

Auswirkungen des Schoppersns auf die Regeneration von Bergheide-Ökosystemen im Rothaargebirge

Franz Löffler, Fabian Borchard & Thomas Fartmann

Einleitung

Das naturschutzfachliche Management von Lebensräumen ist heute ein fester Bestandteil des Artenschutzes und leistet einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung der globalen Biodiversität (DOBSON et al. 1997, MARON et al. 2012). In Mitteleuropa hat das Habitatmanagement eine besondere Bedeutung für nährstoffarme Ökosysteme der Kulturlandschaft (WEBB 1998). Heideökosysteme sind Zeugnisse menschlicher Nutzung über Jahrhunderte oder sogar Jahrtausende und haben eine herausragende Bedeutung als Lebensraum für gefährdete Pflanzen- und Tierarten (BUCHHOLZ et al. 2013, SCHIRMEL & FARTMANN 2014, SCHIRMEL et al. 2011, USHER 1992, USHER & THOMPSON 1993). Einige dieser Arten kommen ausschließlich in Heiden vor (SYMES & DAY 2003). Aufgrund ihrer großen Bedeutung für den Schutz der Biodiversität in Europa (THOMPSON & MACDONALD 1995, Usher, 1992) zählen Heideökosysteme deshalb heute zu den prioritären Lebensraumtypen der europäischen Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (SSYMANK et al. 1998, THOMPSON & MACDONALD 1995). Zudem haben sie durch ihr ästhetisches Landschaftsbild eine wichtige Erholungsfunktion für den Menschen und sind aufgrund ihrer langen Nutzungsgeschichte von besonderer kulturhistorischer Bedeutung (HAALAND 2003). In Mitteleuropa ist seit Mitte des 19. Jahrhunderts ein drastischer Rückgang der Heideflächen (KEIENBURG & PRÜTER 2004, SYMES & DAY 2003) und der Biodiversität von Heiden zu verzeichnen (THOMPSON & MACDONALD 1995). Dabei haben zwei gegensätzliche Prozesse eine Rolle gespielt, einerseits die Intensivierung der Nutzung auf produktiven Standorten und andererseits die Nutzungsaufgabe auf Grenzertragsstandorten (FARTMANN 2006). Die Intensivierung hat sich vor allem auf Tieflandhei-

den ausgewirkt, wo Heiden durch den Umbruch zu Ackerland großflächig zerstört wurden. Im Gegensatz dazu gingen Bergheiden vorrangig durch die Aufgabe traditioneller Bewirtschaftungsweisen wie

z. B. Schafbeweidung, Plaggenwirtschaft und Brennen (HAHN 2007) sowie großflächige Aufforstungen (SYMES & DAY 2003) zurück. Infolge der großflächigen Intensivierung der Landwirtschaft stellen



Abb. 1: Typische Bergheiden im Rothaargebirge: Niedersfelder Hochheide (a) und Kable Pön (b). September 2016.
Fotos: Thomas Fartmann

atmosphärische Stickstoffeinträge heute eine weitere Gefährdungsursache für Heiden dar. Durch die hohen Stickstoffimmissionsraten wird das Wachstum von Moosen und Gräsern begünstigt, wohingegen die Verjüngung der Heidekrautgewächse (Ericaceae) eingeschränkt wird (BOBBINK et al. 1998, LINDEMANN 1993, WESSEL et al. 2004).

Bergheiden kommen ausschließlich unter montanen, kühl-feuchten Klimabedingungen vor (BRITTON et al. 2005). Sie haben deshalb eine besondere Bedeutung als Lebensraum arktisch-alpiner und boreal-montaner Reliktarten (THOMPSON & MACDONALD 1995). Neben *Calluna vulgaris* werden Bergheiden von zwei weiteren Heidekrautgewächsen, *Vaccinium myrtillus* und *Vaccinium vitis-idaea*, geprägt (GERINGHOFF & DANIÉLS 2003). Das Rothaargebirge ist eines der letzten Gebiete Mitteleuropas mit großflächigem Vorkommen von Bergheide-Ökosystemen (Abb. 1a, b) (GERINGHOFF & DANIÉLS 2003). Die Bergheiden des Rothaargebirges sind aufgrund ihrer großen Ausdehnung und bemerkenswerten Biodiversität von herausragender Bedeutung für den europäischen Naturschutz (FREDE 1998).

