

Christina Beyer, Caroline Schulze, Roland Achtziger und Elke Richert

Untersuchungen zur Gefährdung der Zwergstrauchheiden auf der Rauchblöße bei Muldenhütten anhand der Vegetation und der Zikaden

Zusammenfassung

Die sogenannte Rauchblöße bei Muldenhütten östlich von Freiberg (Sachsen) ist durch die jahrhundertelange Deposition von Rauchgasen und Hüttenstäuben entstanden. Auf dieser mit Arsen und Schwermetallen kontaminierten Fläche hat sich im Laufe der Zeit eine naturschutzfachlich bedeutsame Vegetation entwickelt, die durch ein Mosaik aus Beständen von *Calluna vulgaris* (Besenheide) und *Molinia caerulea* (Pfeifengras) geprägt ist. Im Mittelpunkt der Untersuchungen dieser Arbeit standen insbesondere die aus naturschutzfachlicher Sicht besonders bedeutsamen Zwergstrauchheiden. Dabei hatten die vegetationskundlichen Untersuchungen auf der Rauchblöße zum Ziel, anhand von Vegetationsaufnahmen in verschiedenen Vegetationstypen und entlang eines Transekts den Ist-Zustand der Vegetation zu dokumentieren und zu analysieren. Außerdem sollte die Gefährdung von *Calluna vulgaris* aufgrund von Überalterung sowie einer möglichen Verdrängung durch *Molinia caerulea* oder durch Gehölzaufwuchs abgeschätzt werden. Dazu wurden im Jahr 2014 Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet und Untersuchungen zur Vitalität bzw. zur Altersphase von *Calluna vulgaris* durchgeführt. Als Indikatoren für die Biodiversität und als Vertreter für die an die dominierenden Pflanzenarten gebundenen Insekten wurde die Tiergruppe der Zikaden (Hemiptera: Auchenorrhyncha) auf ausgewählten Flächen und entlang des Transekts erfasst und Beziehungen zwischen der Vegetation und den Zikadenarten analysiert.

Auf den 47 in ausgewählten Vegetationstypen angelegten Aufnahmeflächen wurden insgesamt 42 Pflanzenarten nachgewiesen. Entsprechend der jeweils dominierenden Art konnten eine *Calluna vulgaris*-Gesellschaft mit vier Ausbildungen, eine *Molinia caerulea*-Gesellschaft, eine *Deschampsia flexuosa*-Gesellschaft und eine *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaft identifiziert werden. In den drei letztgenannten Gesellschaften war *Calluna vulgaris* nur mit geringen Deckungswerten bzw. gar nicht vorhanden. In den anderen Gesellschaften und Ausbildungen konnte *Calluna vulgaris* in der Verjüngungsphase nachgewiesen werden, es kamen allerdings bereits einzelne Individuen in der Absterbephase vor. Die Verjüngung findet derzeit vor allem auf den Flächen mit hohem Lichteinfall statt, während eine Beschattung durch Gehölze zu einem Rückgang

von *Calluna vulgaris* führt, so dass zur Erhaltung der Bestände die zeitnahe Beseitigung von Gehölzen empfohlen wird.

Auf 36 Aufnahmeflächen konnten 32 Zikadenarten in 1869 Individuen nachgewiesen werden, darunter zwei in Deutschland gefährdete Arten und vier Arten der Vorwarnliste. In einem Transekt wurden außerdem 318 Individuen aus 7 Arten nachgewiesen. Dabei stellten die auf eine bestimmte Pflanzenart (insbesondere *Calluna vulgaris*, *Molinia caerulea*, *Deschampsia flexuosa*, *Calamagrostis epigejos*) spezialisierten Zikadenarten den Großteil der Individuen, weshalb der Rückgang der jeweiligen Nährpflanze auch zu einem Rückgang der spezialisierten und z. T. gefährdeten Zikadenarten führen kann. So korrelierte die Individuenzahl der Heidekrautzikade *Ulopa reticulata* signifikant positiv mit der Häufigkeit sowie mit dem Alter der Besenheide. Eine Gefahr für die Bestände der Besenheide und die an ihr lebenden Zikadenarten geht von der Beschattung durch den aufkommenden Gehölzaufwuchs aus, weshalb auch aus zoologischer Sicht ein Zurückdrängen der Verbuschung erforderlich erscheint.

Einleitung

Die Landschaft um Freiberg ist geprägt vom historischen Bergbau, in dessen Folge viele Halden entstanden (KOLMSCHLAG 2010). Die sogenannte Rauchblöße bei Muldenhütten ist allerdings nicht direkt durch den Bergbau, sondern vielmehr durch die Folgen der Verhüttung der abgebauten Erze entstanden. Durch die jahrhundertelange Deposition von Rauchgasen und Hüttenstäuben aus der benachbarten Hüttenindustrie und der damit einhergehenden Belastung mit Arsen und Schwermetallen erfolgten auf dieser Fläche erhebliche Schäden und Veränderungen in der Umwelt (MOLLÉE 2013). So entwickelte sich auf der Rauchblöße ein einzigartiger Vegetationskomplex, der heute aus einem großflächigen Mosaik von Beständen mit *Calluna vulgaris* (Heidekraut, Besenheide) und *Molinia caerulea* (Pfeifengras) besteht, welches von Gehölzen unterschiedlicher Dichte durchzogen ist (vgl. Abbildung 1 auf 2. Umschlagseite). Als „Zwergstrauchheiden“ sind die *Calluna*-Bestände nach der Roten Liste der Biotoptypen Sachsens stark gefährdet (BUDER & UHLEMANN 2010). Die Heideflächen werden zudem dem FFH-Lebensraumtyp „Trockene Heiden“ (LRT 4030) zugeordnet (OLIAS et al. 2004). Aufgrund der einzigartigen Vegetationsausprägung ist das Gebiet der Rauchblöße Bestandteil des FFH-Gebietes „Schwermetallhalden bei Freiberg“ (LFULG, ohne Jahr). Damit genießen Heiden – und damit auch die Heideflächen der Rauchblöße – eine hohe Schutzwürdigkeit und sind daher zu erhalten.

Calluna vulgaris besitzt eine ericoide Mykorrhiza, welche die Toleranz gegenüber Säuren und Schwermetallen verstärkt (BRADLEY et al. 1981, ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Sobald die Nährstoffverfügbarkeit steigt, können *Calluna*-Bestände nach AERTS (1999) sowie HEIL & BRUGGINK (1987) insbesondere durch

Molinia caerulea verdrängt werden. Ebenso kann es im Verlauf der Sukzession zu einer Verbuschung, und damit zu einem Rückgang von *Calluna vulgaris* kommen (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010).

Zikaden (Auchenorrhyncha) sind gute Indikatoren für die Biodiversität und den Zustand einer Fläche (z. B. ACHTZIGER et al. 2014). Sie sind in hohen Art- und Individuenzahlen vertreten, sind oftmals an ganz bestimmte Pflanzen gebunden und es liegen gute Kenntnisse zu Biologie, Ökologie und Gefährdungstatus der verschiedenen Arten vor (z. B. ACHTZIGER & NICKEL 1997, NICKEL 2003, BIEDERMANN et al. 2005).

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, basierend auf einer Analyse der Vegetation und der Zikaden, die aktuelle Bestandssituation von *Calluna vulgaris* und *Molinia caerulea* sowie die in dem Vegetationsmosaik vorkommenden Zikadenarten stellvertretend für die Artenvielfalt solcher Flächen zu erfassen und naturschutzfachliche Handlungsempfehlungen zum Schutz bzw. zur Förderung der Heideflächen zu geben. Die vorgestellten Ergebnisse und Analysen beruhen auf zwei Bachelorarbeiten im Studiengang Geoökologie der TU Bergakademie Freiberg (BEYER & SCHULZE 2015)

Untersuchungsgebiet

Die Rauchblöße bei Muldenhütten liegt östlich von Freiberg (Sachsen) am nördlichen Rand des Naturraums Osterzgebirge im Bereich der mittleren Berglagen mit mäßig feuchtem Klima (MANNSFELD & SYRBE 2008). Die unteren Lagen des Naturraums Osterzgebirge weisen eine mittlere jährliche Niederschlags-summe von 818 mm und eine durchschnittliche Temperatur von 7,5 °C auf (MANNSFELD & SYRBE 2008). Die potenzielle natürliche Vegetation in diesem Gebiet sind bodensaure Buchen(misch)wälder grundwasserferner Standorte (SCHMIDT et al. 2002).

Muldenhütten als ältester Hüttenstandort der Freiburger Region existiert seit Ende des 13. Jahrhunderts (KOLMSCHLAG 2010). Zur Belastung der Untersuchungsfläche mit Arsen und Schwermetallen, wie beispielsweise Blei, und deren Anreicherung in den oberen Bodenschichten (vgl. FAHNING et al. 1994, GOLDE 2001) kam es hauptsächlich durch die jahrhundertelange Deposition der Hüttenstäube auf der Fläche (MOLLÉE 2013). Die Rauchblöße bei Muldenhütten ist damit ein natürlich gewachsener, jedoch im Vergleich zu anderen mit Schwermetallen belasteten Flächen noch junger Sonderstandort mit kurzer Entwicklungszeit (GOLDE 2001). Im Jahr 2001 wurde die Rauchblöße als Teilfläche in das FFH-Gebiet „Schwermetallhalden bei Freiberg“ aufgenommen (SCI 255, siehe OLIAS et al. 2004, MOLLÉE 2013).

