

Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg

 Band 78

The text 'Band 78' is centered below the title. To its left is a small black silhouette of a lion, which is the logo of the Baden-Württemberg state government.

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de
BEARBEITUNG UND REDAKTION	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Christine Bißdorf und Astrid Oppelt Referat Flächenschutz, Fachdienst Naturschutz fachdienst-naturschutz@lubw.bwl.de
BEZUG	www.lubw.baden-wuerttemberg.de Publikationen > Publikationen im Bestellshop der LUBW > Natur und Landschaft
PREIS	19 Euro
ISSN	1437-0093 (Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg. Band 78)
STAND	2015/2016
SATZ	Sabine Keller VIVA IDEA Grafik-Design, 73773 Aichwald, www.vivaidea.de
DRUCK	Offizin Scheufele Druck und Medien GmbH + Co. KG 70597 Stuttgart
AUFLAGE	1.300 Exemplare
TITELBILD	Reinhold Treiber



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

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

Einfluss des Mulchens auf Vegetation und Artenvielfalt von Lössböschungen im Kaiserstuhl

MIRA BÜLL, REINHOLD TREIBER, PHILIPP MEINECKE UND THOMAS LUDEMANN

ZUSAMMENFASSUNG	156
1 UNTERSUCHUNGSGBIET UND GRUNDLAGEN	156
1.1 Untersuchungsgebiet und Vegetation auf den Böschungen	156
1.2 Bisherige Untersuchungen	159
1.3 Fragestellungen	159
2 MATERIAL UND METHODEN	160
2.1 Teilgebiete und Flächenauswahl	160
2.2 Aufnahmeflächen und Lage an der Böschung	161
2.3 Datenanalyse	163
3 ERGEBNISSE	164
3.1 Gesamtbetrachtung und Betrachtung der Artenzahlen	164
3.2 Gefährdete Arten	167
3.3 Einfluss des Mulchens	167
3.4 Mahdverträglichkeit	169
3.5 Einfluss der Exposition	169
3.6 Einfluss des Teilgebiets	172
3.7 Vorkommen von gefährdeten Arten	172
4 DISKUSSION	174
4.1 Gesamtbetrachtung	174
4.2 Einfluss des Mulchens	174
4.3 Einfluss der Exposition	177
4.4 Einfluss des Teilgebiets	177
4.5 Gefährdete Arten	178
5 NATURSCHUTZFACHLICHER AUSBLICK	178
6 DANKSAGUNG	180
7 LITERATUR UND QUELLEN	180
8 ANHANG	182

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden süd- und ostexponierte Lössböschungen bei Ihringen und Vogtsburg im Kaiserstuhl untersucht, die bei Flurbereinigungen in den 1970er- und 1980er-Jahren neu angelegt wurden. Insgesamt wurden 31 Abtragsböschungen erfasst. Der Fuß jeder Böschung wird seit rund 20 Jahren jährlich zur Verkehrssicherung zweimal gemulcht, die Flächen darüber liegen seit ihrer Anlage brach. Verglichen wurde die Vegetation der Flächen bezüglich ihrer unterschiedlichen Pflege sowie deren Exposition und Lage. Dazu wurden pro Böschung zwei pflanzensoziologische Vegetationsaufnahmen, eine im gemulchten und eine im nicht gemulchten Bereich, direkt angrenzend, angefertigt. Mit 33 gegenüber 26 Arten ist der regelmäßig gemulchte Bereich signifikant artenreicher, unabhängig von der Exposition. Der Mulchstreifen ist signifikant dichter bewachsen als der nicht gemulchte Bereich. Zahlreiche Arten profitieren signifikant durch das Mulchen, darunter die Trockenrasenart Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*), aber auch der Geophyt Übersehene Traubenhyaazinthe (*Muscari neglectum*) und niedrigwüchsige Therophyten. Gold-Aster (*Aster linosyris*) und der konkurrenzstarke Neophyt Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*) sind im nicht gemulchten Bereich häufiger. Zahlreiche Arten verhalten sich gegenüber der Mulchmahd bei frühem Schnitt Ende April bis Juni und zweitem späten Schnitt im September indifferent, wobei dies wesentlich vom Zeitpunkt der Mahd

abhängt. Bezüglich der Exposition zeigte der Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*) eine deutliche Präferenz für Südböschungen, die Aufrechte Trespe dagegen für Ostböschungen. Das Arteninventar der Böschungen bei Vogtsburg unterscheidet sich deutlich von demjenigen bei Ihringen. Die historische Nutzung der Flächen spielt eine große Rolle bei der Vegetationsentwicklung. Die Mulchmahd kann positiv wirken, wenn der Zeitpunkt und die Häufigkeit an die Vegetation und besondere Arten angepasst werden. Dazu sollte die Mulchmahd von Böschungen nur abschnittsweise und zeitlich gestaffelt erfolgen. Es sollte selektiv gearbeitet werden, besonders trockene und niedrigwüchsige Teilflächen sollten von der Pflege ausgespart und nur in mehrjährigen Abständen gepflegt werden. Eine Mahd mit Abräumen ist möglich, wenn dies effizient mit Auslegern durchgeführt werden kann. Dies wird für die Zukunft im Kaiserstuhl angestrebt, um Biomasse zu entziehen und die Flächen auszuhagern.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis der Bachelorarbeit „Einfluss des Mulchens auf die Vegetation und Artenvielfalt von Lössböschungen im Kaiserstuhl“, die an der Fakultät für Biologie, Abteilung Geobotanik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg – nach einer Themenstellung durch den Landschaftserhaltungsverband Breisgau-Hochschwarzwald e. V. – erstellt wurde (BÜLL 2014).

1 Untersuchungsgebiet und Grundlagen

1.1 Untersuchungsgebiet und Vegetation auf den Böschungen

Der Kaiserstuhl liegt als kleines Gebirge vulkanischen Ursprungs mit bis zu 557 m ü. NN Höhe inmitten der südlichen Oberrheinebene. Kalkreicher Löss bedeckt die Oberfläche zu rund 85 % und ist bis zu 60 m mächtig (WILMANN 2009). Er ist deutschlandweit für sein warmes Klima, geringe durchschnittliche Jahresniederschläge von 650–700 mm, seine seltenen Tier- und Pflanzenarten und vor allem für seinen Wein bekannt. Der Kaiserstuhl ist eine weinbaulich herausragende Landschaft mit unzähligen Lössterrassen und

Böschungen. Die Terrassierung der Hanglagen reicht vermutlich bis in das frühe Mittelalter zurück, der Weinbau wird erstmals 769 n. Chr. urkundlich erwähnt (TREIBER 2014). Bis in die 1950er-Jahre wurden im Kaiserstuhl auch die Böschungen als Zusatzgrünland landwirtschaftlich genutzt und regelmäßig gemäht. Bis in die 1960er-Jahre waren die Terrassen sehr klein und nicht durch Wege angebunden, was den Weinbau mühevoll und ineffizient machte.