Während in Tieflandheiden viele ökologische Aspekte bereits eingehend analysiert wurden (z. B. BULLOCK & PAKEMAN 1996, GIMMINGHAM 1992, KEIENBURG & PRÜTER 2004, MICHAEL 1993, SYMES & DAY 2003), existieren bisher nur wenige Untersuchungen über Bergheiden. In der Vergangenheit wurden die Erkenntnisse aus dem Habitatmanagement in Tieflandheiden weitestgehend auf Bergheiden übertragen. Jedoch bestehen in Bergheiden durch die unterschiedlichen physiogeographischen und bioökologischen Gegebenheiten andere Ausgangsvoraussetzungen für das Habitatmanagement (BREder & SCHUBERT 1998). Deshalb sind Untersuchungen zur Bewertung von Managementmethoden in Bergheiden dringend notwendig (FELTON & MARSDEN 1990).

Das Ziel unserer Studie war, die Auswirkungen des Schoppers auf die Regeneration von Bergheide-Ökosystemen zu analysieren. Mit Ausnahme deskriptiver Angaben zur Wiederbesiedlung durch Höhere Pflanzen (BREder & SCHUBERT 1998, SCHUBERT et al. 2008), liegen

hierzu bisher keine detaillierten Studien vor. In unseren Untersuchungen betrachten wir neben Höheren Pflanzen auch Heuschrecken und Laufkäfer. Darüber hinaus wurden in einer umfassenderen Untersuchung auch Spinnen und Zikaden berücksichtigt (FARTMANN et al. 2015). Habitatmanagementmaßnahmen sollten möglichst auf ein breites Artenspektrum ausgerichtet sein (SYMES & DAY 2003). Die ausgewählten Indikatorgruppen sind arten- und individuenreich, weisen typische Heidearten auf und sind bedeutende Bestandteile der Nahrungskette in Offenland-Ökosystemen (BORCHARD et al. 2013, 2014, BUCHHOLZ 2010, ELLENBERG & LEUSCHNER 2010, FARTMANN et al. 2012, PONIATOWSKI & FARTMANN 2008, SCHIRMEL & BUCHHOLZ 2011). Um die Effizienz des Habitatmanagements in Bergheide-Ökosystemen zu bewerten, wurde die Zusammensetzung und Artenvielfalt der drei Indikatorgruppen in durch das Schoppeln verjüngten Bergheideflächen (Schoppeln) und in angrenzenden Bergheidebeständen (Kontrolle) vergleichend analysiert. Der Untersuchung lagen folgende Fragestellungen zugrunde:

- Findet nach Durchführung des Schoppers eine erfolgreiche Regeneration der charakteristischen Heidekrautgewächse (Ericaceae) statt?
- Kann das Schoppeln unter Berücksichtigung aller Indikatorgruppen als geeignete Methode für das Habitatmanagement in Bergheide-Ökosystemen angesehen werden?

Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen wurden in der größten bestehenden Bergheide des Rothaargebirges, der Niedersfelder Hochheide (74 ha) durchgeführt (Abb. 1a). Das Untersuchungsgebiet liegt an der Grenze von Hessen zu Nordrhein-Westfalen in einer Höhe von ca. 800 m. NN. (51°15'N, 8°33'O). Das Klima im Rothaargebirge ist subozeanisch. In den Hochlagen unterliegt es jedoch einem spürbar montanen Einfluss. Charakteristisch hierfür sind hohe Niederschläge (1.450 mm/a), niedrige Jahresmitteltemperaturen (5 °C) und eine langanhaltende Schneebedeckung (100 d/a)

(HOFFMANN 1990, BORCHARD et al. 2013, DWD pers. Mitt.).

Nahezu alle noch bestehenden Bergheiden des Rothaargebirges sind als FFH-Gebiet ausgewiesen. Trotz dieses Schutzes werden die Bergheiden der westlichen Mittelgebirge in der Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen als stark gefährdet eingestuft (RIECKEN et al. 2006).

Methoden

Angewandte Managementmethoden

Ende der 1980er Jahre wurde die brachliegende Niedersfelder Hochheide entbuscht und anschließend durch eine Beweidung mit Schafen wieder ihrer ursprünglichen Nutzung zugeführt (SCHUBERT et al. 2008). Zudem wurden Teilflächen in den Jahren 1997/1998 auf einer Gesamtfläche von 2 ha geschoppert (SCHUBERT mdl.).

Durch das Schoppeln wird die Vegetationsdecke und die Rohhumusaufgabe (O-Horizont) bis zur Grenze des Mineralbodens maschinell abgetragen (KEIENBURG & PRÜTER 2004, NIEMEYER et al. 2007). Hierdurch werden rohbodenreiche Standorte mit einer dünnen organischen Auflage geschaffen (NIEMEYER et al. 2007). Nach Umsetzung dieser Maßnahmen wurden die geschopperten Flächen – in gleicher Weise wie die vorhandenen Bergheidebestände – beweidet.

