



Artgutachten 2012

Erforschung der Ökologie des Kugelhornmooses  
(*Notothylas orbicularis*) in Hessen



Kooperationsprojekt  
„Erforschung der Ökologie des Kugelhornmooses  
(*Notothylas orbicularis*) in Hessen“

- Endbericht -

überarbeitete Fassung, Stand: November 2013

**Bearbeiter:**

Kerstin Lohse<sup>1</sup>

Ulrike Oldenhage<sup>2</sup>

PD Dr. Tobias W. Donath<sup>3</sup>

apl. Prof. Dr. R. Lutz Eckstein<sup>3</sup>

Prof. Dr. Dr. Annette Otte<sup>3</sup>

1: Untere Liebfrauenstr. 9, 61169 Friedberg

2: Karlsbader Str. 11-13, 35428 Langgöns

3: Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement, Professur für  
Landschaftsökologie und Landschaftsplanung, Justus-Liebig-Universität,  
Gießen, Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Gießen

Gießen, November 2013

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung .....	1
2	Untersuchungsgebiete Vogelsberg und Westerwald.....	2
2.1	Methoden.....	3
2.2	Mooskartierung.....	3
2.3	Vegetationskartierung.....	3
2.4	Bodenanalysen .....	4
2.5	Statistische Auswertung .....	5
2.6	Nutzerbefragung .....	6
2.7	Natis-Eingabe.....	8
3	Ergebnisse.....	8
3.1	Bodenanalysen .....	8
3.2	Vegetation & Moose .....	12
3.3	Bewirtschafterbefragung im Vogelsberg.....	15
4	Diskussion und Empfehlungen .....	26
5	Literaturverzeichnis.....	31
6	Anhang.....	32

## 1 Einleitung und Aufgabenstellung

Das Lebermoos *Notothylas orbicularis* gilt in Deutschland als stark gefährdete Art (Ludwig et al. 1996) und ist im Anhang II der FFH-Richtlinie aufgeführt. Durch das Bundes- und Landesmonitoring 2010 wurden frühere Funde und bekannte Vorkommen zusammengefasst und Flächen mit bis dahin unbekanntem Vorkommen ausgewiesen (für weitere Informationen siehe Drehwald 2010).

Im Rahmen eines Kooperationsprojekts der FENA und der Justus Liebig Universität Gießen wurden 58 Flächen mit Vorkommen von *Notothylas orbicularis* aufgesucht und dort die Vegetation der Moose und die der höheren Pflanzen erfasst. Bereits vorliegende Informationen zum Vorkommen wurden durch Herrn Drehwald und die FENA, vertreten durch Frau Frahm-Jaundes, an uns weitergegeben. Während der Feldarbeit bestand enger Kontakt zu Herrn Drehwald und Frau Frahm-Jaundes, so dass von Herrn Drehwald oder von uns gemachte Neufunde von *Notothylas*-Beständen kurzfristig in die Erhebungskampagne aufgenommen werden konnten. Für die Befragung wurden Daten durch Frau Rudolf vom Amt für den ländlichen Raum zur Verfügung gestellt, die sehr gut aufbereitet waren. Herr Orth war als ehemaliger Mitarbeiter des Amtes bei der Befragung der Landwirte beteiligt, da er die erste Vertragsgeneration noch selbst angesprochen und betreut hatte. Durch seine vormalige Tätigkeit waren ihm auch die späteren Vertragspartner bzw. übrigen Bewirtschafter bekannt.

Die Flächen lagen überwiegend im Vogelsberg (45), wenige auch im Westerwald (13). Für die abiotische Charakterisierung der Standorte bezüglich der Nährstoffgehalte und der Wasserleitfähigkeit wurden Bodenproben genommen.

Ziel der Untersuchungen war es, die Ökologie und die Populationsbiologie des Moores näher zu erforschen und auf Grundlage der gewonnenen Ergebnisse Nutzungsempfehlungen für die Äcker mit *Notothylas orbicularis* zu geben.

Darüber hinaus wurde eine Befragung der Landwirte, die *Notothylas*-Flächen bewirtschaften, durchgeführt. Ziel dieser Befragung war es, die Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen von *Notothylas orbicularis* und der Betriebsstruktur und Wirtschaftsweise der betroffenen landwirtschaftlichen Betriebe zu erfassen.

Folgende Leitfragen wurden den Untersuchungen vorangestellt:

- a. Durch welche standörtlichen Gegebenheiten zeichnen sich Ackerflächen mit Vorkommen von *Notothylas orbicularis* aus?
- b. Welche betrieblichen Kennzahlen zeichnen die landwirtschaftlichen Betriebe, die Flächen mit Vorkommen von *Notothylas orbicularis* bewirtschaften, aus.
- c. Gibt es Unterschiede der Flächen mit einem hohen bzw. einem geringen Vorkommen an *Notothylas orbicularis*?

## 2 Untersuchungsgebiete Vogelsberg und Westerwald

Im Vogelsberg wurden insgesamt 42 bekannte Vorkommen von *Nothotylas orbicularis* aufgesucht. Auf 41 Flächen wurden Bodenproben gezogen, eine Fläche (ID: 34) konnte nicht beprobt werden. Auf 22 Flächen konnten Moos- sowie Vegetationsaufnahmen durchgeführt werden. Die übrigen Flächen waren zum Zeitpunkt der Untersuchungen bereits umgepflügt, mit Wintergetreide eingesät oder inzwischen in Grünland umgewandelt. Ein Vorkommen (Tabelle 1, ID58) wurde im Zuge der Vorliegenden Untersuchung neu entdeckt und auch hier eine Bodenprobe entnommen sowie eine Moos- und eine Vegetationsaufnahme durchgeführt. Aus dem Vogelsberg liegen also Bodenproben von 42 *Nothotylas*-Standorten und Moos- sowie Vegetationsaufnahmen von 23 Vorkommen vor (Tabelle 1).

Im Westerwald wurden insgesamt 13 Flächen aufgesucht. Aufgrund von bereits durch die Landwirte durchgeführter Bodenbearbeitung bzw. Bestellung war die Kartierung von Moosen und höheren Pflanzen sowie die Entnahme von Bodenproben nur auf zwei Flächen (Tabelle 1, ID: 11 WW, 43 WW) möglich.

**Tabelle 1:** Darstellung aller für Bodenanalysen beprobten 44 Standorte mit Nutzung, Ortsangabe und Bestand eines Nutzungsvertrages. Die Identifikationsnummern, die mit WW beschriftet sind, stammen aus dem Westerwald. Mit Sternchen (\*) sind alle 25 Standorte markiert, von denen Moos- und Vegetationsaufnahmen vorliegen. Die Einstufung der Standorte folgt Drehwald (2011). ID = Identifikationsnummer.

ID	Nutzung	Ort	Vertrag	Bewertung
1*	Mais	Ober-Ohmen	x	C
2	Grünland	Windhausen		C
3*	Stoppelacker	Freienseen	x	A
4*	Stoppelacker	Freienseen		A
5*	Stoppelacker	Herbstein	x	A
6*	Stoppelacker	Rudingsheim-Michelbach		B
7*	Stoppelacker	Hochwaldhausen-Ilbeshausen		B
8*	Stoppelacker	Hochwaldhausen-Ilbeshausen	x	C
9*	Stoppelacker	Grebenhain	x	A
10	Grünland	Vaitshain	x	C
11*	Stoppelacker	Vaitshain		A
12*	Stoppelacker	Grebenhain	x	A
13	Wintergetreide	Rainrod		C
14	Grünland	Eschenrod		C
15	Grünland	Eschenrod		C
16	Grünland	Eschenrod		C
17	Wintergetreide	Eschenrod	x	C
18	Grünland	Eschenrod		C
19*	Stoppelacker	Bermutshain	x	A
20*	Stoppelacker	Grebenhain	x	B
21	Wintergetreide	Grebenhain	x	A

22*	Stoppelacker	Völzberg	x	A
23*	Stoppelacker	Völzberg	x	A
24*	Mais	Völzberg	x	B
25*	Raps	Wüstwillenroth		B
26*	Stoppelacker	Wüstwillenroth	x	A
27	Wintergetreide	Buchenrod	x	B
28	Gepflügt	Buchenrod	x	C
29*	Stoppelacker	Freiensteinau		A
30	Wintergetreide	Weidenau		C
31	Gepflügt	Weidenau		B
32	Mais	Sarrod		B
33*	Stoppelacker	Merkenfritz		A
35	Wintergetreide	Wüstwillenroth (NW)		C
36*	Stoppelacker	Wüstwillenroth Süd		A
37	Grünland	Eschenrod		C
38*	Mais	Eschenrod		C
39	Gepflügt	Ober-Ohmen		C
40	Gepflügt	Ober-Ohmen		B
41*	Stoppelacker	Ober-Ohmen		C
42	Wintergetreide	Wüstwillenroth (NO)	x	C
58*	Stoppelacker	Wüstwillenroth		A
51* (alt 11, WW)	Stoppelacker	Waldernbach		B
43* (WW)	Stoppelacker	Waldernbach		A

## 2.1 Methoden

## 2.2 Mooskartierung

Für die Aufnahme der Moosvegetation war das Vorkommen von *Notothylas orbicularis* von entscheidender Bedeutung. Wurde das Moos auf dem Acker gefunden, wurde der Fundort mit einem 20 x 20 cm großen Rahmen abgegrenzt. Eine modifizierte Londo-Skala wurde für die Schätzung der Deckung verwendet (Tabelle 2).

## 2.3 Vegetationskartierung

Die Vegetationserhebung auf den Standorten wurde im Zeitraum vom 30. September - 9. November 2011 durchgeführt. Vor Beginn der Untersuchungen wurde der entsprechende Ackerschlag nach dem Vorkommen von *Notothylas orbicularis* abgesucht. Um den Fundort von *Notothylas orbicularis* herum wurde eine Fläche von 5 x 5 m markiert, auf der alle höheren Pflanzen bestimmt und deren Deckung unter Verwendung der Braun Blanquet-Skala geschätzt wurde (Trempe 2005).

**Tabelle 2:** Modifizierte Londo Skala.

Prozentschätzung	Deckung
0,1 %	0,4 cm <sup>2</sup>
0,2 %	0,8 cm <sup>2</sup>
0,5 %	2 cm <sup>2</sup>
1,0 %	4 cm <sup>2</sup>
2,0 %	8 cm <sup>2</sup>
3,0 %	12 cm <sup>2</sup>
4,0 %	16 cm <sup>2</sup>

**Tabelle 3:** Darstellung der ausgewählten Fundorte für die Untersuchung von Unterschieden der Standorteigenschaften (Anzahl und Bewertung nach Drehwald 2011).

Identifikationsnummer	Anzahl 2011	Bewertung gesamt 2011
<i>Notothylas orbicularis</i>		
3	1200	A
9	1500	A
11	700	A
43	3000	A
19	3500	A
29	800	A
25	3	B
7	5	B
20	22	B
24	0	B
38	0	C
41	0	C

## 2.4 Bodenanalysen

Von Interesse waren neben der Artenzusammensetzung auch Bodenparameter wie Bodenart und Nährstoffgehalt. Zur Ermittlung dieser Kenngrößen wurden mithilfe eines Bohrstocks (Durchmesser: 3,5 cm) auf allen Flächen mit bekannten Vorkommen von *Notothylas orbicularis* Bodenproben (10 cm Tiefe) gezogen. Zusätzlich wurden auf den Intensivuntersuchungsstandorten, die in Tabelle 3

aufgeführt sind, Zylinderproben (Volumen 100 cm<sup>3</sup>) und Bodenmaterial des obersten Bodenzentimeters entnommen. Dafür wurden pro Standort 3 Zylinder mit einem Volumen von jeweils 100 cm<sup>3</sup> in den Boden getrieben und deren Inhalt in einer Tüte gesammelt. Nach der Trocknung wurden die Proben für die Bestimmung der Korngrößenverteilung und der Berechnung der gesättigten Wasserleitfähigkeit verwendet (Bodenkundliche Kartieranleitung 2005). Für die Entnahme des obersten Bodenzentimeters wurde mit einer Maurerkelle das Bodenmaterial auf einer Fläche von 1000 cm<sup>2</sup> entnommen.

Die Analysen zur Bestimmung von pH-Wert, Gesamt-Stickstoff Nt [%], Gesamt-Kohlenstoff Ct [%], organischer Kohlenstoff Corg [%], Humus [%], C/N Verhältnis, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [mg/100 g Boden], K<sub>2</sub>O [mg/100 g Boden], Mg [mg/100 g Boden] und Ca [mg/100 g Boden] wurden durch AGROFOR Consulting & Products in Wettenberg durchgeführt. Die Ermittlung des pH-Wertes erfolgte in Anlehnung an das VDLUFA-Methodenhandbuch I, A.5.1.1, wie auch die Ermittlung von P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Methodenhandbuch I, A.6.2.1.1) und die Ermittlung der K<sub>2</sub>O (CAL) (VDLUFA-Methodenbuch Bd.1, A 6.2.1.1) und Magnesium (CaCl<sub>2</sub>) (VDLUFA-Methodenbuch Bd.1, A 6.2.4.1). Die Nt Elementaranalyse erfolgte nach DIN ISO 13878. Die Ct Elementaranalyse wurde nach DIN ISO 10694 durchgeführt. Corg wurde in Anlehnung an die Schweizer Referenzmethode Corg ermittelt. Der Humus (%) ergibt sich aus dem Produkt des Corg (%) und 1,725. Der Kalziumgehalt wurde nach Perkins (1970) durchgeführt.

## **2.5 Statistische Auswertung**

Für die Erfassung der Unterschiede zwischen den Beständen wurde das Allgemeine Lineare Modell der einfaktoriellen ANOVA (Varianzanalyse) gewählt. Für die Analyse wurden die Standorte in zwei Gruppen zusammengefasst (Tabelle 3). Eine Gruppe umfasste nur Standorte, die durch Drehwald (2012) in der Gesamtbewertung mit A eingestuft wurden. Die zweite Gruppe umfasste Standorte, die als B oder C eingestuft wurden. Diese Zusammenfassung der zwei Kategorien geschah aufgrund der geringen Anzahl von Flächen mit einer Einstufung in die Kategorien B oder C. Die Bewertungen der Standorte bezüglich ihres Gesamtzustandes beruhen auf dem Bewertungsrahmen von Drehwald und Frahm-Jaudes (2009) und sind aus Drehwald (2011, 2012) entnommen. A bezeichnet hervorragende Äcker in Bezug auf (i) Beeinträchtigungen, (ii) Habitatqualität und (iii) Zustand der Population. B bezeichnet Äcker die als gut in Bezug auf die drei oben genannten Eigenschaften eingestuft wurden. Äcker mit der Bewertung C sind bezüglich der drei Eigenschaften als mittel bis schlecht eingestuft worden.