Methodik

Vegetationsanalyse

Die Vegetationsaufnahmen wurden nach der Methode von Braun-Blanquet (vgl. DIERSCHKE 1994) im Zeitraum von Anfang Juni bis Anfang August 2014 vorgenommen. Die Schätzung der Artdeckungswerte erfolgte nach der in Tabelle 1 dargestellten Klassifikation. Die Verarbeitung der Vegetationsaufnahmen erfolgte mit Hilfe des Programmes SORT 4.0 (vgl. DURKA & ACKERMANN 1993).

Tabelle 1: Symbole für die Deckung der Pflanzenarten und Höhe der für die Berechnungen verwendeten Deckungswerte (Mittelwerte der Deckungsklasse) (vgl. DIERSCHKE 1994: 161)

Symbol	Deckung pro Art	Deckungswert (DW)
r	1 Individuum, < 1 % Deckung	1,0
+	1–5 Individuen, < 1 % Deckung	1,5
1	zahlreiche Individuen, < 5 % Deckung	2,5
2m	mind. 50 Individuen, < 5 % Deckung	6,5
2a	5–15 % Deckung	10,0
2b	16–25 % Deckung	20,0
3	26–50 % Deckung	37,5
4	51–75 % Deckung	62,5
5	76–100 % Deckung	87,5

Zusätzlich zu den Vegetationsaufnahmen wurde ein Transekt vom Offenland mit reinem Heidebestand über Heide-Pfeifengras-Mischbestände und reine Pfeifengrasbestände bis an den Rand einer Gehölzfläche angelegt, um beispielhaft den Übergang zwischen Dominanzbeständen von *Calluna vulgaris* und *Molinia caerulea* näher zu untersuchen. In den 14 Teilflächen mit Abmessungen von jeweils 2 m × 1,5 m wurde die Vegetation am 31. 7. 2014 mit der Methode nach Braun-Blanquet erfasst.

Um die Vitalität bzw. die Altersphase der Heidekrautpflanzen auf den Aufnahmeflächen genauer charakterisieren zu können, wurde diese in Anlehnung an GIMINGHAM (1972) bestimmt, der vier Wachstums- bzw. Altersphasen unterscheidet (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Definition der Vitalitäts- bzw. Altersklassen (VK) von *Calluna vulgaris* (nach GIMINGHAM 1972)

Klasse	Bezeichnung	Beschreibung
1 (VK1)	Pionierphase	Pflanze ist niedrigwüchsig, kompakt und fein verästelt, kein Totholz
2 (VK2)	Aufbauphase	Pflanze ist vital, kompakt, mittlere Wuchshöhe, kein Totholz
3 (VK3)	Reifephase	Pflanze ist hochwüchsig, etwas lichter Wuchs, unter 15 % Totholz
4 (VK4)	Degenerationsphase	Pflanze mit langen, zur Seite fallenden Ästen, über 15 % Totholz

Für die Ermittlung des Vitalitätsindex (V) der Besenheide auf einer Aufnahme- fläche wurde jeweils der prozentuale Anteil der vier Vitalitäts- bzw. Altersklassen im vorhandenen Heidebestand (= 100 %) geschätzt. Gewichtet mit dem jeweiligen Wert für die Vitalitätsklasse wurden anschließend alle Werte aufsummiert. Mit Hilfe dieser Werte wurde für jede Aufnahme fläche ein Vitalitätsindex (V_{DW}), bezogen auf die Deckungswerte von *Calluna vulgaris*, anhand folgender Formel berechnet:

$$V_{DW} = V \times \frac{DW}{100}$$

V_{DW} = Vitalitätsindex bezogen auf den Deckungswert

V = Vitalitätsindex als Summe der jeweiligen Anteile der vier Vitalitätsklassen

DW = Deckungswerte von *Calluna vulgaris* (vgl. Tabelle 1)

Pro Aufnahme fläche und Transektheil fläche wurden mittlere gewichtete Ellenberg- Zeigerwerte unter Verwendung der Deckungswerte aus Tabelle 1 berechnet (vgl. ELLENBERG et al. 1992).

Erfassung der Zikadenarten

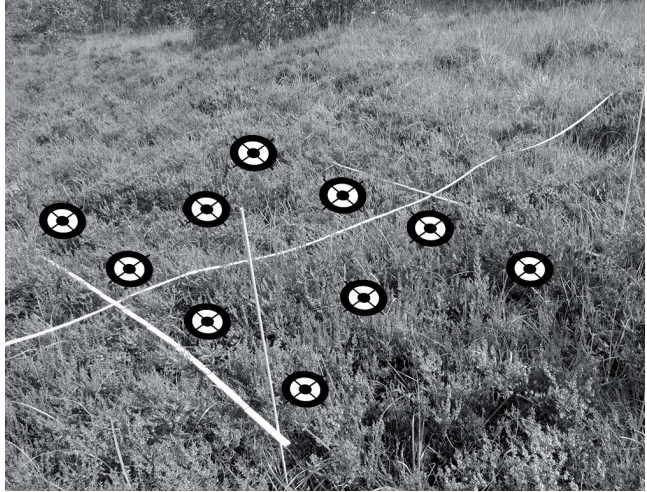
Die Erfassung der Zikaden erfolgte auf 35 ausgewählten Vegetationsaufnahme- flächen mit unterschiedlicher Dominanz von *Calluna vulgaris*, *Molinia caerulea* sowie *Deschampsia flexuosa* (Drahtschmiele) und *Calamagrostis epigejos* (Land- Reitgras). Die Zikaden wurden an zwei Terminen zum einen mit der Kescher- methode (3. 7. 2014, 2 × 30 Kescherschläge pro Aufnahme fläche von 5 m × 5 m) und zum anderen mit der Saugmethode erfasst (8. 8. 2014, Laubsauger STIHL SH 85 mit im Saugrohr eingehängtem Fangbeutel, 25-maliges Aufsetzen des Saugrohrs für ca. 3 Sekunden). Auf dem Transekt wurde ausschließlich die Saugmethode verwendet, wobei das Saugrohr hier jeweils 10 mal pro Transekt fläche (2 m × 1,5 m) für ca. 3 Sekunden aufgesetzt wurde (Abbildung 2). Die Bestimmung der Zikadenarten erfolgte mit Hilfe von BIEDERMANN & NIEDRINGHAUS (2004), KUNZ et al. (2011) und STÖCKMANN et al. (2013).

Ergebnisse

Pflanzengesellschaften

Insgesamt wurden auf den Untersuchungsflächen 42 Pflanzenarten und vier Gesellschaften nachgewiesen (siehe Tabelle 3). Die Gesellschaften wurden nach den dominanten Arten benannt und mit ihren unterschiedlichen Ausbildungen so angeordnet, dass die Deckung von *Calluna vulgaris* von reinen, sehr arten- armen *Calluna vulgaris*-Beständen über Mischbestände mit *Molinia caerulea* bzw. *Deschampsia flexuosa* hin zu artenreicheren Gesellschaften mit nur seltenem

Abbildung 2: Teilfläche des Transekts (2 m × 1,5 m) mit schematischer Darstellung der zehn Aufsetzungspunkte des Saugrohrs pro Teilfläche zur Erfassung der Zikaden entlang des Transekts (Foto: C. Schulze).



Auftreten von *Calluna vulgaris* abnimmt. Parallel dazu nehmen die Gesamtartenzahl und die Anzahl an Nährstoffzeigern zu. Die *Calluna vulgaris*-Gesellschaft trat in vier Ausprägungen auf, wobei mit abnehmenden Deckungswerten von *Calluna vulgaris* weitere Arten hinzutraten: In der artenärmsten Ausprägung der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft (C, Spalten 1–3) kam nur die Besenheide mit der Deckung 5 vor. In den anderen Ausprägungen gingen die Deckungswerte von *Calluna vulgaris* zurück und es konnten sich *Molinia caerulea* (CM, Spalten 4–15) bzw. zusätzlich *Deschampsia flexuosa* (CMD, Spalten 16–22) ansiedeln. Auch in der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft in der Ausbildung mit Arten des Wirtschaftsgrünlands (CWGL, Spalten 23–26), für die Arten wie beispielsweise *Agrostis capillaris* (Rotes Straußgras) und *Holcus lanatus* (Wolliges Honiggras) kennzeichnend sind, kamen die bisher genannten drei dominanten Arten vor.

Die höchsten Deckungswerte von *Molinia caerulea* waren in der entsprechend benannten Gesellschaft (M, Spalten 27–34) zu verzeichnen. Im Vergleich zu den anderen Gesellschaften waren die Deckungen von *Calluna vulgaris* niedrig und es konnten in einigen Aufnahmeflächen Gehölze, insbesondere die Hänge-Birke (*Betula pendula*), nachgewiesen werden.