Versuchsaufbau

Um die Auswirkungen des Schoppers auf Höhere Pflanzen, Heuschrecken und Laufkäfer zu analysieren, wurden insgesamt sieben zufällig ausgewählte Probestellen (Plots) mit einer Größe von jeweils 500 m² (20 × 25 m) auf Schopperflächen (Schoppeln) (N = 4) und Kontrollflächen (Kontrolle) (N = 3) angelegt. Zur Vermeidung von Randeffekten wurde ein Mindestabstand von 20 m zwischen den Plots und angrenzenden Randstrukturen (Waldränder) eingehalten (SCHIRMEL et al. 2010). Die Schopperflächen waren vor allem von jungen *Calluna vulgaris* Pflanzen und zu einem geringeren Anteil auch mit *Nardus stricta*

bewachsen, wohingegen auf den Kontrollflächen überalterte Pflanzen von *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus* und *Vaccinium vitis-idaea* dominierten.

Die vegetations- und tierökologischen Erfassungen in den Plots erfolgten nach standardisierten Methoden (Höhere Pflanzen [qualitativ: Juli 2011, September 2012], Heuschrecken [quantitativ/Isolationsquadrat: Juli 2011], Laufkäfer [quantitativ/Barberfallen: August–Oktober 2011, Mai–Juli 2012]). Zudem wurden mit Hilfe von Literaturangaben für alle Indikatorgruppen typische Heidearten klassifiziert (Höhere Pflanzen: PEPLER 1992, Heuschrecken: DETZEL 1998, Laufkäfer: Gesellschaft für angewandte Carabidologie 2009, HANNIG & HARTMANN 2006).

In jedem Plot wurden standardisiert Umweltparameter aufgenommen. Hierzu wurde mittels eines Temperatur-/Hygrologgers in jedem Plot das Mikroklima 10 cm über dem Boden (Temperatur [°C]; relative Luftfeuchte [%]) aufgezeichnet und in je drei zufällig gewählten Subplots die Vegetationsstruktur analysiert. Anschließend wurden Unterschiede zwischen Schopper- und Kontrollflächen statistisch analysiert. Eine detaillierte Darstellung aller angewandten Methoden und der statistischen Auswertung

werden in FARTMANN et al. (2015) beschrieben.

Ergebnisse

Umweltparameter

Auch 13 Jahre nach Durchführung der Schoppermaßnahmen sind sichtbare Unterschiede in der Vegetationsstruktur zwischen den Schopperflächen und den Kontrollflächen vorhanden. Für fünf der 13 analysierten Umweltparameter konnten wir signifikante Unterschiede zwischen den beiden Flächentypen feststellen. Die Schopperflächen waren insbesondere durch eine niedrigwüchsere Vegetation (Gräser, Kräuter und Zwergsträucher), einen höheren Offenbodenanteil, eine geringere Streuschichtauflage und ein wärmeres Mikroklima charakterisiert (Tab. 1, Abb. 4).

Artenvielfalt und Individuendichten von Höheren Pflanzen, Heuschrecken und Laufkäfern

Insgesamt wurden in den Probeflächen 24 Arten Höherer Pflanzen, darunter 13

Heidearten, nachgewiesen (Tab. 2). Die Heuschreckendiversität war mit lediglich drei Arten gering. Unter den insgesamt 89 nachgewiesenen Heuschreckenindividuen war die Gefleckte Keulenschrecke (*Myrmeleotettix maculatus*) mit 62 % der Individuen die häufigste Art. Zudem war *M. maculatus* unter den nachgewiesenen Arten die einzige typische Heideart. Hierbei ist bemerkenswert, dass alle Individuen dieser Art ausschließlich in den Schopperflächen nachgewiesen wurden (Tab. 3a).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums wurden 1.884 Laufkäfer erfasst. Diese konnten 29 Arten zugeordnet werden. Die höchste Aktivitätsdichte hatte der Metallische Grabkäfer (*Pterostichus burmeisteri*) mit 52 % gefolgt vom Blauvioletten Waldlaufkäfer (*Carabus problematicus*) mit 12 % der Individuen (Tab. 3b).

Das Schopern hat sich positiv auf die Pflanzen und Heuschrecken ausgewirkt: Auf den Schopperflächen wurden für beide Taxa signifikant höhere Gesamtartenzahlen nachgewiesen (Abb. 2, 3); zudem war die Heuschreckendichte signifikant höher. Bei Betrachtung der heidetypischen Arten ließen sich insbesondere bei Laufkäfern und Heuschrecken ähnliche Tendenzen feststellen, auch wenn hierbei für kein Taxon statistisch signifikante Unterschiede vorlagen. Die Gesamtartenzahl- und Aktivitätsdichte der Laufkäfer unterschied sich hingegen nicht signifikant (Abb. 2, 3).