Mögliche Unterschiede zwischen den Bewertungskategorien der 12 intensiver untersuchten Standorte (Tabelle 3) wurden für alle erhobenen Parameter (Bodenparameter, Deckung der Vegetation, Deckung der Moose, Wasserleitfähigkeit) getestet. Analog wurde bei der Analyse aller 45

Ackerschläge vorgegangen. Für die statistische Auswertung wurde das Programm Statistica 10 verwendet.

Eine multivariate Auswertung mit Hilfe einer Detrended Correspondence Analysis (DCA) wurde verwendet, um Unterschiede der aufgenommenen Vegetations- und Moosaufnahmen entlang von Umweltgradienten zu analysieren (Leyer und Wesche 2008). Einfließende Variablen waren Deckung der Vegetation und Moose sowie – in einem zweiten Schritt als Umweltvariablen – die gemessenen Bodenparameter. Für multivariate statistische Auswertungen wurde das Programm PCord 5 (McCune & Mefford 2006) verwendet.

## **2.6 Nutzerbefragung**

Die Befragung wurde zusammen mit Herrn Orth durchgeführt, der vor seinem Ruhestand für das Landwirtschaftsamt in Lauterbach tätig und mit den Verhältnissen vor Ort und den Bewirtschaftern bestens vertraut war. In Absprache mit der FENA (Ansprechpartnerin Frau Frahm-Jaudes), die ihn beauftragt hatte, traf er die Auswahl der aufzusuchenden Betriebe und legte auch die Befragungstermine fest. Zu Beginn der Interviews wurde stets der Anlass der Befragung genannt, dann die generelle Bereitschaft erfragt und die Kartengrundlagen gezeigt, die die relevanten Flächen zeigten, um die es in der Befragung gehen sollte. Zur Durchführung der Befragung kann angemerkt werden, dass sie seitens der Bewirtschafter zwar bisweilen mit einiger Skepsis, aber auch mit Interesse aufgenommen wurde. Von den Befragten weigerte sich niemand Informationen zu geben. Analog zum Fragebogen wurden dabei zunächst die allgemeinen Betriebsdaten (Größe, allgemeine Bewirtschaftung, Haupt- bzw. Nebenerwerbsbetrieb, Viehbesatz, Einsatz von Düngern, chemischem Pflanzenschutz und Kalkung, Besitzverhältnisse) und im Anschluss die übrigen Angaben (Nutzungshistorie, Bewirtschaftungsprobleme) zusammengefasst, um diese möglichst in Form von Abbildungen zu veranschaulichen.

Das Abfragen allgemeiner Daten zum Betrieb erfolgte – einer festen Chronologie entsprechend – zu Beginn jeder Befragung. Dies geschah um Betriebsdaten und Erkenntnisse über die Bewirtschaftung des Gesamtbetriebes mit den *Notothylas*-Flächen besser in Einklang zu bringen und die Nutzerstruktur einordnen zu können. In einem kleinen Betrieb fallen beispielsweise eine Kugelhornmoosfläche und ihre mit Auflagen verbundene Bewirtschaftung wesentlich stärker ins Gewicht als in einem großen Betrieb. Zudem sollten gewisse Prämissen seitens der Befragter verifiziert werden, so z. B. die Frage, ob sich Unterschiede in der Bewirtschaftung der Kugelhornmoosflächen von Haupt- und Nebenerwerbsbetrieben, bzw. von Eigentümern und Pächtern abzeichnen.

Die für die Befragung notwendigen Grundlagendaten wie Kartengrundlage, Schlagkataster, Bewirtschaftungschronologie, Adressen der Bewirtschafter der Vertragsflächen wurden von Frau Rudolph vom Landwirtschaftsamt in Lauterbach sowie von Frau Frahm-Jaude von der FENA zur Verfügung gestellt. Allerdings stellte sich heraus, dass nicht alle in der Erhebung aufgeführten Kugelhornmoosflächen auch beim Landwirtschaftsamt als Vertragsflächen geführt werden.

Einige Flächen haben bereits seit längerem Verträge, sind aber nicht in der gleichen Flächen- oder Schlaggröße als Kugelhornmoosfläche erhoben worden. Manche Flächen wurden als eine Kugelhornmoosfläche erfasst, liegen aber beim Landwirtschaftsamt als drei oder vier Schläge unterschiedlicher Bewirtschafter vor.

Diese Gegebenheiten machten es unmöglich manche Flächen bzw. ihre Bewirtschaftung in die weiter unten aufgeführten Tabellen mit aufzunehmen, da ihre Datenstruktur nicht den anvisierten Zeitraum oder aber die entsprechende Teilfläche repräsentierte. Hieraus erklärt sich eine Reduktion der Fallzahlen in den Tabellen auch wenn die Datensätze in den Rohtabellen wesentlich umfangreicher erscheinen.

Es stellte sich auch heraus, dass der gewünschte Grad an Genauigkeit nicht zu erreichen war. Dies hatte seine Gründe z. T. im sehr engen Terminplan der Bewirtschafter, die nur nach vielen Versuchen anzutreffen waren und dann oft wenig Zeit investieren konnten. Nicht jedem befragten Bewirtschafter war es in der Kürze der Zeit möglich, seine umfangreichen Unterlagen zum Interviewzeitpunkt zu konsultieren. Ein zweiter Aspekt war, dass v. a. die gewünschten Angaben über Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Vergangenheit nicht zufriedenstellend beantwortet werden konnten. Teils, weil die Flächen gepachtet sind und zum damaligen Zeitpunkt noch nicht bewirtschaftet wurden. Teils, weil ca. die Hälfte der jetzigen Bewirtschafter ihre Betriebe erst ab 1990 übernommen haben und ab diesem Zeitpunkt auch erst Aussagen über bestimmte Flächen machen konnten.

Die Ergebnisse der Befragung wurden zunächst in Rohtabellen zusammengefasst. Im Anschluss wurden kategorisierbare Daten in separaten Datenblättern zusammengeführt und – soweit möglich – in Tabellenform oder Diagrammform dargestellt.

In einigen der nachfolgenden Tabellen werden die Befragungsergebnisse nach den Flächenkategorien A, B und C sortiert dargestellt. Bei diesen Kategorien handelt es sich um eine Flächenbewertung im Hinblick auf die Qualität der Standorte für *Notothylas orbicularis*, die bei der Kugelhornmooskartierung von Drehwald (2011) entwickelt und verwendet wurde (siehe oben).

## 2.7 Natis-Eingabe

Für die Eingaben in die natis Datenbank wurden mit Absprache von Frau Frahm-Jaundes und nach der Roten Liste Hessens folgende Arten ausgewählt:

**Tabelle 4:** In natis eingegebene Artvorkommen.

<b>Moose</b>	<b>Gefährdung</b>
<i>Ephemenum serratum v. minutissimum</i>	3
<i>Fissidens viridulus</i>	D
<i>Notothylas orbicularis</i>	2
<i>Riccia ciliata</i>	2
<i>Riccia warnstorffii</i>	3
<i>Sherardia arvensis</i>	V

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Bodenanalysen

Die Bodenart aller Standorte wurde mithilfe der Fingerprobe ermittelt. Insgesamt wurden sechs verschiedene Bodenarten gefunden. Die am häufigsten vorkommenden Bodenarten waren Ut2-4 (75 % der Proben). Auf neun Standorten (20 %) wurde die Bodenart Lu festgestellt (Tabelle 5; vgl. Tabelle 12 im Anhang; Bodenkundliche Kartieranleitung 2005).

Die genannten Bodenarten unterscheiden sich durch ihre Gehalte an Sand, Schluff und Ton, welche auch die Eigenschaften der Bindigkeit und Formbarkeit des Bodens beeinflussen. Die Nutzung aller dieser Bodenarten ist für Ackerflächen ideal (Bodenkundliche Kartieranleitung 2005).

Die Bodenanalyse im Labor in Wettenberg hat folgende Ergebnisse geliefert (Tab. 5): Böden der Bodenart Lu enthielten Stickstoffgehalte von 0,16 – 0,26 %. Der pH-Wert lag zwischen 4,7 und 5,7. Der Kohlenstoffgehalt lag zwischen 1,5 und 2,6 %. Die Bodenart Ut2 wies bei der Stickstoffanalyse Werte zwischen 0,16 und 0,82 % auf. Der pH-Wert lag hier zwischen 4,7 und 6,3. Bei der Bodenart Ut3 konnten Elementarstickstoffgehalte von 0,16 – 0,29 % ermittelt werden. Die Bodenart Ut4 enthielt Elementarstickstoffgehalte von 0,14 – 0,25 %. Die Überprüfung auf statistisch signifikante Unterschiede fiel negativ aus. Eine Tabelle mit Rohdaten ist im Anhang in Tabelle 12 zu finden.

**Tabelle 5:** Darstellung der 44 untersuchten Flächen, deren Nutzung zum Untersuchungszeitpunkt und die vorgefundene Bodenart. Die Identifikationsnummern, die mit WW beschriftet sind, stammen aus dem Westerwald. Ut2, schwach toniger Schluff; Ut3, mittel toniger Schluff; Ut4, stark toniger Schluff; Lu, schluffiger Lehm; Uu, reiner Schluff; Us, sandiger Schluff; Ls2, schwach sandiger Lehm.

<b>Identifikationsnummer</b>	<b>Nutzung</b>	<b>Bodenart</b>
1	Mais	Ut4
2	Grünland	Ut2
3	Stoppelacker	Ut4
4	Stoppelacker	Ut3
5	Stoppelacker	Ut2
6	Stoppelacker	Ut3
7	Stoppelacker	Lu
8	Stoppelacker	Ut2
9	Stoppelacker	Lu
10	Grünland	Ut2
11	Stoppelacker	Ut3
12	Stoppelacker	Ut3
13	Wintergetreide	Uu- Ut2
14	Grünland	Ut2
15	Grünland	Ut2
16	Grünland	Ut4
17	Wintergetreide	Ut2
18	Grünland	Ut2
19	Stoppelacker	Lu
20	Stoppelacker	Lu
21	Wintergetreide	Ut2
22	Stoppelacker	Ut3
23	Stoppelacker	Ut3
24	Mais	Lu
25	Raps	Lu
26	Stoppelacker	Ut3
27	Wintergetreide	Uu-Ut2
28	Senf	Ut2
29	Stoppelacker	Ut4
30	Wintergetreide	Uu
31	gepflügt	Ut3
32	Mais	Ut3
33	Stoppelacker	Uu- Ut2
35	Wintergetreide	Ut2
36	Stoppelacker	Us
37	Grünland	Ut3
38	Mais	Lu
39	gepflügt	Ut3
40	gepflügt	Ut4
41	Stoppelacker	Lu
42	Wintergetreide	Ut2
58	Stoppelacker	Ut3
11 WW	Stoppelacker	Lu
43 WW	Stoppelacker	Ls2

**Tabelle 6:** Ergebnisse der analysierten Bohrstockproben und der ANOVA aller 44 Standorte. n.s. = nicht signifikant mit  $\alpha = 0.05$  (vgl. Rohdaten in Tabelle 13 im Anhang).

Bewertung insgesamt	A		B		C		ANOVA
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung	
# <i>Notothylas</i>	1106,31	1366,42	12,00	13,44	0,78	1,86	
pH	5,37	0,39	5,56	0,45	5,70	0,33	n.s.
Nt [%]	0,21	0,03	0,22	0,04	0,24	0,15	n.s.
Ct [%]	2,16	0,33	2,18	0,41	2,36	1,46	n.s.
Corg [%]	2,10	0,33	2,13	0,37	2,29	1,38	n.s.
Humus [%]	3,6	0,6	3,67	0,65	3,95	2,38	n.s.
C/N	9,8	0,5	9,67	0,26	9,64	0,40	n.s.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [mg/100 g]	15,3	10,0	21,43	9,40	15,59	4,47	n.s.
K <sub>2</sub> O [mg/100 g]	41,2	12,3	54,98	30,36	45,12	19,38	n.s.
Mg [mg/100 g]	33,9	10,7	36,42	7,38	33,00	9,18	n.s.
Ca [mg/100 g]	210,2	81,6	245,05	84,59	229,50	115,95	n.s.

Der Kalkgehalt wurde ebenfalls ermittelt, allerdings konnte Kalk nur auf einer Grünlandfläche (Nr. 2) nachgewiesen werden und ist deshalb nicht in der Tabelle 6 angegeben. Der Kalkgehalt (CaCO<sub>3</sub>) betrug dort 3,25 %.

**Tabelle 7:** Ergebnisse der analysierten Proben vom oberen Bodenzentimeter, der Wasserleitfähigkeit und der ANOVA von 12 ausgewählten Standorten (vgl. Tabelle 3). n.s. = nicht signifikant mit  $\alpha = 0.05$ .

Bewertung insgesamt	A		B		C		ANOVA
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung	
pH	5,43	0,28	5,34	0,50	5,90	0,15	n.s.
Nt [%]	0,27	0,08	0,26	0,03	0,22	0,01	n.s.
Ct [%]	2,85	0,90	2,69	0,39	2,34	0,39	n.s.
Corg [%]	2,78	0,84	2,65	0,36	2,33	0,39	n.s.
Humus [%]	4,79	1,45	4,57	0,62	4,01	0,67	n.s.
C/N	10,32	0,37	10,13	0,28	10,33	1,30	n.s.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [mg/100 g]	13,96	11,69	17,76	4,54	17,21	11,40	n.s.
K <sub>2</sub> O [mg/100 g]	60,44	37,20	74,01	29,54	83,88	25,58	n.s.
Mg [mg/100 g]	28,31	9,44	29,80	7,21	43,15	15,61	n.s.
Ca [mg/100 g]	180,84	50,23	188,97	42,07	241,80	71,84	n.s.
Wasserleitfähigkeit [cm/d]	5,50	2,26	6,00	0,00	6,00	0,00	n.s.

Mit den entnommenen Zylinderproben wurde die Korngrößenanalyse durchgeführt. Mit Hilfe der erhaltenen Korngrößenverteilung wurde im Anschluss die Berechnung der gesättigten

Wasserleitfähigkeit (Bodenkundliche Kartieranleitung 2005) durchgeführt. In Tabelle 12 im Anhang sind die Standorte und deren Untergliederung in die Fraktionen und Unterfraktionen dargestellt. Die Sand-Fraktion wird hier untergliedert in Grobsand (gS), Mittelsand (mS) und Feinsand (fS). Die Schluff-Fraktion gliedert sich äquivalent in Grobschluff (gU), Mittelschluff (mU) und Feinschluff (fU). Die Ton-Fraktion wurde nicht weiter aufgetrennt.