Deschampsia flexuosa kam zwar auch in den zuletzt genannten Gesellschaften vor, erreichte aber in der *Deschampsia flexuosa*-Gesellschaft die höchsten Deckungswerte (Spalten 35–40). Auch in dieser Gesellschaft kamen einige Arten des Wirtschaftsgrünlandes sowie Nährstoffzeiger, wie die Brennnessel (*Urtica dioica*), vor. *Calluna vulgaris* und *Molinia caerulea* dagegen wiesen nur geringe Stetigkeiten und Deckungswerte auf, was ebenfalls auf die *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaft zutrifft (Ca, Spalten 41–44), in der *Calluna vulgaris* sogar vollkommen fehlt.

Tabelle 3: Pflanzengesellschaften auf der Rauchblöße Muldenhütten

Spalte 1–3:	<i>Calluna vulgaris</i> -Gesellschaft, Ausprägung mit <i>Calluna vulgaris</i> (C)																																															
Spalte 4–15:	<i>Calluna vulgaris</i> -Gesellschaft, Ausprägung mit <i>Molinia caerulea</i> (CM)																																															
Spalte 16–22:	<i>Calluna vulgaris</i> -Gesellschaft, Ausprägung mit <i>Molinia caerulea</i> und <i>Deschampsia flexuosa</i> (CMD)																																															
Spalte 23–26:	<i>Calluna vulgaris</i> -Gesellschaft, Ausprägung mit Arten des Wirtschaftsgrünlandes (CWGL)																																															
Spalte 27–34:	<i>Molinia caerulea</i> -Gesellschaft (M)																																															
Spalte 35–40:	<i>Deschampsia flexuosa</i> -Gesellschaft (D)																																															
Spalte 41–44:	<i>Calamagrostis epigejos</i> -Gesellschaft (Ca)																																															
Spaltennummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44				
Aufnahmenummer	13	34	35	17	23	8	44	42	46	43	41	19	5	16	9	38	21	39	40	15	18	31	22	26	47	36	11	45	12	3	20	14	32	7	37	24	30	25	27	28	6	33	4	29				
Calluna vulgaris-Ges.	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	2b	+	1	2b	+			
<i>Calluna vulgaris</i> K																																																
Molinia caerulea-Ges.																																																
<i>Molinia caerulea</i> K																																																
Deschampsia flexuosa-Ges.																																																
<i>Deschampsia flexuosa</i> K																																																
<i>Agrostis capillaris</i> K																																																
<i>Rumex acetosa</i> K																																																
Calamagrostis epigejos-Gesellschaft																																																
<i>Calamagrostis epigejos</i> K																																																
<i>Epilobium angustifolium</i> K																																																
<i>Urtica dioica</i> K																																																
Arten des Wirtschaftsgrünlandes																																																
<i>Campanula patula</i> K																																																
<i>Holcus lanatus</i> K																																																
<i>Leontodon autumnalis</i> K																																																

3	4	4	5
2m	2b	1	+
1	1	1	+
1	1	1	1
1	1	1	1

Spaltennummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44								
Aufnahmenummer	13	34	35	17	23	8	44	42	46	43	41	19	5	16	9	38	21	39	40	15	18	31	22	26	47	36	11	45	12	3	20	14	32	7	37	24	30	25	27	28	6	33	4	29								
<i>Cerastium holosteoides</i> K		
<i>Achillea millefolium</i> agg.		
<i>Daucus carota</i> K	
<i>Dactylis glomerata</i> K	
Nährstoffzeiger	
<i>Cirsium arvense</i> K
<i>Rumex obtusifolius</i> K	
<i>Heracleum sphondylium</i> K	
<i>Elymus repens</i> K		
<i>Tanacetum vulgare</i> K		
Magerkeitszeiger	
<i>Rumex acetosella</i> K	
<i>Hypericum perforatum</i> K	
<i>Silene vulgaris</i> K	
Gehölze	
<i>Betula pendula</i> B	
<i>Betula pendula</i> S	
<i>Rubus idaeus</i> K	
<i>Pinus sylvestris</i> K		
<i>Quercus robur</i> K		

Außerdem kommen vor:

Epilobium collinum K 25: +, *Tripleurospermum perforatum* K 28: r, *Trifolium pratense* K 28: a, *Plantago major* K 28: 1, *Lotus corniculatus* K 28: 1, *Lolium spec.* K 28: 1, *Vicia spec.* K 28: 1, *Taraxacum officinale* agg. K 28: +

Neben der namensgebenden Art sowie dem Schmalblättrigen Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) und der Himbeere (*Rubus idaeus*) kamen in dieser Gesellschaft nur wenige weitere Arten vor.

Mittlere Ellenberg-Zeigerwerte

Alle nachgewiesenen Gesellschaften und ihre Ausbildungen wiesen hohe mittlere Licht-Zeigerwerte auf (Tabelle 4), die auf voll bestrahlte bis leicht beschattete Flächen hinweisen. Auffällig sind die sehr niedrigen Zeigerwerte für Bodenreaktion und Nährstoffverfügbarkeit. Beide nehmen entsprechend der Anordnung der Gesellschaften von der *Calluna vulgaris*-Gesellschaft (C) hin zur *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaft (Ca) zu. Da insgesamt nur sehr wenige Arten eine Feuchtezahl aufwiesen, wurde auf die Berechnung mittlerer Feuchtwerte verzichtet. Mit Feuchtezahlen überwiegend von 5 und 6, teilweise auch niedriger, weisen die Arten insgesamt auf frische bis trockene Standortverhältnisse hin.

Tabelle 4: Mittelwerte und Standardabweichungen der mittleren gewichteten Ellenberg-Zeigerwerte pro Aufnahmen der einzelnen Gesellschaften aus Tabelle 3. In Klammern steht die Anzahl der Arten, die jeweils in die Berechnung eingingen.

C = *Calluna vulgaris*-Gesellschaft, CM = *Calluna vulgaris*-Gesellschaft in Ausprägung mit *Molinia caerulea*, CMD = *Calluna vulgaris*-Gesellschaft in Ausprägung mit *Molinia caerulea* und *Deschampsia flexuosa*, CWGL = *Calluna vulgaris*-Gesellschaft in Ausprägung mit Arten des Wirtschaftsgrünlands, M = *Molinia caerulea*-Gesellschaft, D = *Deschampsia flexuosa*-Gesellschaft, Ca = *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaft, mL = mittlere Lichtzahl, mR = mittlere Reaktionszahl, mN = mittlere Stickstoffzahl

	C	CM	CMD	CWGL	M	D	Ca
mL	8,0(1)	7,8 ± 0,2 (5)	7,4 ± 0,1 (5)	7,3 ± 0,5 (12)	7,0 ± 0,1 (11)	6,8 ± 0,3 (22)	7,1 ± 0,1 (5)
mR	1,0(1)	1,1 ± 0,1 (2)	1,3 ± 0,4 (5)	2,3 ± 0,8 (8)	1,9 ± 0,3 (6)	3,0 ± 0,8 (12)	4,2 ± 0,7 (3)
mN	1,0(1)	1,2 ± 0,3 (5)	1,6 ± 0,2 (6)	2,3 ± 0,6 (12)	2,1 ± 0,2 (7)	3,9 ± 0,6 (21)	5,8 ± 1,0 (6)

Vitalität von *Calluna vulgaris*

Der Vitalitäts- bzw. Altersindex V_{DW} nahm von der reinen *Calluna vulgaris*-Gesellschaft über die Mischbestände mit *Molinia caerulea* bzw. *Deschampsia flexuosa* hin zu den von diesen beiden Arten dominierten Beständen deutlich ab (Abbildung 3). Keine der Gesellschaften wies ausschließlich alte Individuen auf, da alle Werte für den Vitalitätsindex V_{DW} deutlich unter dem maximalen Wert von 4,0 liegen. Vielmehr war *Calluna vulgaris* in den *Calluna*-Gesellschaften mit allen Altersklassen gleichermaßen vertreten (BEYER & SCHULZE 2015). Die niedrigsten Werte für den Vitalitäts- bzw. Altersindex wiesen die *Deschampsia flexuosa*- und die *Molinia caerulea*-Gesellschaft auf, in denen *Calluna vulgaris* nur mit geringen Deckungswerten (vgl. Tabelle 3), aber überwiegend mit jungen Individuen (vgl. BEYER & SCHULZE 2015) vorkam.