Auswirkungen des Schoppers auf die Zusammensetzung von Pflanzen- und Laufkäfergemeinschaften

Bei genauerer Betrachtung der Artenzusammensetzung der Phyto- und Laufkäferzönosen zeigte sich ebenfalls eine deutliche Abgrenzung zwischen Schopper- und Kontrollflächen. Während bei Höheren Pflanzen auf beiden Flächentypen charakteristische Heidearten vorkamen, wurden heidetypische Laufkäferarten ausschließlich auf Schopperflächen gefunden. Die Differenzierung der beiden Flächentypen kann insbesondere durch Unterschiede in der Zwergstrauch- und Streuschichtdeckung sowie der

Tabelle 1: Mittelwert (\pm Standardfehler) der Umweltparameter auf Schopperflächen ($N = 4$) und Kontrollflächen ($N = 3$). Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen wurden bei Normalverteilung und Varianzhomogenität mittels *t*-Test ansonsten mittels Mann-Whitney-U-Test ermittelt. Signifikanzniveaus: n. s. nicht signifikant, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.001$.**

Parameter	SCHOPPERN	KONTROLLE	P
Deckung [%]			
Gesamtvegetation	82.7 \pm 7.1	97.3 \pm 0.7	t, n.s.
Kräuter / Gräser	9.2 \pm 2.9	8.0 \pm 6.9	t, n.s.
Zwergsträucher	65.0 \pm 5.7	80.7 \pm 6.0	t, n.s.
Moose	6.7 \pm 1.9	8.5 \pm 1.7	t, n.s.
Flechten	2.2 \pm 0.4	0.0 \pm 0.0	MWU, n.s.
Offenboden	5.6 \pm 3.3	0.0 \pm 0.0	MWU, *
Streu	0.1 \pm 0.1	1.6 \pm 0.3	t, **
Höhe [cm]			
Kräuter / Gräser	48.6 \pm 2.6	72.9 \pm 1.7	t, ***
Zwergsträucher	24.8 \pm 2.2	52.6 \pm 3.6	t, ***
Moose	2.7 \pm 0.5	3.7 \pm 0.2	t, n.s.
Flechten	1.1 \pm 0.3	0.0 \pm 0.0	MWU, n.s.
Temperatur [°C]	13.7 \pm 0.1	12.8 \pm 0.2	t, **
Luftfeuchte [%]	91.9 \pm 1.1	96.6 \pm 1.5	t, n.s.

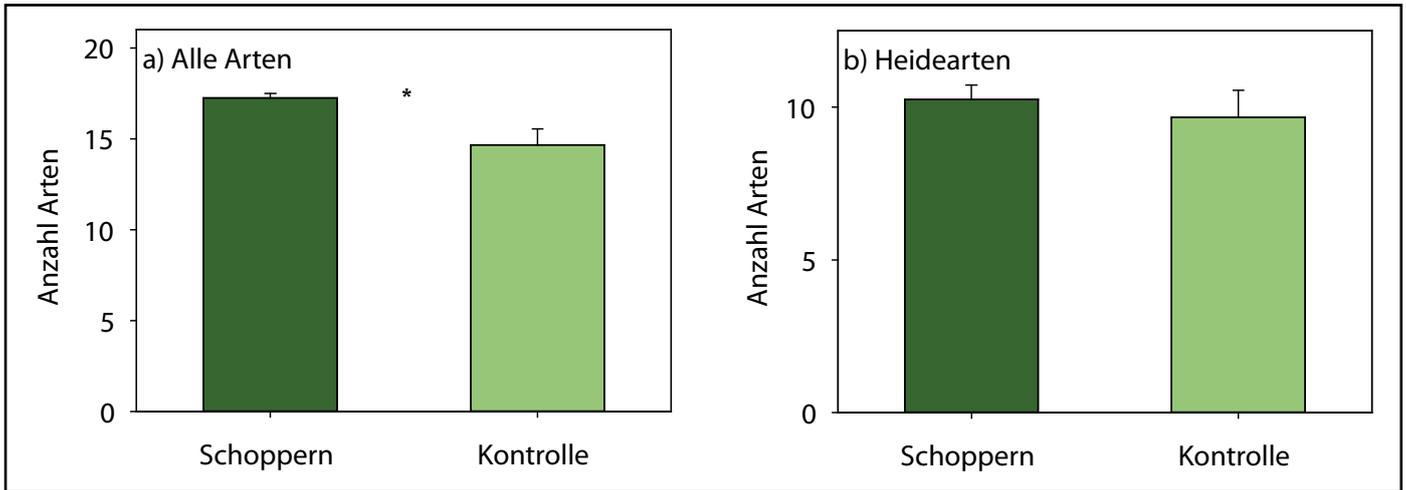


Abb. 2: Mittelwert (+ Standardfehler) der Artenzahl aller Höheren Pflanzen (a) und der heidetypischen Höheren Pflanzen (b) auf Schopperflächen ($N = 4$) und Kontrollflächen ($N = 3$). Statistische Unterschiede wurden mittels t -Test ermittelt. Signifikanzniveaus: *n.s.* nicht signifikant, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

Tabelle 2: Liste der auf den Plots nachgewiesenen Arten Höherer Pflanzen. Die Klassifizierung der Heidearten erfolgte nach Pepler (1992).