Zur Vereinfachung der Bewirtschaftung wurden großflächige Flurbereinigungen durchgeführt, die in den

1970er- und 1980er-Jahren auf viel Kritik stießen (STERN 1979). Durch die Flurbereinigungen wurde der Löss in seinem Gefüge verändert. Dabei entstanden Böschungsbereiche, von denen bei der Landschaftsmodellierung Oberboden abgetragen wurde, die sogenannten Abtragsböschungen. Böschungen, auf denen dieses Material aufgebracht wurde, werden Auftragsböschungen genannt. Auftragsböschungen wurden frischer, da das Wasser nicht mehr so schnell versickern konnte, während abgetragene Böschungsbereiche sich besonders trocken und nährstoffarm entwickelten (FISCHER 1980). Abtragsböschungen besitzen zudem keine historische Samenbank und haben einen äußerst nährstoffarmen Rohbodencharakter. Es findet dort also eine völlig spontane oder eine technische Neubegrünung statt.

Seit 1945 wurden rund 54 % der Nettoreibfläche in rund 100 Verfahren auf insgesamt 2.300 ha durch Flurbereinigungen verändert. Insgesamt werden im Kaiserstuhl rund 4.400 ha als Reibfläche bewirtschaftet. Großflächige Flurbereinigungen, die vor allem hinsichtlich

der Bewirtschaftungseinheiten und Erschließung optimiert wurden, erfolgten insbesondere in den Jahren 1968–1978 auf insgesamt rund 1.340 ha Fläche (TREIBER 2014). Dabei entstanden Lössböschungen mit bis zu 30 m Höhe, die nur mit großem Aufwand gepflegt werden können und sich überwiegend im Besitz der Gemeinden befinden.

Die Gemeinden des Kaiserstuhls lassen seit mindestens fünfzehn bis zwanzig Jahren den unteren Meter dieser Böschungen im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht und zur Erhaltung eines unverbuschten Randstreifens an allen öffentlichen Wegen mulchen. Die Mulchmähd findet in der Regel zweimal im Jahr statt, einmal im Frühsommer Ende April bis Juni und ein weiteres Mal im Spätsommer (September). Der darüberliegende Teil der Böschungfläche liegt hingegen seit ihrer Neuanlage in den 1970er- und 1980er-Jahren brach.

Mittlerweile sind die Großböschungen von hohem naturschutzfachlichem Wert. Sie bieten Lebensraum



Abbildung 1: Ausleger-Mulcher im Einsatz

Foto: Reinhold Treiber

für seltene, bedrohte und teils streng geschützte Tier- und Pflanzenarten wärmebegünstigter Lagen. Sie sind Teil der Biotopvernetzungsstruktur und des europäischen Schutzgebietsnetzes Natura 2000, sie liegen zu großen Teilen im Vogelschutzgebiet 7912-442 „Kaiserstuhl“ und mit rund 64 ha im Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Gebiet 7911-341 „Kaiserstuhl“.

Landschaftspflegemaßnahmen werden nun auf vielen Flächen, teils nach über 30 Jahren, erstmals nach ihrer Neuanlage durchgeführt. Die differenziert ausgeführte Böschungspflege wird über Anträge der Gemeinden nach der Landschaftspflegerichtlinie (LPR) finanziell unterstützt und über die Landschaftserhaltungsverbände (LEV) organisiert.

Bei den Maßnahmen kommen auch Ausleger-Mulchgeräte zum Einsatz, um die Arbeiten bewältigen zu können (Abbildungen 1 und 2). Um die Auswirkungen dieser Arbeiten beurteilen zu können, wurde die Vegetationsausprägung und ihr Unterschied im Vergleich zu den bislang nicht gepflegten Flächen genauer

untersucht. Die Vegetation im Mulchstreifen entlang der Wege unterscheidet sich schon augenscheinlich von den übrigen brachliegenden Flächen der Böschungen. Durch einen Vergleich von Flächenpaaren mit ansonsten gleichen standörtlichen Bedingungen (z. B. bezüglich Exposition, Boden und Nährstoffhaushalt) kann gezeigt werden, wie sich die Nutzung bzw. Pflege auf die Vegetation auswirkt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung können in der Praxis Anwendung finden und die Arbeit der LEV in diesem Bereich unterstützen.

Auf den Lössböschungen in den flurbereinigten Gebieten am Kaiserstuhl kommt eine Vielzahl verschiedener Pflanzengesellschaften vor. Eine wichtige Rolle spielt auf Lössböschungen das *Artemisia campestris-Cbondrilla juncea*-Stadium, das durch die beiden namensgebenden Arten gekennzeichnet ist (MENNLE 2000). Dieses wird bei fortschreitender Sukzession aufgrund von fehlender Mahd mit Saumarten wie dem Gewöhnlichen Dost (*Origanum vulgare*) und mit Festuco-Brometea-Arten angereichert. Beim Auftreten der Fieder-Zwenke



Abbildung 2: Seitenausleger-Mulcher im Einsatz an Wegrändern

Foto: Reinhold Treiber

(*Brachypodium pinnatum*) gehen diese Arten wieder zurück und es treten vermehrt Arrhenatherion-Arten, aber vor allem auch die Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*), die Kratzbeere (*Rubus caesius*) und die Gewöhnliche Waldrebe (*Clematis vitalba*) auf (MENNLE 2000). Die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*) tritt stellenweise dort auf, wo Teile der Albböschungen erhalten blieben, im Gebiet „Ihringen V-West“ (Fohrenberg) wurde sie angesät (MENNLE 2000). Eine Wiederbesiedlung mit Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen findet kaum statt, da die Großböschungen häufig weit von potenziellen Spenderflächen entfernt liegen und die meist flugunfähigen Samen nicht auf die neuen Böschungen transportiert werden können. Bei neueren Flurbereinungsverfahren wird deshalb gebietsheimisches Wiesendruschgut eingesät (TREIBER 2014).

1.2 Bisherige Untersuchungen

Zur Böschungsvegetation am Kaiserstuhl wurden bereits einige Studien durchgeführt. FISCHER (1980) untersuchte die dort vorkommenden Pflanzengesellschaften sowie deren Syndynamik. Er fand heraus, dass die Böschungsvegetation vor allem durch die Exposition der Böschung sowie der seit der letzten Umlagerung vergangenen Zeit, bestimmt wird. Die von ihm beschriebenen Gesellschaften und ihr Vorkommen in verschiedenen Sukzessionsstadien der neuangelegten Großböschungen wurden von MENNLE (2000) weiter untersucht. Dabei stellte dieser fest, dass die Sukzession auf Südböschungen wesentlich langsamer verläuft, als auf Böschungen anderer Exposition. TREIBER (2001) untersuchte Böschungen von Kleinterrassen und wies auf die historisch-morphologische und standörtliche Kontinuität sowie die Exposition als wesentliche Faktoren für die Vegetationsausprägung hin.

