

# Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg

 Band 79

The text 'Band 79' is centered below the title. To its left is a small black silhouette of a lion, which is the logo of the Baden-Württemberg state government.

<b>HERAUSGEBER</b>	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a>
<b>BEARBEITUNG UND REDAKTION</b>	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg Christine Bißdorf und Anna Haußmann Referat Flächenschutz, Fachdienst Naturschutz <a href="mailto:fachdienst-naturschutz@lubw.bwl.de">fachdienst-naturschutz@lubw.bwl.de</a>
<b>DOWNLOAD</b>	<a href="http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de</a> Fachdokumente: Natur und Landschaft > Berichte > Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg
<b>STAND</b>	2017
<b>SATZ</b>	Sabine Keller VIVA IDEA Grafik-Design, 73773 Aichwald, <a href="http://www.vivaidea.de">www.vivaidea.de</a>

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Namentlich gekennzeichnete Fremdbeiträge stimmen nicht in jedem Fall mit der Meinung des Herausgebers überein. Für die inhaltliche Richtigkeit von Beiträgen ist der jeweilige Verfasser verantwortlich.

# Die Moose, Flechten und Großpilze der Offenhaltungsversuche des Landes Baden-Württemberg

JOSEF SIMMEL UND PETER POSCHLOD

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>100</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>100</b>
<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>101</b>
<b>2 MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>102</b>
2.1 Untersuchte Versuchsstandorte und Managementvarianten	102
2.2 Erfasste Organismengruppen und Methoden für ihre Untersuchung	104
2.3 Auswertung der erhobenen Daten	106
<b>3 ERGEBNISSE</b>	<b>107</b>
<b>4 DISKUSSION</b>	<b>112</b>
<b>5 FOLGERUNGEN FÜR DIE PRAXIS</b>	<b>115</b>
<b>6 DANK</b>	<b>115</b>
<b>7 LITERATUR UND QUELLEN</b>	<b>116</b>

# Zusammenfassung

Nach einer Projektlaufzeit von 37 Jahren wurde erstmals die Kryptogamenvegetation in acht Flächen der Offenhaltungsversuche des Landes Baden-Württemberg untersucht. Die Ergebnisse werden für die bodenbewohnenden, die auf Holz und Streu lebenden sowie die epiphytischen Arten getrennt vorgestellt. Die artenreichsten Moosbestände haben sich in den jedes dritte Jahr gemulchten, den zweimal jährlich gemähten sowie – hinsichtlich der kleinen, akrokarpn Arten – in den gebrannten Parzellen entwickelt. Die höchste Artenviel-

falt an Großpilzen fand sich in Sukzessionsflächen. In diesen hat sich, trotz der vergleichsweise kurzen Zeitspanne für die Ansiedlung von Trägergehölzen, eine überraschend artenreiche Epiphytenvegetation angesiedelt. Für die Förderung artenreicher Bestände empfiehlt sich neben dem Belassen bereits vorhandener Altbäume auch die Neuanlage strukturreicher Flächenkomplexe, die Gehölzbestände und unterschiedlich intensiv gepflegte Grünlandbestände verbinden.

## Abstract

37 years after initiation of the grassland management project of Baden-Wuerttemberg, the cryptogam vegetation was surveyed for the first time. We describe the composition of the terricolous, saprotrophic, and epiphytic cryptogam vegetation of eight study sites. The most species-rich bryophyte vegetation was found for the management types mulching every third year, mowing twice per year, and, for small acrocarpon species only,

controlled burning. Macromycete species richness was highest in successional plots. These also yielded a surprisingly rich epiphytic vegetation, despite the comparably short time for development of host trees. To enhance species diversity it is recommended to leave old trees and to newly create situations of high structural diversity by connecting wooded stands with grassland sites differing in the intensity of management.

# 1 Einleitung

Seit 1975 werden im Verbund der Offenhaltungsversuche des Landes Baden-Württemberg, auch Bracheversuche genannt, verschiedene Techniken zur Pflege und zum Erhalt artenreichen Grünlands untersucht. Die Offenhaltungsversuche sind damit einer der am längsten fortgeführten Dauerversuche in Europa (SCHREIBER et al. 2009). Auf 14 Standorten, verteilt auf die Großlandschaften Baden-Württembergs werden Pflegemaßnahmen wie Mulchen, Mähen mit Abräumen, Kontrolliertes Brennen und Beweidung in jeweils direkt benachbarten Parzellen eingesetzt. Beweidung wird dabei auch als Referenz durchgeführt, da dies die traditionelle Nutzungsform darstellt. Eine weitere Parzelle verbleibt ohne Eingriffe, somit steht diese Ungestörte Sukzession als weitere Referenz zur Verfügung. Die Gefäßpflanzenvegetation der einzelnen Parzellen wird in einem vierjährigen Turnus kartiert, um Veränderungen und dadurch den Einfluss der Pflegemaßnahmen dokumentieren zu können (SCHREIBER 2009). In Form gezielter Einzeluntersuchungen wird daneben auch der Einfluss der Maßnahmen auf verschiedene Tiergruppen sowie bestimmte Bodeneigenschaften erfasst (SCHREIBER et al. 2009).

Während die Gefäßpflanzenvegetation regelmäßig untersucht wird, blieben die Kryptogamen bislang unbearbeitet. Überdies scheint es auch insgesamt nur wenige Studien dazu zu geben, wie sich Landnutzung und Grünlandpflege auf Kryptogamen auswirken, und diese befassen sich vorwiegend mit spezifischen Fragestellungen wie beispielsweise den Auswirkungen auf die Mykorrhizierung (BEDINI et al. 2007; BERNHARDT-RÖMERMANN et al.

2009) oder die Fruchtkörperbildung (STRAATSMA et al. 2001). Zumindest einzelne Untersuchungen gehen auf die Artenzusammensetzung und ähnliche Themen ein, wie beispielsweise DETTKI & ESSEEN (2003), GERKEN et al. (2008) und JESCHKE et al. (2008).

In der vorliegenden Studie wurden an acht ausgewählten Versuchsstandorten die Kryptogamen aus den Gruppen der Moose, Flechten und Großpilze untersucht. Dazu wurden, getrennt für die jeweiligen Parzellen, alle vorhandenen Arten erfasst. Darauf basierend können die Auswirkungen, die die einzelnen Pflegemaßnahmen und die Sukzession auf die Kryptogamenvegetation haben, verglichen werden.

Dabei wurden die folgenden Fragestellungen bearbeitet:

- Welche Managementvariante förderte die artenreichste Moos- und Flechtenvegetation?
- Welche Managementvariante förderte die artenreichste Großpilzfunga?
- Gibt es Unterschiede zwischen der Kryptogamenvegetation auf den gepflegten und den Sukzessionsflächen?
- Wie artenreich ist die Epiphytenvegetation, und gibt es Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Trägerbaumarten?

Ausgehend von diesen Fragestellungen werden weiterhin Empfehlungen für den angewandten Naturschutz abgeleitet.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Untersuchte Versuchsstandorte und Managementvarianten

Bearbeitet wurden die acht Standorte der Offenhaltungsversuche mit, im Vergleich zu den anderen Standorten, umfangreicherem Programm an Managementvarianten (SCHREIBER 2009). Die Lage der Standorte ist in Abbildung 1 dargestellt. In Tabelle 1 werden die Versuchsstandorte hinsichtlich ihrer standörtlichen und vegeta-

tionskundlichen Gegebenheiten verglichen. Tabelle 2 listet die an den einzelnen Standorten eingesetzten Managementvarianten auf. Drei durch Gelenkte Sukzession – freie Sukzession bei gleichzeitiger Entnahme aller oberirdischen Biomasse von Gehölzarten – gepflegte Parzellen wurden als Parzellen des Typs Ungestörte Sukzession behandelt, da bislang kein Eingriff stattgefunden hat.

■ Versuchsflächen:

- O Oberstetten
- F Fischweier
- P Plättig
- H Hepsisau
- S St. Johann
- R Rangendingen
- E Ettenheimmünster
- B Bernau