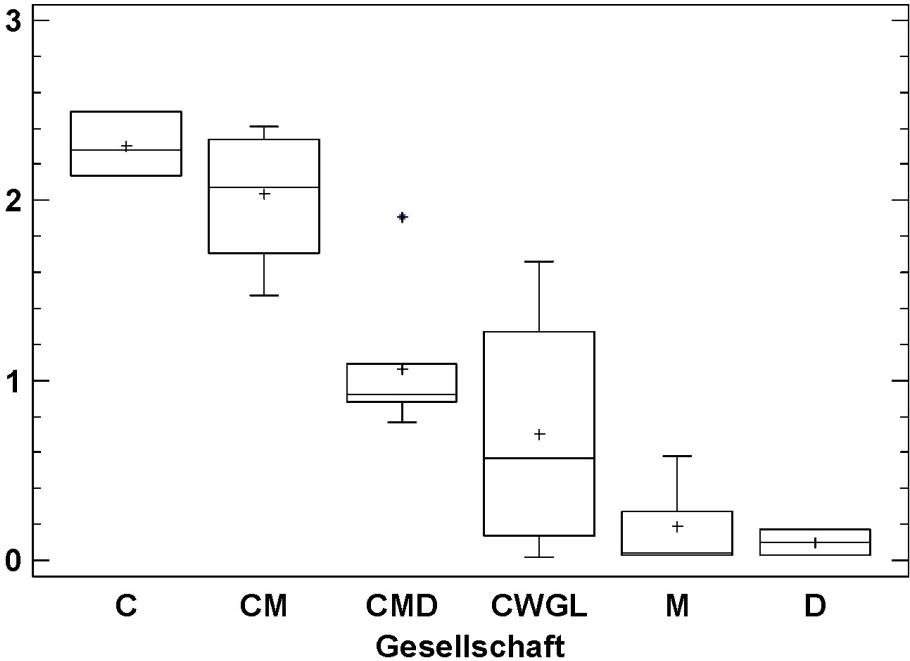


Abbildung 3: Vergleich der Pflanzengesellschaften und ihrer Ausbildungen bezüglich des Vitalitätsindex VDW von *Calluna vulgaris*.

C = *Calluna vulgaris*-Gesellschaft, CM = *Calluna vulgaris*-Gesellschaft in Ausprägung mit *Molinia caerulea*, CMD = *Calluna vulgaris*-Gesellschaft in Ausprägung mit *Molinia caerulea* und *Deschampsia flexuosa*, CWGL = *Calluna vulgaris*-Gesellschaft, Ausprägung mit Arten des Wirtschaftsgrünlands, M = *Molinia caerulea*-Gesellschaft, D = *Deschampsia flexuosa*-Gesellschaft

Zikadengemeinschaften

Gefundene Arten und Zusammensetzung der Zikadenfauna

Auf den 36 untersuchten Flächen sowie dem Transekt konnten insgesamt 32 Zikadenarten in 1869 Individuen (Aufnahmeflächen) bzw. 318 Individuen (Transekt) nachgewiesen werden. Zwei Eintiere im Larvalstadium konnten nicht auf Artniveau bestimmt werden und gingen daher nicht in die weiteren Betrachtungen ein. Tabelle 5 zeigt alle gefundenen Arten mit Angabe der Familie und Unterfamilie, dem ökologischen Spezialisierungsgrad, der Nährpflanze, dem bevorzugten Habitat und dem Gefährdungsstatus. Es wurden sechs Arten gefunden, die auf der Vorwarnliste bzw. der Roten Liste Deutschlands stehen (NICHEL et al. in Vorb.).

Tabelle 5: Kommentierte Artenliste der auf der Rauchblöße festgestellten Zikadenarten mit Angabe der Familie und Unterfamilie, zur Ökologie, den Nährpflanzen, dem Habitat und dem Status auf der Roten Liste Deutschlands.

Angaben aus NICKEL & REMANE (2002), ACHTZIGER & NICKEL (1997), KUNZ et al. (2011) und NICKEL et al. (in Vorb.). Nomenklatur der Arten nach KUNZ et al. (2011). Ökologie (Ö): P = Pionierart, E = eurytop/euryöke Grünlandbesiedler, O = oligotop/ökologisch anspruchsvoll, S = Spezialist/spezialisiert bezüglich Nährpflanze und Habitat/Mikroklima; Rote-Liste-Kategorie (R): * = ungefährdet, V = Vorwarnstufe, 3 = gefährdet

Artnamen, Familie, Unterfamilie	Ö	Nährpflanzen	Habitat	R
FAMILIE DELPHACIDAE				
<i>Eurybregma nigrolineata</i> (Scott) Zebraspornzikade	E	<i>Elymus repens</i> , <i>Holcus lanatus</i>	besonntes, oft gestörtes Offenland	*
<i>Eurysula lurida</i> (Fieb.) Reitgras-Spornzikade	S	<i>Calamagrostis epi- gejos</i> , <i>C. canescens</i>	Waldlichtungen, Abbau- und Ruderalflächen, an <i>C. canescens</i> in Sümpfen an Gräsern in lichten Wäl- dern, unter Gebüsch u. Einzelbäumen	*
<i>Hyledelphax elegantula</i> (Boh.) Harlekenspornzikade	O	Poaceae	verschiedene Offenland- biotope, Intensivgrünland	*
<i>Javesella pellucida</i> (F.) Wiesenspornzikade	P	Poaceae, Cypera- ceae (u. a.?)	Kahlschläge, Ruderal- und Abbauflächen, Bahn- dämme	*
<i>Mirabella albifrons</i> (Fieb.) Weißkopf-Spornzikade	S	<i>Calamagrostis epi- gejos</i> , <i>C. canescens</i>	wechselfeuchte bis anmoo- rige Standorte höherer Lagen	V
<i>Muellerianella extrusa</i> (Scott) Pfeifengras-Spornzikade	S	<i>Molinia caerulea</i>		
FAMILIE APHROPHORIDAE				
<i>Aphrophora alni</i> (Fall.) Erlenschauzikade	E	Adulti Gehölze, Larven v. a. dikotyle Kräuter	Adulti an Laubgehölzen, Larven an Kräutern	*
<i>Neophilaenus lineatus</i> (L.) Grasschauzikade	O	Poaceae, Cypera- ceae, Juncaceae	verschiedene, extensiv genutzte Grasbiotope, lichte Wälder	*
<i>Philaenus spumarius</i> (L.) Wiesenschauzikade	E	v. a. dikotyle Kräuter	verschiedene Offenland- biotope, bis zu offenen Wäldern	*
FAMILIE CICADELLIDAE				
Unterfamilie Ulopinæ				
<i>Ulopa reticulata</i> (F.) Heidekrautzikade	S	<i>Calluna vulgaris</i>	Heide- und Moorbiotope	V
Unterfamilie Megophthalminæ				
<i>Megophthalmus scanicus</i> (Fall.) Gemeine Kappenzikade	O	Fabaceae	Magerwiesen-/weiden, Heiden, Niedermoore	*
Unterfamilie Macropsinæ				
<i>Macropsis fuscula</i> (Zett.) Himbeer-Maskenzikade	O	<i>Rubus idaeus</i> , <i>R. caesius</i> , <i>R. fruti- cosus</i> agg.	Gebüsche und Wälder	*

Artname, Familie, Unterfamilie	Ö	Nährpflanzen	Habitat	R
Unterfamilie Dorycephalinae				
<i>Eupelix cuspidata</i> (F.) Löffelzikade	O	<i>Festuca ovina</i> , <i>F. rubra</i> ?	trockene bis frische Gras- biotope	V
Unterfamilie Aphrodinae				
<i>Anoscopus albifrons</i> (L.) Braune Erdzikade	E	Poaceae	Magerwiesen, Heiden, Waldlichtungen	*
<i>Anoscopus flavostriatus</i> (Don.) Streifenerdzikade	O	Poaceae	Magerwiesen/-weiden, Waldlichtungen, Nieder- moore, Brachen	*
<i>Planaphrodes trifasciata</i> (Geoffr.) Heide-Erdzikade	O	<i>Calluna vulgaris</i> ? <i>Thymus spp.</i> ?	besonnte, vegetationsar- me Trockenrasen, Heiden, Hochmoore	3
Unterfamilie Typhlocybiniae				
<i>Dikraneura variata</i> (Hardy) Schmielenblattzikade	O	<i>Deschampsia fle- xuosa</i> , <i>Festuca</i> spp.	mäßig trockene, halbschatti- ge Standorte	*
<i>Zygina rubrovittata</i> (Leth.) Heidefeuerzikade	S	<i>Calluna vulgaris</i>	sandige Trockenstandorte	3
<i>Zyginidia scutellaris</i> (H.-S.) Maisblattzikade	E	Poaceae	verschiedene Grasbiotope	*
Unterfamilie Deltocephalinae				
<i>Arthaldeus arenarius</i> (Rem.) Landschilfzirpe	S	<i>Calamagrostis epigejos</i>	feuchte bis mäßig trockene Biotope	*
<i>Balclutha calamagrostis</i> (Oss.) Reitgras-Winterzirpe	S	<i>Calamagrostis epigejos</i> , <i>C. pseudo- phragmites</i>	Abbauflächen, Waldlich- tungen	*
<i>Doratura stylata</i> (Boh.) Wiesendolchzirpe	O	<i>Festuca rubra</i> , <i>Ag- rostis capillaris</i> u. a.	offene, meist mäßig trockene Magerstandorte	*
<i>Elymana sulphurella</i> (Zett.) Schwefelgraszirpe	O	Poaceae	feuchtes bis trockenes Grün- land, v. a. an höherwüchsi- gen Gräsern	*
<i>Errastunus ocellaris</i> (Fall.) Bunte Graszirpe	E	Poaceae	v. a. auf besonntem Grün- land an höherwüchsigen Gräsern	*
<i>Jassargus pseudocellaris</i> (Fl.) Wiesen-Spitzkopfzirpe	O	<i>Festuca rubra</i> , <i>Agrostis capillaris</i> (u. a.?)	trockenes bis feuchtes Grün- land und Wälder	*
<i>Jassargus sursumflexus</i> (Then) Ried-Spitzkopfzirpe	S	<i>Molinia caerulea</i>	Feuchtwiesen und Moore	V
<i>Macrosteles laevis</i> (Rib.) Ackerwanderzirpe	P	Poaceae u.a.	verschiedene anthropogene Biotope	*
<i>Psammotettix helvolus</i> (Kbm.) Löffelsandzirpe	E	Poaceae	verschiedenes, meist mäßig trockenes Grünland	*
<i>Recilia coronifer</i> (Marsh.) Kronengraszirpe	O	<i>Holcus mollis</i> , <i>Molinia caerulea</i>	Waldlichtungen, Moorrän- der, Streuwiesen	*
<i>Streptanus marginatus</i> (Kbm.) Schlängelschmielenzirpe	O	<i>Deschampsia flexuosa</i> , <i>Festuca ovina</i>	offene Wälder und Heiden	*

In Abbildung 4 sind die Anteile der Individuen und der Artenzahl der Zikaden bezüglich ihrer ökologischen Spezialisierung dargestellt. Dabei zeigt sich, dass ca. 80 % der Individuen zu den Spezialisten zählen. Bezogen auf die Artenzahl sind immerhin fast 75 % der Arten ökologisch spezialisiert oder ökologisch anspruchsvoll (oligotop). Eurytope und Pionierarten stellen jeweils die geringeren Anteile der Zikaden.