Die gesättigte Wasserleitfähigkeit des Bodens konnte mithilfe der Korngrößenverteilung und der Trockenrohddichte errechnet werden. Alle Standorte wiesen eine sehr hohe Trockenrohddichte ( $> 1,6 \text{ g/cm}^3$ ) auf. In der Regel weisen Äcker eine Trockenrohddichte von  $1,4 - 1,5 \text{ g/cm}^3$  (VDLUFA 2006, LfULG 2010) auf. Grund für die höheren Werte auf den untersuchten Standorten war, dass das Moos bevorzugt in Fahrspuren auftrat. Aufgrund der hohen Dichte des Bodens und den vorherrschenden Bodenarten fiel die gesättigte Wasserleitfähigkeit auf alle untersuchten Flächen sehr gering aus. Die Bodenart Ut4, die auf den Standorten mit den Identifikationsnummern 3 und 29 auftraten, wies mit 3 cm pro Tag die geringste Wasserleitfähigkeit auf. Auf der Fläche mit der Identifikationsnummer 43 im Westerwald lag die Bodenart Ls2 vor. Hier wurde mit 9 cm pro Tag die höchste gesättigte Wasserleitfähigkeit erreicht. Auf den übrigen Flächen lag die Bodenart Lu mit einer Wasserleitfähigkeit von 6 cm pro Tag vor (s. Tabelle 8). Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Bewertung der Standorte und der Wasserleitfähigkeit festgestellt werden. Die Ergebnisse lieferten, in Bezug auf die gesättigte Wasserleitfähigkeit, keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Standorten von *Notothylas orbicularis*.

**Tabelle 8:** Darstellung der Flächen mit ihren Bodenarten und der entsprechenden gesättigten Wasserleitfähigkeit.

Identifikationsnummer	Einteilung	Bodenart	Gesättigte Wasserleitfähigkeit in cm/d
3	A	Ut4	3
9	A	Lu	6
11	A	Lu	6
19	A	Lu	6
29	A	Ut4	3
43	A	Ls2	9
7	B	Lu	6
20	B	Lu	6
24	B	Lu	6
25	B	Lu	6
38	C	Lu	6
41	C	Lu	6

## 3.2 Vegetation & Moose

Insgesamt wurden 82 verschiedene höhere Pflanzen und 19 unterschiedliche Moose auf 25 Äckern kartiert. Die Anzahl höherer Pflanzen betrug mindestens vier Arten und maximal 21 Arten auf 25 m<sup>2</sup>. Die Anzahl der vorkommenden Moose auf einer Fläche von 20 x 20 cm war mit mindestens 3 und maximal 10 Arten deutlich geringer.

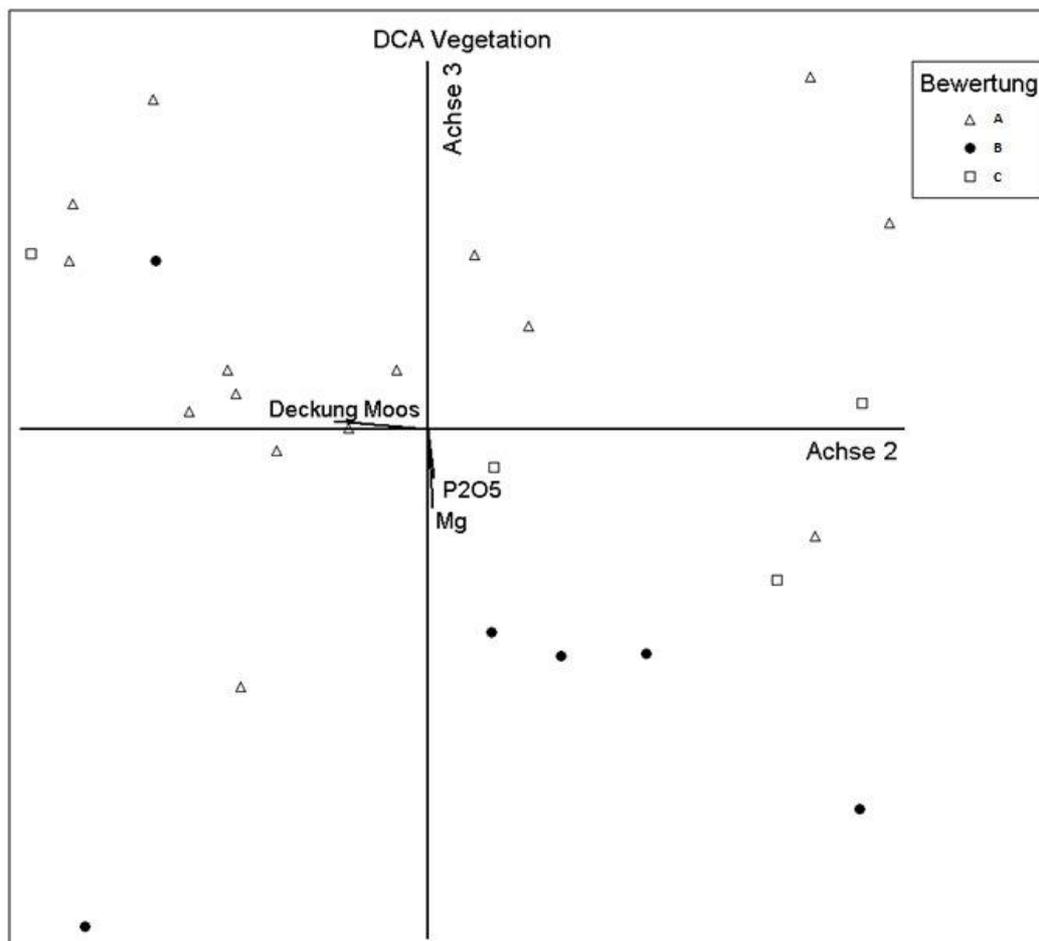
Die weiteren getesteten Variablen waren die Höhe sowie Deckung der Vegetation, Deckung der Moose und die Bodenparameter (vgl. Kapitel 3.1). Hierbei konnten jedoch in keinem Fall signifikante Unterschiede belegt werden, die als Erklärung für höhere bzw. geringere Individuenzahlen an *Notothylas orbicularis* dienen können.

Nachdem die Analyseverfahren der schließenden Statistik keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen zeigten, wurden die Aufnahmedaten der Moose und höheren Pflanzen mittels einer DCA (Detrended Correspondence Analyse) ausgewertet (Leyer und Wesche 2008). In dieser werden die Aufnahmen bezüglich ihrer floristischen Ähnlichkeit entlang der Ordinationsachsen angeordnet. Durch Korrelation der Ordinationsachsen mit den erhobenen Umweltparametern (z. B. Nährstoffgehalte) kann man aus den Ordinationsdiagrammen ablesen, wie Veränderungen in den Pflanzengemeinschaften entlang der Achsen mit den Umweltparametern korrelieren.

Die DCA hat keine eindeutige Verteilung bzw. Anordnung der Standorte auf Grund der Daten der höheren Pflanzen geliefert (Abbildung 1). Ein Trend zeigt sich entlang der zweiten Achse. Die Standorte mit sehr guter Bewertung (1 = ungefüllte Dreiecke) liegen meist oberhalb der zweiten Achse und links der dritten Achse. Daraus folgt, dass die besseren Standorte bei höherer Deckung der Moose über einen geringeren Gehalt an Phosphat und Magnesium im Oberboden verfügen (vgl. Tabelle 9). Wie eingangs erwähnt, ist dies allerdings nur ein Trend, der nicht mit Methoden der schließenden Statistik nachweisbar war. Bemerkenswert war, dass keine der erhobenen Umweltparameter eine Korrelation über 0,5 – ab diesem Wert spricht man in der Ökologie von einer guten Korrelation – erreicht (Tabelle 9).

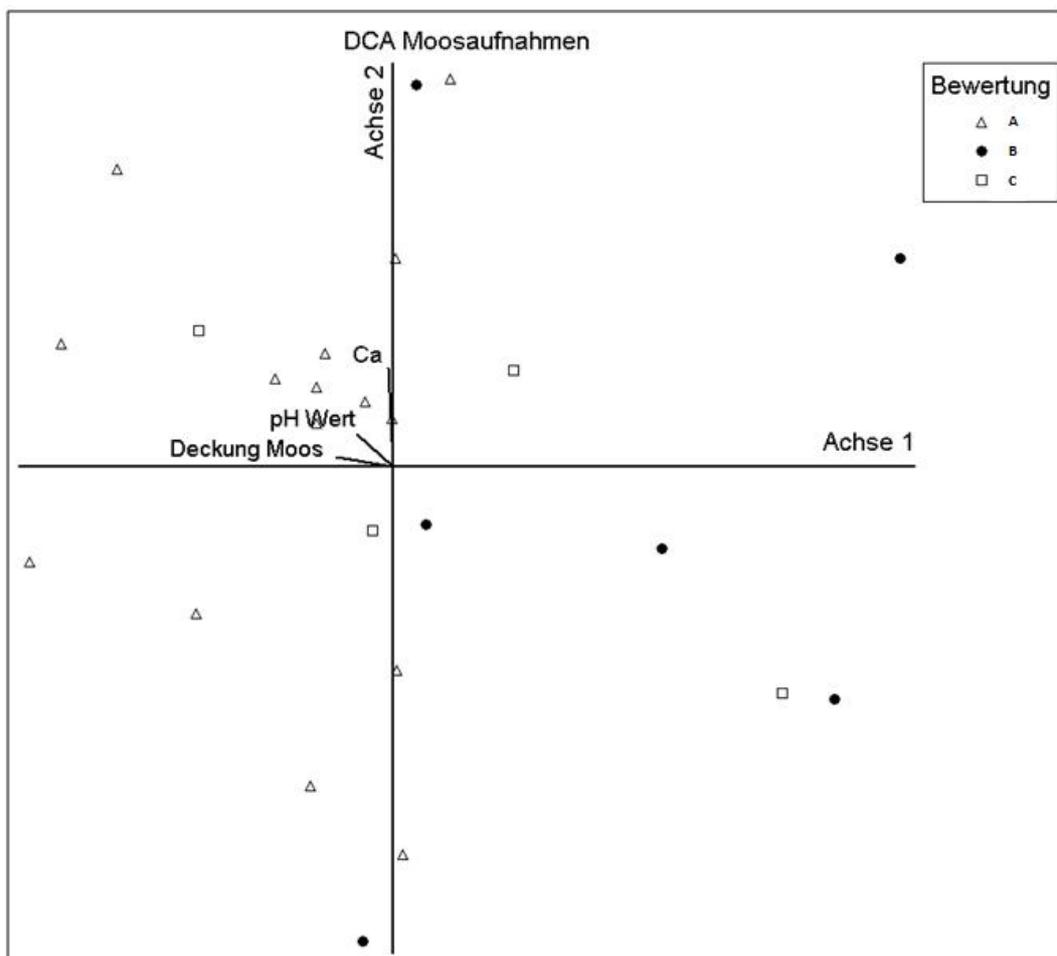
**Tabelle 9:** Pearson-Korrelationskoeffizient der Variablen mit den ersten drei Achsen (1, 2, 3) der DCA der Aufnahmen der höheren Pflanzen.

Variable	1	2	3
Höhe Vegetation	-0,186	-0,230	0,201
Deckung Vegetation	-0,054	-0,282	-0,126
Deckung Moos	-0,059	-0,467	0,145
pH	-0,117	-0,188	0,040
Nt [%]	-0,008	-0,159	-0,060
Ct [%]	0,039	-0,226	-0,047
Corg [%]	0,032	-0,202	-0,059
Humus	0,033	-0,202	-0,060
C/N	0,066	-0,207	-0,047
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [mg/100]	0,207	0,115	-0,338
K <sub>2</sub> O [mg/100]	0,303	-0,077	-0,074
Mg [mg/100]	-0,132	0,101	-0,428
Ca [mg/100]	-0,191	0,014	-0,254



**Abbildung 1:** DCA-Diagramm mit 25 Vegetationsaufnahmen höherer Pflanzen von Standorten mit Vorkommen von *Notothylas orbicularis*. Unterschiedliche Symbole markieren die drei Bewertungskategorien der Standorte nach Drehwald (2011). Die Höhe der Vegetation, Deckung der Vegetation sowie der Moose und die Variablen der Bodenanalyse (vgl. Tabelle 10) wurden als quantitative Variablen zur Erklärung der Achsen herangezogen. Achse 1 beschreibt 41,1 %, Achse 2 0,6 % und Achse 3 1 % der Variation im Datensatz. Die Länge der Gradienten liegt für Achse 1 bei 2,6 und für die Achsen 2 und 3 bei 1,5.

Auch die Ordination der Moosaufnahmen hat nur schwache Trends aufgezeigt (Abbildung 2). Die Standorte mit einer sehr guten Bewertung (A = ungefüllte Dreiecke) sind tendenziell linksseitig der zweiten Achse zu finden. Jedoch mischen sich hier auch Standorte mit schlechten Bewertungen (ungefüllte Quadrate) mit ein. Die erste Achse korreliert mit der Deckung von Moos zu 0,363 und dem pH-Wert zu 0,288 (Tabelle 10). Dies bedeutet, dass die Standorte links der zweiten Achse eine höhere Deckung der Moosvegetation aufweisen. Ebenso liegen dort die Boden pH-Werte höher als auf den Standorten rechts der Achse. Der Gehalt an Kalzium korreliert relativ stark mit 0,479 mit der zweiten Achse. Die Standorte, die oberhalb der ersten Achse liegen, weisen höhere Kalziumwerte im Boden auf, als diejenigen die unterhalb der Achse liegen.



**Abbildung 2:** DCA der 25 Standorte, auf denen Moos- und Vegetationsaufnahmen gemacht wurden. Unterschiedliche Symbole markieren die drei Bewertungskategorien der Standorte nach Drehwald (2011). Die Höhe der Vegetation, Deckung der Vegetation sowie der Moose und die Variablen der Bodenanalyse (vgl. Tabelle 10) wurden als quantitative Variablen zur Erklärung der Achsen herangezogen. Achse 1 beschreibt 39 %, Achse 2 9,4 % und Achse 3 13,1 % von insgesamt 61,5 %. Die Länge der Gradienten liegt für Achse 1 bei 2,2 und für die Achsen 2 und 3 bei 1,4.