- Großlandschaft
- Baden-Württemberg

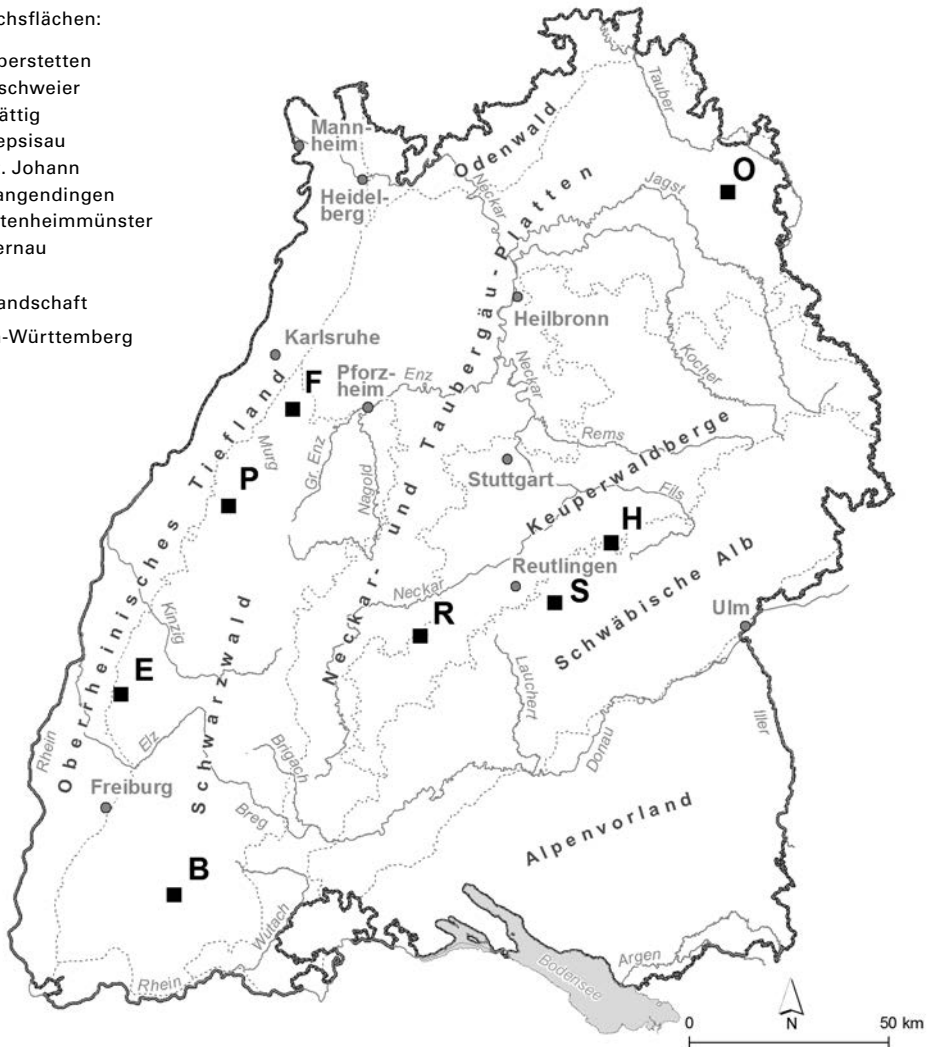


Abbildung 1: Lage der acht untersuchten Versuchsstandorte der Offenhaltungsversuche, dargestellt mit den baden-württembergischen Großlandschaften.  
Kartenbearbeitung: Sabine Fischer  
Kartengrundlage: OpenStreetMap Contributors 2015; LGL, [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de) 2014

Tabelle 1: Standörtliche und vegetationskundliche Daten zu den acht Untersuchungsflächen (SCHREIBER 2009).

Standort	Region	Höhe ü. NN [m]	Meteorologische Jahresmittelwerte		Ausgangsvegetation (1974, vor Versuchsbeginn)
			Temp. [° C]	Niederschl. [mm]	
Oberstetten	Muschelkalk-Tauberland	ca. 380	8,5–9	ca. 700	Mäßig trockene Tal-Salbei-Glatthaferwiese
Hepsisau	Mittlere Voralb	ca. 560	7,5–8	ca. 900	Montan getönte Glatthaferwiese
St. Johann	Mittlere Kuppenalb	ca. 760	6–6,5	ca. 1.000	(Schwach ausgeprägter) Enzian-Schillergrasrasen
Rangendingen	Hecken- und Korngäu	ca. 460	7,5–8	ca. 750	Kalk-Halbtrockenrasen, teilweise Saumgesellschaften
Fischweier	Nordwestliche Schwarzwald-Randplatten	ca. 220	8–8,5	ca. 950	Feucht- und Nasswiesen
Plättig	Gründenschwarzwald und Enzhöhen	ca. 740	6–6,5	ca. 1.900	Eisenhutblättriger Hahnenfuß-Kälberkropf-Gesellschaft
Ettenheimmünster	Lahrer Schollen	260–290	8–8,5	ca. 900	Glatthaferwiese
Bernau	Hochschwarzwald	ca. 1.100	ca. 5,5	ca. 1.800	Flügelginsterweiden

Tabelle 2: Übersicht über die an den einzelnen Versuchstandorten eingesetzten Managementvarianten in den Bereichen Beweidung, Mulchen, Mahd und Brennen sowie der Sukzession.

Standort	Sukzession		Beweidung BW	Mulchen					Mahd		Brennen	
	US	GS		2M	1Mf	1Ms	M2	M3	2MA	1MA	1KB	KB2
Oberstetten	x			x	x	x	x	x			x	x
Hepsisau	x		Schafe	x		x	x		x			
St. Johann	x	x	Schafe, Pferde	x	x	x	x	x		x	x	x
Rangendingen	x			x	x	x	x	x			x	x
Fischweier	x			x	x	x	x				x	x
Plättig	x			x		x	x		x			
Ettenheimmünster	x	x		x		x	x	x	x		x	x
Bernau	x	x	Rinder	x		x	x	x			x	x

Erklärungen: US = Ungestörte Sukzession, GS = Gelenkte Sukzession, BW = Beweidung, 2M = Mulchen zweimal jährlich, 1Mf = Mulchen einmal jährlich früh, 1Ms = Mulchen einmal jährlich spät, M2 = Mulchen jedes zweite Jahr, M3 = Mulchen jedes dritte Jahr, 2MA = Mähen mit Abräumen zweimal jährlich, 1MA = Mähen mit Abräumen einmal jährlich, 1KB = Brennen in der Vegetationsruhe jährlich, KB2 = Brennen in der Vegetationsruhe jedes zweite Jahr.

## 2.2 Erfasste Organismengruppen und Methoden für ihre Untersuchung

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden die Vorkommen von Moosen, Flechten und Großpilzen untersucht und dabei die bodenbewohnenden (terricolen), saprotrophen, parasitischen sowie die epiphytischen Arten. Als Großpilze werden hierbei diejenigen Arten angesehen, deren (Sammel-)Fruchtkörper Größen über 5 mm erreichen. Rost-, Brand- und Mehltaupilze sowie diesen vergleichbare Arten wurden nicht bearbeitet.

Für die Auswertung nach gefährdeten Arten wurden die folgenden Verzeichnisse herangezogen: Rote Liste der Moose bzw. Flechten Baden-Württembergs (SAUER & AHRENS 2005, WIRTH 2008) und Rote Liste der Großpilze Bayerns (KARASCH & HAHN 2009). Die Verwendung der bayerischen Roten Liste ergibt sich daraus, dass das letzte veröffentlichte baden-württembergische Verzeichnis von WINTERHOFF & KRIEGLSTEINER (1984) nicht mehr aktuell erscheint.

## Bodenbewohnende Arten und Großpilzarten an Holz, krautigen Substraten und Streu

In den Flächen der Versuchspartellen fanden sich Kryptogamen in der Regel in sehr kleinen, isolierten Beständen. Bei Pilzen ist dies durch die Ausbildung der Fruchtkörper bedingt, doch auch bei Flechten und Moosen bestanden die Vorkommen teilweise nur aus einem Individuum oder weit verstreut wachsenden Einzelpflanzen. Die für Vegetations- und Sukzessionskartierungen häufig verwendete Methode der Erfassung mit Vegetationsquadraten konnte deshalb nicht sinnvoll angewandt werden. Es erschien praktikabler, die einzelnen Partellen komplett abzusuchen. Dazu wurden die einzelnen Partellen im engen Zickzack abgegangen und die vorhandenen Arten jeweils in mehreren Schritten Abstand kleinräumig (ca. 20 cm × 20 cm) notiert.

Zusätzlich wurde aus den angefertigten Artenlisten die Abundanz kleiner, akrokarper Moosarten ermittelt. Es handelt sich hierbei um meist < 1 cm hohe, in mehr oder



Abbildung 2: Lockere „Kurzrasen“ aus kleinen akrokarpen Moosen innerhalb einer Vegetationslücke. Abgebildet sind Silberbirnmoos (*Bryum argenteum*) mit enganliegender, knospiger Beblätterung, Rötliches Birnmoos (*Bryum rubens*) mit abstehenden, dunkelgrünen Blättern und Purpurrotes Hornzahnmoos (*Ceratodon purpureus*) mit abstehenden, hellgrünen Blättern. Aufnahme aus einem Grünlandbestand nahe Straubing (Niederbayern).  
Foto: Josef Simmel



weniger lockeren Rasen wachsende Arten (vgl. Abbildung 2). Diese treten entsprechend der Einstufung durch DURING (1979) als Konkurrenzvermeider (fugitives), (Erst-)Besiedler (colonists) oder kurzlebige bis wenigjährige Pendler (annual/short lived shuttle species) auf. Somit können sie als Indikatoren für die Offenheit des Standorts gelten, da sie vorzugsweise konkurrenzarme, offenerdige Stellen besiedeln (vgl. auch FRAHM 2001).

Gemeinsam für Moose und Flechten wurden die Gesamtdeckung und der Anteil der einzelnen Arten daran geschätzt. Die Gesamtdeckung wurde abgeleitet aus den kleinräumigen Beobachtungen, bezogen auf die Fläche der ganzen jeweils betrachteten Parzelle. Durch die Schätzung des Anteils der Arten an der Kryptogamengesamtdeckung und nicht an der Gesamtdeckung aller Pflanzen treten auch wenig häufige Arten besser hervor und lassen sich in ihrer Menge besser quantifizieren. Verwendet wurde dabei die Skala von HERTEL (1974), mit auf die, in Prozent angegebene,

Kryptogamengesamtdeckung bezogenen Anteilswerten (siehe Tabelle 3). Wenn absolute Deckungswerte benötigt werden, so ergeben sich diese durch Multiplikation der Anteilswerte mit dem Prozentwert der Kryptogamengesamtdeckung. Diese absoluten Prozentwerte können dann auch beispielsweise in die Skalen nach BRAUN-BLANQUET oder LONDO (vgl. z. B. DIERSCHKE 1994) eingeordnet werden.

