepiota permixta  
Macrotyphula tremula  
Marasmiellus candidus, Marasmiellus tricolor  
Marasmius anomalus, Marasmius buxi, Marasmius capillipes, Marasmius collinus, Marasmius graminum, Marasmius hudsonii, Marasmius saccharinus, Marasmius tenuiparietalis, Marasmius tremulae  
Melanoleuca subpulverulenta  
Melanophyllum eyrei  
Melanotus phillipsii  
Membranomyces spurius  
Metulodontia nivea  
Microglossum viride  
Mollisia palustris  
Mucronella calva  
Musciniupta laevis  
Mycena adonis, Mycena alphitophora, Mycena avenacea, Mycena clavicularis, Mycena fagetorum, Mycena favrei, Mycena floridula, Mycena grisellina, Mycena latifolia, Mycena mucor, Mycena niveipes, Mycena olivaceomarginata, Mycena pearsoniana, Mycena pseudopicta, Mycena purpureofusca, Mycena smithiana, Mycena urania  
Mycenella favreana, Mycenella margaritisporea, Mycenella trachyspora  
Myriosclerotinia sulcata  
Myriostoma coliforme  
Naucoria alnetorum, Naucoria bohémica  
Nemania serpens  
Neottiella rutilans, Neottiella vivida  
Octaviania asterosperma  
Octospora phagosporea  
Odontidium septocystidia  
Omphalina fusconigra, Omphalina pyxidata, Omphalina rustica  
Omphalotus illudens  
Otidea alutacea, Otidea bufonia, Otidea leporina  
Oxyporus latemarginatus  
Panaeolus acuminatus, Panaeolus cinctulus, Panaeolus fontinalis, Panaeolus guttulatus, Panaeolus olivaceus, Panaeolus reticulatus, Panaeolus retirugus  
Paraxerula caussei  
Peniophora piceae, Peniophora pini  
Peziza limnaea, Peziza moravecii  
Phaeoclavulina myceliosa  
Phaeocollybia arduennensis, Phaeocollybia cidaris, Phaeocollybia festiva, Phaeocollybia jennyae  
Phaeogalera oedipus, Phaeogalera stagnina  
Phallogaster saccatus  
Phallus hadriani  
Phanerochaete leprosa  
Phellodon confluens, Phellodon melaleucus, Phellodon niger  
Phlebiella pseudotsugae, Phlebiella vaga  
Pholiota henningsii, Pholiota lucifera, Pholiota myosotis, Pholiota nematolomoides, Pholiota tuberculosa, Pholiotina aeruginosa, Pholiotina cyanopus  
Picoa carthusiana  
Pithya cupressina