Zikadengemeinschaften und Beziehungen zur Vegetation

Die Zikadenfauna der Rauchblöße zeichnet sich durch einen hohen Anteil von ökologisch anspruchsvollen Zikaden aus, die zumeist an eine bestimmte Nährpflanze (z. B. *Calluna vulgaris*, *Molinia caerulea*, *Deschampsia flexuosa*, *Calamagrostis epigejos*) gebunden sind. Dies geht auch aus Tabelle 6 hervor, in der die Individuenzahlen der zwölf dominanten Zikadenarten pro Untersuchungsfläche, geordnet nach den einzelnen Vegetationstypen, zusammengestellt sind. Es zeigt sich, dass die an eine bestimmte Pflanzenart gebundenen Arten (durch Fettdruck gekennzeichnet) im Wesentlichen auf den durch die jeweilige Nährpflanzenart dominierten Vegetationstyp beschränkt sind.

Am häufigsten wurde die Heidekrautzikade (*Ulopa reticulata*) als dominante Art für reine *Calluna*-Heideflächen (C) sowie mit hohen Individuenanteilen auch auf den Flächen der *Calluna*-*Molinia*-Gesellschaft (CM) festgestellt. Dagegen kam die ebenfalls streng an *Calluna vulgaris* gebundene Heide-Feuerzikade (*Zygina rubrovittata*) vor allem auf den reinen *Calluna*-Flächen (C) vor. Auf den *Calluna*-*Molinia*-Flächen (CM) trat sie dagegen nur in geringen Individuenzahlen oder gar

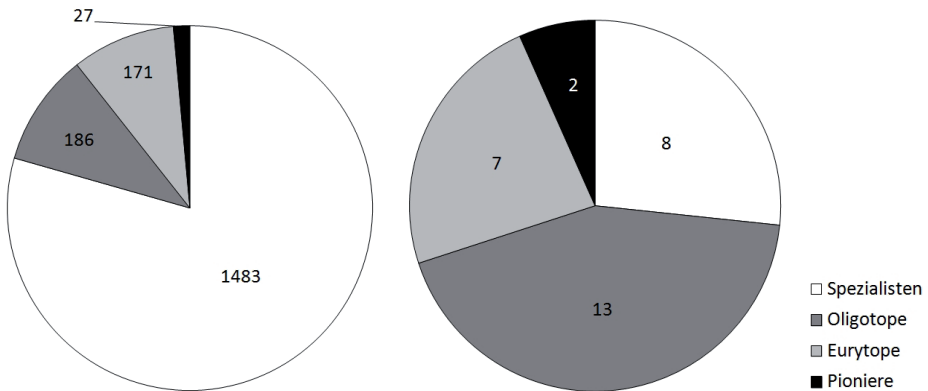


Abbildung 4: Anteile der Zikaden auf Grundlage der Individuenzahl (links) und der Artenzahl (rechts), eingeteilt nach der Ökologie (entsprechend Angaben in Tabelle 5)

Tabelle 6: Individuenzahlen der zwölf dominanten Zikadenarten auf den einzelnen Untersuchungsflächen, geordnet nach Vegetationstypen.

Vegetationstypen: C = *Calluna*, CM = *Calluna/Molinia*, M = *Molinia*, D = *Deschampsia*, Ca = *Calamagrostis*, MCa = *Molinia/Calamagrostis*. Fettgedruckte Artnamen = Arten, die sich monophag 1. oder 2. Grades ernähren (Nährpflanzen spezialisten), N = Individuenzahl, F = Frequenz, S = Artenzahl, schwarz hinterlegte Flächen = Flächen unter Gehölzaufwuchs (*Betula pendula*)

Aufnahme-Nr.	8	35	13	46	22	34	9	23	41	44	17	5	31	40	14	16	18	19	21	38	15	39	12	11	32	7	3	20	37	36	47	33	4	29	6	N	F										
Vegetationstyp	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M						
<i>Zyginia rubrovittata</i>	8	3	11	3	15	3	2	12	19	1	5	3	3										1																91	15							
<i>Ulopa reticulata</i>	37	19	26	30	19	27	34	23	43	54	23	21	27	34	5	30	22	45	28	23	43	17	16	2	1	2															663	29					
<i>Jassargus sursumflexus</i>	2				7	4	2	4			6	9	17	26	1	3	16	7	19	16	12	13	22	60	30	45	15	1	23	4	13	8									390	28					
<i>Muellerianella extrusa</i>	1	1			1	4	2	2			2	3	1	2	3	1	11	14	25	2	5	16	25	21	18	47	7	15	15	23	1											270	28				
<i>Neophilaenus lineatus</i>															1	1	2	1	5	4		9	2	27	1	28	6	10	4	1	1												112	20			
<i>Jassargus pseudocellaris</i>																																												33	3		
<i>Javesella pellucida</i>																																												25	6		
<i>Eurysula lurida</i>																																												48	3		
<i>Balclutha calamagrostis</i>																																												11	3		
<i>Arthaleus arearius</i>																																													7	3	
<i>Mirabella albifrons</i>																																													3	2	
<i>Errastunus ocellaris</i>																																														7	4
N gesamt	40	27	29	43	26	44	51	37	59	80	32	38	50	66	16	36	60	66	80	43	72	50	92	84	77	105	32	21	55	55	33	47	102	97	24									1869			
S gesamt	3	2	2	4	4	4	8	6	4	5	4	4	6	5	7	5	7	3	7	5	6	5	6	4	4	7	3	4	8	7	8	8	12	7	8										5,49	32	

nicht mehr auf. Die beiden *Molinia*-Spezialisten *Muellerianella extrusa* (Pfeifengras-Spornzikade) und *Jassargus sursumflexus* (Ried-Spitzkopfzirpe) waren auf den reinen *Molinia*-Flächen (M) am häufigsten zu finden und kamen auf *Molinia-Calluna*-Flächen in geringen Häufigkeiten und auf den reinen *Calluna*-Flächen nur noch vereinzelt vor. Die verschiedene Gräser besiedelnde Art *Neophilaenus lineatus* (Grasschaumzikade) war am häufigsten auf den reinen *Molinia*-Flächen zu finden, aber auch auf den *Deschampsia*- (D) und den *Calamagrostis*-Flächen (Ca) kam sie vereinzelt vor. Nur auf den *Deschampsia*-Flächen wurde die schmalblättrige Gräser besiedelnde Art *Jassargus pseudocellaris* (Wiesen-Spitzkopfzikade) festgestellt, während die verschiedene Gräser besiedelnde und weit verbreitete Wiesenspornzikade (*Javesella pellucida*) sowohl auf den *Deschampsia*-Flächen als auch auf den *Calamagrostis*-Flächen festgestellt wurde.

Auf diesen Flächen wurden zudem einige Arten gefunden, die in anderen Vegetationstypen nicht vorkamen, darunter die vier *Calamagrostis*-Spezialisten *Eurysula lurida* (Reitgras-Spornzikade), *Balclutha calamagrostis* (Reitgras-Winterzirpe), *Arthaldeus arenarius* (Landschilfzirpe) und *Mirabella albifrons* (Weißkopf-Spornzikade).

Wenn man die verschiedenen Vegetationstypen und die spezialisierten Arten in Tabelle 6 betrachtet, kann man erkennen, dass die Artenzahlen in der *Calluna*- (C), *Calluna-Molinia*- (CM) und *Molinia*-Gesellschaft (M) immer zwischen zwei und vier lagen und selbst in den Mischbeständen dieser beiden Pflanzenarten teilweise noch alle vier *Calluna*- und *Molinia*-Spezialisten vorkamen. Dagegen kamen auf den *Calamagrostis*-Flächen (Ca) fast immer alle vier *Calamagrostis*-Spezialisten vor. Da auf diesen Flächen teilweise *Molinia* auftrat, wurden die Pfeifengras-Spezialisten auch dort vereinzelt gefunden. *Calluna vulgaris* trat auf diesen Flächen jedoch überhaupt nicht auf, weshalb die *Calluna*-Spezialisten dort fehlten (Tabelle 6).