Die Erfassung von Pilzen gestaltet sich durch deren meist sehr kurzlebige Fruchtkörper, eine Ausnahme wären z. B. konsolenbildende „Holzpilze“, deutlich schwieriger als die der ganzjährig auftretenden Moose und Flechten. Somit kann eine auf wenige Geländegänge beschränkte Untersuchung, wie die vorliegende, keine vollständige Pilzkartierung darstellen, da hierfür Beobachtungen über mehrere Jahre hinweg nötig wären (ARNOLDS 1992, STRAATSMA et al. 2001, MUELLER et al. 2004). Die Abundanzen (ausgedrückt durch die Anzahl an Fruchtkörpern) wurden mit der Skala von SIMMEL

Tabelle 3: Übersicht der drei Schätzskalen, die für die Gruppen der bodenbewohnenden und epiphytischen Moose und Flechten sowie die Großpilze verwendet wurden.

Skala	verwendet für	Werte	MW	
Hertel 1974	bodenbewohnende Moose und Flechten	+	Einzelexemplare, Anteil an Kryptogamengesamtdeckung < 1 %	0,1
		1	Anteil 1–6,25 %	3
		2	Anteil 6,25–12,5 %	9
		3	Anteil 12,5–25 %	19
		4	Anteil 25–50 %	38
Simmel 2011	epiphytische Moose und Flechten	5	Anteil 50–100 %	75
		r	ein Individuum bis wenige Individuen an einer eng begrenzten Stelle	1
		o	ein klar abgegrenzter, größerer Bestand oder wenige Individuen verteilt vorkommend	2
		n	viele Individuen weit und/oder ungleichmäßig verteilt vorkommend	3
Simmel 2011	Großpilze	a	viele bis sehr viele Individuen gleichmäßig dicht vorkommend	8
		r	1–5 Fruchtkörper	1
		n	6–10 Fruchtkörper	2
		o	10–20 Fruchtkörper	3
		a	> 20 Fruchtkörper	8

Erklärung: MW = Mittelwert der Deckungsprozente bzw. Rechenwert für Auswertungen

(2011) erfasst (siehe Tabelle 3). Als bodenbewohnend wurden diejenigen Pilzarten eingestuft, die saprotroph (Humuszehrer) oder als Mykorrhizasymbionten leben. Entsprechend wurden saprotrophe Arten an Streu oder krautigen bzw. holzigen Substraten sowie die parasitisch lebenden Arten separat behandelt.

Wo innerhalb einer Parzelle nasse und trockene(re) Bereiche vorhanden und diese sowohl edaphisch als auch hinsichtlich der Artenausstattung deutlich abgegrenzt sind, wurden sie getrennt behandelt. Hierzu wurden separate Artenlisten, inklusive Artmächtigkeitswerten, angefertigt.

### Epiphytische Arten

Epiphytische Moose und Flechten wurden nur in den Sukzessionsflächen bearbeitet. Zum einen finden sich – von einzelnen, meist randlich stehenden Gehölzen abgesehen – nur in diesen Parzellen Trägerbäume, zum anderen sind nur hier die Bedingungen für das Auftreten dieser Arten vergleichbar, da die Umgebung der Gehölze nur geringfügig (GS) oder überhaupt nicht (US) beeinflusst wird.

Die Artmächtigkeit der epiphytischen Moose und Flechten ist im Vergleich zu den bodenbewohnenden Arten aufgrund der unregelmäßigen Form der Ast- und Stammoberfläche und der sehr unterschiedlichen Größe der Gehölzindividuen schwieriger zu ermitteln. Gehölzvorkommen und -arten sind überdies sehr ungleichmäßig über die einzelnen Versuchsstandorte verteilt. Für die Arterfassung wurden pro Parzelle alle Gehölze bis Sicht-/Greifhöhe abgesucht und die Abundanz mit einer vierstufigen Skala (SIMMEL 2011) notiert. Die Daten wurden getrennt nach Gehölzart und unter Einbeziehung aller jeweiligen Individuen erhoben.

Als Individuum wurden bei Lebermoosen und pleurokarpem Laubmoosen Einzelpflanzen, bei akrokarpem Laubmoosen Einzelpflanzen und Polster mit einer durchschnittlichen Größe von bis zu 1 cm und bei Flechten einzelne Lager gewertet (vgl. BARKMAN 1958, WIRTH 1972, HERTEL 1974).

Zusätzlich zur Artmächtigkeit wurden die Vorkommen der epiphytischen Arten, ihr Trägergehölz betreffend, vier ökologischen Gruppen zugeordnet:

- Stammfuß inklusive freiliegender Wurzeln
- Stamm
- Äste (> daumendick und/oder Rinde tief rissig)
- Ästchen (< daumendick und Rinde mehr oder weniger glatt)

Als Stammfuß wurde der sich vom Bodenniveau bis hinauf zum oberen Ende der Wurzelansätze erstreckende Bereich erfasst.

In aller Regel werden zu den Epiphyten in Mitteleuropa bei den „Höheren Kryptogamen“ nur Flechten und Moose gezählt, während Pilze nicht hier eingestuft werden. Bei *Stenocybe pullatula* ist die Einstufung dahingehend etwas unsicher. Die Art galt früher als Flechte i. e. S., wird jedoch aktuell als saprophytisch lebender Pilz eingestuft. Aufgrund der Wuchsweise und der Fruchtkörperform führen WIRTH et al. (2013) die Art auch weiterhin als Flechte, weshalb sie hier als Epiphyt behandelt wurde.

### 2.3 Auswertung der erhobenen Daten

Für alle Untersuchungsteile erfolgte eine grafische Auswertung der Ergebnisse. Eine statistische Auswertung war aufgrund der ungleichmäßig verteilten Parzellenzahlen und -typen sowie (insbesondere bei den Großpilzen) vorrangig ein- bis wenigmalig auftretender Arten nicht sinnvoll möglich.

# 3 Ergebnisse

## Bodenbewohnende Arten

Die Ergebnisse zu der Auswertung der terricolen Arten finden sich in den Abbildungen 3 und 4. Die höchsten mittleren Artenzahlen für Moose wurden für die Managementvarianten (vgl. Tabelle 2) M3, 1MA sowie US und GS festgestellt, die niedrigsten in den Parzellentypen 1Mf, 1Ms, M2, 2MA sowie bei den beiden Brandregimen. Bodenbewohnende Flechten konnten allein in Sukzessionsflächen gefunden werden. Terricole Pilze waren am artenreichsten in den Sukzessionsflächen vertreten. Während die Kryptogamengesamtheit in den Parzellentypen 2MA und GS Werte um bzw. > 20 % erreicht, liegen die entsprechenden Werte

für die Parzellentypen BW, 1KB und KB2 bei < 5 %. Der Anteil akrokarper Moose hingegen ist in den letztgenannten Parzellen sowie in den dreijährlichen gemulchten Flächen (M3) am höchsten. Arten der Roten Liste fanden sich insgesamt nur wenige und dies vorrangig in den Parzellentypen 2M, 1Mf sowie 1KB.

## Pilze an krautigen und holzigen Substraten

Pro Parzellentyp konnten insgesamt nur wenige Arten ligni- oder herbicoler Pilze nachgewiesen werden, die höchsten Artenzahlen werden in den Ungestörten Sukzessionsflächen (US) erreicht (Abbildung 5).

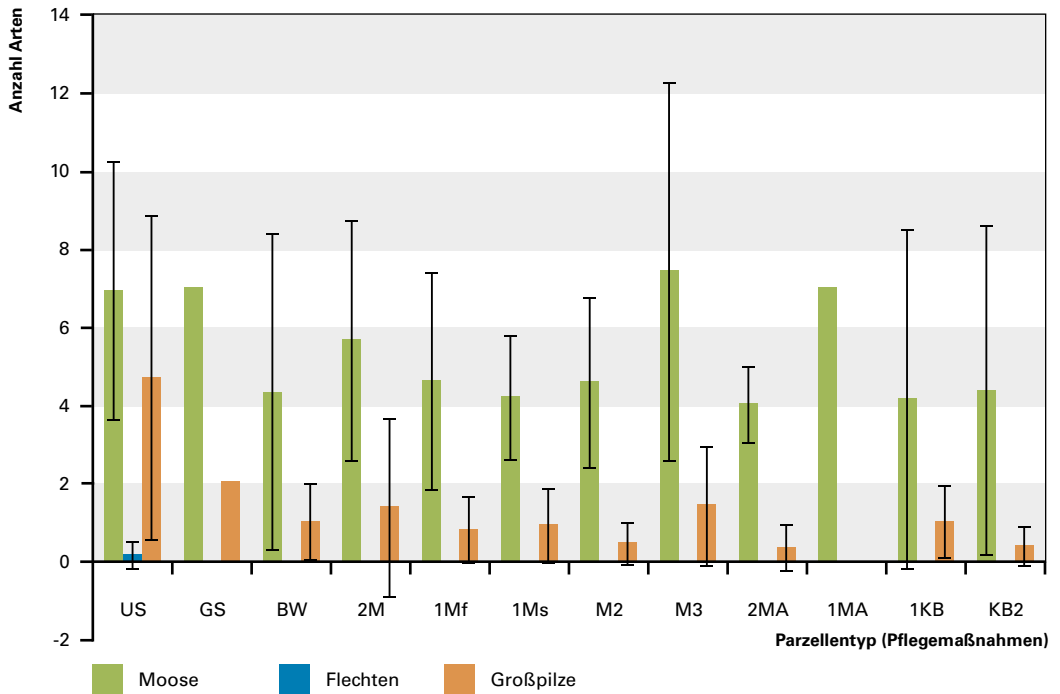


Abbildung 3: Anzahl der terricolen Moos-, Flechten und Großpilzarten, die in den einzelnen Parzellentypen nachgewiesen wurden.