**Tabelle 10:** r- Korrelationen der Variablen mit den ersten drei Achsen (1, 2, 3) der DCA.

Achse	1	2	3
Deckung Moos	-0,363	0,153	-0,272
pH	-0,288	0,273	-0,432
Nt [%]	0,147	-0,014	-0,067
Ct [%]	0,138	-0,073	-0,024
Corg [%]	0,119	-0,087	0,032
Humus	0,119	-0,088	0,029
C/N	-0,19	-0,27	0,294
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [mg/100]	0,215	0,026	-0,204
K <sub>2</sub> O [mg/100]	0,131	0,083	0,133
Mg [mg/100]	0,06	0,144	-0,141
Ca [mg/100]	-0,112	0,479	-0,11

### 3.3 Bewirtschafterbefragung im Vogelsberg

Näheren Aufschluss über die Folgen unterschiedlicher Bewirtschaftungsformen für das Vorkommen von *Notothylas orbicularis* sollte im Winter/Frühjahr 2012 – in Ergänzung zu den vegetations- und standortkundlichen Erhebungen – eine Befragung der Flächennutzer ergeben. Hierzu wurden 35 Bewirtschafter der Flächen mit Vorkommen des Kugelhornmooses im Vogelsberg aufgesucht. Dabei sollte die Frage geklärt werden, welche Bewirtschaftung womöglich in der jüngeren aber auch fernereren Vergangenheit den heutigen Zustand der *Notothylas*-Vorkommen positiv bzw. negativ beeinflusst haben könnte. Beispielsweise sollten dabei möglichst weit zurückreichende Erinnerungen bzgl. Bewirtschaftungsmethoden abgefragt werden, um die Voraussetzungen für das Vorkommen des Mooses im Vogelsberg besser abschätzen zu können. Gleichzeitig wurde der gegenwärtige Ackerbau sowie Pflanzenschutzmethoden in den Focus gerückt, um auch deren Einflüsse auf die Kugelhornmoosentwicklung zu berücksichtigen.

Im Vorfeld der Befragung wurde ein Fragebogen erstellt, der die wesentlichen Fragestellungen zur Bewirtschaftung enthielt und gleichzeitig den notwendigen Raum zu vertiefenden Fragen ließ (vgl. Fragebogen im Anhang). Im Laufe der Befragung stellte sich heraus, dass es aus mehrfachen Gründen nicht möglich sein würde, die Ergebnisse in ausschließlich tabellentauglicher, standardisierter Form darzustellen. Gründe sind die unterschiedlichen natürlichen Standortgegebenheiten, unterschiedliche Bewirtschaftungsformen, Betriebsdaten, aber auch Ausbildungsstand der Bewirtschafter, wirtschaftliche Verhältnisse etc.

## Allgemeine Betriebsdaten

### Betriebsgröße

Als erster Nutzungsparameter wurde die Gesamtbetriebsgröße erfragt. Die Betriebsgrößenstruktur stellte sich insgesamt sehr inhomogen dar. Von den aufgesuchten Betrieben war der größte 430 ha und der kleinste 2 ha groß. In Abbildung 3 wurden neben den Gesamtbetriebsgrößen auch die darin enthaltenen Anteile an Pachtland bzw. Landeigentum dargestellt. Das weite Auseinanderklaffen der einzelnen Gesamtbetriebsgrößen wird in dieser Darstellung sehr deutlich. Außerdem zeigte sich anhand der Darstellung, dass gleichzeitig die flächenmäßig großen Betriebe überwiegend auf gepachtetem Land wirtschaften. Insgesamt lässt sich feststellen, dass der Anteil an Pachtflächen zumindest bei den befragten Betrieben generell bei über 70% liegt.

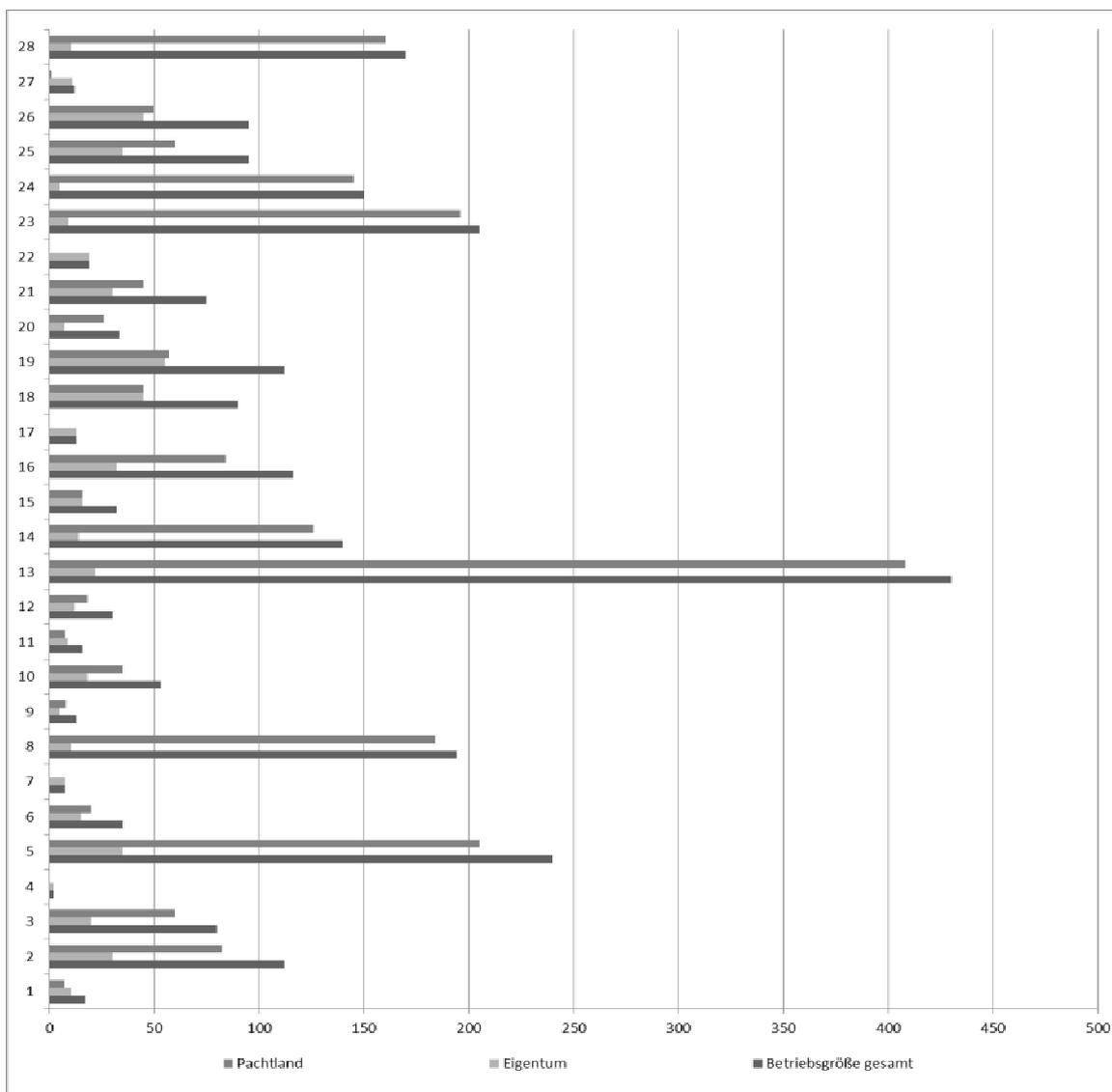
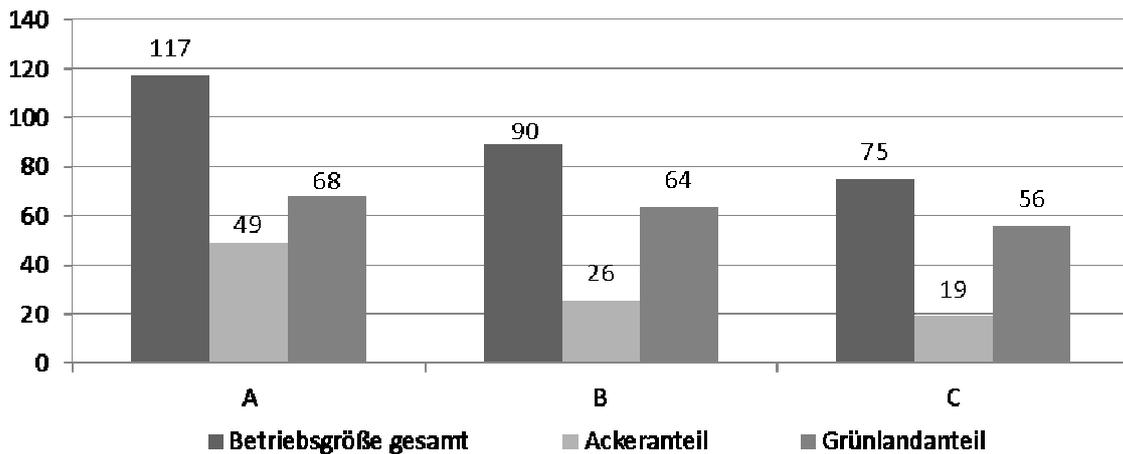


Abbildung 3: Betriebsgrößen und Eigentumsverhältnisse der befragten Betriebe in Hektar (ha).

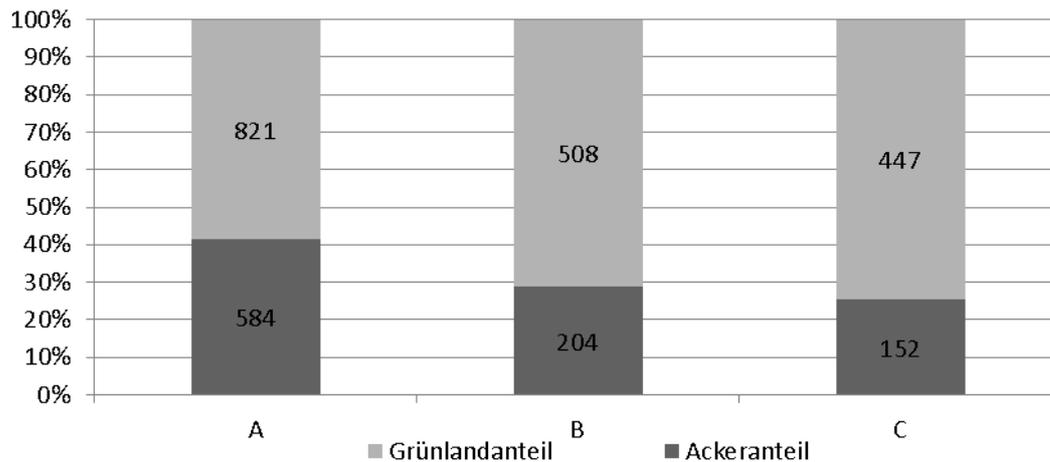
## Eigentumsverhältnisse und Flächennutzung

Ein weiterer Aspekt für die Einstufung der Betriebsstruktur, ist die generelle Ausrichtung des Gesamtbetriebes auf Ackerbau oder entsprechend auf Grünlandwirtschaft. Schon aufgrund der klimatischen Gegebenheiten im Vogelsberg ließ sich vermuten, dass die Grünlandanteile im Gegensatz zum Ackerbau überwiegen, was durch die Befragung auch bestätigt wurde.



**Abbildung 4:** Mittelwerte der Flächen (ha) von Ackerland und Grünland im Vergleich zur Betriebsgröße der befragten Betriebe, sortiert nach Bewertungskategorien (A, B, C) der Flächen im Hinblick auf die Qualität der Standorte für *Notothylas orbicularis* (Drehwald, 2011).

In den Abbildungen 4 und 5 wird der Acker- und Grünlandanteil der befragten Betriebe nach Flächenkategorien dargestellt. Dabei wird jeweils der Mittelwert für die Betriebsgröße nach Flächenkategorie vorangestellt. Es zeigt sich, dass der Mittelwert für die Betriebsgröße der mit A bewerteten Flächen höher liegt als bei den Betrieben, die mit B und C bewertete Flächen bewirtschaften. Auch der Ackerflächenanteil in dieser Kategorie liegt über dem der anderen Flächenkategorien. Dieses Ergebnis lässt sich ebenfalls aus der unteren Abbildung 5 ablesen. Auch dort liegt der Ackerflächenanteil der Betriebe, welche Kugelhornmoosflächen der Kategorie A bewirtschaften, über dem der Kategorien B und C. Selbst in der Kategorie A übersteigt der Anteil an Ackerbau in der Flächennutzung nur knapp die 40%, dem entgegen liegt er in der Kategorie C sogar nur bei ca. 24%.



**Abbildung 5:** Anteile an Ackerland und Grünland der befragten Betriebe (absolute Zahlen in ha), sortiert nach Bewertungskategorien (A, B, C) der Flächen im Hinblick auf die Qualität der Standorte für *Notothylas orbicularis* (Drehwald, 2011).

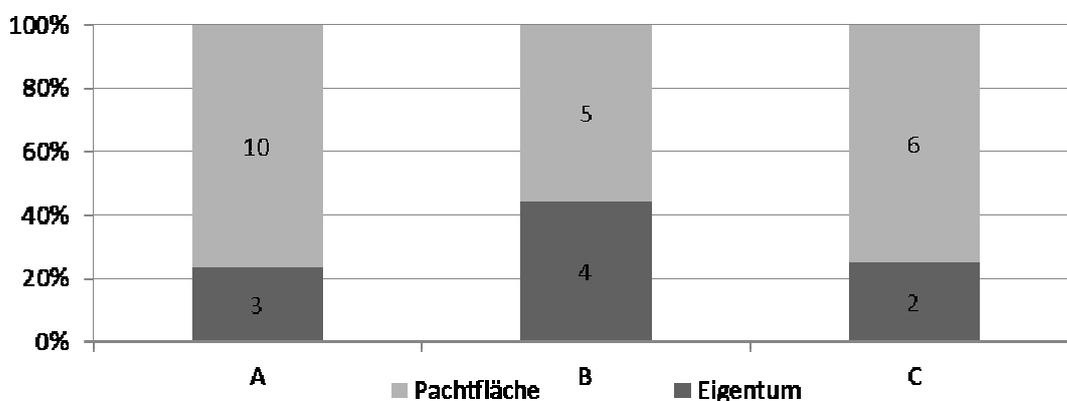
### **Informationen zu den Kugelhornmoosflächen**

In diesem Abschnitt wird genauer auf die Befragungsergebnisse zu den Kugelhornmoosflächen und ihrer Bewirtschaftung eingegangen.

### **Eigentumsverhältnisse**

Vergleicht man die gesamtbetrieblichen Eigentumsverhältnisse (Abbildung 6) mit denen der Kugelhornmoosflächen, so zeigt sich, dass der Anteil der gepachteten Kugelhornmoosflächen ebenso in der Kategorie A am höchsten liegt. Auch hier gibt es eine Annäherung der Werte der mit A und mit C bewerteten Flächen; in beiden Kategorien erreichen die Pachtflächenwerte über 75 %.