*Plectania melastoma*  
*Pleurocybella porrigens*  
*Pleurotus eryngii*  
*Pluteus cyanopus*, *Pluteus ephebeus*, *Pluteus luctuosus*, *Pluteus minutissimus*, *Pluteus peltatus*, *Pluteus poliocnemis*, *Pluteus thomsonii*  
*Polyporus rhizophilus*  
*Poronia punctata*  
*Porpoloma metapodium*, *Porpoloma pes-caprae*, *Porpoloma spinulosum*  
*Protodontia piceicola*  
*Psathyrella caniceps*, *Psathyrella cotonea*, *Psathyrella friesii*, *Psathyrella pennata*, *Psathyrella sphagnicola*, *Psathyrella spintrigera*, *Psathyrella suavissima*, *Psathyrella typhae*  
*Pseudoclitocybe obbata*  
*Pseudoomphalina kalchbrenneri*  
*Pseudoplectania vogesiaca*  
*Pseudorhizina sphaerospora*  
*Psilocybe coprophila*, *Psilocybe velifera*  
*Ramaria* (Ech.) *broomei*, *Ramaria* (Ech.) *curta*, *Ramaria* (Ech.) *roellinii*, *Ramaria* (Lent.) *apiculata*, *Ramaria* (Ram.) *bataillei*, *Ramaria* (Ram.) *botrytis*, *Ramaria* (Ram.) *flavescens*, *Ramaria* (Ram.) *flavobrunnescens*, *Ramaria* (Ram.) *ignicolor*, *Ramaria* (Ram.) *neoformosa*, *Ramaria* (Ram.) *subbotrytis*, *Ramaria* (Ram.) *testaceoflava*  
*Ramariopsis pulchella*  
*Resinicium furfuraceum*  
*Rhizomarasmius epidryas*, *Rhizomarasmius undatus*  
*Rhizopogon obtectus*  
*Rhodocollybia fodiens*, *Rhodocollybia prolixa*  
*Rhodocybe ardosiacae*, *Rhodocybe fallax*, *Rhodocybe hirneola*, *Rhodocybe melleopallens*, *Rhodocybe popinalis*, *Rhodocybe stangliana*  
*Rhodocypha ovilla*  
*Rickenella mellea*  
*Ripartites albido-incarnatus*, *Ripartites serotinus*  
*Rugosomyces obscurissimus*, *Rugosomyces onychinus*  
*Russula amoenicolor*, *Russula amoenolens*, *Russula anatina*, *Russula brunneoviolacea*, *Russula carminipes*, *Russula cicatricata*, *Russula claroflava*, *Russula consobrina*, *Russula cremeoavellanea*, *Russula cuprea*, *Russula curtipes*, *Russula dryadicola*, *Russula elaeodes*, *Russula emeticicolor*, *Russula faginea*, *Russula fuscorubra*, *Russula galochroa*, *Russula graveolens*, *Russula griseascens*, *Russula lilacea*, *Russula livescens*, *Russula lundellii*, *Russula maculata*, *Russula medullata*, *Russula melliolens*, *Russula melzeri*, *Russula odorata*, *Russula pallidospora*, *Russula pectinata*, *Russula persicina*, *Russula postiana*, *Russula pseudointegra*, *Russula roseipes*, *Russula rubra*, *Russula sororia*, *Russula subfoetens*, *Russula taeniospora*, *Russula urens*, *Russula velenovskyi*, *Russula versicolor*, *Russula veteriosa*, *Russula vinosobrunnea*  
*Rutstroemia elatina*  
*Sarcodon fennicus*, *Sarcodon fuligineoviolaceus*, *Sarcodon glaucopus*, *Sarcodon joeides*, *Sarcodon leucopus*, *Sarcodon martioflavus*, *Sarcodon scabrosus*, *Sarcodon versipellis*  
*Sarcoleotia globosa*, *Sarcoleotia turficola*  
*Scleroderma fuscum*, *Scleroderma polyrhizum*, *Scleroderma verrucosum*  
*Scutellinia mirabilis*, *Scutellinia nigrohirtula*, *Scutellinia paludicola*, *Scutellinia setosa*  
*Scutigera cristata*, *Scutigera pes-caprae*  
*Sebacina dimitica*  
*Sericeomyces serenus*, *Sericeomyces sericatus*  
*Sidera vulgaris*  
*Simocybe laevigata*, *Simocybe reducta*, *Simocybe sumptuosa*  
*Sistotrema confluens*  
*Sistotremastrum niveocremaeum*

Skeletocutis lilacina  
 Sowerbyella imperialis, Sowerbyella radiculata  
 Spathularia neesii  
 Spongiporus balsameus  
 Squamanita odorata, Squamanita paradoxa, Squamanita schreieri  
 Steccherinum oreophilum  
 Stropharia albocyanea, Stropharia hornemannii, Stropharia melanosperma  
 Suillus flavidus, Suillus plorans, Suillus sibiricus  
 Tephrocybe admissa, Tephrocybe mephitica, Tephrocybe palustris, Tephrocybe putida  
 Telephora anthocephala  
 Thuemenidium atropurpureum  
 Tomentella subclavigera  
 Trechispora confinis, Trechispora fastidiosa, Trechispora microspora, Trechispora praefocata, Trechispora stellulata  
 Tricholoma acerbum, Tricholoma apium, Tricholoma arvernense, Tricholoma bresadolanum, Tricholoma caligatum, Tricholoma colossus, Tricholoma focale, Tricholoma fucatum, Tricholoma inocybeoides, Tricholoma inodermeum, Tricholoma pessundatum, Tricholoma roseoacerbum, Tricholoma stans, Tricholoma sudum, Tricholoma sulphurescens, Tricholoma triste, Tricholoma ustaloides, Tricholoma viridifucatum  
 Tricholomopsis flammula  
 Trichophaeopsis paludosa  
 Tubaria confragosa, Tubaria dispersa, Tubaria pallidisporea, Tubaria praestans  
 Tuber borchii  
 Tulasnella eichleriana  
 Tulostoma brumale, Tulostoma fimbriatum, Tulostoma melanocyclum, Tulostoma petrii, Tulostoma squamosum  
 Tylospora asterophora  
 Tyromyces floriformis  
 Urnula craterium  
 Verpa bohemica  
 Volvariella caesiotincta, Volvariella taylorii  
 Xenasma pruinatum, Xenasma pulverulentum  
 Xerocomus armeniacus, Xerocomus moravicus, Xerocomus parasiticus, Xerocomus porosporus  
 Xylaria filiformis  
 Xylobolus frustulatus