Wie sich bereits in Tabelle 6 abzeichnet, waren die Individuenzahlen von *Ulopa reticulata* (Heidekrautzikade) positiv mit dem Deckungsgrad von *Calluna vulgaris* korreliert (Spearman-Rangkorrelation: $r_s = 0,62$, $p < 0,01$, $n = 28$; siehe BEYER & SCHULZE 2015). Gleiches gilt für die Beziehung zwischen der Individuenzahl und dem Vitalitätsindex bezogen auf die Deckung von *Calluna vulgaris* (Abbildung 5).

Mit zunehmendem Vitalitätsindex des Heidekrauts (höheres Alter) nahm somit auch die Individuenzahl der Heidekrautzikade zu. Ein Zurückgehen der Heide etwa aufgrund der Verdrängung durch *Molinia caerulea* oder einer Beschattung durch Gehölze hätte damit auch negative Auswirkungen auf die Populationen der auf der Vorwarnliste der Roten Liste Deutschlands stehenden Heidekrautzikade. Dabei konnten keine signifikanten Unterschiede in den mittleren *Ulopa*-Individuenzahlen zwischen reinen *Calluna*-Flächen und *Calluna-Molinia*-Mischflächen festgestellt werden (Mann-Whitney-U-Test: $W = 42,5$, $p = 0,59$), was darauf

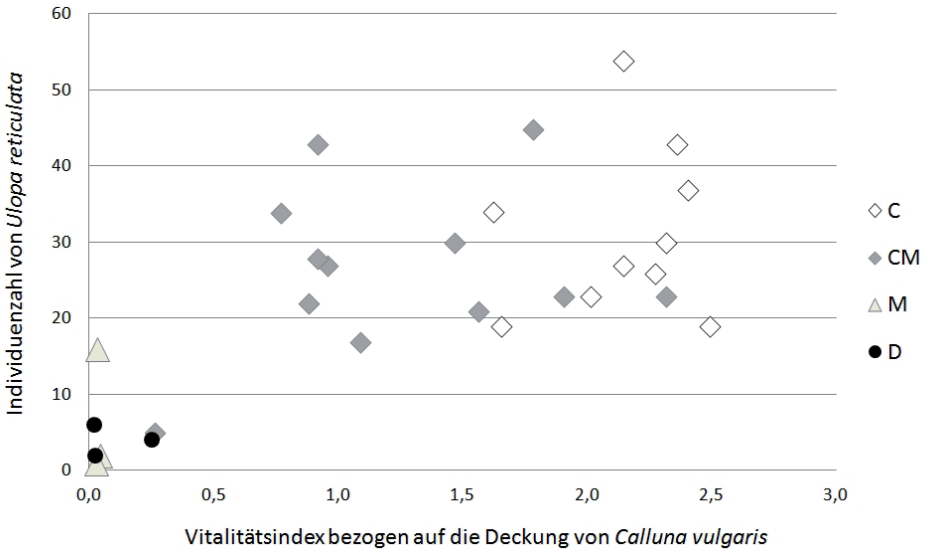


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen der Individuenzahl von *Ulopa reticulata* (Heidekrautzikade) pro Fläche und dem Vitalitätsindex V_{DW} bezogen auf die Deckung von *Calluna vulgaris* (siehe Tabelle 1) mit Kennzeichnung der einzelnen Vegetationstypen (Spearman-Rangkorrelation: $r_s = 0,59$, $p < 0,01$, $n = 28$); C = *Calluna*-Flächen, CM = *Calluna-Molinia*-Mischflächen, M = *Molinia*-Flächen, D = *Deschampsia*-Flächen

hinweist, dass die Gefahr der Verdrängung durch *Molinia* relativ gering ist. Dagegen zeigt sich ein möglicher negativer Effekt auf die Populationen von *Ulopa reticulata* und die Zikaden insgesamt durch die Beschattung aufgrund sich ausbreitender Gehölze: In den drei Untersuchungsflächen unter Gehölzen (in Tabelle 6 schwarz hinterlegt) waren insgesamt weniger Zikadenindividuen zu finden und zum Teil auch deutlich weniger Individuen der spezialisierten Arten (Flächen Nr. 14 und 20).

Transekt Offenland – Gehölz

Wie in Abbildung 6 dargestellt, nahm die Deckung von *Calluna vulgaris* entlang des untersuchten Transekts vom Offenland zum Gehölz ab, während die Deckung von *Molinia caerulea* zunahm. Im Übergangsbereich (Transekteilflächen 6 bis 11) trat zudem *Deschampsia flexuosa* mit geringen Deckungswerten auf. Das Transekt endete an einer Baumgruppe mit *Betula pendula* (letzte Transekteilfläche).

Bei den Zikaden trat *Ulopa reticulata* in allen Flächen auf, in denen *Calluna vulgaris* vorkam, was bereits in Tabelle 6 erkennbar war. Die monophag an *Calluna vulgaris* gebundene Art *Zygina rubrovittata* hingegen kam im Transekt ausschließlich in den reinen *Calluna*-Flächen am Beginn des Transekts vor

(Abbildung 6). Ebenfalls ähnlich wie in den Untersuchungsflächen kam der verschiedene Grasbestände besiedelnde *Neophilaenus lineatus* in den reinen *Molinia*-Flächen mit hohen Individuenzahlen vor. Dagegen trat die auf *Molinia caerulea* spezialisierte Art *Jassargus sursumflexus* auf allen Flächen mit Pfeifengras auf. Die ebenfalls an *Molinia caerulea* gebundene Art *Muellerianella extrusa* hatte ihren Schwerpunkt dagegen in den Flächen mit hohen Anteilen des Pfeifengrases. Die Verteilungsmuster für die beiden genannten Arten wurden fast identisch auch auf den Untersuchungsflächen gefunden (vgl. Tabelle 6). Mit der Untersuchung des Transekts konnten die Ergebnisse aus der Analyse der Untersuchungsflächen somit bestätigt werden.

Diskussion

Gefährdung von *Calluna vulgaris*

In Bezug auf die Vitalität und damit die Konkurrenzkraft von *Calluna vulgaris* sind deutliche Unterschiede zwischen den nachgewiesenen Gesellschaften zu erkennen, in denen die Art häufig (C, CM, CMD, CWGL) oder nicht so häufig (M, D) auftrat (Tabelle 3). In erstgenannten Gesellschaften kamen in fast jeder Aufnahme alle Vitalitäts- bzw. Altersklassen vor (Abbildung 3, BEYER & SCHULZE 2015). Daher ist keine klare Tendenz in Richtung Verjüngung oder Überalterung von *Calluna vulgaris* festzustellen. Aufgrund der vorkommenden Verjüngungsstadien sind diese Bestände aktuell vermutlich selbsterhaltend.

In der *Molinia caerulea*- und *Deschampsia flexuosa*-Gesellschaft hingegen befinden sich die vorkommenden Individuen von *Calluna vulgaris* zum Großteil in der Pionier- und Aufbauphase (Abbildung 3). Dies lässt auf das Potenzial zur kleinräumigen Neubesiedlung von Flächen schließen. Ob eine Ausbreitung des Heidekrautes in Bestände von *Molinia caerulea* stattfinden kann, ist dagegen unklar, da *Calluna vulgaris* an den Aufnahmeflächen jeweils nur in sehr geringen Deckungsgraden auftrat.

Unter schattigen bis halbschattigen Bedingungen scheint *Molinia caerulea* besser zu gedeihen als *Calluna vulgaris*. Auffallend ist, dass die *Molinia caerulea*-Gesellschaft die einzige von Gehölzbewuchs geprägte Gesellschaft ist (Tabelle 3, Spalten 23–30). Nach AERTS (1999) und HEIL & BRUGGINK (1987) kann *Calluna vulgaris* als dominante Art auf Böden mit geringer Nährstoffverfügbarkeit von Gräsern wie *Molinia caerulea* und *Deschampsia flexuosa* verdrängt oder ersetzt werden, wenn die Nährstoffverfügbarkeit ansteigt. Für die Rauchblöße kann anhand der vorliegenden Analyseergebnisse geschlossen werden, dass eine Verdrängung der Heide durch *Molinia caerulea* oder auch *Deschampsia flexuosa* aktuell wenig wahrscheinlich ist, sofern keine Nährstoffzufuhr erfolgt.