Die Angaben zum Pachtzeitraum bzw. –beginn sind zum großen Teil sehr ungenau und reichen vom Pachtbeginn im Jahre 1980 bis 2011. Über die Zeiträume davor wurden keine genauen Angaben

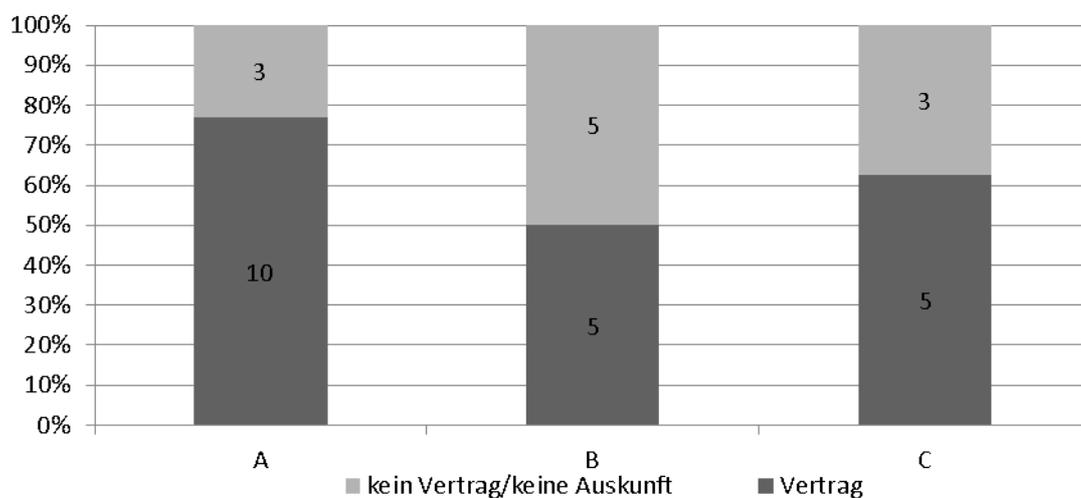


gemacht.

**Abbildung 6:** Anteile an Pachtfläche und Eigentum der befragten Betriebe (absolute Zahlen in ha), sortiert nach Bewertungskategorien der Flächen (A, B, C) im Hinblick auf die Qualität der Standorte für *Notothylas orbicularis* (Drehwald, 2011).

Die Entfernung der Kugelhornmoosflächen zum Betrieb liegt dabei – über alle Kategorien hinweg - zwischen 0,3 km und 5 km. Weitere Anfahrten zu den Flächen scheinen also nicht betriebswirtschaftlich interessant zu sein.

Ebenfalls den höchsten Anteil in der Kategorie A haben die Flächen, die entsprechend einem speziellen Vertrag für Kugelhornmoosflächen bewirtschaftet wurden (Abbildung 7). Demnach werden in der Kategorie A über 70 % aller Flächen mit Vertrag bewirtschaftet, allerdings liegen die Werte für die Kategorie C immerhin bei über 60 %. Dieses Ergebnis darf jedoch nicht überbewertet werden, da die Auswahl der befragten Betriebe zumindest teilweise aus den Daten des Landwirtschaftsamtes und somit hauptsächlich von Vertragsnehmern geprägt ist. Außerdem können so keine abschließenden Aussagen über Vertragslaufzeiten getroffen werden. Manche der Bewirtschafter hatten nur einjährige Verträge und diese auch nur für ein oder zwei Jahre. Allerdings konnten sich die wenigsten Bewirtschafter an die entsprechenden Jahre erinnern. Nur etwa 16 % der Befragten gaben an, 5-Jahres Verträge abgeschlossen zu haben. Bei einigen Flächen wurden im Jahr 2011 einjährige in 5-Jahres Verträge umgewandelt.



**Abbildung 7:** Anteile der Kugelhornmoosflächen mit und ohne Vertrag nach Flächenkategorien (absolute Zahlen in ha), sortiert nach Bewertungskategorien der Flächen (A, B, C) im Hinblick auf die Qualität der Standorte für *Notothylas orbicularis* (Drehwald, 2011).

Im Jahr 2007 wurden nach übereinstimmenden Aussagen der befragten Bewirtschafter offenbar die am weitesten zurückliegenden Bewirtschaftungsverträge abgeschlossen. Aus diesem Grund wurde dieser Zeitpunkt in der nachfolgenden Tabelle markiert, um mögliche Fruchtfolgewechsel ab diesem Datum besser nachvollziehen zu können.

## ***Bewirtschaftung und Nutzungshistorie***

Basierend auf den Daten des Landwirtschaftsamtes in Lauterbach sowie den eigenen Befragungen wurde die unten aufgeführte Bewirtschaftungshistorie der Jahre 2002 bis 2011 erstellt. Schon innerhalb dieses Zeitraumes konnte nicht für alle Flächen die Nutzung bestimmt werden, da sich bspw. die Flächengrößen bzw. die Zuordnung der Schläge z. T. geändert haben oder die Bewirtschafter keine Erinnerung mehr an die angebauten Feldfrüchte hatten.

Wesentlich für die Befragung war die mögliche Beantwortung, ob sich ein Zusammenhang zwischen den Ansprüchen des Kugelhornmooses und der Bewirtschaftungsvorgabe hauptsächlich Sommerung anzubauen darstellen lässt.

Die in Tabelle 11 abgebildete Bewirtschaftungschronik bildet die Anbauhäufigkeit bestimmter Feldfrüchte in der Dekade 2002 bis 2011 ab. Hierbei wird im Wesentlichen auf die Unterschiede zwischen Sommerung und anderer Fruchtfolge abgehoben. In einigen Fällen gab es von Seiten des Landwirtschaftsamtes keine Informationen zur jeweiligen Bewirtschaftung, da keine Anträge gestellt wurden oder ein Bewirtschafterwechsel erfolgte.

Für die nachfolgenden Abbildungen 8 und 9 wurden die Anbauhäufigkeiten bzw. der Fruchtwechsel noch einmal nach den Flächenkategorien (vgl. Tab. 11) ausgezählt und alternativ dargestellt. Aus Abbildung 8 ist ersichtlich, dass die Anbauhäufigkeit für Sommerung im Zeitraum von 2002 bis 2011 in der Flächenkategorie A bei über 50% liegt, bei B allerdings sogar bei über 60%.

Betrachtet man dagegen nur den Zeitraum ab 2007 (Abbildung 9), so liegt der Sommerungsanteil in Kategorie A bei über 60%, in B bei knapp 50% und in C bei lediglich 23%.

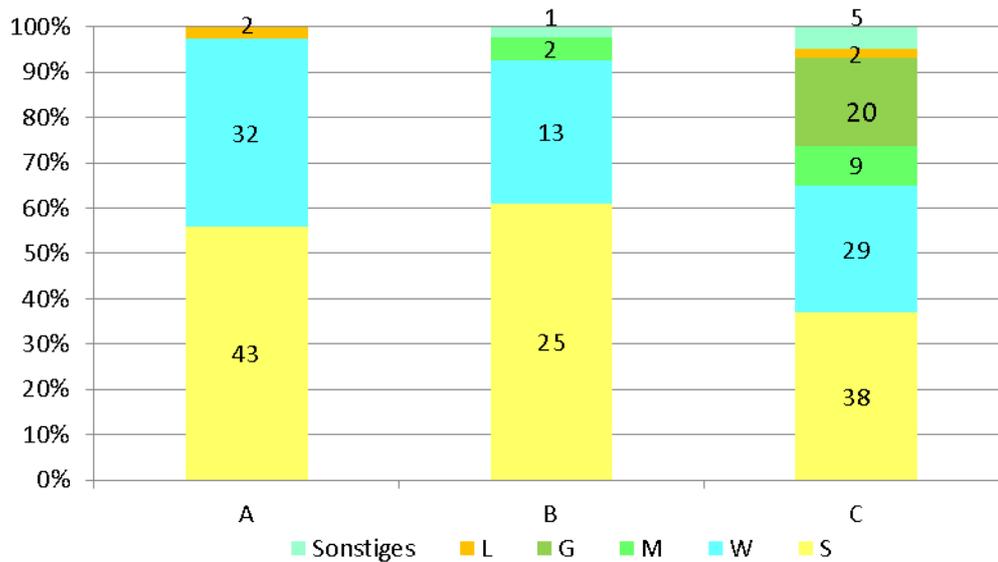
Nach dieser Darstellung scheint es, als wenn der Winterungsanteil über die Jahre und die Flächenkategorien einigermaßen gleichbleibt und stattdessen der Anteil an weiteren Feldfrüchten in den Kategorien B und C ansteigt.

**Tabelle 11:** Bewirtschaftungschronik der Kugelhornmoosflächen von 2002 bis 2011 nach Flächenkategorien sortiert.

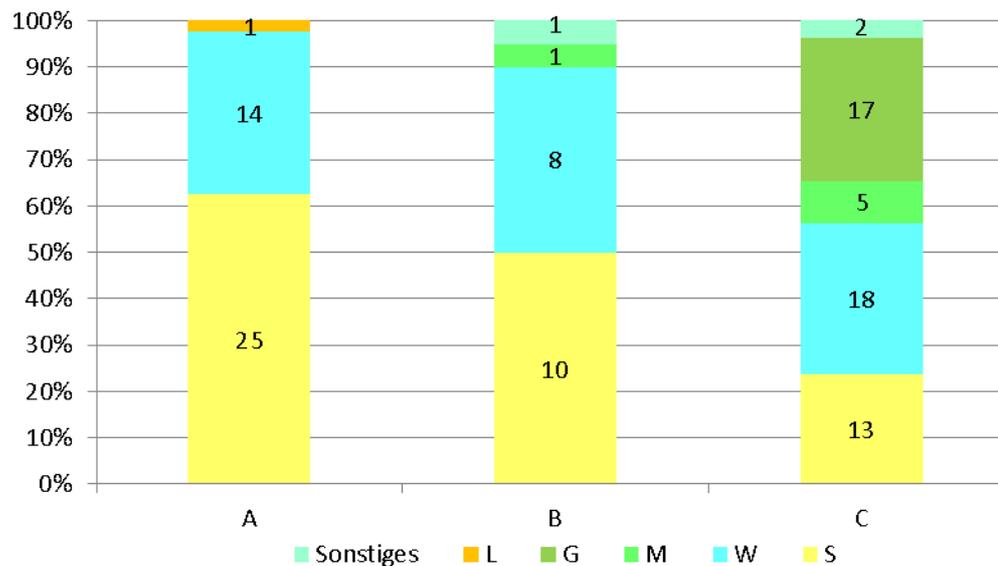
Kategorie n. Drehwald	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
A	S	S	S	S	W	S	W			
A	W	W	W	S	W	S	W			
A	S	S	W	L	W	W	S	W	L	W
A	S	S	S	W	S	W	W			
A								W	S	W
A								S	W	S
A	S	S	S	S	W	W	W	S	W	S
A	S	W	S	S	S	W	S	S	S	S
A	S	W	S	W	S	W	S	S	S	S
A	S	S	S	W	W	W	S	W	W	S
B	S	S	S	S	W	S	S	S	S	
B	*	S	S	S	S	S	S	S	S	S
B								S	W	S
B	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S
B	W	M	W	W	W	M		W	S	W
C	S		W	S	W	S	L	S	S	S
C	G	G	G	G	G	S	L	W	S	
C	S	S	S	S	W	S	W	S	S	S
C	G	GPS	M	S	M	W	*	S	S	S
C	M	W	M	W	W	M	M	W	M	W
C	G	S	W	G	W	G	G	S		S
C										
C	G	W	W	G	W	S	W			
C										
C	G	G	W	G	W	G	G	S	S	S
C	S	W	G	G	S	S	W	S	W	S
C	G	S	S	G	W	W	W			
C	W	M	S	W	W	M	S	W	S	S

Legende:	S = Sommerung	W = Winterung	M = Mais	G = (Klee-)Gras	L = Leguminosen	Sonstiges
----------	---------------	---------------	----------	-----------------	-----------------	-----------

Sonstige: GPS = Grünpflanzensilage, \* = Unbekannte Nutzung (Nutzerwechsel/kein Vertrag).



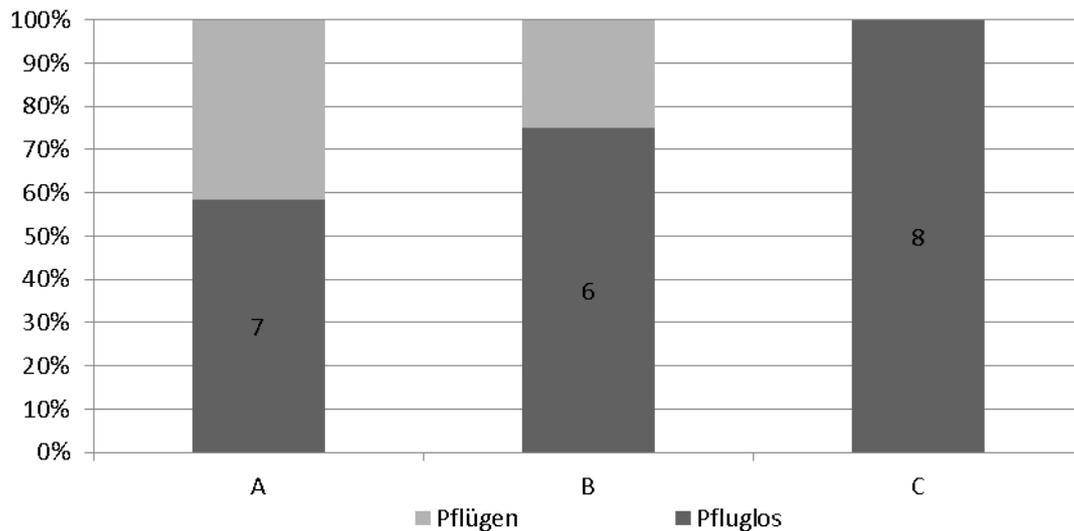
**Abbildung 8:** Anbauhäufigkeit best. Feldfrüchte innerhalb der Flächenkategorien in Prozent für den Zeitraum 2002 bis 2011. Die Zahlen in den Balken geben die absoluten Werte für die in der jeweiligen Kategorie vertretenen Feldfrüchte an. Für die Darstellung wurden die Flächen mit (Klee-)Gras und Leguminosen (vgl. Tab. 11) zusammengefasst.



**Abbildung 9:** Anbauhäufigkeit best. Feldfrüchte innerhalb der Flächenkategorien in Prozent für den Zeitraum 2007 - 2011. Die Zahlen in den Balken geben die absoluten Werte für die in der jeweiligen Kategorie vertretenen Feldfrüchte an. Für die Darstellung wurden die Flächen mit (Klee-)Gras und Leguminosen (vgl. Tab. 11) zusammengefasst.

## Gesamtbetriebliche Bewirtschaftungsmaßnahmen

Abbildung 10 zeigt die Auswertung der Umbruchverfahren, die zur Vereinfachung in Pflügen und pflugloses Umbrechen aufgeteilt wurden. Dabei wird deutlich, dass in der Kategorie C ausschließlich pfluglos umgebrochen wird, wogegen in der Flächenkategorie A zu 30% auch gepflügt wird.