Erklärungen: US = Ungestörte Sukzession, GS = Gelenkte Sukzession, BW = Beweidung, 2M = Mulchen zweimal jährlich, 1Mf = Mulchen einmal jährlich früh, 1Ms = Mulchen einmal jährlich spät, M2 = Mulchen jedes zweite Jahr, M3 = Mulchen jedes dritte Jahr, 1MA = Mähen mit Abräumen einmal jährlich, 2MA = Mähen mit Abräumen zweimal jährlich, 1KB = Brennen in der Vegetationsruhe jährlich, KB2 = Brennen in der Vegetationsruhe jedes zweite Jahr.

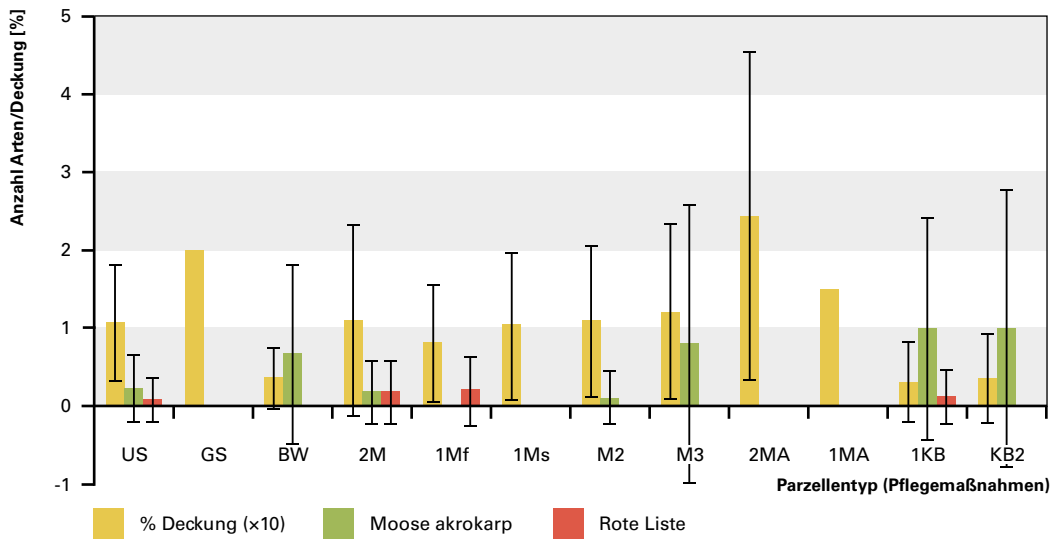


Abbildung 4: Prozentuale Gesamtdeckung der Kryptogamenvegetation in den einzelnen Parzellentypen sowie die für diese nachgewiesene Anzahl von kleinen, akrokarpen Moosarten bzw. von Rote Liste-Arten.

Erklärungen: US = Ungestörte Sukzession, GS = Gelenkte Sukzession, BW = Beweidung, 2M = Mulchen zweimal jährlich, 1Mf = Mulchen einmal jährlich früh, 1Ms = Mulchen einmal jährlich spät, M2 = Mulchen jedes zweite Jahr, M3 = Mulchen jedes dritte Jahr, 1MA = Mähen mit Abräumen einmal jährlich, 2MA = Mähen mit Abräumen zweimal jährlich, 1KB = Brennen in der Vegetationsruhe jährlich, KB2 = Brennen in der Vegetationsruhe jedes zweite Jahr.

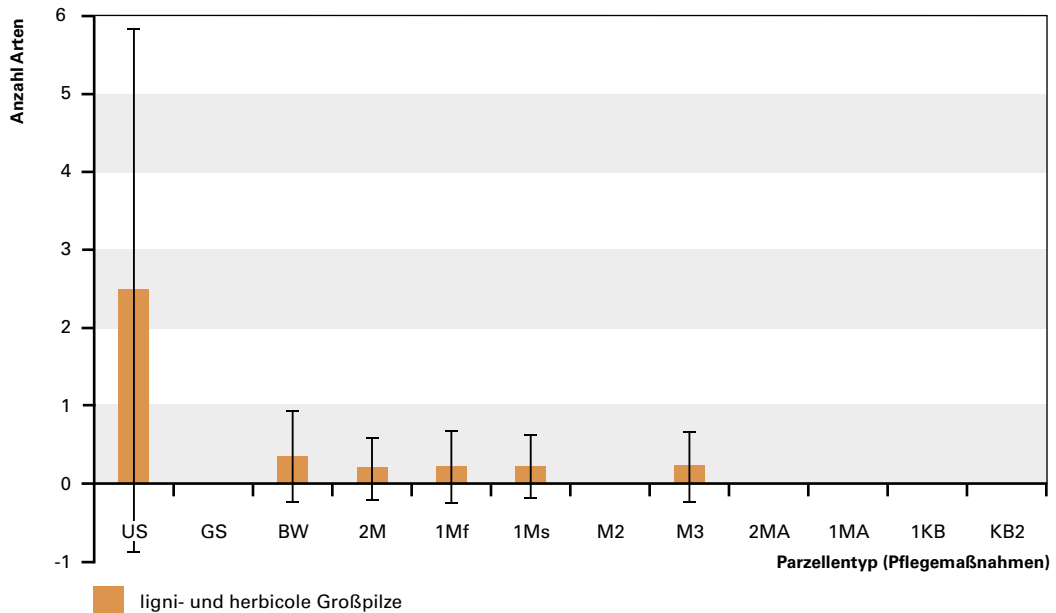


Abb. 5: Anzahl der ligni- und herbicolen Großpilze in den einzelnen Parzellentypen.

Erklärungen: US = Ungestörte Sukzession, GS = Gelenkte Sukzession, BW = Beweidung, 2M = Mulchen zweimal jährlich, 1Mf = Mulchen einmal jährlich früh, 1Ms = Mulchen einmal jährlich spät, M2 = Mulchen jedes zweite Jahr, M3 = Mulchen jedes dritte Jahr, 1MA = Mähen mit Abräumen einmal jährlich, 2MA = Mähen mit Abräumen zweimal jährlich, 1KB = Brennen in der Vegetationsruhe jährlich, KB2 = Brennen in der Vegetationsruhe jedes zweite Jahr.

## Epiphytische Arten

Bei sehr deutlich unterschiedlichen Maximal- und Minimalwerten fanden sich im Mittel pro Sukzessionsparzelle knapp < 20 Flechten- und etwa fünf Moosarten auf den Trägerbäumen (Abbildung 6). Bei insgesamt 68 nachgewiesenen Epiphytenarten erwiesen sich die Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*) als Träger für die meisten und die Hänge-Birke (*Betula pendula*) für die wenigsten Arten (Abbildung 7). Der Anteil gefährdeter Arten war in der Epiphytenvegetation auf den Trägerarten Gewöhnliche Esche und Kultur-Apfel (*Malus domestica*) am höchsten.

Unter den zehn Trägerarten mit der insgesamt artenreichsten Epiphytenvegetation (Abbildung 8) wiesen

wiederum Esche und Apfel, jedoch zusätzlich die Kultur-Birne (*Pyrus communis*) durchschnittlich die diversesten Bestände auf. Dies gilt sowohl für die Gesamtartenzahl als auch für den Anteil von Rote Liste-Arten. Im Gegensatz dazu fanden sich auf der Schlehe (*Prunus spinosa*) keine gefährdeten Arten.

Bezüglich der unterschiedlichen Nischen, die Epiphyten an einem Trägerbaum besiedeln können, waren der Stamm sowie die beiden Ast-Kategorien am artenreichsten besetzt (Abbildung 9). Der Anteil von Rote Liste-Arten wiederum lag für die Kategorie Ästchen etwa doppelt so hoch als für Stamm und Ast, während sich am Stammfuß keine gefährdeten Arten nachweisen ließen.