#### **Bodenflechten (BGH4: 156 Arten, davon gefährdet: 48 Arten)**

Caloplaca aurea, Caloplaca livida, Caloplaca saxifragarum, Caloplaca jungermanniae, Caloplaca tirolensis, Caloplaca ammiospila (Wahlenb.) Oliv., Caloplaca tetraspora, Caloplaca sinapisperma  
 Catapyrenium daedaleum  
 Cetraria cucullata  
 Cladonia ecmocyna, Cladonia macroceras, Cladonia cyanipes, Cladonia decorticata, Cladonia macrophyllodes, Cladonia peziziformis  
 Collema coccophorum  
 Dactylina madreporiformis, Dactylina ramulosa  
 Endocarpon pusillum Hedwig  
 Fulgensia bracteata (Hoffm.) R̂s. var. bracteata, Fulgensia schistidii, Fulgensia desertorum  
 Heppia lutosa  
 Leptochidium albociliatum  
 Lobaria linita (Ach.) Rabenh.  
 Nephroma expallidum (Nyl.) Nyl.



Ochrolechia upsaliensis  
Peltigera elisabethae Gyelnik 1927, Peltigera neopolydactyla, Peltigera ponojensis  
Phaeophyscia constipata  
Physconia muscigena  
Protoblastenia terricola  
Psora globifera, Psora testacea  
Phaeorrhiza nimbose  
Rinodina mucronatula, Rinodina olivaceobrunnea  
Rinodina laxa, Rinodina roscida, Rinodina turfacea  
Solorina octospora  
Solorinella asteriscus  
Squamarina lentigera  
Stereocaulon alpinum, Stereocaulon glareosum, Stereocaulon incrustatum

#### **Heuschrecken (BGH4: 30 Arten, davon gefährdet: 23 Arten)**

Aeropedellus variegatus (Fischer von Waldheim, 1846), *Alpen-Keulenschrecke*  
Aiolopus thalassinus (Fabricius, 1781), *Grüne Strandschrecke*  
Bryodemella tuberculata (Fabricius, 1775), *Gefleckte Schnarrschrecke*  
Calliptamus barbarus (Costa, 1836), *Costas Schönschrecke*  
Calliptamus siciliae Ramme, 1927, *Provence-Schönschrecke*  
Calliptamus italicus (Linnaeus, 1758), *Italienische Schönschrecke*  
Chorthippus pullus (Philippi, 1830), *Kiesbank-Grashüpfer*  
Epacromius tergestinus (Charpentier, 1825), *Fluss-Strandschrecke*  
Eumodicogryllus bordigalensis (Latreille, 1804), *Südliche Grille*  
Locusta migratoria cinerascens (Fabricius, 1781), *Wanderheuschrecke*  
Melanogryllus desertus (Pallas, 1771), *Steppengrille*  
Myrmeleotettix maculatus (Thunberg, 1815), *Gefleckte Keulenschrecke*  
Oedaleus decorus (Germar, 1826), *Kreuzschrecke*  
Oedipoda caerulescens (Linnaeus, 1758), *Blaüflügelige Ödlandschrecke*  
Oedipoda germanica (Latreille, 1804), *Rotflügelige Ödlandschrecke*  
Pteronemobius heydenii (Fischer, 1853), *Sumpfgrippe*  
Pteronemobius lineolatus (Brullé, 1835), *Gestreifte Sumpfgrippe*  
Sphingonotus caerulans (Linnaeus, 1767), *Blaüflügelige Sandschrecke*  
Tetrix tuerki (Krauss, 1876), *Türks Dornschröcke*  
Tetrix ceperoi Bolívar, 1887, *Westliche Dornschröcke*  
Tetrix bipunctata (Linnaeus, 1758), *Zweipunkt-Dornschröcke*  
Uvarovitettix depressus (Brisout de Barneville, 1849), *Eingedrückte Dornschröcke*  
Xya variegata Latreille, 1809, *Dreizehenschröcke*

#### **Säuger (BGH4: 4 Arten, davon gefährdet: 2 Arten)**

Mustela nivalis, *Mauswiesel*  
Talpa caeca, *Blindmaulwurf*

#### **Laufkäfer (BGH4: 8 Arten, davon gefährdet: 4 Arten)**

Trechus strigipennis Kiesenwetter, 1861  
Trichotichnus laevicollis (Duftschmid, 1812)  
Trichotichnus rimanus Schaubberger, 1936  
Zabrus tenebrioides tenebrioides (Goeze, 1777)

#### **Landschnecken (BGH4: 2 Arten, davon gefährdet: 1 Art)**

*Acanthinula aculeata* (O. F. Müller, 1774)