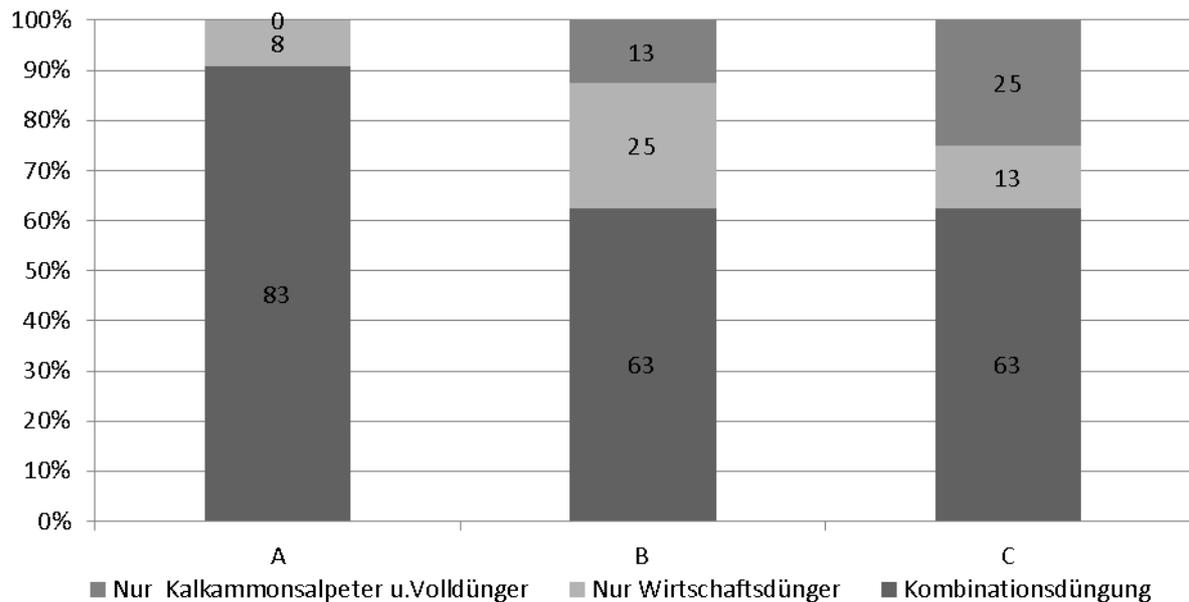


**Abbildung 10:** Umbruchverfahren der Bewirtschafter, sortiert nach Bewertungskategorien der Flächen (A, B, C) im Hinblick auf die Qualität der Standorte für *Notothylias orbicularis* (Drehwald, 2011). Die Zahlen in den Balken geben die absoluten Werte für die in der Kategorie vorkommenden Umbruchverfahren an.

Bei der Betrachtung der Auswertung zu den Umbruchverfahren trat dies als interessanter Aspekt zutage, der zuvor so nicht vermutet worden war. Dies lässt evtl. Rückschlüsse auf einen Wirkungszusammenhang mit der Entwicklung der Kugelhornmoosflächen zu, die natürlich von diesen Maßnahmen ebenso betroffen sind.

Ein weiterer interessanter Gesichtspunkt ist die Verwendung von Düngern in den befragten Betrieben, die in Abbildung 11 zu sehen ist. Hierbei zeigt sich eine klare Dominanz der Kombinationsdüngung von Kalkammonsalpeter und Volldünger zusammen mit Wirtschaftsdünger in den Betrieben mit Kugelhornmoosflächen der Flächenkategorie A. Die Kategorien B und C liegen in der Kombinationsdüngung annähernd gleichauf bei ca. 63 %, während in B Wirtschaftsdünger und in C Kalkammonsalpeter und Volldünger bei jeweils 25% liegen.

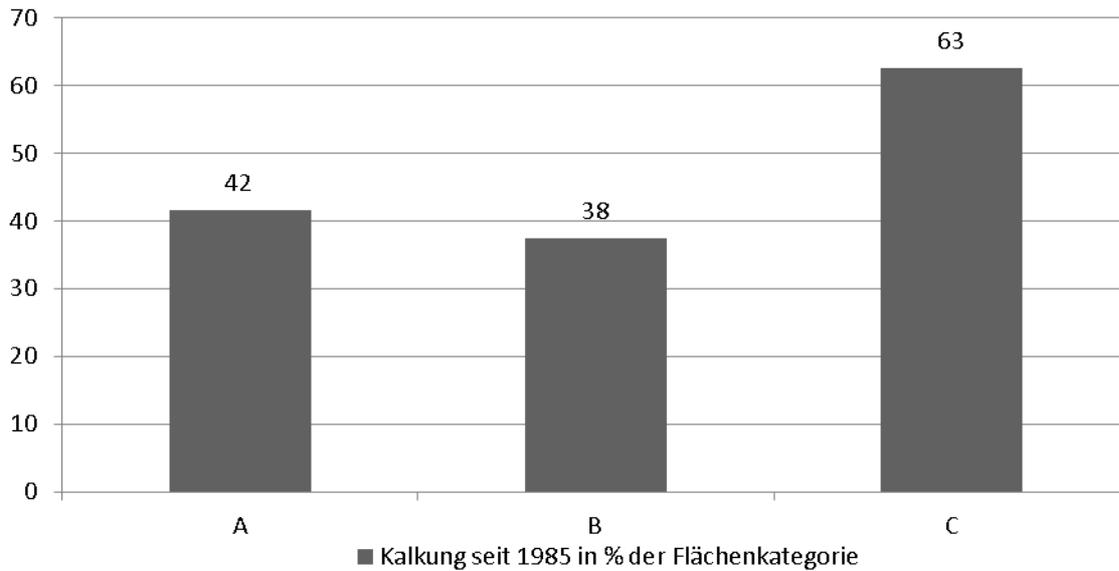
Dies scheint besonders deshalb interessant, weil in dem benannten Kalkammonsalpeter handelsüblicherweise ca. 26 %  $\text{CaCO}_3$  oder andere Kalke enthalten sein können. Gewöhnlich wird jedoch Kalk für die Kugelhornmoosentwicklung als negativ angesehen, obwohl sein Einfluss gering sein dürfte, da er bis zur Entwicklung des Moores, zumindest in den obersten Bodenschichten ausgewaschen ist und daher für das Moos nicht relevant sein sollte.



**Abbildung 11:** Düngereinsatz und Düngerkombinationen, sortiert nach Bewertungskategorien der Flächen (A, B, C) im Hinblick auf die Qualität der Standorte für *Notothylas orbicularis* (Drehwald, 2011).

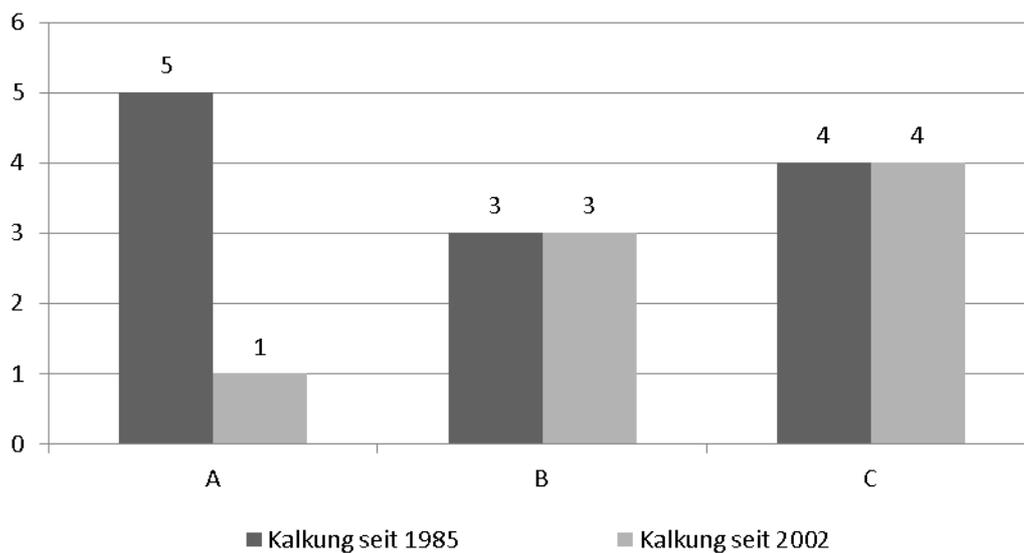
In der Befragung wurde auch nach den eingesetzten Pflanzenschutzmitteln gefragt. Auffällig war, dass die Befragten selbst zum Teil unsicher waren, welche Produkte in welchen Jahren angewendet wurden. Es stellte sich allerdings heraus, dass einige Standardprodukte sich offenbar großer Beliebtheit erfreuten und wohl über die Jahre immer wieder aufgebracht wurden.

Am häufigsten (54%) wurde das zuletzt stark in die Kritik gekommene glyphosathaltige Pflanzenschutzmittel Roundup genannt, am zweit- und dritthäufigsten die Produkte Starane und Basagran (vgl. beigelegte digitale Rohtabelle).



**Abbildung 12:** Kalkausbringung in den befragten Betrieben (%), sortiert nach Bewertungskategorien der Flächen (A, B, C) im Hinblick auf die Qualität der Standorte für *Notothyias orbicularis* (Drehwald, 2011).

Die Kalkung zur Bodenverbesserung wird für die Entwicklung des Kugelhornmooses als negativ angesehen. Hierauf scheint die Darstellung in Abbildung 12 hinzudeuten, wo in der Flächenkategorie C seit 1985 zu 63% die Flächen der Betriebe gekalkt wurden, dagegen nur zu 42 % in der Kategorie A (Abbildung 12).



**Abbildung 13:** Kalkausbringung (absolute Zahlen) in den befragten Betrieben seit 1985 und seit 2002, sortiert nach Bewertungskategorien der Flächen (A, B, C) im Hinblick auf die Qualität der Standorte für *Notothyias orbicularis* (Drehwald, 2011).

Noch deutlicher wird der Unterschied, wenn man den Zeitraum der weiter oben aufgeführten Bewirtschaftungschronik zusätzlich heranzieht. In der Dekade seit 2002 hat sich die Häufigkeit der Kalkung in den Kategorien B und C nicht geändert. In der Flächenkategorie A dagegen sieht man, dass die Kalkungshäufigkeit deutlich abgenommen hat. In lediglich einem Betrieb von 5, auf deren Flächen seit 1985 gekalkt worden war, ist seit 2002 überhaupt Kalk ausgebracht worden.

## **4 Diskussion und Empfehlungen**

### ***Befragung***

Nach Abschluss der Befragung kristallisierten sich folgende Erkenntnisse heraus:

Die Betriebe unterscheiden sich in Ihrer Struktur zum Teil beträchtlich – sei es in Größe, Nutzungsausrichtung oder auch Bewirtschaftungsmaßnahmen. Den befragten Betrieben gemeinsam ist, dass sie konventionell wirtschaften. Damit schieden gewisse Parameter weitestgehend aus – wie z. B. eine der Vorgaben für Ökolandwirte, dass der Boden immer eine Bedeckung aufweisen sollte – und somit überwiegend keine Zwischenfrüchte angebaut werden (u. a. aus diesem Grund wurde durch Herrn Orth auf eine Befragung der Ökobetriebe vollständig verzichtet).

Nahezu alle der Kugelhornmoosflächen waren laut Auskunft der Bewirtschafter schon immer Ackerflächen. Eine weitgehende Gemeinsamkeit der aufgesuchten Betriebe (25 entspricht 83%) ist auch die Viehhaltung. Der daraus resultierende Bedarf an Futter bzw. von Einstreu spielt in der Bewirtschaftung auch der Kugelhornmoosflächen eine bedeutende Rolle. Beispielsweise werden die Betriebe, die Stroh als Einstreu benötigen, überwiegend Winterungen anbauen, da diese offensichtlich auch in dieser Hinsicht die höheren Erträge liefert. Besonders tritt dieses Muster bei relativ kleinen Milchviehbetrieben auf, die in starkem Maße von der Eigenversorgung mit Futter und Einstreu abhängen und die Bewirtschaftung entsprechend intensiv betreiben. Auf den Flächen der Betriebe mit Einstreubedarf wird das Stroh regelmäßig nach der Ernte abgeräumt.

Bewirtschafter, die durch Bewirtschaftungsauflagen einen Rückgang der Erträge befürchten, neigen dazu keine Verträge abzuschließen.

Als mögliche Engpässe in der weiteren Bewirtschaftung wurden identifiziert:

*Kontinuität in der Bewirtschaftung:*

Betriebsaufgaben aufgrund von Altersgründen zusammen mit fehlender Nachfolgeregelung wird es auch in Zukunft verstärkt geben. In einigen der befragten Betriebe zeichnete sich dieses Problem ebenfalls ab. Es kann allerdings in der näheren Zukunft davon ausgegangen werden, dass aufgrund des Flächendrucks u. a. ausgelöst durch die Subventionen für Biogasanlagen die frei werdenden Flächen auch weiterhin genutzt werden.

#### *Pachtpreisentwicklung und Flächendruck:*

Der generelle Anstieg der Pachtpreise (viele Betriebe sind zu großen Anteilen Pächter) aufgrund zunehmenden Flächendrucks. Gründe dafür liegen z. T. in der Subventionierung bzw. dem Ausbau der Biogasförderung. Flächenaufkauf mit anschließender Bewirtschaftung „aus einer Hand“ ist durchaus kritisch zu sehen. Eine mögliche Erklärung für das Vorkommen des Kugelhornmooses im Untersuchungsgebiet ist eventuell auch in der jahrelang sehr kleinflächig-unterschiedlichen Bewirtschaftung zu suchen. So wurde in einem Betrieb eine Anzahl von ca. 60 verschiedenen Verpächtern genannt – dies war allerdings ein Maximalwert – häufiger trifft man Betriebe mit 20 bis 30 verschiedenen Verpächtern. In der Mehrzahl, der über 100 ha großen Betriebe tritt dieses Phänomen auf, ein Gesichtspunkt, der für die zukünftige Entwicklung der Kugelhornmoosflächen sicher relevant ist.

#### *Finanzieller Anreiz:*

Übereinstimmend kann festgehalten werden, dass der finanzielle Aspekt eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt. Die überwiegende Minimalforderung der Bewirtschafter ist es „eine schwarze Null“ zu erreichen. Wird dieses Ziel – zumindest gefühlt – nicht erreicht, so nimmt die Bereitschaft die Fläche den Ansprüchen des Mooses entsprechend zu bebauen rapide ab.

#### *Probleme bei der Bewirtschaftung der Kugelhornmoosflächen:*

Bei vielen der befragten Bewirtschafter bestehen nach wie vor große Unsicherheiten bzw. Unbehagen bezüglich der Umbruchzeiträume, Düngereinsatz und (chemischen) Pflanzenschutzmaßnahmen. Vor allem das z. T. sehr strikt propagierte Umbrechen erst nach dem 01. Dezember sorgt bei vielen Bewirtschaftern für große Probleme. Auch beim Dünger- und Spritzmitteleinsatz bestehen unterschiedliche Empfehlungen, die die Landwirte verunsichern.