BÜRGER (1983) untersuchte den Einfluss von ungestörter Sukzession (Brache) und Mahd auf Trespenrasen am Kaiserstuhl. Sie stellte fest, dass in der Brache Arten mit unterirdischen Ausläufern gefördert werden, während niederwüchsige Arten, ohne unterirdische Ausläufer, verdrängt werden. Bei der Mahd werden laut BÜRGER (1983) niederwüchsige bis mittelhohe

Gräser sowie niederwüchsige früh blühende Pflanzen gefördert. Durch die Mahd zurückgedrängt wurden laut ihrer Analyse nur wenige Arten, darunter spätblühende Arten und Saumarten. Der Mahd-Zeitpunkt stellte sich als wichtiger Faktor bezüglich des Einflusses auf die Pflanzen heraus. In der Entwicklungsphase vor dem Beginn der Blüte waren einige Arten besonders schnittempfindlich (BÜRGER 1983).

Das Mulchen zur Verkehrssicherung unterscheidet sich von der von BÜRGER (1983) durchgeführten Mahd dadurch, dass bereits im Frühjahr – Ende April bis Juni – gemulcht wird, hierbei werden keine exakte Höhe eingehalten und das Schnittgut nicht abgetragen. Untersuchungen zur Auswirkung des Mulchens auf ehemaligen Wiesen- und Weideflächen wurden von SCHIEFER (1981) auf verschiedenen Flächen in Baden-Württemberg durchgeführt. Durch zweimaligen Mulchschnitt im Jahr wurden Arten des Wirtschaftsgrünlandes sowie lichtbedürftige, niedrigwüchsige und konkurrenzschwache Arten der Halbtrockenrasen gefördert.

1.3 Fragestellungen

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, wie sich das Mulchen auf die Vegetation von Lössböschungen auswirkt. Hierbei wurden das Verhalten der einzelnen Arten, insbesondere der gefährdeten, betrachtet und Expositionsunterschiede geprüft.

Folgende Fragen sollten beantwortet werden:

- Welchen Einfluss hat die aktuell durchgeführte Mulchmahd auf die floristische Diversität und Vegetationszusammensetzung der Böschungen?
- Welche Bedeutung haben Exposition und Gebietszugehörigkeit für die Artzusammensetzung und für die ökologische Charakterisierung der Böschung?
- Welche naturschutzrelevanten, gefährdeten und geschützten Arten kommen auf den untersuchten Böschungen vor und inwiefern werden diese durch Mulchmahd beeinflusst?

2 Material und Methoden

2.1 Teilgebiete und Flächenauswahl

Ausgewählt wurden vier Teilgebiete, die zwischen 1971 und 1978 großflächig flurbereinigt wurden. Das sind in Vogtsburg die Lagen „Bassgeige“ (81 ha, 1978) und „Badenberg“ (48 ha, 1974) sowie in Ihringen die Gebiete „V-West“ („Fohrenberg“ 89 ha, 1971) und „Abtsweingarten“ (99 ha, 1974) (Abbildung 3).

Folgende Auswahlkriterien wurden dabei angewendet:

- Zwei Teilgebiete in Ihringen und zwei Teilgebiete in Vogtsburg.
- Süd- und Ostböschungen: Der Exposition Süd wurden Böschungen von 145°–215° zugerechnet, der Exposition Ost Böschungen von 55°–125° (jeweils inkl. 35° Abweichung von der Hauptexposition).
- Abtragsböschungen
- Die Böschungen dürfen nicht direkt an Siedlungen angrenzen, um den Einfluss von dort gering zu halten.

Die Aufnahmelokalitäten wurden nach dem Zufallsprinzip (randomisiert) ausgewählt. Vor Ort wurden die ausgewählten Untersuchungsflächen dann der Reihe nach aufgesucht. Stellte sich heraus, dass eine Fläche nicht zur Vegetationserfassung geeignet war, wurde zur nächsten Fläche auf der Liste übergegangen.

Ausschlusskriterien vor Ort waren:

- Der untere Teil der Fläche wird nicht gemulcht.
- Die tatsächliche Exposition weicht um mehr als 35° von der Hauptexposition ab.
- Es handelt sich um eine Auftragsböschung.
- Die Böschung ist zu inhomogen.
- Die Böschungshöhe ist zu niedrig (< 3 m).
- Es sind große Einzelgehölze oder Gebüsche vorhanden, welche die Untersuchungsfläche beschatten.

Eine Fläche wurde als Auftragsböschung angesehen, wenn viele Nährstoffe oder Bodenstörungen zeigende Arten, wie die Große Brennessel (*Urtica dioica*), die

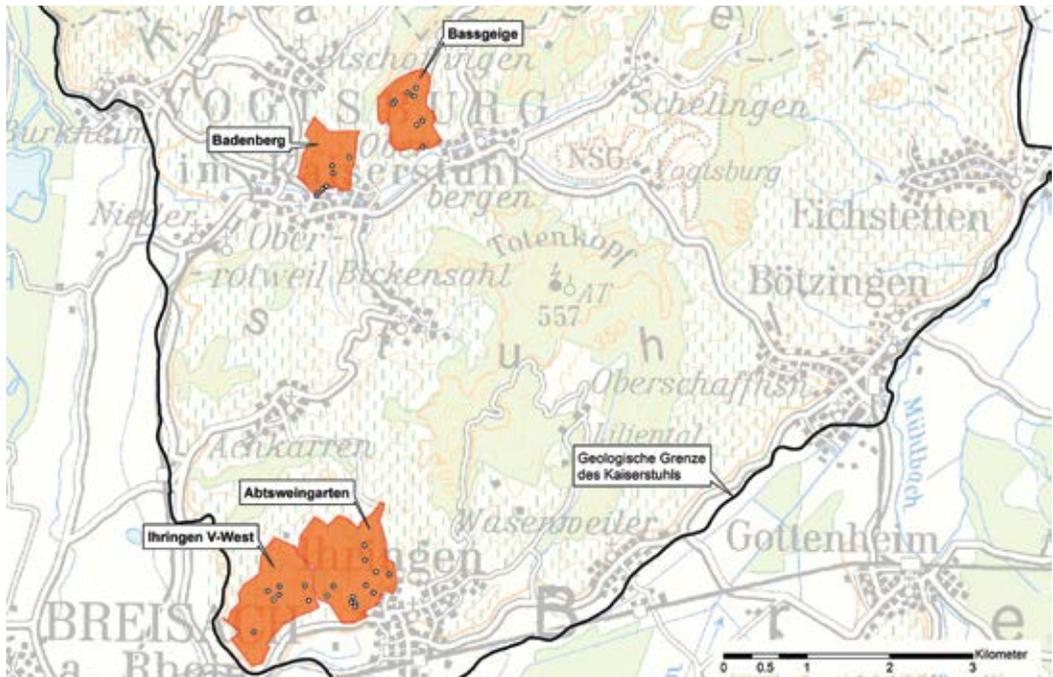


Abbildung 3: Lage der Teilgebiete (orange hinterlegt) im Kaiserstuhl. Die weißen Kreise kennzeichnen die Lage der untersuchten Böschungen. Das Flurbereinigungsgebiet „Ihringen V-West“ wird im Text meist als „Fohrenberg“ bezeichnet.