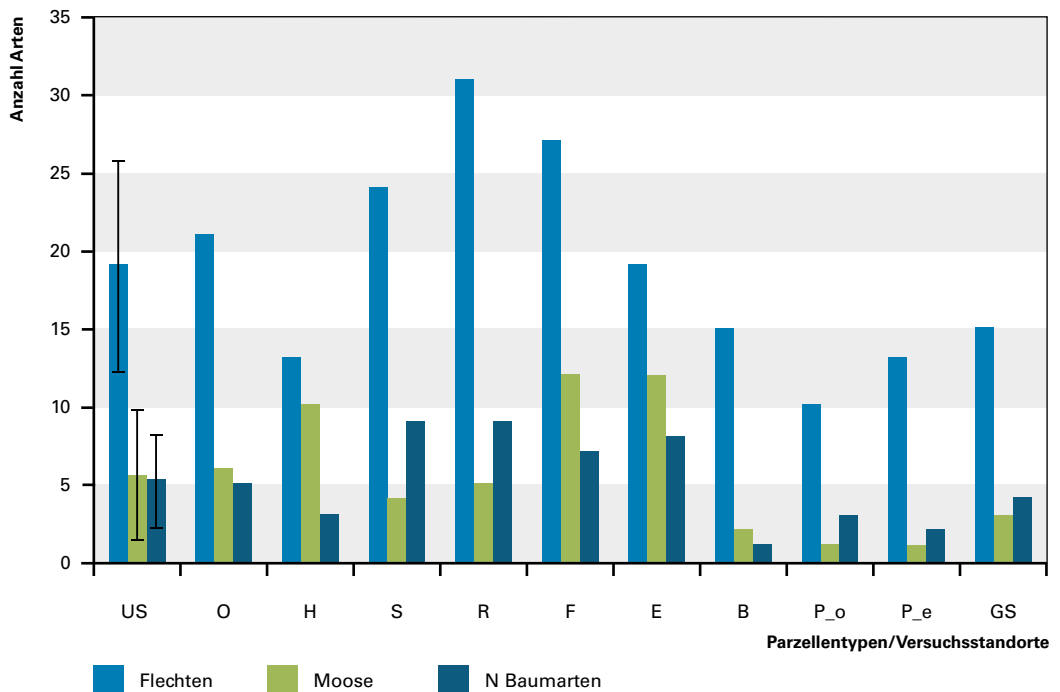


Abbildung 6: Anzahl der epiphytischen Flechten- und Moosarten sowie der jeweils als potenzielle Trägergehölze verfügbaren Baumarten. Angegeben werden die Artenzahlen für die Parzellen mit Ungestörter Sukzession der acht Standorte bzw. als deren Mittelwert (US) und für die Parzelle mit Gelenkter Sukzession am Standort St. Johann (GS).

Erklärungen: O = Oberstetten, H = Hepsisau, S = St. Johann, R = Rangendingen, F = Fischweier, E = Ettenheimmünster, B = Bernau, P\_o = Plättig (offener Parzellenteil), P\_e = Plättig (eingezäunter Parzellenteil)

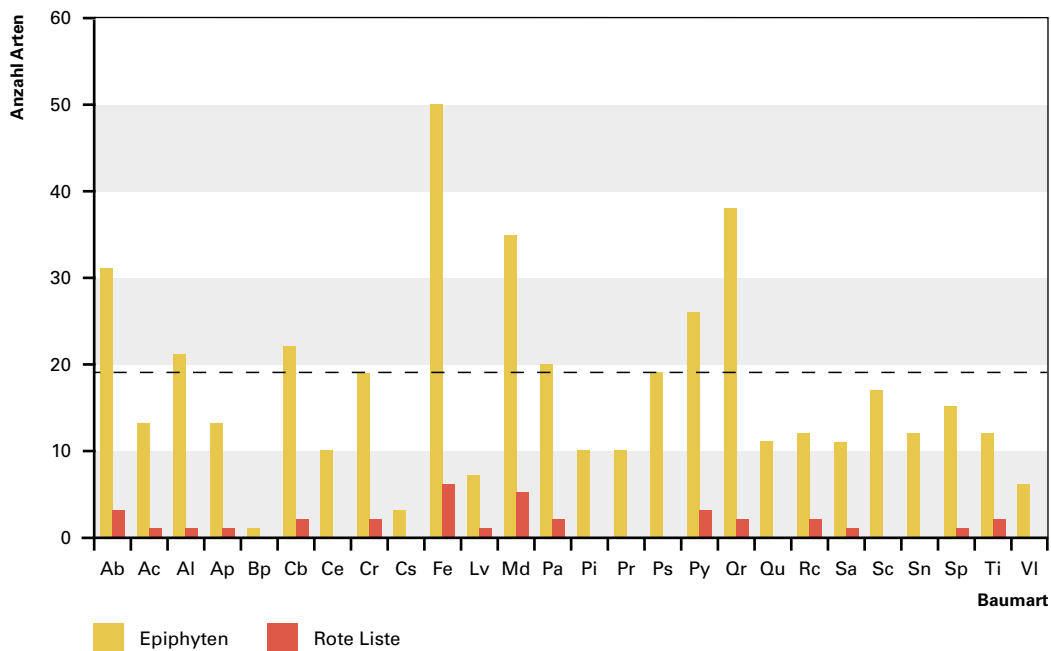


Abbildung 7: Anzahl der epiphytischen Flechten- und Moosarten sowie die Anzahl der Rote Liste-Arten davon, aufgetrennt nach ihrem Vorkommen an den Tragergeholzen. Die zehn Baumarten mit 19 oder mehr daran nachgewiesenen Epiphytenarten (gestrichelte Linie) werden in Abbildung 8 nochmals eingehender behandelt.

Abkürzung der Artnamen: Ab = *Acer pseudoplatanus* (Berg-Ahorn), Ac = *Acer campestre* (Feld-Ahorn), Al = *Alnus glutinosa* (Schwarz-Erle), Ap = *Acer platanoides* (Spitz-Ahorn), Bp = *Betula pendula* (Hänge-Birke), Cb = *Carpinus betulus* (Hainbuche), Ce = *Castanea sativa* (Edelkastanie), Cr = *Crataegus spec.* (Weißdorn), Cs = *Cornus sanguinea* (Roter Hartriegel), Fe = *Fraxinus excelsior* (Gewöhnliche Esche), Lv = *Ligustrum vulgare* (Gewöhnlicher Liguster), Md = *Malus domestica* (Kultur-Apfel), Pa = *Picea abies* (Gewöhnliche Fichte), Pi = *Pinus sylvestris* (Wald-Kiefer), Pr = *Prunus avium* (Vogel-Kirsche), Ps = *Prunus spinosa* (Schlehe), Py = *Pyrus communis* (Kultur-Birne), Qr = *Quercus robur* (Stiel-Eiche), Qu = *Quercus rubra* (Rot-Eiche), Rc = *Rosa canina* (Echte Hundsrose), Sa = *Sorbus aucuparia* (Vogelbeere), Sc = *Salix caprea* (Sal-Weide), Sn = *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder), Sp = *Salix purpurea* (Purpur-Weide), Ti = *Tilia spec.* (Linde), VI = *Viburnum lantana* (Wolliger Schneeball).

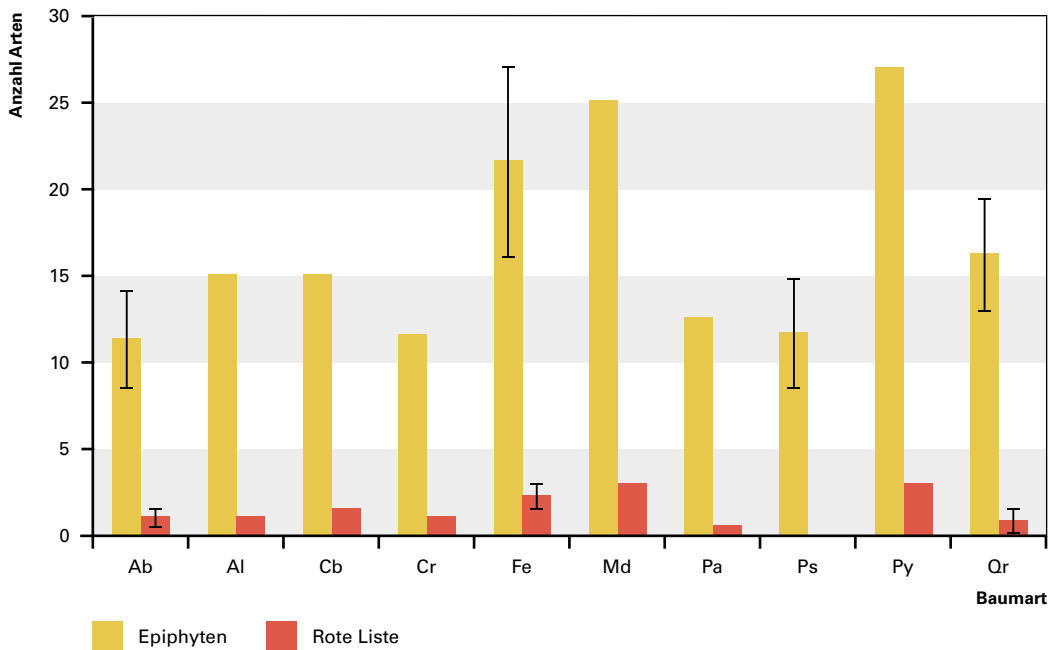


Abbildung 8: Anzahl der epiphytischen Flechten- und Moosarten sowie die Anzahl der Rote Liste-Arten davon, aufgetrennt nach ihrem Vorkommen an den zehn Baumarten mit 19 oder mehr daran nachgewiesenen Epiphytenarten (vgl. Abbildung 7). Ab drei oder mehr untersuchten Vorkommen werden Mittelwerte inkl. Standardabweichung gezeigt, anderenfalls Mittel- bzw. Einzelwerte.