Wie aus den Ergebnissen der Befragung hervorging, wurden die Flächen der Flächenkategorie C alle gegrubbert. Möglicherweise führt die geringere Durchmischung des Bodens beim Grubbern dazu, dass die Sporen im Boden weniger gut vor Witterungseinflüssen geschützt sind als bei einer Bodenbearbeitung mit Pflug der Fall ist. Außerdem führt eine nichtwendende Bewirtschaftung häufig zu höherem Unkrautdruck. Der damit einhergehende höhere Konkurrenzdruck kann eine weitere Ursache für die geringeren *Notothylias*-Bestände auf solchen Flächen sein.

In die Bewirtschaftungsstruktur mancher Betriebe passen die *Notothylias*-Flächen meist nicht gut hinein, da die Vorgaben z. B. bzgl. der Fruchtfolge (möglichst hoher Sommerungsanteil) nicht in die übrige Fruchtfolge integriert sind. Das bedeutet für die Bewirtschaftung dieser Flächen zusätzliche Wegstrecke und zusätzlichen Maschineneinsatz sowohl für Saat und Ernte als auch für

Pflegemaßnahmen. Mancher Bewirtschafter größerer Betriebe äußerte dagegen, dass innerhalb des Betriebes die Kugelhornmoosfläche so einen kleinen Teil ausmache, dass sie auch nicht wirklich stört. Insbesondere die Kalkung war ein immer wieder aufgegriffenes Thema während der Befragungen. Viele der Bewirtschafter äußerten den Wunsch, Kalkungen „zur allgemeinen Bodenverbesserung“ häufiger durchführen zu können und waren z. T. sehr erstaunt, dass dies den Moosbeständen nicht zuträglich ist. Das angetroffene Erstaunen rührte daher, dass den Landwirten der Zusammenhang zwischen Kalkung und Rückgang der Vorkommen von *Nototylas orbicularis* bisher nicht bekannt war.

Ein regelmäßig genanntes Problem ist der hohe Unkrautdruck v. a. durch Quecke auf den *Notothylas*-Flächen. Hier wird angegeben, dass die Vorgabe ausschließlich Sommerungen anzubauen, nach spätestens drei bis vier Jahren zu ernsthaften Ernteaufschlägen bis hin zu Totalausfällen führen würde. Es war nicht zu klären, warum dies bei einigen Betrieben wesentlich stärker auftrat und bei anderen nicht. Bei Nachfragen schien es allerdings einen Zusammenhang zu geben zwischen sog. „sorgfältigem Pflügen“ evtl. mit „Vorschäler“ und einer Gabe an Roundup im späten Herbst/frühen Frühjahr. Einige Landwirte bezeichneten einen Fruchtwechsel von einer Winterung alle drei bis vier Jahre ebenfalls als Möglichkeit den hohen Unkrautdruck zu beseitigen.

Möglicherweise könnte dieses Dilemma durch Flächenrotationen mit anderen Bewirtschaftern von *Notothylas*-Flächen abgeschwächt werden. Wie sich herausstellte, gibt es einige Bewirtschafter, die Flächen mit Kugelhornmoos bewirtschaften, auf denen die einjährigen Verträge zwischen einzelnen Schlägen jahresweise rotieren. Ein solches Vorgehen wäre ebenfalls für Bewirtschafter denkbar, deren Flächen in direkter Nachbarschaft anderer Kugelhornmoosflächen liegen bzw. direkt an diese angrenzen. Ein Beispiel hierfür wäre die Fläche Nr. 11 in Ilbeshausen-Hochwaldhausen. Auf dieser Fläche gibt es vier unterschiedliche Bewirtschafter, die z. T. nicht nebeneinander liegende Schläge von „Handtuchgröße“ bewirtschaften.

Die dargestellten Sachverhalte bzw. deren Aufbereitung in Tabellen lassen Vermutungen bzw. Rückschlüsse auf bestimmte Tendenzen zu, die jedoch mittels weiterer Beobachtungen über längere Zeiträume verifiziert werden müssen.

### ***Vegetationskundliche und standörtliche Erhebungen***

Die eingangs gestellte Frage bezüglich der standörtlichen Gegebenheiten von Äckern mit dem Vorkommen von *Nototylas orbicularis* kann auf Grundlage der gewonnenen Ergebnisse nicht hinreichend und statistisch abgesichert beantwortet werden. Auffällig ist, dass das Moos überwiegend in Fahrspuren aufgefunden wurde. In Fahrspuren herrscht aufgrund der Auflast von Schleppern eine höhere Verdichtung vor als in anderen Bereichen der Äcker. Hier kann sich das

Wasser länger halten und versickert nicht so schnell, somit herrscht eine höhere Bodenfeuchte vor. Dies stimmt mit der Beobachtung überein, dass *Notothylos orbicularis* zur Entwicklung auf eine höhere Bodenfeuchte angewiesen ist (Drehwald 2011, 2012).

Auch die Frage zu den Unterschieden zwischen Flächen mit einem hohen bzw. einem geringen Vorkommen an *Notothylos orbicularis* kann nicht statistisch abgesichert beantwortet werden. Nach den vorliegenden Daten konnten keine Unterschiede zwischen Äckern mit geringer und hoher Anzahl *Notothylos* gefunden werden. Es wäre in diesem Zusammenhang auch falsch, in Bezug auf Tabelle 10 die Aussage zu treffen, dass ein hoher pH-Wert bessere Standortbedingungen bietet als Standorte mit niedrigeren pH-Werten. Bemerkenswert ist, dass auf keinem der Standorte mit aktuellem Vorkommen von *Notothylos* freier Kalk im Boden nachweisbar war. Dass dies trotz des Einsatzes von Kalammonsalpeter der Fall war, liegt möglicherweise daran, dass bis zur Keimung des Mooses der Kalkgehalt – nach früher Ausbringung – in den obersten Bodenschicht durch Auswaschung bereits wieder auf einen für das Moos unschädlichen Wert abgesenkt wird.

Möglich ist, dass verschiedene Faktoren gegeben sein müssen, damit das Moos leben und überleben kann. Des Weiteren wurden möglicherweise nicht alle Faktoren, die das Vorkommen und die Verbreitung von *Notothylos orbicularis* bestimmen, erfasst. Es fehlen über das Moos noch grundlegende Informationen zur Biologie und Ökologie.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse erscheint eine extensive Bewirtschaftung der Standorte, wie sie durch die Nutzungsverträge angestrebt werden, weiterhin sinnvoll. Auch sollte aufgrund des Befundes, dass auf keinem der aktuellen *Notothylos*-Standorte freier Kalk im Boden nachweisbar war, weiterhin auf eine Kalkung verzichtet werden; zumindest solange nicht geklärt ist, welche Mengen vertretbar sind bzw. in welchen Zeiträumen eine Kalkung vertretbar erscheint.

Durch den Bewertungsrahmen von Drehwald und Frahm-Jaudes (2009) wird ein Ansatz zur Bewertung für das Vorkommen, die Populationsgröße, Habitatqualität und Beeinträchtigungen gegeben. Es sollte überdacht werden, ob die Vergesellschaftung mit anderen Moosen als Qualitätskriterium geeignet ist. Da die Zielart *Notothylos* ist, sollte bei alleinigem Vorkommen der Art nicht allein das Ausfallen der anderen Moosarten zu einer negativen Bewertung der Fläche führen. Dafür müsste noch geklärt werden, ob *Notothylos* tatsächlich nur in Kombination mit weiteren typischen Moosarten (z.B. *Anthoceros agrestis*) auftritt oder diese Beobachtung eine Folge des Vorgehens bei der Kartierung ist: Sobald *Anthoceros agrestis* auftritt wird der Bereich genauer in Augenschein genommen als Bereiche, in denen das leichter zu erkennende *Anthoceros agrestis* nicht vorkommt.

Problematisch ist weiterhin, dass die Populationsgröße aufgrund klimatischer Schwankungen, und nicht nur wegen der Bewirtschaftung, von Jahr zu Jahr stark variiert. Aufgrund der Abhängigkeit

sowohl von der Bewirtschaftung der Flächen als auch von den aktuellen klimatischen Gegebenheiten besteht die Gefahr, dass natürliche Schwankungen der *Notothylas*-Bestände Effekte der Bewirtschaftung überdecken; im schlimmsten Fall wird eine Verschlechterung der Standortbedingungen auf einer Fläche in Folge falscher Bewirtschaftung bei einem gleichzeitig für die Entwicklung des Moooses schlechten Witterungsverlauf nicht wahrgenommen. Daher erscheint nur eine mehrjährige Beobachtungreihe als Grundlage für eine Bewertung des Standorts geeignet.

Grundsätzlich gibt es in verschiedene Bereichen Wissenslücken und damit Forschungsbedarf:

- Welche aktuelle Verbreitung hat das Moss tatsächlich in Hessen und in Deutschland? Die regelmäßigen Neufunde von Vorkommen des Moooses legen nahe, dass es möglicherweise noch deutlich mehr geeignete und besiedelte Standorte gibt.
- Welche genetische Diversität und Differenzierung spiegeln die *Notothylas orbicularis* Populationen wider? Durch die Wahl unterschiedlicher Maßstabebenen für die Untersuchungen ließe sich die Historie die Vorkommen in der Region abschätzen.
- Wie groß ist der Diasporenvorrat des Hornmooses im Boden? Diese Frage ist insbesondere bei der Beurteilung einer geeigneten Fruchtfolge von Bedeutung und auch bei der Frage, ob ehemalige Vorkommen auf in Grünland umgewandelten Äckern durch Wiederüberführung der Grünlandbestände in Äcker reaktiviert werden können.
- Welche Auswirkungen haben ackerbauliche Maßnahmen wie eine Kalkung und Ackerwildkrautregulierung auf das Vorkommen des Moooses? Antworten auf diese Frage könnten bei der Weiterentwicklung der bestehenden Erhaltungsbemühungen und der Naturschutzverträge hilfreich sein.

## 5 Literaturverzeichnis

AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage, Hannover.

Drehwald, U. (2011): Entwurf. Bundes- und Landesmonitoring 2010 des Kugel-Hornmooses (*Notothydas orbicularis*) in Hessen (Art des Anhangs II der FFH-Richtlinie) sowie Nachuntersuchungen zur Verbreitung der Art in Hessen.

Drehwald, U. (2012): Bundes- und Landesmonitoring 2011 (2. Durchgang zur Berichtsperiode 2013) des Kugel-Hornmooses (*Notothydas orbicularis*) in Hessen (Art des Anhangs II der FFH-Richtlinie) sowie Nachuntersuchungen zur Verbreitung der Art in Hessen.

LfULG (2010): Mehrländerprojekt: Agrarbezogener Bodenschutz. Schriftenreihe, Heft 15/2010.

Tremp, H. (2005): Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten. UTB

McCune, B. & Mefford M.J. 2006. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.33 MjM Software, Oregon, U.S.A.

Perkins, H.F. 1970. Soil Science and Plant Analysis 1, 34 (1970); Lab Procedures, Soil Testing and Plant Analysis Laboratory, Cooperative Extension Service Athens Ga. 309 Seiten.

Statistica 10. StatSoft, Inc. (2011): STATISTICA für Windows (Software-System für Datenanalyse).

VDLUFA (2006): Beeinflussung von fruchtbarkeitsrelevanten Bodeneigenschaften durch Aufforstung ehemals landwirtschaftliche genutzter Flächen. VDLUFA-Schriftenreihe 62: 359- 361.

## 6 Anhang

**Tabelle 112:** Ergebnisse der Korngrößenanalyse.

Identifikations- nummer	Einteilung	Sand				Schluff				Ton	Summe
		gS	mS	fS	Summe	gU	mU	fU	Summe	%	
3	A	2,95	2,83	6,48	12,26	25,87	29,27	10,22	65,35	22,38	100,00
7	B	4,32	6,69	10,48	21,50	21,80	23,15	10,72	55,67	22,83	100,00
9	A	1,81	2,67	6,30	10,78	22,08	26,86	13,43	62,36	26,86	100,00
11	A	3,92	6,86	10,42	21,20	22,07	23,48	10,89	56,44	22,36	100,00
43	A	2,27	19,18	12,23	33,68	19,15	15,17	8,93	43,25	23,07	100,00
19	A	3,55	8,08	11,58	23,21	15,91	22,53	13,88	52,33	24,46	100,00
20	B	7,10	7,61	8,77	23,48	17,47	22,03	13,01	52,50	24,02	100,00
24	B	3,62	7,56	9,44	20,62	18,01	23,58	12,05	53,64	25,74	100,00
25	B	3,25	6,01	11,02	20,28	21,62	21,36	10,68	53,65	26,07	100,00
29	A	3,58	2,86	3,66	10,09	29,36	28,99	10,86	69,20	20,71	100,00
38	C	2,35	4,28	8,03	14,65	22,91	25,50	12,91	61,32	24,03	100,00
41	C	4,98	6,00	8,20	19,19	21,13	19,96	9,09	50,19	30,62	100,00

**Tabelle 123:** Rohdaten der Bodenanalyse aus dem Labor in Wettenberg.

Identifikations- nummer	pH(CaCl <sub>2</sub> )	Nt [%]	Ct [%]	Corg [%]	Humus Corg*1,725 [%]	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [mg/100 g]	K <sub>2</sub> O [mg/ 100 g]	Mg (CaCl <sub>2</sub> ) [mg/100 g]	Ca (HCl/H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) [mg/100 g]
1	5,56	0,14	1,34	1,32	2,28	9,6	10,3	20,4	35,7	181
2	6,30	0,82	7,97	7,58	13,08	9,2	10,0	80,6	53,0	660
3	5,43	0,25	2,50	2,46	4,24	9,9	8,0	32,9	23,9	209
4	5,34	0,16	1,50	1,45	2,50	9,3	7,2	21,9	23,2	197
5	5,59	0,17	1,59	1,46	2,52	8,8	45,6	32,9	38,3	181
6	5,30	0,22	2,12	2,13	3,67	9,8	20,7	51,8	39,6	431
7	5,53	0,22	2,25	2,20	3,80	9,8	11,3	51,8	28,3	228
8	5,37	0,22	2,19	1,98	3,42	8,9	11,3	54,3	36,9	201
9	4,78	0,21	2,17	2,08	3,59	9,8	11,7	26,8	25,9	150
10	6,13	0,20	2,07	1,98	3,42	9,8	13,5	67,4	38,8	284
11	5,43	0,18	1,85	1,78	3,06	9,6	12,6	45,2	46,5	210
12	5,13	0,20	1,93	1,84	3,17	9,0	7,2	37,8	27,1	167
13	5,27	0,26	2,69	2,60	4,49	9,9	19,5	46,1	21,1	199
14	5,77	0,18	1,77	1,69	2,92	9,2	14,5	31,2	20,9	183
15	5,54	0,19	1,90	1,75	3,02	9,3	16,7	35,4	24,0	132
16	5,94	0,20	1,91	1,83	3,16	9,4	19,3	47,7	31,5	199
17	6,13	0,20	1,95	1,99	3,43	9,8	24,7	44,4	38,3	268
18	6,14	0,27	2,73	2,60	4,49	9,6	15,5	83,1	38,3	252
19	5,49	0,25	2,49	2,37	4,09	9,3	16,3	32,1	29,8	177
20	5,54	0,26	2,62	2,50	4,31	9,5	10,0	69,1	25,0	266
21	4,74	0,26	2,67	2,53	4,36	9,5	10,0	35,4	18,0	100
22	5,90	0,22	2,35	2,27	3,92	10,5	10,1	60,9	53,5	268
23	5,06	0,23	2,32	2,22	3,83	9,5	9,0	51,8	30,3	150
24	5,51	0,24	2,31	2,20	3,80	9,2	31,4	29,1	47,7	215
25	4,68	0,20	2,08	2,00	3,45	10,0	29,3	29,8	34,0	134
26	5,15	0,21	2,21	2,19	3,78	10,6	19,1	40,3	38,3	148
27	6,47	0,22	2,24	2,16	3,73	10,0	15,5	46,1	44,6	250
28	6,01	0,28	2,94	2,85	4,92	10,1	12,5	30,4	21,8	221
29	5,75	0,22	2,26	2,17	3,74	9,7	8,0	29,6	53,5	386
30	5,34	0,26	2,52	2,43	4,19	9,5	17,7	15,3	30,4	136
31	5,78	0,29	2,92	2,85	4,92	9,7	37,8	134,9	39,3	274
32	5,59	0,21	2,09	2,07	3,57	9,8	14,1	51,8	39,5	252