Kartengrundlage: LGL

verwilderte Unterlagsrebe (*Vitis berlandieri* x *Vitis riparia*) oder das Gewöhnliche Klebkraut (*Galium aparine*) auftraten sowie die Pflanzen im Vergleich mit den umliegenden Flächen einen besonders starken Wuchs zeigten. Vollständig verbuschte Flächen wurden ebenfalls nicht aufgenommen.

Erfasst wurden im Gebiet Badenbergr sechs Böschungen, an der Bassgeige sieben, am Abtsweingarten elf sowie im Fohrenbergr sieben Böschungen. Mit 16 Ostböschungen und 15 Südböschungen war das Verhältnis der Expositionen ausgeglichen.

2.2 Aufnahmeflächen und Lage an der Böschung

Pro Böschung wurde eine Aufnahme im gemulchten (gem) und eine im nicht gemulchten (ngm) Bereich angefertigt. DIERSCHKE (1994) empfiehlt für Wiesen eine Aufnahmefläche von 10–25 m². In dieser Untersuchung wurde ein mittlerer Wert von 16 m² für die Aufnahmeflächen gewählt. Die Breite der Flächen betrug 1 m, die Länge 16 m. Diese Maße wurde gewählt, da

der Mulchstreifen in der Regel nur etwa 1 m breit war. Die Flächen außerhalb des Mulchstreifens hatten zur besseren Vergleichbarkeit der Aufnahmen ebenfalls die Maße 1 m × 16 m. Die Fläche im Mulchstreifen wurde mit einem Abstand von 30 cm zum Böschungsfuß gelegt. Die Fläche im nicht gemulchten Teil der Böschung wurde mit einem Abstand von 50 cm oberhalb des Mulchstreifens parallel zur Fläche im Mulchstreifen gelegt (Abbildung 4).

Die Vegetationsaufnahmen fanden von Ende April bis Mitte Mai 2014 statt. Zu jeder Böschung wurde außerdem die Höhe, die Exposition, die Hangneigung, die Koordinaten (Genauigkeit 3–5 m), die Besonderheiten des Mikroklimas, Sonderstandorte sowie Störungen aufgenommen.

Für pflanzensoziologische Aufnahmen wurde die Methode nach BRAUN-BLANQUET, verändert nach REICHELT & WILMANN (1973), angewandt. Für die pflanzensoziologischen Vegetationstabellen wurde die Schätzskala gemäß Tabelle 1 verwendet.



Abbildung 4: Schematische Darstellung der Aufnahmeflächen im Mulchstreifen und nicht gemulchten Bereich.
Foto: Mira Büll

Tabelle. 1: Schätzskala zur pflanzensoziologischen Erfassung der Vegetation nach REICHELTE & WILMANN (1973).

< 5 % Gesamtdeckung	> 5 % Gesamtdeckung
r: eine Pflanze	2a: 5–15 % Deckung
+: 2–5 Exemplare	2b: 16–25 % Deckung
1: 6–50 Exemplare	3: 26–50 % Deckung
2m: mehr als 50 Exemplare	4: 51–75 % Deckung
	5: 76–100 % Deckung

Die Arten der Habichtskraut-Untergattung *Pilosella* (Mausohr-Habichtskräuter) wurden durch Günter Gottschlich (Tübingen) nach Herbarbelegen nachbestimmt. Oft war eine Bestimmung aufgrund des Pflanzenzustandes nicht möglich. In den Tabellen wird die Artengruppe dann als *Hieracium* subg. *Pilosella* (BfN 2014) geführt, um darauf hinzuweisen, dass es sich auch um verschiedene, nah verwandte Arten handeln kann. Separat geführt werden die gesicherten Vorkommen des Ziz' Habichtskraut (*Hieracium zizianum*), des Schönhaarigen Habichtskraut (*Hieracium* cf. *calodon*) sowie des Dichtblütigen Habichtskraut (*Hieracium* cf. *densiflorum*). Das Weiße Wiesenlabkraut (*Galium album*)

wurde in *Galium album* (behaart) und *Galium album* (unbehaart) unterschieden. Die stark behaarte Sippe wurde von TREIBER (1996) und TREIBER & REMMERT (1998) beschrieben. Es handelt sich bei der behaarten Form vermutlich um eine tetraploide, morphologisch und ökologisch eigenständige Art wärmebegünstigter Säume des Geranium sanguinei, die trockenwarme Säume der Oberrheinebene, des Kaiserstuhls, der Vorbergzone und auch des Neckarlandes besiedelt und hier verbreitet ist (TREIBER, eigene Beobachtung). Im Text werden unter der Bezeichnung „Art“ auch Taxa geführt, die unterschieden wurden, aber nicht auf Art-niveau bestimmt oder eingeordnet sind.



Abbildung 5: Untersuchte Böschung bei Ihringen im Abtsweingarten (Nr. 21, AS11) am 09.05.2014

Foto: Mira Büll

Tabelle 2: Angewandte statistische Auswertung der Daten

Standortvergleich	Verglichene Parameter	Statistischer Test
gemulcht – nicht gemulcht	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gesamtartenzahl ▪ Vegetationsdeckung ▪ Deckungssumme je Art ▪ gewichtete Mahdzahlen 	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für gepaarte Daten
ostexponiert – südexponiert	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gesamtartenzahl ▪ Vegetationsdeckung ▪ Deckungssumme je Art 	Wilcoxon-Rangsummentest (Mann-Whitney-U-Test)
Teilgebiet – Teilgebiet	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gesamtartenzahl ▪ Vegetationsdeckung ▪ Deckungssumme je Art 	Wilcoxon-Rangsummentest (Mann-Whitney-U-Test)

Alle Aufnahme- und Kopfdaten wurden in die Datenbank-Software Turboveg for Windows 2.105 (HENNEKENS 2013) importiert. Die Umrechnung der Artmächtigkeit in Prozente erfolgte nach DIERSCHKE (1994), wobei für den Deckungsgrad „2a“ als Mittelwert 10 % sowie für „2b“ als Mittelwert 20,5 % gewählt wurden, um der Schätzskala nach REICHEL & WILMANN (1973) zu entsprechen. Die weitere Auswertung erfolgte mit Microsoft Excel, Turboveg und R (R CORE TEAM 2013). Alle Artnamen wurden gemäß der Checkliste GermanSL 1.2 in Turboveg (JANSEN & DENGLER 2008) für Deutschland harmonisiert.