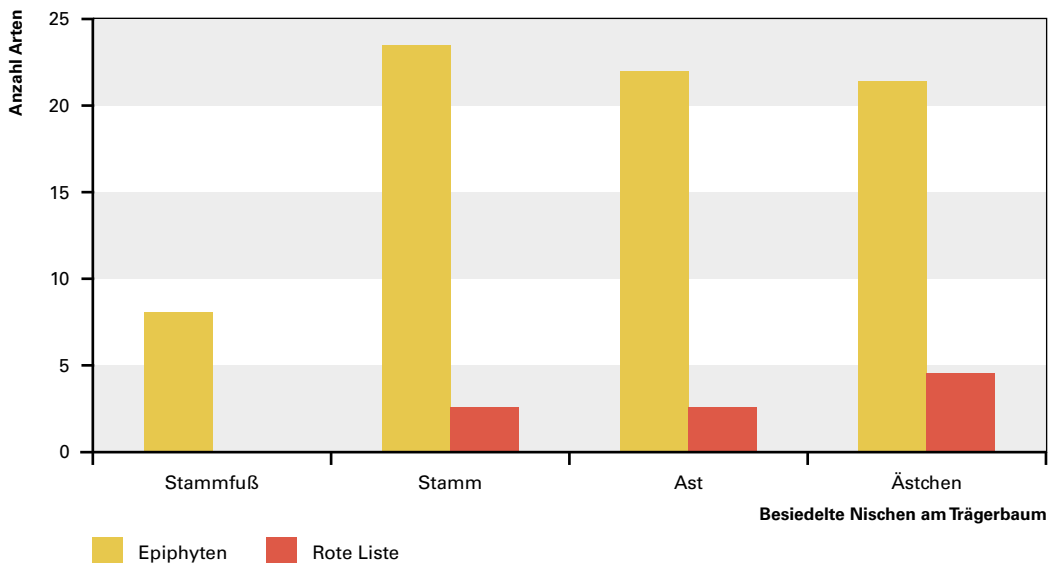


Abbildung 9: Anzahl der epiphytischen Flechten- und Moosarten sowie die Anzahl der Rote Liste-Arten davon, aufgetrennt nach ihrem Vorkommen in den vier ökologischen Nischen der Trägergehölze.

Erläuterung: Stammfuß (Bereich vom Bodenniveau bis zum oberen Ende der Wurzelansätze, inkl. freiliegender Wurzeln); Stamm (bis Sicht-/Greifhöhe); Ast (> daumendick und/oder Rinde tief rissig); Ästchen (< daumendick und Rinde mehr oder weniger glatt).

## 4 Diskussion

### Bodenbewohnende Arten

Die Deckungswerte der Moos- und Flechtenschicht sind im Mittel am höchsten in den zweimal jährlich gemähten Flächen, am niedrigsten in den beweideten und gebrannten Parzellen und schwanken in den übrigen Parzellentypen um Werte von ca. 10–20 %. Hinsichtlich der mittleren Artenzahlen liegt bei den Erdmoosen (bodenbewohnende Moose) der Maximalwert bei ca. sieben Arten pro Fläche (in den Parzellen US, GS, M3 und 1MA), während Erdflechten (bodenbewohnende Flechten) nur in zwei Flächen der US auftreten (vgl. u. a. Tabelle 2).

Dieses Bild deckt sich grob mit den Ergebnissen anderer Studien, ausgenommen der niedrigen Werte in den beweideten Parzellen. Dort sollten die großflächigen Offenbodenbereiche und die regelmäßigen, aber doch nicht zu häufigen Störungen durch Tritt etc. eigent-

lich die Bildung einer artenreichen Mooschicht fördern (GERKEN et al. 2008, JESCHKE et al. 2008). Durch die Beweidung wurde eine weidetypische Gefäßpflanzenvegetation geschaffen und stabilisiert (POSCHLOD et al. 2009), sodass eventuell diese Stabilität ein stärkeres Eindringen von Moosen verhindert. Moose könnten gegebenenfalls durch stärkeren Weidedruck begünstigt werden, unter Umständen kombiniert mit weiteren (Pflege)maßnahmen wie beispielsweise dem Einsatz von Fräsen (POSCHLOD 2009).

Das Auftreten hoher Deckungswerte in den gemähten Parzellen hingegen entspricht den Erwartungen. Der in regelmäßigen Abständen erfolgende Schnitt stellt dauerhaft gute Lichtverhältnisse für die bodennah wachsenden Moose sicher und fördert dabei insbesondere große pleurokarpe Moosarten (VANDERPOORTEN et al.



Abbildung 10: Dichte und stark verfilzte Mulchschicht in der 1Ms-Parzelle (Mulchen einmal jährlich spät) am Standort Fischweier (18. 7. 2013). Während größere Pflanzen die Schicht durchwachsen, wird der Boden dazwischen nahezu vollständig bedeckt. Mulchzeitpunkt war ca. Ende August/Anfang September 2012, die Mulchschicht liegt somit etwa schon ein Jahr. Foto: Josef Simmel



2004, JESCHKE et al. 2008), was die Artenlisten der hier behandelten Flächen deutlich bestätigen. Zweimaliges Mähen pro Jahr scheint den Ergebnissen nach förderlicher zu sein als einmaliges, es wurde jedoch nur eine 1MA-Fläche bearbeitet, sodass allgemeine Aussagen unsicher sind.

Die generell eher niedrigen Deckungswerte in den gemulchten Parzellen demonstrieren die negativen Auswirkungen dieser Pflegemaßnahme auf Kryptogamen (vgl. dazu VON BRACKEL et al. 2008). Die Zersetzung des Mulchmaterials dauert im Sommerhalbjahr (erstes/frühes Mulchen) etwa drei bis vier Wochen, im Winterhalbjahr (zweites/spätes Mulchen) kann ein Teil des Mulchmaterials auch bis zum Frühjahr in der Fläche verbleiben (POSCHLOD et al. 2009), was jeweils eine relativ lange Beschattung und Bodenbedeckung bedeutet. Zumindest in Einzelfällen, vielleicht auch häufiger, bleibt das Mulchmaterial auch noch deutlich länger als bodenbedeckende Schicht liegen, insbesondere an Nassstandorten (vgl. Abbildung 10). Während Gefäßpflanzen die Mulchschicht mehr oder weniger schnell durchwachsen, können sich kleinere Kryptogamenarten darunter nicht langfristig halten. Die hohen mittleren Artenzahlen in den M3-Parzellen bestätigen dies ebenfalls, da hier durch den seltenen Eingriff bereits ähnliche Prozesse wie in den Sukzessionsparzellen ablaufen: Auftreten hochwüchsiger Gräser, einsetzende Verbuschung, Lückigwerden der bodennahen Vegetation. Entsprechend stimmen die Artenzahlen mit denen der US- und GS-Parzellen überein. Neben diesen erreicht nur die 1MA-Fläche diese Artenzahl, wobei der Anteil kleiner akrokarpere Arten aber stets niedrig ist. Überhaupt ist deren Auftreten stark auf Störstellen beschränkt, wie beispielsweise Bodenverletzungen durch die Mäh- oder Mulchfahrzeuge sowie Maulwurfshügel. Deshalb zeigte sich bei der Kartierung kein Zusammenhang mit den jeweiligen Pflegemaßnahmen, gebrannte Parzellen müssen hiervon jedoch ausgenommen werden. In den durch das Feuer verursachten Vegetationslücken siedeln sich regelmäßig Kryptogamen an, auch wenn jeweils nur eine oder wenige Arten vorkommen. Zudem bewirkt das regelmäßige Brennen eine für das Wachstum kleiner Kryptogamenarten förderliche Auflockerung der Grasnarbe (POSCHLOD et al. 2009).

In den Sukzessionsparzellen hat sich im Zuge des Gehölzaufwuchses und des Auftretens hochwüchsiger Gräser und Kräuter eine recht artenreiche Mooschicht aus pleurokarpem und ausgebreitet wachsenden akrokarpem Arten (*Plagiomnium spec.*) ausgebildet. Da diese Arten auch eine etwas stärkere Beschattung ertragen, sind nach dem Kronenschluss der Baumschicht kaum Veränderungen zu erwarten. Dass nur hier Erdflechten auftreten, lässt sich anhand der bislang gewonnenen Daten nicht erklären. Eventuell waren an den beiden Standorten Erdflechten auch schon vor Beginn der Versuche vorhanden.

Für die terricolen Großpilze erbrachte die Kartierung das erwartete Ergebnis. In den Sukzessionsflächen fanden sich mehr Arten als auf den gepflegten Parzellen, was sich durch das zusätzliche Auftreten von mykorrhizabildenden Arten, Saprophyten auf Laubhumus u. ä. erklärt, die entsprechend auf den baumfreien Parzellen fehlen. Zu bedenken ist allerdings, dass für die Artenerfassung im vorliegenden Fall jeweils nur Sommer und Herbst eines Jahres zur Verfügung standen. Für die Erfassung zumindest eines Großteils des vorhandenen Großpilzinventars sind dagegen mehrere Jahre einzuplanen, mit über das ganze Jahr verteilten Kartiergängen (ARNOLDS 1992, STRAATSMA et al. 2001, MUELLER et al. 2004). Eine tragfähige und statistisch auswertbare Erfassung liegt somit hier nicht vor.

Sowohl bei den Moosen als auch bei den Pilzen fanden sich nur wenige seltene Arten und Rote Liste-Arten. Es ist davon auszugehen, dass diese auch in der weiteren Umgebung der Versuchsstandorte vorkommen und sie sich ausgehend von diesen Vorkommen vor Beginn oder während der Versuchsdurchführung ansiedeln konnten.