Calluna vulgaris

Molinia caerulea

Deschampsia flexuosa

Betula pendula

Zygina rubrovittata

Ulopa reticulata

Neophilaenus lineatus

Jassargus sursumflexus

Muellerianella extrusa

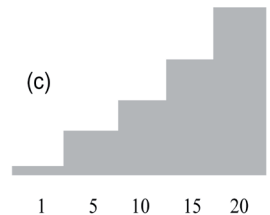
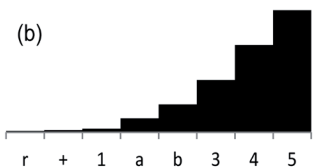
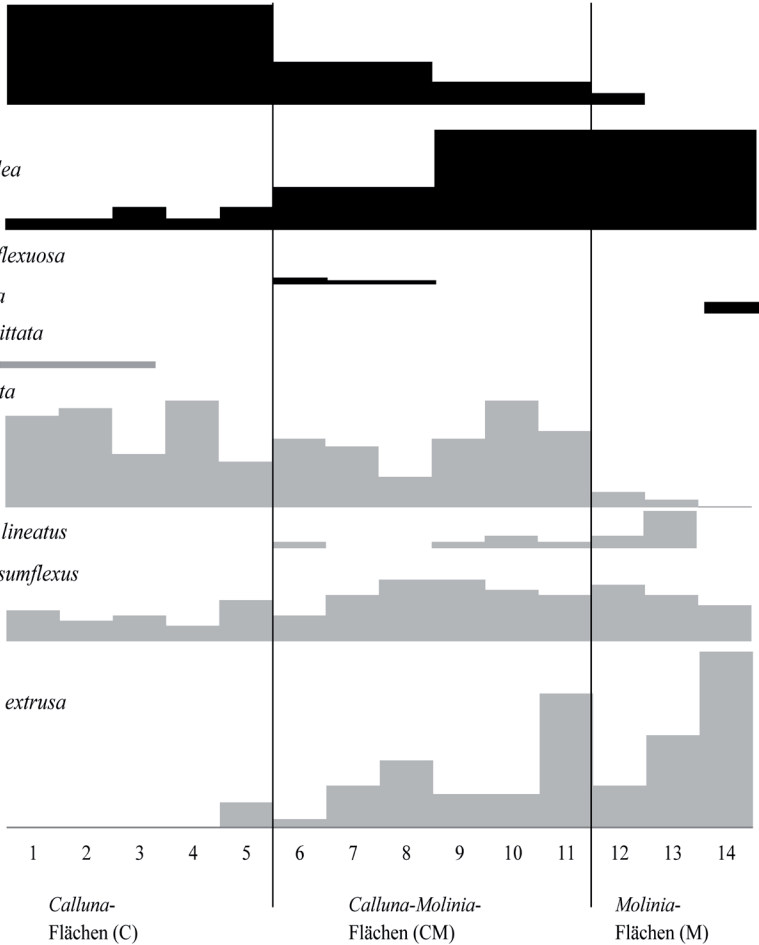


Abbildung 6: Darstellung der Arthäufigkeiten im Verlauf des Transekts vom reinen *Calluna*-Bestand über den *Calluna-Molinia*-Mischbestand und den reinen *Molinia*-Bestand bis zum Gehölzrand für die Pflanzenarten (schwarz) und die Zikadenarten (grau); (b) Symbolgrößen für die Deckungswerte der Pflanzen (vgl. Tabelle 1) und (c) für die Individuenzahlen der Zikaden.

Im Gegensatz dazu stellt die deutliche Ausbreitung der Gehölze und zunehmender Beschattung eine Gefahr für den Fortbestand der Heide auf der Rauchblöße dar. Die Transektuntersuchungen zeigen, dass unter *Betula pendula* in der Baumschicht die Deckung von *Calluna vulgaris* deutlich zu Gunsten von *Molinia caerulea* zurückgeht (Abbildung 6). Ähnlich verhält es sich in der *Molinia caerulea*-Gesellschaft, in deren Aufnahmen einige Gehölze nachgewiesen werden konnten (Tabelle 3, Spalten 23–30). *Calluna vulgaris* kommt in den Aufnahmen dieser Gesellschaft nur selten und wenn, dann mit niedrigen Deckungswerten vor.

Zikadengemeinschaften

Auf der Rauchblöße wurden zahlreiche Zikadenarten aus den unterschiedlichsten Biotoptypen bzw. Bindungen an verschiedene Pflanzenarten nachgewiesen. Da Zikaden an Pflanzen saugend ihre Nahrung aufnehmen (vgl. KUNZ et al. 2011), sind sie an das Vorkommen ihrer jeweiligen Nährpflanzen gebunden. Insbesondere die in hohen Anteilen vorkommenden Nährpflanzenspezialisten sind auf das Vorkommen und auf einen guten Zustand der jeweiligen Nährpflanze angewiesen (z. B. HARTLEY & GARDNER 1995, HARTLEY et al. 2003). Die Artenzusammensetzung der Zikaden auf den untersuchten Flächen ändert sich maßgeblich mit der Veränderung der Pflanzenzusammensetzung. Aufgrund des hohen Anteils an spezialisierten Arten zeigten sich für jeden Vegetationstyp bzw. für jede dominierende Pflanzenart relativ klar abgrenzbare Artengemeinschaften (vgl. Tabelle 6, Abbildung 7), wobei die *Calamagrostis*- und die *Deschampsia*-Flächen etwas artenreicher als die Flächen mit *Calluna* und/oder *Molinia* waren.

Mit insgesamt acht spezialisierten Zikadenarten, die zusammen 80 % der Individuen stellten, konnte auf der Rauchblöße trotz der geringen Pflanzenartenzahl ein hoher Anteil an Zikadenarten nachgewiesen werden, mit dem der Standort ökologisch bewertet werden kann. Mit den beiden *Calluna*-Spezialisten *Ulopa reticulata* und *Zygina rubrovittata* wurden alle der nach NICKEL (2003) in Deutschland streng monophag an *Calluna vulgaris* lebenden Zikadenarten gefunden, weshalb die Heidebestände als wertvoll betrachtet werden können. Da auch *Ulopa reticulata* sehr anfällig auf Veränderungen von *Calluna*-Pflanzen reagiert (MELBER 1989), ist ihr häufiges Vorkommen ein guter Indikator für den schützenswerten Zustand des Heidebestands auf der Rauchblöße. Für *Molinia caerulea* wurden auf der Rauchblöße zwei der vier nach NICKEL (2003) in Deutschland streng monophagen Arten nachgewiesen (Tabelle 5). Als eigentlich in feuchten Biotopen auf *Molinia caerulea* lebende Arten können sie offensichtlich ebenfalls die mit dem spezifischen *Molinia caerulea*-Ökotyp (vgl. GOLDE 2001, OLIAS et al. 2004) bewachsenen trockenen Schwermetallflächen besiedeln.

Da aktuell alle vier *Calluna*- und *Molinia*-Spezialisten nebeneinander an ihren Wirtspflanzen vorkommen, lässt sich mutmaßen, dass derzeit keine Gefahr für diese Arten wegen der möglichen Konkurrenz zwischen *Calluna vulgaris* und

Molinia caerulea besteht. Es hat sich eher angedeutet, dass die Verbuschung und damit Beschattung der mit *Calluna vulgaris* bewachsenen Offenlandflächen eine größere Gefahr auch für die Zikaden darstellt. Auf den unter Gehölzaufwuchs liegenden Flächen kam die Heidekrautzikade *Ulopa reticulata* im Gegensatz zu den Offenlandflächen mit geringeren Individuenzahlen vor (vgl. Tabelle 6).

Vorschläge für Erhaltungsmaßnahmen

Die Rauchblöße ist Bestandteil des FFH-Gebiets „Schwermetallheiden bei Freiberg“. Die von *Calluna vulgaris* dominierten Flächen sind dem Lebensraumtyp „Trockene Heiden“ (LRT 4030) zuzuordnen (OLIAS et al. 200.). In der Roten Liste der Biotoptypen Sachsens (BUDER & UHLEMANN 2010) werden die „Zwergstrauchheiden“ als stark gefährdet eingestuft, so dass die Erhaltung der Heideflächen aus Naturschutzsicht von hoher Bedeutung ist.

Dagegen führt eine Beschattung durch Gehölze zu einem Rückgang der Deckung von *Calluna vulgaris*, weshalb die zunehmende Verbuschung der Rauchblöße ein erhebliches Gefährdungspotenzial für die Pflanzenart und die an sie gebundenen Insektenarten, wie etwa Zikaden, darstellt. Durch die regelmäßige Entfernung des Gehölzaufwuchses könnte der Offenlandcharakter der Rauchblöße erhalten (OLIAS et al. 2004) und einer Verdrängung von *Calluna vulgaris* durch Gehölzaufwuchs entgegengewirkt werden. Allerdings ergäben sich dabei erhöhte Anforderungen an die Entsorgung des vermutlich mit Schwermetallen belasteten Gehölzschnitts.

Um einer möglichen Überalterung von *Calluna*-Beständen vorzubeugen, stehen prinzipiell vier Pflegemaßnahmen zur Verfügung: Beweidung, kontrolliertes Brennen, Mahd und Plaggen (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Eine Beweidung ist aufgrund der Schwermetallbelastung der potentiellen Futterpflanzen kaum umsetzbar. Kontrolliertes Brennen könnte zur Verdriftung von schwermetallbelasteten Partikeln führen, würde aber effektiv zur Verjüngung der Heide beitragen (z. B. ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Nach BRYs et al. (2005), ROSS et al. (2003) und HOBBS & GIMINGHAM (1987) kann durch Brennen jedoch die Ausbreitung von *Molinia caerulea* gefördert werden. Auch infolge einer Mahd kann es zur Einwanderung von Gräsern kommen (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Zusätzlich ist die große Menge des anfallenden, mit Schwermetallen belasteten Schnittguts auf der Rauchblöße problematisch, entsprechendes gilt auch für das Plaggen. Insgesamt erscheint eine Mahd zur Verjüngung der Heidebestände auf der Rauchblöße aber die am ehesten zu realisierende Maßnahme darzustellen.