Art	Abkürzung	Heideart	SCHOPPERN	KONTROLLE
<i>Agrostis capillaris</i>	Agr cap	.	x	x
<i>Betula pendula</i>	Bet pen	.	x	.
<i>Betula pubescens</i>	Bet pub	.	x	.
<i>Calluna vulgaris</i>	Cal vul	x	x	x
<i>Carex pilulifera</i>	Car pil	x	x	x
<i>Deschampsia flexuosa</i>	Des fle	.	x	x
<i>Festuca ovina</i>	Fes ovi	.	x	x
<i>Festuca rubra</i>	Fes rub	.	x	x
<i>Galium saxatile</i>	Gal sax	x	x	x
<i>Luzula campestris</i>	Luz cam	x	x	x
<i>Luzula sylvatica</i>	Luz syl	.	.	x
<i>Lycopodium clavatum</i>	Lyc cla	x	x	.
<i>Melampyrum pratense</i>	Mel pra	x	.	x
<i>Nardus stricta</i>	Nar stri	x	x	x
<i>Picea abies</i>	Pic abi	.	x	.
<i>Pinus sylvestris</i>	Pin syl	.	x	.
<i>Polygala serpyllifolia</i>	Pol ser	x	x	x
<i>Polygala vulgaris</i>	Pol vul	x	x	x
<i>Populus tremula</i>	Pop tre	.	.	x
<i>Potentilla erecta</i>	Pot ere	x	x	x
<i>Sorbus aucuparia</i>	Sor auc	.	x	x
<i>Trientalis europaea</i>	Tri eur	x	.	x
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Vac myr	x	x	x
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Vac vit	x	x	x
Artenzahl	.	13	20	19

Temperatur erklärt werden. Im Vergleich zu den Kontrollflächen wiesen die Schopperflächen eine geringere Zwergstrauchdeckung und eine geringere

Streuschichtdeckung auf (Abb. 4). Aufgrund der lückigeren Vegetationsstruktur hatten die Schopperflächen ein wärmeres Mikroklima.

Diskussion

Die Umweltbedingungen unterscheiden sich auch 13 Jahre nach Durchführung der Maßnahmen zwischen Schopper- und Kontrollflächen. Obwohl alle Artengruppen durch diese Unterschiede beeinflusst wurden, lassen sich zwischen den Taxa teilweise unterschiedliche Reaktionen auf die Maßnahmen feststellen. Das Schoppeln hat bei allen Indikatorgruppen zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung und einer Erhöhung der Artenvielfalt geführt. Zudem waren die Individuendichten der Heuschrecken und Laufkäfer auf den Schopperflächen höher. Darüber hinaus wurden, mit Ausnahme von *Vaccinium vitis-idaea*, alle gefährdeten Pflanzenarten (*Luzula campestris*, *Lycopodium clavatum*, *Nardus stricta*, *Polygala serpyllifolia*, *Polygala vulgaris* und *Potentilla erecta*) (LANUV 2011) (Abb. 4a), die einzige heidetypische Heuschreckenart (*Myrmeleotettix maculatus*) und die heidetypischen Laufkäferarten nahezu ausschließlich in Schopperflächen nachgewiesen (Abb. 4b).

Unsere Untersuchungen zeigen deutlich, dass das Schoppeln eine geeignete Managementmaßnahme zur Verjüngung von Bergheide-Ökosystemen ist. Das Verfahren führt zu einer langanhaltenden Öffnung der Vegetationsstruktur, sodass noch über 10 Jahre nach Durchführung der Maßnahmen offene Bodenstellen vorhanden sind. Die bergheidetypischen Zwergstraucharten, *Calluna vulgaris*,

Tabelle 3: Liste der auf den Plots nachgewiesenen Heuschrecken- und Laufkäferarten. Die Klassifizierung der Heidearten erfolgte für die Heuschrecken nach Detzel (1998) und für die Laufkäfer nach der Gesellschaft für angewandte Carabidologie (2009) und Hannig & Hartmann (2006).