Hinsichtlich der bodenbewohnenden Moose und Flechten ist weiterhin zu beachten, dass die untersuchten Standorte vorrangig das mesophile Grünland repräsentieren. Dieses weist aufgrund der dicht schließenden Krautschicht generell eine recht artenarme und spärlich ausgebildete Moos- und Flechtenschicht auf (ELLENBERG 1996, DIERSCHKE & BRIEMLE 2008), die auf Umwelteinflüsse weitgehend unabhängig von der Krautschicht reagiert (HERBEN 1987, PHARO et al. 1999).

## Pilze an krautigen und holzigen Substraten

Mit Ausnahme der Flächen der Ungestörten Sukzession konnten durchgehend nur sehr wenige ligni- und herbicole Arten nachgewiesen werden. Die Ansiedlungsmöglichkeiten für lignicole Arten sind dabei durch den Mangel an Totholz stark eingeschränkt. Die meisten Gehölze an den Versuchsstandorten stehen maximal seit der Einrichtung der Versuchsfläche. Für saprophytische Holzbewohner stehen somit fast ausschließlich dünne, abgestorbene Äste als Substrat zur Verfügung. Auch parasitische Großpilze sind nur selten zu finden. Mit zunehmendem Alter der in den Versuchsflächen stockenden Gehölzbestände wird sich die Habitatsituation für die lignicolen Arten deutlich verbessern.

Herbicole Pilzarten treten in mehreren Parzellentypen auf. Durch den kurzen Beobachtungszeitraum entsteht hier jedoch das Bild, dass diese in den gemähten und gebrannten Parzellen fehlen würden. Dieses Ergebnis entspricht aber sicherlich nicht der Wirklichkeit. Auch auf gemähten und gebrannten Parzellen fallen, speziell im Herbst, besiedelbare Mengen toten Pflanzenmaterials an, sodass dort eigentlich auch herbicole Pilzarten vorkommen sollten.

## Epiphytische Arten

Im Mittel finden sich an den Gehölzen in den US-Parzellen und den GS-Parzellen, welche allerdings bislang ohne Eingriff blieben, etwa 25 Arten, wovon durchschnittlich knapp 20 Arten Flechten sind. Die tatsächlich als solche behandelte GS-Parzelle erreicht diese Werte nicht, übertrifft bzw. erreicht jedoch ähnliche Werte wie generell die Bestände an den Standorten Bernau und Plättig.

Zumindest näherungsweise ergibt sich ein Zusammenhang zwischen der Artenzahl der Epiphyten und derer der Trägergehölze am jeweiligen Standort. Die Standorte mit den artenreichsten Gehölzbeständen lieferten die höchsten Epiphytenzahlen. Auffälligste Ausnahme ist die Versuchsfläche Bernau, da hier als einziger Phorophyt die Gewöhnliche Fichte (*Picea abies*) zur Verfügung steht und die Epiphytenanzahl dennoch mittlere Werte erreicht. Die hohe Relevanz der Gewöhnlichen Fichte als Trägerbaumart wird auch von KUUSINEN (1996) hergehoben.

Sehr auffällig sind weiterhin auch die deutlich unterschiedlichen Anteile epiphytischer Moose an der Gesamtanzahl der Epiphytenarten. Am Versuchsstandort Hepsisau sind fast die Hälfte der Epiphytenarten Moose, an den Standorten Fischweier und Ettenheimmünster immerhin ein Drittel, während an anderen Standorten, namentlich Bernau und Plättig, nur sehr wenige epiphytische Moose auftreten. Über die am Standort vorhandenen Trägergehölze lässt sich dies nicht sinnvoll erklären. Eventuell kommen hier klimatische Einflüsse zum Tragen oder unterschiedliche Artenpools im Umfeld der Versuchsflächen.

Generell sind die Trägergehölze an den untersuchten Standorten trotz des recht niedrigen Alters der meisten Bäume – mit nur wenigen Ausnahmen sind diese erst nach Beginn der Offenhaltungsversuche gekeimt – mit einer überraschend reichen Epiphytenflora ausgestattet. An Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) fanden FRITZ et al. (2008) pro Baumindividuum durchschnittlich zwölf Epiphytenarten (sechs Flechten, sechs Moose) und als Maximum 34 Arten. JOHANSSON et al. (2007) konnten an der Gewöhnlichen Esche (*Fraxinus excelsior*) durchschnittlich ca. zwölf bis 22 Flechtenarten pro Baum nachweisen, KUUSINEN (1996) an der Gewöhnlichen Fichte 17 bis 28 Arten von Epiphyten pro Baumindividuum. In der vorliegenden Untersuchung wurden durchaus vergleichbare Werte ermittelt. Zehn Gehölzarten trugen dabei sogar 19 oder mehr Epiphyten, drei davon – Gewöhnliche Esche, Kultur-Apfel (*Malus domestica*) und Kultur-Birne (*Pyrus communis*) – bis über 25 Arten. Dieser vergleichsweise reiche Epiphytenbesatz lässt vermutlich auf entsprechende Artenvorkommen in der weiteren Umgebung der Versuchsflächen schließen, woher sich die Arten dann in die Flächen ausgebreitet haben.

Mit zunehmendem Alter der Gehölze auf den Versuchsflächen ist eine weitere Zunahme der Artenvielfalt bei den Epiphyten zu erwarten. Insbesondere trifft dies auf Flechten (KUUSINEN & SITONEN 1998, JOHANSSON et al. 2007, NASCIBENE et al. 2010) sowie auf seltene und/oder gefährdete Arten zu (JOHANSSON et al. 2007, FRITZ et al. 2008). Dies hängt jedoch nicht allein mit dem Alter der Bäume und der folglich längeren Besiedlungszeit zusammen, sondern ebenso mit der Anzahl unterschiedlicher Mikrohabitate, wie sie u. a. durch die Bildung einer

rissigen Borke und einer dicht geschlossenen Krone entstehen (BARKMAN 1958, JOHANSSON et al. 2007). Im Moment findet sich an den dünnen Ästchen der größte Anteil an gefährdeten Arten, was sich mit dem Pioniercharakter bzw. der geringen Konkurrenzkraft vieler Rote Liste-Arten erklären lässt. Die dünnen Ästchen (d. h. der Außenbereich der Krone) bieten hierfür die günstigsten Besiedlungsmöglichkeiten aufgrund des gerin-

gen Alters der Ästchen und den relativ harten ökologischen Bedingungen. Verglichen mit dickeren Ästen und dem Stamm erhalten die Ästchen im Außenbereich der Krone zwar einerseits einen intensiveren Licht- und Niederschlagseinfall, andererseits ist das Klima im Vergleich zum Kroneninneren weniger konstant, insbesondere hinsichtlich der Wind-, Strahlungs- und Temperaturverhältnisse (vgl. BARKMAN 1958, FRAHM 2001).

## 5 Folgerungen für die Praxis

Bei der aktuellen Untersuchung nach 37 Jahren Pflege bzw. Sukzession (vgl. Tabelle 2) weisen die 2MA-Parzellen im Mittel die höchsten Deckungswerte der Mooschicht auf, die Parzellen M3 und 1MA dagegen die höchsten Artenzahlen. Für die Erhaltung artenreicher und deckungsintensiver Bestände im bewirtschaftetem Grünland haben sich folglich diese Managementmethoden am besten bewährt. Hinsichtlich der Artengruppe der kleinen akrokarpn Moose zeigten die beiden Brennregime die besten Ergebnisse; wenn sie intensiv genug durchgeführt wird, kann auch Beweidung eine gute Alternative darstellen, unter Umständen kombiniert mit invasiveren Verfahren wie Fräsen (POSCHLOD 2009). Von intensiveren Mulchregimen (2M, 1M, M2) ist aus Sicht der bodenbewohnenden Kryptogamen eindeutig abzuraten, auch wenn Mulchen als Management für Gefäßpflanzen empfohlen wird (POSCHLOD et al. 2009). Auch TÄLLE et al. (2016) heben in ihrer Metaanalyse hervor, dass in Hinsicht auf die Gefäßpflanzendiversität Beweidung im Allgemeinen der Mahd vorzuziehen ist.

Die Artenanzahl der Großpilze erreicht dann die höchsten Werte, wenn offene und dichte Gefäßpflanzenbestände mosaikartig verknüpft sind. Das Belassen von vorhandenen Altbäumen sowie von kleinen „Sukzessionsinseln“, auf denen sich Gebüsche oder auch Baumbestände entwickeln dürfen, kann hierfür im Grünland eine interessante Möglichkeit darstellen, ebenso wie das Nebeneinander unterschiedlich intensiv gepflegter Grünlandbestände. Letzteres gilt gleichfalls für die Moose (s. o., mit den Pflegemaßnahmen 2MA, 1MA und M3).

Trotz des recht jungen Alters der Gehölze in den Untersuchungsflächen waren diese mit einer z. T. sehr artenreichen Epiphytenflora besetzt. Das Belassen von vorhandenen Altbäumen sowie von kleinen „Sukzessionsinseln“ kann deshalb durchaus zum Erhalt und zur Förderung auch seltener Epiphytenarten beitragen (s. a. HUNTER JR. et al. 2016).