2.3 Datenanalyse

Für die statistischen Datenanalysen wurde die Software R verwendet. Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die in der Auswertung genutzten statistischen Tests. Es wurden die Gesamtartenzahl auf den verschiedenen Untersuchungsflächen sowie die Vegetationsdeckung (Summe aller Deckungsgrade) einer Fläche miteinander verglichen. Des Weiteren wurden die Deckungssummen für die Einzelarten zwischen gemulcht (gem) und nicht gemulcht (ngm) auf signifikante Unterschiede hin gegenüber die Gesamtheit der Aufnahmen getestet. Die Deckungssumme wurde als Vergleichswert gewählt, da sie die Informationen über den Deckungsgrad und über die Stetigkeit der jeweiligen Art integriert. Dies bei reiner Betrachtung des mittleren Deckungsgrades nicht der Fall, und dessen Bildung ist statistisch zudem nicht sinnvoll.

Zur Feststellung der Artpräferenzen im Standortvergleich gemulcht/nicht gemulcht, südexponiert/ostexponiert und Teilgebiet/Teilgebiet wurden jeweils die prozentualen Deckungsgrade jeder Art pro Aufnahme untersucht. Ein statistischer Vergleich auf Artniveau wurde nur bei solchen Arten durchgeführt, die auf mindestens sechs Böschungen vorkamen, was etwa einem Fünftel (19 %) der insgesamt erfassten Böschungen entspricht. Dieser Trennwert wurde gewählt, um eine Stichprobengröße > 5 und eine Stetigkeit von mindestens 19 % voraussetzen zu können. Die Daten wurden mit dem Shapiro-Wilcoxon-Test auf Normalverteilung getestet und anschließend mit nicht-parametrischen Tests auf Unterschiede geprüft.

Um den Einfluss des Mulchens auf die einzelnen Arten zu untersuchen, wurden für jede Art nur die Böschungen verglichen, auf denen sie vorkamen. Zum Vergleich der Artvorkommen in den beiden untersuchten Expositionen sowie den unterschiedlichen flurbereinigten Gebieten wurde für jede Art das Vorkommen oder Fehlen auf allen Flächen betrachtet. Arten mit Signifikanzwerten (p-Werten) über 0,85 wurden gesondert betrachtet, da der hohe p-Wert als deutlich indifferentes Verhalten gewertet wurde.

Des Weiteren wurde eine Analyse der Mahdverträglichkeit nach den Mahdzahlen nach BRIEMLE et al. (2002) (Daten in der GermanSL [JANSEN & DENGLER 2008] enthalten) sowie nach LANDOLT & BÄUMLER (2010) durchgeführt. Die Mahdzahlen wurden gewichtet in die Berechnung einbezogen.

Hierbei wurde der Deckungsgrad einer Art mit dem zugehörigen Zeigerwert multipliziert und durch den Deckungsgrad der Art geteilt (vgl. TREMP 2005).

Die Gewichtung erfolgte mithilfe der nachstehenden Formel (TREMP 2005): In der Formel bezeichnet d_i den Deckungsgrad der Art i in den Aufnahmen 1– n , z_i bezeichnet den zur Art gehörigen Zeigerwert.

$$\frac{\sum_{i=1}^n d_i z_i}{\sum_{i=1}^n d_i}$$

Die Vegetationsaufnahmen wurden in Bezug auf die Gefährdung der Arten ausgewertet. Die Gefährdungskategorien der Pflanzenarten wurden der Roten Liste (RL) für Baden-Württemberg (BREUNIG & DEMUTH 1999) entnommen.

3 Ergebnisse

3.1 Gesamtbetrachtung und Betrachtung der Artenzahlen

Erfasst wurden 31 Böschungen verteilt auf die Flurbereinigungsgebiete Badenber, Bassgeige, Abtsweingarten und Fohrenberg. Davon sind 15 Böschungen südexponiert und 16 Böschungen ostexponiert (Tabelle 3). Auf jeder Böschung wurden zwei Flächen aufgenommen,

eine im Mulchstreifen (gem) und eine oberhalb des Mulchstreifens (ngm).

Es wurden insgesamt 157 Gefäßpflanzentaxa gefunden. Die Tabelle im Anhang stellt die Stetigkeiten der Arten nach Lage der Aufnahme zusammengefasst dar. Die drei häufigsten Arten sind die Zypressen-Wolfsmilch

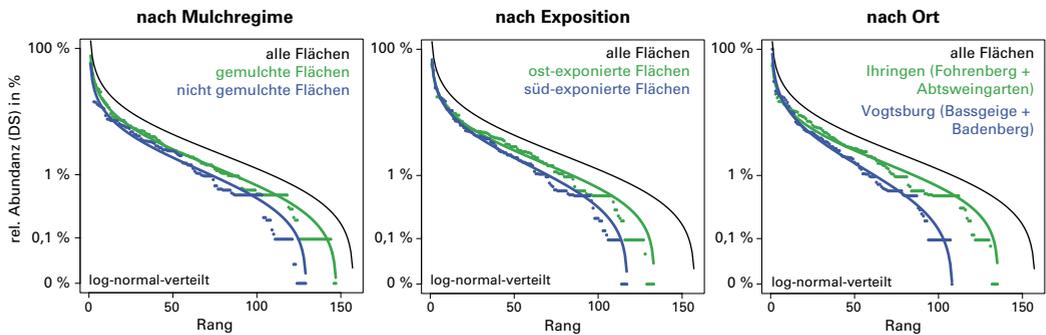


Abbildung 6: Whittaker-Plots für den Vergleich der Diversität der Vegetation auf den untersuchten Böschungen. Für alle Arten wurde zunächst ihr relativer Anteil an der Gesamtdeckung aller Aufnahme­flächen bzw. einer bestimmten Flächenstichprobe (z. B. gemulchte Flächen) ermittelt (relative Abundanz der Deckungssumme [DS]). Dieser Anteil ist logarithmiert in Prozent gegen den Deckungs­rang der jeweiligen Art innerhalb der Stichprobe aufgetragen. Häufige und wüchsige Arten stehen weiter links, seltene und kleine Arten rechts. Die abgebildeten Art-Abundanz-Daten sind in etwa log-normalverteilt (statistisch getestet). Dadurch entsteht eine zweifach gekrümmte S-förmige Kurve. Hieraus lässt sich ableiten, dass es in allen Aufnahmen zunächst nur wenige sehr häufige bzw. dominante Arten und ein weites „Mittelfeld“ ungefähr gleich häufiger Arten gibt. Am Ende fallen dann die seltenen Begleitarten ab. Der x-Wert des rechten unteren Endes einer Kurve ist die Artenzahl der jeweiligen Flächenstichprobe. Je gekrümmter und je flacher im „Mittelfeld“ eine Kurve verläuft, desto gleichmäßiger sind die Abundanzen der Arten verteilt. Der hier erkennbare Verlauf ist typisch für artenreiche und magerere Offenlandlebensräume. Eine Fettwiese besäße im Vergleich eine sehr steil und ungekrümmt abfallende Kurve mit wenigen Arten. Im Folgenden lässt sich für jede Flächenstichprobe erkennen, wie artenreich sie im Vergleich zur Gesamtheit der Probeflächen ist und wie gleichmäßig verteilt diese Arten vorkommen.