Art	Abkürzung	Heideart	SCHOPPERN	KONTROLLE	SUMME
a) Heuschrecken					
<i>Chorthippus biguttulus</i>	.	.	7	.	7
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	.	x	56	.	56
<i>Omocestus viridulus</i>	.	.	4	22	26
Individuenzahl	.	.	67	22	89
Artenzahl	.	1	3	1	3
b) Laufkäfer					
<i>Abax parallelepipedus</i>	Aba par	.	13	42	55
<i>Amara convexior</i>	.	.	1	1	2
<i>Amara lunicollis</i>	.	.	.	1	1
<i>Bembidion lampros</i>	Bem lam	.	35	1	36
<i>Bradycellus caucasicus</i>	.	x	1	.	1
<i>Carabus arvensis</i>	Car arv	.	16	7	23
<i>Carabus auronitens</i>	Car aur	.	.	4	4
<i>Carabus glabratus</i>	.	.	.	1	1
<i>Carabus problematicus</i>	Car pro	.	203	20	223
<i>Carabus violaceus</i>	Car vio	.	.	3	3
<i>Cicindela campestris</i>	Cic cam	x	97	.	97
<i>Clivina fossor</i>	.	.	1	.	1
<i>Cychnus caraboides</i>	.	.	.	1	1
<i>Dyschirius globosus</i>	Dys glo	.	36	.	36
<i>Harpalus latus</i>	Har lat	.	3	2	5
<i>Nebria brevicollis</i>	.	.	2	.	2
<i>Notiophilus aquaticus</i>	Not aqu	x	62	1	63
<i>Notiophilus biguttatus</i>	.	.	.	1	1
<i>Notiophilus germinyi</i>	.	x	.	1	1
<i>Notiophilus palustris</i>	.	.	.	1	1
<i>Olistophus rotundatus</i>	Oli rot	x	3	.	3
<i>Poecilus versicolor</i>	Poe ver	.	207	5	212
<i>Pterostichus aethiops</i>	Pte aet	.	9	4	13
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	Pte bur	.	348	615	963
<i>Pterostichus madidus</i>	Pte mad	.	5	8	13
<i>Pterostichus oblopunctatus</i>	Pte obl	.	28	46	74
<i>Pterostichus strenuus</i>	Pte str	.	2	.	2
<i>Trechus obtusus</i>	Tre obt	.	3	2	5
<i>Trichotichnus laevicollis</i>	Tri lae	.	1	1	2
Individuenzahl	.	.	1.076	768	1.844
Artenzahl	.	5	21	22	29

Vaccinium myrtillus und *V. vitis-idea* konnten sich auf den Schopperflächen erfolgreich regenerieren (Tab. 2). Im Gegensatz zu anderen Verjüngungsmaßnahmen wie beispielsweise dem Plaggen, wird beim Schoppeln das Wurzel- und Mykorrhizasystem (vgl. VEERGER et al. 2006) sowie die Samenbank nicht zer-

stört. Unter diesen Bedingungen ist *Calluna vulgaris* in der Lage, sich rasch aus der Samenbank zu regenerieren. Die beiden *Vaccinium*-Arten können sich durch vegetative Vermehrung ebenfalls schnell etablieren (SCHWABE-BRAUN 1980, GERINGHOFF & DANIELS 2003, GRIME et al. 2007). Nach den Beschreibungen in

SCHUBERT et al. (2008) haben sich alle drei Arten spätestens drei Jahre nach Durchführung der Verjüngungsmaßnahmen auf den Schopperflächen angesiedelt.

Die Schlüsselfaktoren (vgl. TEWS et al. 2004) für die relativ hohe Pflanzen-, Heuschrecken- und Laufkäferdiversität auf Schopperflächen sind insbesondere eine niedrigwüchsige Vegetation und der hohe Offenbodenanteil (vgl. CHRITCHLEY et al. 2013). Diese Vegetationsstruktur verursacht am Boden eine stärkere Einstrahlung und ein wärmeres Mikroklima (vgl. STOUTESJESDIJK & BARKMAN 1992). Das Fehlen geeigneter Mikrohabitate ist häufig einer der limitierenden Faktoren für das Vorkommen von Zielarten (MÜNZZBERGOVÁ & HERBEN 2005). Unter den Pflanzen sind insbesondere konkurrenzschwache und lichtkeimende Arten auf Störungen und offene Bodenstellen angewiesen (FLEISCHER et al. 2013, GRIME et al. 2007, MCINTYRE et al. 1995). Dies trifft auch auf die gefährdeten Pflanzenarten in unserer Studie zu. Die Heuschreckenarten *Chorthippus biguttulus*, *Myrmeleotettix maculatus*, und *Omocestus viridulus* legen ihre Eier bevorzugt in offene Bodenstellen und profitieren deshalb ebenfalls vom Schoppeln (FARTMANN & MATTES 1997, WÜNSCH et al. 2012). Insbesondere die Heideart *Myrmeleotettix maculatus* ist auf eine lückige Vegetationsstruktur mit offenen Bodenstellen und ein warmes Mikroklima angewiesen (SCHIRMEL et al. 2011, WÜNSCH et al. 2012). Das montan geprägte, kühle und niederschlagsreiche Klima in Bergheiden bietet zunächst ungünstige Voraussetzungen für wechselwarme Organismen. Demzufolge wurden dichte Zwergstrauchbestände von den wärmeliebenden, heidetypischen Laufkäferarten gemieden. Diese Arten sind im Rothaargebirge zwingend auf niedrigwüchsige und rohbodenreiche Standorte, die ein warmes Mikroklima gewährleisten, angewiesen (BORCHARD et al. 2014).