## 6 Dank

Die Autoren möchten sich herzlich bedanken beim Land Baden-Württemberg, das die Offenhaltungsversuche finanziert und fördert, bei der Landesanstalt für Ent-

wicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume in Schwäbisch Gmünd für die gute Zusammenarbeit und bei Sabine Fischer für die Erstellung des Kartenmaterials.

# 7 Literatur und Quellen

- ARNOLDS, E. (1992): The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi: 7–48. – In: WINTERHOFF, W.: Handbook of vegetation science 19/1: Fungi in vegetation science. – Dordrecht, Kluwer.
- BARKMAN, J. J. (1958): Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. – Assen, Van Gorcum & Comp.
- BEDINI, S., L. AVIO, E. ARGESI & M. GIOVANNETTI (2007): Effects of long-term land use on arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin-related soil protein. – Agriculture, Ecosystems and Environment 120(2–4): 463–466.
- BERNHARDT-RÖMERMANN, M., H.-J. BRAUCKMANN, G. BROLL, K.-F. SCHREIBER & P. POSCHLOD (2009): Mycorrhizal infection indicates the suitability of different management treatments for nature conservation in calcareous grassland. – Botanica Helvetica 119: 87–94.
- VON BRACKEL, W., A. WAGNER, I. WAGNER & A. ZEHR (2008): Wenig beachtet aber stark gefährdet: Die Moose und Flechten Bayerns müssen in Artenhilfsmaßnahmen eingebunden werden. – ANLiegen Natur 32 (1): 47–64.
- DETTKI, H. & P.-A. ESSEEN (2003): Modelling long-term effects of forest management on epiphytic lichens in northern Sweden. – Forest Ecology and Management 175(1–3): 223–238.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. – Ulmer Verlag, Stuttgart.
- DIERSCHKE, H. & G. BRIEMLE (2008): Kulturgrasland. – Ulmer Verlag, Stuttgart.
- DURING, H. J. (1979): Life strategies of bryophytes: a preliminary review. – Lindbergia 5: 2–18.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – 5. Ed. – Ulmer Verlag, Stuttgart.
- FRAHM, J.-P. (2001): Biologie der Moose. – Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg – Berlin.
- FRITZ, Ö., M. NIKLASSON & M. CHURSKI (2008): Tree age is a key factor for the conservation of epiphytic lichens and bryophytes in beech forests. – Applied Vegetation Science 12: 93–106.
- GERKEN, B., R. KRAWCZYNSKI & H.-G. WAGNER (2008): Hutelandschaftspflege und Artenschutz mit großen Weidetieren im Naturpark Solling-Vogler. Teil 2. – Wissenschaftliche Begleitung: 121–267. – In: GERKEN, B., R. KRANNICH, R. KRAWCZYNSKI, H. SONNENBURG & H.-G. WAGNER: Hutelandschaftspflege und Artenschutz mit großen Weidetieren im Naturpark Solling-Vogler. – Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- HERBEN, T. (1987): Bryophytes in grassland vegetation sample plots: what is their correlation with vascular plants? – Folia Geobotanica et Phytotaxonomica 22: 35–41.
- HERTEL, E. (1974): Epilithische Moose und Moosgesellschaften im nordöstlichen Bayern. – Beihefte zu den Berichten der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Bayreuth 1: 1–489 + Anhang.
- HUNTER JR., M. L., V. ACUÑA, D. M. BAUER, K. P. BELL, A. J. K. CALHOUN, M. R. FELIPE-LUCIA, J. FITZSIMONS, E. GONZÁLEZ, M. KINNISON, D. LINDENMAYER, C. LUNDQUIST, R. MEDELLIN, E. J. NELSON & P. POSCHLOD (2016): Conserving small natural features with large ecological roles: a synthetic overview. – Biological Conservation. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2016.12.020>
- JESCHKE, M., K. KIEHL, J. PFADENHAUER & A. GIGON (2008): Langfristige Auswirkungen ehemaliger Bewirtschaftungsvarianten auf die Diversität von Blütenpflanzen, Moosen und Flechten eines Kalkmagerrasens. – Botanica Helvetica 118: 95–109.
- JOHANSSON, P., H. RYDIN & G. THOR (2007): Tree age relationships with epiphytic lichen diversity and lichen life history traits on ash in southern Sweden. – Ecoscience 14 (1): 81–91.
- KARASCH, P. & C. HAHN (2009): Rote Liste gefährdeter Großpilze Bayerns. – Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- KUUSINEN, M. (1996): Importance of spruce swamp-forests for epiphyte diversity and flora on *Picea abies* stands in southern and middle boreal Finland. – Ecography 19(1): 41–51.
- KUUSINEN, M. & J. SITONEN (1998): Epiphytic lichen diversity in old-growth and managed *Picea abies* stands in southern Finland. – Journal of Vegetation Science 9(2): 283–292.
- MUELLER, G. M., G. F. BILLS & M. S. FOSTER (2004): Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods. – Burlington, San Diego, London, Elsevier.

- NASCIMBENE, J., L. MARINI & P. K. NIMIS (2010): Epiphytic lichen diversity in old-growth and managed *Picea abies* stands in Alpine spruce forests. – *Forest Ecology and Management* 260(5): 603–609.
- PHARO, E. J., A. J. BEATTIE & D. BINNS (1999): Vascular plant diversity as a surrogate for bryophyte and lichen diversity. – *Conservation Biology* 13 (2): 282–292.
- POSCHLOD, P. (2009): Fräsen und Panzerketten für Landschaftspflegemaßnahmen? – In: SCHREIBER, K.-F., H.-J. BRAUCKMANN, G. BROLL, S. KREBS & P. POSCHLOD: Artenreiches Grünland in der Kulturlandschaft. 35 Jahre Offenhaltungsversuche Baden-Württemberg. – verlag regionalkultur, Heidelberg – Ubstadt-Weiher – Basel.
- POSCHLOD, P., K.-F. SCHREIBER, K. MITLAGHER, C. RÖMERMANN & M. BERNHARDT-RÖMERMANN (2009): Entwicklung der Vegetation und ihre naturschutzfachliche Bewertung: 243–288. – In: SCHREIBER, K.-F., H.-J. BRAUCKMANN, G. BROLL, S. KREBS & P. POSCHLOD: Artenreiches Grünland in der Kulturlandschaft. 35 Jahre Offenhaltungsversuche Baden-Württemberg. – verlag regionalkultur, Heidelberg – Ubstadt-Weiher – Basel.
- SAUER, M. & M. AHRENS (2005): Rote Liste und Artenverzeichnis der Moose Baden-Württembergs. – *Naturschutz-Praxis, Artenschutz* 10.
- SCHREIBER, K.-F. (2009): Die Versuchsflächen – von Oberstetten bis Mambach: 63–222. – In: SCHREIBER, K.-F., H.-J. BRAUCKMANN, G. BROLL, S. KREBS & P. POSCHLOD: Artenreiches Grünland in der Kulturlandschaft. 35 Jahre Offenhaltungsversuche Baden-Württemberg. – verlag regionalkultur, Heidelberg – Ubstadt-Weiher – Basel.
- SCHREIBER, K.-F., H.-J. BRAUCKMANN, G. BROLL, S. KREBS & P. POSCHLOD (2009): Artenreiches Grünland in der Kulturlandschaft. 35 Jahre Offenhaltungsversuche Baden-Württemberg. – verlag regionalkultur, Heidelberg – Ubstadt-Weiher – Basel.
- SIMMEL, J. (2011): Kryptogamen als Indikatoren der Landnutzungsgeschichte in Wäldern und Kalkmagerrasen. – Diplomarbeit, Universität Regensburg.
- STRAATSMAN, G., F. AYER & S. EGLI (2001): Species richness, abundance, and phenology of fungal fruit bodies over 21 years in a Swiss forest plot. – *Mycological Research* 105 (5): 515–523.
- TALLE, M., B. DEÁK, P. POSCHLOD, O. VALKÓ, L. WESTERBERG & P. MILBERG (2016): Grazing vs. mowing: a meta-analysis of biodiversity of biodiversity benefits for grassland management. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 222: 200–212.
- VANDERPOORTEN, A., L.-M. DELESCAILLE & A.-L. JACQUEMART (2004): The bryophyte layer in a calcareous grassland after a decade of contrasting mowing regimes. – *Biological Conservation* 117: 11–18.
- WINTERHOFF, W. & G. J. KRIEGLSTEINER (1984): Rote Liste der gefährdeten Großpilze in Baden-Württemberg. – *Beihefte der Veröffentlichungen für Naturschutz und Landespflege in Baden-Württemberg* 40: 1–120.
- WIRTH, V. (1972): Die Silikatflechten-Gemeinschaften im außeralpinen Zentraleuropa – *Dissertationes Botanicae* 17. – Cramer, Lehre.
- WIRTH, V. (2008): Rote Liste und Artenverzeichnis der Flechten Baden-Württembergs. – *Naturschutz-Praxis, Artenschutz* 13: 1–64.
- WIRTH, V., M. HAUCK, M. & M. SCHULTZ (2013): Die Flechten Deutschlands (2 Bände). – Ulmer Verlag, Stuttgart.

#### Josef Simmel

Universität Regensburg,  
 Institut für Pflanzenwissenschaften,  
 Lehrstuhl für Ökologie und Naturschutzbiologie  
 josef.simmel@ur.de

#### Peter Poschlod

Universität Regensburg,  
 Institut für Pflanzenwissenschaften,  
 Lehrstuhl für Ökologie und Naturschutzbiologie