Danksagung

Wir danken dem Landratsamt Mittelsachsen, untere Naturschutzbehörde für die Erteilung der Betretungs- und Fanggenehmigung sowie Herrn Norman Schiwora für fachliche Informationen. Außerdem danken wir Frau Dr. Christin Jahns von der SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH für die Bereitstellung des Abschlussberichtes zur „Detailerkundung zur Rauchblöße Muldenhütten“ von 1994.

Literatur

- ACHTZIGER, R., W. E. HOLZINGER, H. NICKEL & R. NIEDRINGHAUS (2014): Zikaden (Insecta: Auchenorrhyncha) als Indikatoren für die Biodiversität und zur naturschutzfachlichen Bewertung. – *Insecta* 14: 37–62
- ACHTZIGER, R. & H. NICKEL (1997): Zikaden als Bioindikatoren für naturschutzfachliche Erfolgskontrollen im Feuchtgrünland. – *Beiträge zur Zikadenkunde* 1: 3–16
- AERTS, R. (1999): Interspecific competition in natural plant communities: mechanisms, trade-offs and plant-soil feedbacks. – *Journal of Experimental Botany* 330: 29–37
- BEYER, C. & C. SCHULZE (2015): Ökologische Analyse der Vegetation und der Zikadengemeinschaften auf der „Rauchblöße“ bei Muldenhütten in der Bergbaufolgelandschaft von Freiberg. – Bachelorarbeiten an der TU Bergakademie Freiberg, AG Biologie/Ökologie, unpubl.
- BIEDERMANN, R., R. ACHTZIGER, H. NICKEL & A. J. A. STEWART (2005): Conservation of grassland leafhoppers: a brief review. – *Journal of Insect Conservation* 9: 229–243
- BIEDERMANN, R. & R. NIEDRINGHAUS (2004). Die Zikaden Deutschlands: Bestimmungstabellen für alle Arten. – WABV, Scheeßel
- BRADLEY, R., A. J. BURT & D. J. READ (1981): Mycorrhizal infection and resistance to heavy metal toxicity in *Calluna vulgaris*. – *Nature* 292: 335–337
- BRYN, R., H. JACQUEMYN & G. DE BLUST (2005): Fire increases aboveground biomass, seed production and recruitment success of *Molinia caerulea* in dry heathland. – *Acta Oecologica* 28: 299–305
- BUDER, W. & S. UHLEMANN (2010): Biototypen. Rote Liste Sachsens. – Hrsg. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Dresden
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. – Eugen Ulmer, Stuttgart
- DURKA, W., & W. ACKERMANN (1993): SORT – Ein Computerprogramm zur Bearbeitung von floristischen und faunistischen Artentabellen. – *Natur und Landschaft* 68: 16–21
- ELLENBERG, H., & C. LEUSCHNER (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen – in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. – Eugen Ulmer, Stuttgart

- ELLENBERG, H., H. E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULISSEN (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – *Scripta Geobotanica* 18: 258 S.
- FAHNING, E., R. GERLACH, J. BARZSCH, S. PÜSCHEL & J. SIEGERT (1994): Detailerkundung zur Rauchblöße Muldenhütten mit floristisch-faunistischer Bestandsaufnahme. – acd GmbH, Freiberg. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der SAXONIA AG i. L.
- GOLDE, A. (2001): Schwermetallfluren – ein in Sachsen bislang verkannter Lebensraumtyp – Überblick über Vorkommen und Ausbildungsformen im Freiburger Bergbauebiet. – *Berichte der Arbeitsgemeinschaft sächsischer Botaniker*, Neue Folge, 18: 49–60
- GIMINGHAM, C. H. (1972): *Ecology of Heathlands*. – Chapman & Hall, London, 266 S.
- HARTLEY, S. E. & S. M. GARDNER (1995): The response of *Philaenus spumarius* (Homoptera: Cercopidae) to fertilizing and shading its moorland host-plant (*Calluna vulgaris*). – *Ecological Entomology* 20: 396–399
- HARTLEY, S. E., S. M. GARDNER & R. J. MITCHELL (2003): Indirect effects of grazing and nutrient addition on the hemipteran community of heather moorlands. – *Journal of Applied Ecology* 40: 793–803
- HEIL, G. W. & M. BRUGGINK (1987): Competition for nutrients between *Calluna vulgaris* (L.) Hull and *Molinia caerulea* (L.) Moench. – *Oecologia* 73: 105–107
- HOBBS, R. J. & C. H. GIMINGHAM (1987): Vegetation, fire and herbivore interactions in heathland. – *Advances in ecological research* 16: 87–173
- KOLMSCHLAG, F.-P. (2010): Sieben Jahrhunderte Hüttenstandort Muldenhütten, Freiberg. – Hrsg. Muldenhütten Recycling und Umwelttechnik GmbH
- KUNZ, G., H. NICKEL & R. NIEDRINGHAUS (2011): Fotoatlas der Zikaden Deutschlands: Photographic atlas of the planthoppers and leafhoppers of Germany. – WABV, Scheeßel
- LFULG (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) (ohne Jahr): NATURA 2000. Schwermetallhalden bei Freiberg. – http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/natura2000/2021.aspx#a_schutzwuerdigkeit (Einsicht 18.05.2015)
- MANNSFELD, K. & R.-U. SYRBE (Hrsg), (2008): *Naturräume in Sachsen. – Forschungen zur deutschen Landeskunde*, Band 257, Deutsche Akademie für Landeskunde, Selbstverlag, Leipzig
- MELBER, A. (1989): Entwicklung und Populationsdynamik der Heidezikade *Ulopa reticulata* (Hom., Auchenorrhyncha, Cicadellidae) in nordwestdeutschen Calluna-Heiden. – *Zoologisches Jahrbuch, Abteilung für Systematik* 116: 21–30
- MOLLÉE, R. (2013): Altlastenprojekt SAXONIA eine Retrospektive. – SAXONIA Standortentwicklungs- und verwaltungsgesellschaft mbH, Freiberg
- NICKEL, H. (2003): *The Leafhoppers and the Planthoppers of Germany (Hemiptera, Auchenorrhyncha): Patterns and strategies in a highly diverse group of phytophagous insects*. – Pensoft Publishers, Sofia

- NICKEL, H., R. ACHTZIGER, R. BIEDERMANN, C. BÜCKLE, U. DEUTSCHMANN, R. NIEDRINGHAUS, R. REMANE, S. WALTER & W. WITSACK (in Vorb.): Rote Liste und Gesamtartenliste der Zikaden (Hemiptera: Auchenorrhyncha) Deutschlands
- NICKEL, H. & R. REMANE (2002): Artenliste der Zikaden Deutschlands, mit Angaben zu Nährpflanzen, Nahrungsbreite, Lebenszyklen, Areal und Gefährdung (Hemiptera, Fulgoromorpha et Cicadomorpha). – Beiträge zur Zikadenkunde 5: 27–64
- OLIAS, M., A. GOLDE, A. GÜNTHER & R. REISSMANN (2004): Abschlussbericht zum Projekt: Managementplan für das SCI 255 „Schwermetallhalden bei Freiberg“. – Naturschutzinstitut Freiberg, unveröff. Gutachten im Auftrag des StUFA Chemnitz
- ROSS, S., H. ADAMSON & A. MOON (2003): Evaluating management techniques for controlling *Molinia caerulea* and enhancing *Calluna vulgaris* on upland wet heathland in northern England, UK. – Agriculture Ecosystems and Environment 97: 39–49
- SCHMIDT, P. A., W. HEMPEL, M. DENNER, N. DÖRING, A. GNÜCHTEL, B. WALTER & D. WENDEL (2002): Potentielle Natürliche Vegetation Sachsens mit Karte 1 : 200 000. – Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege. Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden
- STÖCKMANN, M., R. BIEDERMANN, H. NICKEL & R. NIEDRINGHAUS (2013). The Nymphs of the Planthoppers and Leafhoppers of Germany. – WABV, Scheeßel

Anschriften der Verfasser

Christina Beyer, Goldbachweg 31, 09599 Freiberg
E-Mail: christina_beyer@t-online.de

Caroline Schulze, Meißner Gasse 28, 09599 Freiberg
E-Mail: carolineschulze@freenet.de

Dr. Roland Achtziger, Dr. Elke Richert
TU Bergakademie Freiberg, AG Biologie/Ökologie
Leipziger Straße 29, 09599 Freiberg
E-Mail: achtzig@ioez.tu-freiberg.de, elke.richert@ioez.tu-freiberg.de



Abbildung 1 zum Beitrag von BEYER et al. (ab Seite 2):

Die Rauchblöße bei Muldenhütten ist durch ein Mosaik von verschiedenen Dominanzbeständen geprägt. Neben reinen Besenheidebeständen existieren verschiedene Heide-Pfeifengras-Mischgesellschaften bis hin zu reinen Pfeifengrasbeständen, stellenweise mit Gehölzaufwuchs (hier Hänge-Birke). (Fotos: C. Beyer, C. Schulze)