Management

Wie schon für Tieflandheiden gezeigt wurde (NIEMEYER et al. 2007), ist Schoppeln auch für Bergheiden eine geeignete

Managementmethode zur Regeneration des Ökosystems. In unserer Untersuchung hatte das Schopfern eine Verjüngung der Vegetation und eine Begünstigung der bergheidetypischen Arthropodenfauna zur Folge. Die Heidekrautgewächse konnten sich nach Durchführung des Schopperns schnell regenerieren. Es konnte zudem für alle drei Indikatorgruppen ein positiver Einfluss auf die bergheidetypischen Arten festgestellt werden. Die für das Vorkommen dieser Arten entscheidenden Schlüsselfaktoren (niedrigwüchsige und rohbodenreiche Vegetation, warmes Mikroklima) wurden durch das Schopfern gefördert.

Von den Ergebnissen unserer Studie ausgehend, empfehlen wir das Schopfern als geeignete Methode um einer Überalterung der Bergheide-Ökosysteme entgegenzuwirken. Neben den ökologischen Vorteilen ergeben sich gegenüber anderen Managementmethoden – insbesondere dem Plaggen – auch ökonomische Vorteile: Die Menge an zu entsorgendem Bodens ist geringer und zudem kann das Material gleichzeitig als Spendermaterial zur floristischen Anreicherung renaturierter Flächen verwendet werden (BORCHARD et al. 2013). Gleichzeitig werden im Vergleich zum Plaggen, bedingt durch den höheren Stickstoffgehalt in der organischen Auflage, pro Einheit höhere Stickstoffmengen entzogen (NIE-MEYER et al. 2007). Aktuell liegen die atmosphärischen Stickstoffeinträge im Untersuchungsgebiet bei ca. 15–20 kg ha⁻¹ a⁻¹ (WICHINK KRUIT et al. 2014). Dies entspricht dem Grenzwert für die Belastbarkeit von Heide-Ökosystemen („critical loads“) von 10–20 kg ha⁻¹ a⁻¹ (ACHERMANN & BOBBINK 2003). Trotzdem können durch das Schopfern Heidebestände geschaffen werden, die über zehn Jahre oder mehr eine rohbodenreiche Vegetation aufweisen.

BORCHARD et al. (2013) hat bereits auf das Fehlen früher und teilweise mittlerer Sukzessionsstadien der Bergheiden des Untersuchungsgebiets hingewiesen. Viele ursprünglich weit verbreitete Arten der frühen Sukzessionsstadien in Bergheiden sind bereits ausgestorben oder stark zurückgegangen. Exemplarisch hierfür lässt sich das Verschwinden der Heidelerche (*Lullula arborea*) aus den Bergheiden anführen. Die Art kommt heute im Rot-



Abb. 5: Keulenbärlapp (*Lycopodium clavatum*).

Foto: *cognitio*

haargebirge nur noch in Weihnachtsbaumkulturen regelmäßig vor (LEGGE 2009). Auch die stark gefährdeten Bärlapp-Arten *Diphasiastrum alpinum*, *Diphasiastrum tristachyum*, *Diphasiastrum issleri* und *Lycopodium clavatum* sind von dieser Entwicklung betroffen (GERINGHOFF & DANIÉLS 2003; NIESCHALK & NIESCHALK 1983). Die meisten gefährdeten Pflanzenarten (FARTMANN et al. 2015) und die Mehrheit der heidetypischen Heuschrecken- und Laufkäferarten in den Bergheiden des Untersuchungsgebietes sind auf frühe Sukzessionsstadien angewiesen (BORCHARD et al. 2013, 2014, FARTMANN et al. 2015). Diese aus Naturschutzsicht hochrelevanten Stadien der Vegetationsentwicklung, können durch das Schopfern gefördert werden und somit zum langfristigen Erhalt der Artenvielfalt in Bergheide-Ökosystemen beitragen. Jedoch gibt es auch einige heidetypischen