(*Euphorbia cyparissias*), der Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*) und der Gewöhnliche Dost (*Origanum vulgare*). Sie wurden in über 85 % der Aufnahmen gefunden. Die meisten Arten (119; 76 %) kommen sowohl im gemulchten als auch im nicht gemulchten Bereich der Böschungen vor. Die Arten mit den höchsten Deckungsanteilen sind die Fieder-Zwenke (*Brachypodium pinnatum*) (11 %), der Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*) (7 %) und die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*) (7 %). Die Artenvielfalt und die relative Verteilung der Arten sind in den Whittaker-Plots dargestellt (Abbildung 6). Die meisten Arten sind ungefähr gleich häufig, es gibt nur wenige Arten mit sehr hohen oder sehr niedrigen Deckungssummen (DS). Gemulchte Flächen sind

artenreicher als nicht gemulchte Flächen und besitzen eine etwas gleichmäßigere Verteilung der Artabundanzen. Dasselbe gilt für ostexponierte Flächen im Vergleich zu südexponierten Flächen, sowie für die Flächen in Ihringen im Vergleich zu den Flächen in Vogtsburg. Man kann also sagen, dass die diversesten Flächen in Bezug auf Artenzahl und Gleichverteilung der relativen Artabundanzen auf gemulchten Ostböschungen in Ihringen zu finden sind.

In Tabelle 3 sind die Anzahl der Probeflächen und die Artenverteilung dargestellt. Als klassischer Diversitätsindex für Artendiversität gilt der Shannon-Index (H'). Je höher dieser ist, desto mehr Arten hat eine Gruppe

Tabelle 3: Anzahl der Probeflächen und die Artenverteilung

	Probeflächen	Artenzahl			Shannon-Index	Evenness	relative Deckungssumme
		Anzahl	Mittelwert	Standardabweichung			
Gesamtes Projektgebiet	31 Böschungen 62 Flächen	157	29,79	7,30	4,01	0,79	100 %
gemulcht	31 Böschungen 31 Flächen	147	33,48	7,37	3,97	0,80	58 %
nicht gemulcht	31 Böschungen 31 Flächen	129	26,10	5,09	3,92	0,81	42 %
Süd	15 Böschungen 30 Flächen	117	27,20	6,64	3,79	0,80	47 %
Ost	16 Böschungen 32 Flächen	133	32,22	7,14	4,02	0,82	53 %
Ihringen	18 Böschungen 36 Flächen	135	31,69	7,82	4,04	0,82	52 %
Vogtsburg	13 Böschungen 26 Flächen	114	27,15	7,82	3,53	0,74	48 %

Tabelle 4: Vergleich der Zahl der Arten auf den Flächen nach Exposition und Mulchregime

Stichprobe 1	Stichprobe 2	Artenzahl: Stichprobe 1			Artenzahl: Stichprobe 2			Signifikanzwert	Signifikanz
		gesamt	Mittelwert	Standardabweichung	gesamt	Mittelwert	Standardabweichung		
gem	ngm	147	33,48	7,37	129	26,10	5,09	$4,63 \times 10^{-6}$	***
Süd	Ost	117	27,20	6,64	133	32,22	7,14	0,00833	**
Süd gem	Süd ngm	109	30,60	6,66	96	23,80	4,71	0,00282	**
Ost gem	Ost ngm	124	36,19	7,14	103	28,25	4,57	$6,35 \times 10^{-4}$	***
Süd gem	Ost gem	109	30,6	6,66	124	36,19	7,14	0,03407	*
Süd ngm	Ost ngm	96	23,8	4,71	103	28,25	4,57	0,01326	*

von Aufnahmen und desto gleichmäßiger sind ihre relativen Abundanzen verteilt. Die Evenness (E) gibt an, welchen relativen Anteil der jeweilige Shannon-Index am für dieses Artenset größtmöglichen Shannon-Index hat. Je näher die Evenness an 1 liegt, desto gleichmäßiger ist ihre Abundanz verteilt (TREMPEL 2005).

Im Mittel wachsen im gemulchten Bereich etwa 33 verschiedene Arten und im nicht gemulchten Bereich 26. Der gepaarte Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test ergab, dass dieser Unterschied höchst signifikant ist ($p = 4,63 \times 10^{-6}$; Tabelle 4).

93 der 157 gefundenen Arten (59 %) wurden sowohl auf Süd- als auch auf Ostböschungen nachgewiesen.

Auf den Südböschungen wachsen mit durchschnittlich 27 Arten etwas weniger als auf den Ostböschungen (32), der Unterschied ist signifikant ($p = 0,008$). Der Unterschied zwischen dem gemulchten Bereich, in dem durchschnittlich etwa 30 (Südböschungen) bzw. 36 (Ostböschungen) Gefäßpflanzen vorkamen und dem nicht gemulchten Bereich, in dem nur knapp 24 (Südböschungen) bzw. 28 (Ostböschungen) Arten gefunden wurden, ist auch in der Einzelbetrachtung der Expositionen signifikant (ungepaarter Mann-Whitney-U-Test, $p < 0,05$).

Die Anzahl der Arten auf den nicht gemulchten Flächen auf Südböschungen ist mit durchschnittlich etwa 24 Arten signifikant niedriger als diejenige

Tabelle 5: Liste der gefährdeten Pflanzenarten auf den erfassten Böschungen

Pflanzenart der Roten Liste		RL BW	RL Rh	Aufnahmeflächen mit Vorkommen
<i>Achillea nobilis</i>	Edle-Schafgarbe	3	3	23
<i>Anemone sylvestris</i>	Großes Windröschen	2	3	2
<i>Arabis auriculata</i>	Öhrchen-Gänsekresse	3	3	5
<i>Artemisia campestris</i>	Feld-Beifuß	V	*	56
<i>Aster linosyris</i>	Gold-Aster	3	3	10
<i>Bromus arvensis</i>	Acker-Trespe	3	3	2
<i>Bromus secalinus</i>	Roggen-Trespe	V	V	2
<i>Cerastium brachypetalum</i>	Kleinblütiges Hornkraut	V	V	2
<i>Chondrilla juncea</i>	Binsen-Knorpelsalat	3	V	23
<i>Colutea arborescens</i>	Gewöhnliche Blasenstrauch	2	2	8
<i>Crepis pulchra</i>	Schöner Pippau	V	V	1
<i>Eryngium campestre</i>	Feld-Mannstreu	3	3	1
<i>Euphorbia seguieriana</i>	Steppen-Wolfsmilch	2	2	5
<i>Galium glaucum</i>	Blaugrünes Labkraut	V	3	27
<i>Helianthemum nummularium</i>	Gewöhnliches Sonnenröschen	V	V	1
<i>Hieracium cf. calodon</i>	Schönhaariges Habichtskraut	3	3	4
<i>Hieracium cf. densiflorum</i>	Dichtblütiges Habichtskraut	V	–	1
<i>Iris germanica</i>	Deutsche Schwertlinie	V	V	5
<i>Muscari neglectum</i>	Übersehene Traubenhyazinthe	3	3	28
<i>Orobancha caryophyllacea</i>	Labkraut-Sommerwurz	3	2	6
<i>Petrorhagia prolifera</i>	Sprossende Felsennelke	V	*	8
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	Berg-Haarstrang	3	3	6

Erklärung: RL BW = Rote Liste Baden-Württemberg, RL Rh = Rote Liste Oberrheingebiet incl. Hochrheintal und Dinkelberg
 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Arten der Vorwarnliste, * = nicht gefährdet (BREUNIG & DEMUTH 1999)

der entsprechenden Flächen der Ostböschungen, die etwa 28 Arten beträgt ($p=0,01$). Auch im Vergleich der gemulchten Flächen beider Exposition ist ein signifikanter Unterschied in der Artenzahl zu erkennen ($p=0,03$) (Tabelle 4).