<b>33</b>	6,19	0,19	1,86	1,88	3,24	10,0	22,1	60,9	33,5	236
<b>35</b>	5,36	0,16	1,66	1,68	2,90	10,4	15,7	35,5	20,9	146
<b>36</b>	5,14	0,23	2,24	2,27	3,92	9,9	18,3	42,8	42,9	236
<b>37</b>	5,33	0,19	1,93	1,95	3,36	10,3	11,3	41,1	34,0	179
<b>38</b>	5,62	0,18	1,68	1,76	3,04	9,8	11,3	32,9	27,9	201
<b>39</b>	5,50	0,20	1,94	1,95	3,36	9,5	25,3	71,5	35,9	193
<b>40</b>	5,79	0,17	1,64	1,60	2,76	9,4	26,7	42,8	37,7	274
<b>41</b>	5,65	0,16	1,59	1,55	2,67	9,4	15,7	34,5	47,9	256
<b>42</b>	5,56	0,18	1,78	1,72	2,97	9,7	15,5	40,3	36,7	238
<b>58</b>	5,64	0,22	2,33	2,30	3,97	10,3	27,9	60,0	28,9	394
<b>51 (alt 11, WW)</b>	5,36	0,17	1,54	1,59	2,74	9,4	17,5	42,8	28,5	126
<b>43 (WW)</b>	5,15	0,22	2,26	2,31	3,98	10,5	11,7	47,7	28,2	154

Tabelle der Vegetationsaufnahmen. KC, Charakterarten der Klasse; OC, Charakterarten der Ordnung; VC, Charakterarten des Verbandes

Teil I

Identifikationsnummer	29	12	22	11	41	20	19	25	24	9	4	3	36	58	7	8	6	15	11	26	1	33	23	5	38		
Ort	Freinst einau	Greben hain	Völz- erg	Greben hain	Ober- Ohmen	Greben hain	Greben hain	Wüst- wille nroth	Völz- erg	Greben hain	Frei- ens een	Frei- ens een	Wüst- wille nroth	Wüst- wille nroth	Ilbes- ha usen	Ilbes- ha usen	Rud- ing- heim/ Michel- bach	Wal- dern bach	Wal- dern bach	Wüst- wille nroth	Ober- Ohmen	Mer- ken- fritz	Völz- erg	Her- bs- tein	Esche- nrod		
Nutzung	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker	Acker		
Anzahl Notothylas 2002	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	-	0	0	0			0	0	0	0	0	0		
Anzahl Notothylas 2007	12	5	49	2000	1	6	0	400	2	1500	20	600	11	-	26	100	24			8	150	72	57	8	0		
Anzahl Notothylas 2010	0	1	4	0	0	0	0	0	1	7	0	500	4	-	0	0	0			0	7	5	0	300	8		
Anzahl Notothylas 2011	800	11	53	700	0	22	3500	3	0	1500	250	1200	500	200	5	0	22	0	700	500	0	150	37	800	0		
	Stetigkeit																										
KC																											
Stellarietea mediane																											
Myosotis arvensis	66	2b	2a	2m	2m	2m	2m	2m	2m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	r	r	r	.	.	.	.	
Matricaria perforata	62	1	+	1	1	2m	+	1	2b	2m	+	1	1	.	1	+	+	+	.	2b	+	+	1	.	+	.	
Viola arvensis	48	1	1	1	1	1	1	.	+	.	1	1	1	1	2a	1	.	.	+	1	1	.	.	.	.	.	
Veronica arvensis	26	.	+	.	+	.	.	+	.	.	+	1	2m	.	.	1	1	.	.	2m	.	.	+	1	.	.	
Stellaria media	22	2m	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	1	1	1	.	.	.	.	r	.	.	.	
Cirsium arvense	22	1	.	.	.	r	.	.	.	1	.	.	.	+	.	3	.	.	+	.	.	1	.	.	.	r	
Capsella bursa-pastoris	15	.	r	.	.	.	+	.	2a	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	
Sonchus arvensis	12	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	2b	1	.	.	r	.	.	.	.	.	.	
Anagallis arvensis	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Avena fatua	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Valeriana locusta	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
OC																											
Aperentailia spicaeventi																											
Vicia hirsuta	22	.	.	+	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Vicia tetrasperma	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

VC																							
Aphanion																							
arvensis																							
Aphanes	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
arvensis													1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
OC																							
Polygono-																							
Chenopodi-																							
etalia																							
Veronica	55	1	.	r	.	1	+	2m	2m	r	1	2a	2m	2a	.	.	1	1	+	.	.	1	.
persica																						2b	1
Lamium	22	r	.	1	.	.	.	.	+	.	r	r	+	+	1	.	.	+	.	+	.	.	.
purpureum																						.	r
Chenopodi-	6	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
um album																					.	+	.
Sonchus	5	.	.	.	.	1	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
asper																					.	r	.
Spergula	4	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
arvensis																					.	1	.
Polygonum	3	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
persicaria														r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Solanum	2	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
nigrum																						.	r
VC																							
Digitario-																							
Setarion																							
Echinochlo-	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
a crus-galli													.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Setaria	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
pumila																						.	+
AC Setario-																							
Galinsog-																							
etum																							
parviflorae	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galinsoga													.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
parviflora																						.	4
VC																							
Polygono-																							
Chenopodi-																							
on																							
Anchusa	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
arvensis													.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
AC Oxalido-																							
Chenopodi-																							
etum																							
polyspermi-	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Oxalis												.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
stricta																						.	2m
VC																							
Fumario-																							
Euphorbion																							
Euphorbia	13	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
helioscopia								.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Thlaspi	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
arvense								.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
AC Geranio-																							
Allietum																							
vinealis																							
Geranium	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
rotundifolium								.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
VC																							
Caucalidion																							

lappulae																																					
Sherardia arvensis	9	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.													
OC																																					
Sisymbrieta																																					
officinalis																																					
Conyza canadensis	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.													
Begleitvegetation																																					
Poa annua	88	4	2a	2m	.	1	3	2b	2a	.	2a	.	2a	2m	1	.	1	.	2b	2a	1	+	2b	2m	2m	.											
Taraxacum officinale	71	1	2m	2m	1	1	+	+	2m	+	2m	3	1	r	2m	2m	+	+	2a	1	2m	.	.	1	+	.											
Hordeum vulgare	48	.	2a	.	.	3	3	4	r	.	.	.	.	.	2m	1	.	.	.	.	.	.	.	4	.	2a	.										
Avena sativa	48	.	.	2b	.	.	.	.	.	.	2a	.	3	1	.	.	.	.	2b	3	4	2b	.	.	.	.	.										
Polygonum aviculare	45	.	+	.	.	3	.	.	.	2m	.	+	2m	r	2m	1	1	.	r	.	+	+	1	+	2a	.	.										
Plantago major s. intermedia	30	+	1	.	.	1	+	r	+	.	.	2m	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	1	.									
Trifolium repens	23	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2a	1	.	+	.	.	.	+	1	+	.									
Dactylis glomerata	20	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	1	1	2a	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.									
Poa trivialis	20	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+							
Rumex acetosa	19	2a	r	.	.	.	.	.	.	r	.	+	.	.	.	.	+	.	2a	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.								
Agrostis capillaris	19	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+						
Epilobium species	17	.	.	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	2b	.	r						
Leontodon autumnalis	14	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.						
Elymus repens	14	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					
Epilobium angustifolium	12	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.					
Atriplex prostrata	11	+	.	.	.	.	+	.	.	r	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.				
Galium album	10	.	.	.	.	.	r	+	2a	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.				
Galium aparine	10	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	+	.	.			
Brassica napus	10	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.			
Rumex obtusifolius	8	.	.	+	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.			
Urtica dioica	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.		
Plantago major	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
2a																																					







*Fotos zur Dokumentation der Aufnahmeflächen*

**Flächen Vogelsberg**

**Foto 1: Identifikationsnummer 1. Ort: Ober Ohmen**



**Foto 2: Identifikationsnummer 2. Ort: Windhausen.**



**Foto 3: Identifikationsnummer 3. Ort: Freinseen.**



**Foto 4: Identifikationsnummer 4. Ort: Freiseen.**



**Foto 5: Identifikationsnummer 5. Ort: Herbstein.**



**Foto 6: Identifikationsnummer 6. Ort: Rudingsheim- Michelbach.**



**Foto 7: Identifikationsnummer 7. Ort: Hochwaldhausen- Ilbeshausen.**



**Foto 8: Identifikationsnummer 8. Ort: Hochwaldhausen- Ilbeshausen.**



**Foto 9: Identifikationsnummer 9. Ort: Grebenhain.**



**Foto 10: Identifikationsnummer 10. Ort: Grebenhain.**



**Foto 11: Identifikationsnummer 11. Ort: Grebenhain.**



**Foto 12: Identifikationsnummer 12. Ort: Grebenhain.**



**Foto 13: Identifikationsnummer 13. Ort: Rainrod.**



**Foto 14: Identifikationsnummer 14. Ort: Eschenrod.**



**Foto 15: Identifikationsnummer 15. Ort: Eschenrod.**



**Foto 16: Identifikationsnummer 16. Ort: Eschenrod.**



**Foto 17: Identifikationsnummer 17. Ort: Eschenrod.**



**Foto 18: Identifikationsnummer 18. Ort: Eschenrod.**



**Foto 19: Identifikationsnummer 19. Ort: Grebenhain/ Oberwald.**



Foto 20: Identifikationsnummer 20. Ort: Grebenhain/ Oberwald.



Foto 21: Identifikationsnummer 21. Ort: Grebenhain/ Oberwald.



Foto 22: Identifikationsnummer 22. Ort: Völzberg.



Foto 23: Identifikationsnummer 23. Ort: Völzberg.



**Foto 24: Identifikationsnummer 24. Ort: Völzberg.**



**Foto 25: Identifikationsnummer 25. Ort: Wüstwillenroth.**



**Foto 26: Identifikationsnummer 26. Ort: Wüstwillenroth.**



**Foto 27: Identifikationsnummer 27. Ort: Buchenrod.**



**Foto 28: Identifikationsnummer 28. Ort: Buchenrod.**



**Foto 29: Identifikationsnummer 29. Ort: Freiensteinau.**



**Foto 30: Identifikationsnummer 30. Ort: Weidenau.**



**Foto 31: Identifikationsnummer 31. Ort: Weidenau.**



Foto 32: Identifikationsnummer 32. Ort: Sarrod.



Foto 33: Identifikationsnummer 33. Ort: Merkenfritz.



Foto 34: Identifikationsnummer 35. Ort: Wüstwillenroth.



Foto 35: Identifikationsnummer 36. Ort: Wüstwillenroth.



Foto 36: Identifikationsnummer 37. Ort: Eschenrod.



Foto 37: Identifikationsnummer 38. Ort: Eschenrod.



Foto 38: Identifikationsnummer 39. Ort: Ober Ohmen.



Foto 39: Identifikationsnummer 40. Ort: Ober Ohmen.



**Foto 40: Identifikationsnummer 41. Ort: Ober Ohmen.**



**Foto 41: Identifikationsnummer 42. Ort: Wüstwillenroth.**



Foto 42: Identifikationsnummer 58. Ort: Wüstwillenroth.



## Flächen Westerwald

Foto 43: Identifikationsnummer 1. Ort: Waldernbach.



**Foto 44: Identifikationsnummer 2. Ort: Waldernbach.**



**Foto 45: Identifikationsnummer 6. Ort: Waldernbach.**



**Foto 46: Identifikationsnummer 8. Ort: Waldernbach.**



**Foto 47: Identifikationsnummer 9. Ort: Waldernbach.**



**Foto 48: Identifikationsnummer 11. Ort: Waldernbach.**



**Foto 49: Identifikationsnummer 12. Ort: Waldernbach.**



**Foto 50: Identifikationsnummer 14. Ort: Waldernbach.**



**Foto 51: Identifikationsnummer 16. Ort: Waldernbach.**



**Foto 52: Identifikationsnummer 18. Ort: Waldernbach.**



**Foto 53: Identifikationsnummer 22. Ort: Waldernbach.**



Foto 54: Identifikationsnummer 43. Ort: Waldernbach.





## HESSEN-FORST

Servicezentrum Forsteinrichtung und Naturschutz (FENA)  
Europastr. 10 - 12, 35394 Gießen

Tel.: 0641 / 4991-264

Fax: 0641 / 4991-260

Web: [www.hessen-forst.de/FENA](http://www.hessen-forst.de/FENA)

E-Mail: [naturschutzdaten@forst.hessen.de](mailto:naturschutzdaten@forst.hessen.de)

Ansprechpartner Sachgebiet III.2 Arten:

Christian Geske 0641 / 4991-263

*Sachgebietsleiter, Libellen*

Susanne Jokisch 0641 / 4991-315

*Säugetiere (inkl. Fledermäuse)*

Andreas Opitz 0641 / 4991-250

*Gefäßpflanzen, Moose, Flechten*

Michael Jünemann 0641 / 4991-259

*Hirschkäfermeldenetz, Beraterverträge, Reptilien, Amphibien*

Tanja Berg 0641 / 4991 - 268

*Fische, dekapode Krebse, Mollusken, Schmetterlinge*

Yvonne Henky 0641 / 4991-256

*Artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigungen, Käfer*