Arten, die auf späte Sukzessionsstadien (BORCHARD & FARTMANN 2013, BORCHARD et al. 2013, 2014, FARTMANN et al. 2015) oder ein Mosaik verschiedener Stadien der Heideentwicklung (WÜNSCH et al. 2012) angewiesen sind. Das Management der Bergheiden sollte deshalb darauf ausgerichtet sein, sowohl frühe Sukzessionsstadien zu schaffen, als auch ein Mosaik aus verschiedener, Stadien zu erhalten (SCHIRMEL et al. 2011). Wir empfehlen deshalb auf allen Bergheideflächen des Rothaargebirges und nicht nur in Teilbereichen der FFH-Gebiete Neuer Hagen und Kahle Pön (vgl. BORCHARD et al. 2011), das Schopfern rotierend und im regelmäßigen Turnus durchzuführen. Aufgrund der meist geringen Flächengrößen der Bergheiden im Untersuchungsgebiet ist jedoch zunächst eine Ausweitung der Heideflächen anzustreben, um das Rotationsmanagement und ein Nebeneinander verschiedener



Abb. 6: Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idea*).
Foto: *cognitio*

Stadien der Heideentwicklung auf den Flächen praktisch zu ermöglichen.

Zusammenfassung

Die Biodiversität von Heideökosystemen hat durch den Landnutzungswandel und atmosphärische Stickstoffdepositionen stark abgenommen. Durch ein geeignetes Habitatmanagement kann dieser Entwicklung entgegengewirkt werden. In der Vergangenheit wurden die Erkenntnisse aus dem Habitatmanagement in Tieflandheiden weitestgehend auf Bergheide-Ökosysteme übertragen. Jedoch bestehen in Bergheiden durch die unterschiedlichen physio-geographischen und biozöologischen Gegebenheiten ganz andere Voraussetzungen. Das Ziel unserer Studie war es, die Auswirkungen des Schoppens auf die Regeneration von Bergheide-Ökosystemen zu

analysieren. Durch das Schoppeln wird der Oberboden bis zur Grenze des Mineralbodens maschinell abgetragen. In unserer Studie haben wir verjüngte, geschopperte Bergheideflächen (Schoppeln) mit bestehenden Bergheidebeständen (Kontrolle) verglichen. Um die Bedeutung des Schoppens für den Naturschutz in Bergheiden herauszustellen, wurden drei naturschutzrelevante Indikatorgruppen (Höhere Pflanzen, Heuschrecken und Laufkäfer) betrachtet. Auch 13 Jahre nach Durchführung des Schoppens sind Unterschiede in den Umweltparametern zwischen den Schopperflächen und den Kontrollflächen vorhanden. Die Schopperflächen zeichnen sich durch eine niedrigwüchsige Vegetation mit einem höheren Anteil an offenen Bodenstellen, einer geringeren Streuschichtdeckung und einem wärmeren Mikroklima aus. Wie schon für Tieflandheiden gezeigt wurde, ist Schop-

pern auch für Bergheiden eine geeignete Methode zur Regeneration. Das Schoppeln hat zu einer Verjüngung der Heidevegetation und bei allen Indikatorgruppen zu einer Erhöhung der Artenvielfalt sowie einer Förderung bergheidetypischer Arten geführt. Die für das Vorkommen der Heidearten entscheidenden Schlüsselfaktoren – niedrigwüchsige und roh-bodenreiche Vegetation sowie warmes Mikroklima – wurden durch das Schoppeln gefördert. Aufgrund der Ergebnisse unserer Studie, empfehlen wir das Schoppeln als rotierende Managementmaßnahme, um einer Überalterung der Bergheide-Ökosysteme entgegenzuwirken.

Danksagung

Der Biologischen Station im Hochsauerlandkreis möchten wir herzlich für die fortwährende Unterstützung unserer Studien in den Bergheiden des Rothaargebirges danken. Namentlich besonders hervorheben möchten wir die Herren Werner Schubert, Dr. Axel M. Schulte und Robert Trappmann.

Kontakt

M. Sc. Landschaftsökologie Franz Löffler
und Prof. Dr. Thomas Fartmann
Universität Osnabrück
Fachbereich Biologie/Chemie
Abteilung für Biodiversität und Landschaftsökologie
Barbarastraße 13
49076 Osnabrück
E-Mail: franz.loeffler@uos.de
E-Mail: t.fartmann@uos.de

Dr. Fabian Borchard
WoltersPartner Architekten & Stadtplaner
GmbH
Daruper Straße 15
48653 Coesfeld
E-Mail: Fabian.Borchard@gmx.de

Literatur

Die umfangreiche Literaturliste finden Sie im Internet.