In den vier Teilgebieten Badenbergr, Bassgeige, Abtsweingarten und Fohrenbergr gibt es Unterschiede in Bezug auf die Gesamtartenzahl. Das Gebiet Ihringen (Abtsweingarten, Fohrenbergr) ist mit durchschnittlich 32 vorkommenden Arten pro Fläche hochsignifikant artenreicher ($p=0,005$) als das Gebiet Vogtsburg (Badenbergr, Bassgeige), wo durchschnittlich 27 Arten pro Fläche vorkommen (Tabelle 3).

3.2 Gefährdete Arten

Unter den 157 erfassten Gefäßpflanzen befinden sich drei stark gefährdete Arten (RL 2), zehn gefährdete (RL 3) sowie neun Arten der Vorwarnliste (V) der Roten Liste für Baden-Württemberg (BREUNIG & DEMUTH 1999). Zwei der Arten sind nach Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) und gleichzeitig nach Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) besonders

geschützt (Tabelle 5). In Tabelle 5 ist auch die Anzahl der Flächen (insgesamt 62), auf denen die Art vorkommt, angegeben.

3.3 Einfluss des Mulchens

Es gibt einen höchst signifikanten Unterschied zwischen der Gesamtdeckung der Vegetation in den Aufnahmeflächen im Mulchstreifen und der Gesamtdeckung in den Aufnahmeflächen im nicht gemulchten Bereich ($p=1,276 \times 10^{-7}$). Im Mulchstreifen beträgt die Gesamtdeckung der Vegetation im Median 96,6 %, während sie im nicht gemulchten Bereich bei nur 72 % liegt. Der Mulchstreifen ist demnach wesentlich dichter bewachsen als der nicht gemulchte Bereich.

Um den Unterschied zwischen dem Mulchstreifen und dem nicht gemulchten Bereich genauer zu untersuchen, wurde der prozentuale Deckungsgrad in den zwei Bereichen für jede Art verglichen. Hierbei wurden nur die Böschungen betrachtet, auf der eine Art tatsächlich vorkam. 13 Arten treten im Mulchstreifen mit signifikant höherer Deckung als im nicht gemulchten Bereich auf ($p < 0,05$) (Tabelle 6).



Abbildung 7: Die Übersehene Traubenhyazinthe (*Muscari neglectum*) tritt in Mulchstreifen mit signifikant höherer Deckung auf.

Foto: Michael Bruder

Tabelle 6: Übersicht zu signifikant in gemulchten Bereichen oder in nicht gemulchten Bereichen der Böschungen stärker auftretenden Arten.

Art	Stetigkeit [%]		Artenzahl: gemulchter Bereich		Artenzahl: nicht gemulchter Bereich		Δ n	Δ DS	Signifikanzwert	Signifikanz	
	Anzahl	Mittlerer Deckungsgrad	Deckungssumme	Anzahl	Mittlerer Deckungsgrad	Deckungssumme					
Arten, die signifikant häufiger in den gemulchten Böschungsbereichen nachgewiesen wurden:											
<i>Poa angustifolia</i>	30	29	4,55	141	15	0,95	29,5	14	111,5	$3,00 \times 10^{-5}$	***
<i>Muscari neglectum</i>	21	20	0,86	26,8	8	0,14	4,4	12	22,4	0,00062	***
<i>Dactylis glomerata</i>	29	29	2,32	72	19	1,21	37,5	10	34,5	0,00085	***
<i>Bromus erectus</i>	16	16	10,03	311	12	1,97	61	4	250	0,00107	**
<i>Galium album</i> (unbehaart)	18	18	1,23	38,2	9	0,53	16,5	9	21,7	0,00216	**
<i>Vicia sativa</i>	17	17	0,84	26,1	10	0,41	12,6	7	13,5	0,0036	**
<i>Medicago x varia</i>	27	26	3,79	117,5	21	1,87	58	5	59,5	0,00399	**
<i>Achillea millefolium</i>	19	18	1,45	45	9	0,6	18,5	9	26,5	0,00543	**
<i>Daucus carota</i>	26	25	1,95	60,5	19	1,27	39,5	6	21	0,00589	**
<i>Arrhenatherum elatius</i>	10	10	0,74	23	3	0,24	7,5	7	15,5	0,01287	*
<i>Valerianaella carinata</i>	9	9	0,52	16,1	2	0,1	3	7	13,1	0,01298	*
<i>Sedum album</i>	24	22	3,98	123,5	16	2,21	68,6	6	54,9	0,01385	*
<i>Picris hieracioides</i>	10	9	0,43	13,3	3	0,04	1,1	6	12,2	0,02675	*
Arten, die signifikant häufiger in den nicht gemulchten Böschungsbereichen nachgewiesen wurden:											
<i>Carlina vulgaris</i>	11	6	0,15	4,6	11	0,56	17,5	-5	-12,9	0,00861	**
<i>Solidago gigantea</i>	10	4	0,26	8	10	1,23	38	-6	-30	0,0131	*
<i>Senecio erucifolius</i>	13	10	0,34	10,6	11	0,73	22,7	-1	-12,1	0,02965	*
<i>Aster linosyris</i>	7	3	0,16	5,1	7	0,56	17,5	-4	-12,4	0,04771	*

Erklärung: Die Stetigkeit gibt die Zahl der Böschungen (von insg. 31) an, auf denen die Art gefunden wurde. Zusätzlich sind die Differenzen der absoluten Häufigkeiten (Δ n) und die Differenzen der Deckungssummen (Δ DS) angegeben. Paarvergleiche mit einem Signifikanzwert < 0,05 gelten als signifikant (*), < 0,01 als hoch signifikant (**), < 0,001 als höchst signifikant (***).

Die meisten Arten zeigen keinen signifikanten Unterschied zwischen ihrem Auftreten im Mulchstreifen und im nicht gemulchten Streifen. Zudem weisen sie meist eine sehr geringe Differenz der Deckungssummen, zwischen gemulchtem und nicht gemulchtem Bereich, auf. Auffallend ist, dass einige Arten besonders hohe p-Werte haben, was auf ein indifferentes Verhalten gegenüber dem Mulchen hindeutet. Zu nennen sind hier ($p > 0,85$): Quendel-Sandkraut (*Arenaria serpyllifolia*), Fieder-Zwenke (*Brachypodium pinnatum*), Rauhlblättriger Schafschwingel (*Festuca brevipila*), Blaugrünes Labkraut (*Galium glaucum*), Echtes Labkraut (*Galium verum*), Steinklee (*Melilotus spec.*), Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*), Nickendes Leimkraut (*Silene nutans*) und Mehliges Königskerze (*Verbascum lychnitis*).

3.4 Mahdverträglichkeit

Die gewichtete Mahdverträglichkeit der Pflanzen im Mulchstreifen ist signifikant höher als die der Pflanzen im nicht gemulchten Bereich (nach BRIEMLE et al. (2002): $p = 0,006$, nach LANDOLT & BÄUMLER (2010): $1,895 \times 10^{-6}$) (Abbildung 8). Der Median der gewichteten Mahdverträglichkeit nach BRIEMLE et al. (2002) liegt im Mulchstreifen bei 4,6 und im nicht gemulchten Bereich bei 4,0. Diese Werte bedeuten eine „mäßige Mahdverträglichkeit“

und sind typisch für Arten des extensiv genutzten Grünlandes (BRIEMLE et al. 2002). Der Median der gewichteten Mahdverträglichkeit nach LANDOLT & BÄUMLER (2010) liegt im Mulchstreifen bei 2,4 (geringe bis mäßige Mahdverträglichkeit) und im nicht gemulchten Bereich bei 2,1 (geringe Mahdverträglichkeit).

3.5 Einfluss der Exposition

Die Vegetationsdeckung auf den Böschungen unterschiedlicher Exposition unterscheidet sich kaum. Sie liegt auf Ostböschungen im Median bei 83 % und auf Südböschung im Median bei 84 %. Um den Unterschied zwischen der Vegetation der Ost- und Südböschung genauer zu untersuchen, wurde auch hier der prozentuale Deckungsgrad für die beiden Expositionen für jede Art verglichen. Dazu wurden alle untersuchten Böschungen betrachtet. Kam eine Art auf einer Böschung nicht vor, erhielt sie dort den Deckungsgrad null.

Auf den erfassten Ostböschungen haben die Arten Gewöhnliche Wiesenschafgarbe (*Achillea millefolium*), Rapunzel-Glockenblume (*Campanula rapunculus*), Gewöhnliche Eberwurz (*Carlina vulgaris*), Wilde Möhre (*Daucus carota*), Zypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*), Rauh-

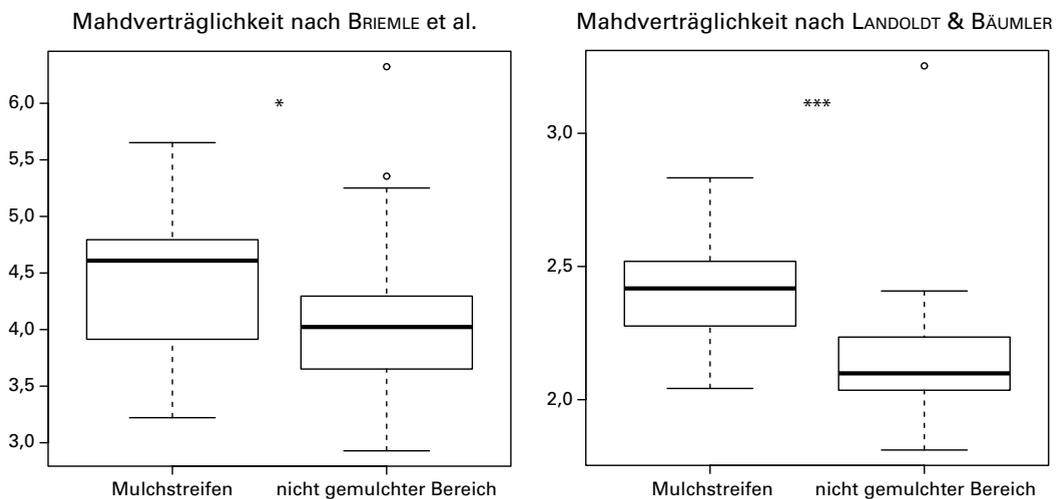


Abbildung 8: Verteilung der gewichteten Mahdverträglichkeiten auf gemulchten und nicht gemulchten Böschungen. Werte nach BRIEMLE et al. (2002), links, sowie nach LANDOLT & BÄUMLER (2010), rechts. Es wurden alle Arten von Flächen des Mulchstreifens (gem) mit allen Arten von Flächen des nicht gemulchten Bereichs (ngm) gewichtet nach Deckungsgraden verglichen. Dabei ist der Unterschied zwischen den gemulchten Streifen und den nicht gemulchten Bereichen nach beiden Wertzahlsskalen signifikant unterschiedlich.

blättriger Schafschwingel (*Festuca brevipila*), Mausohr-Habichtskräuter (*Hieracium* subg. *Pilosella*), Doldiges Habichtskraut (*Hieracium umbellatum*), Raukenblättriges Greiskraut (*Senecio erucifolius*), Jacobs-Greiskraut (*Senecio jacobaea*), Gekielter Feldsalat (*Valerianella carinata*) und Vogel-Wicke (*Vicia cracca*) einen signifikant höheren Deckungsgrad als auf Südböschungen ($p < 0,05$). Auf den 30 erfassten Flächen auf Südböschungen kamen sieben Arten mit signifikant höherem Deckungsgrad vor als auf Ostböschungen ($p < 0,05$) (Tabelle 7): Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*), Rundblättriger Storchschnabel (*Geranium rotundifolium*), Färber-Waid (*Isatis tinctoria*), Weiße Fetthenne (*Sedum album*), Weiße Lichtnelke (*Silene latifolia* ssp. *alba*), Wiesenbocksbart (*Tragopogon* sp.) und Futterwicke (*Vicia sativa*).

Als besonders indifferent bezüglich der Exposition werden hier erneut Arten mit einem p -Wert $> 0,85$ angeführt. Diese sind die Rauhe Gänsekresse (*Arabis hirsuta*), die Gold-Aster (*Aster linosyris*), die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*), die Sichelmöhre (*Falcaria vulgaris*) und die Mehligke Königskerze (*Verbascum lychnitis*). Werden bei der Aufrechten Trespe nur die Flächen betrachtet, auf denen sie vorkommt, hat sie auf Ostböschungen einen höheren Deckungsgrad.

Ostböschungen

Bezüglich der Deckungsgrade sind im Mulchstreifen auf Ostböschung die Gewöhnliche Wiesenschafgarbe (*Achillea millefolium*), die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*), die Rispen-Flockenblume (*Centaurea stoebe*), das Weiße Wiesenlabkraut (*Galium album*) (behaart, unbehaart), die Übersehene Traubenhyazinthe (*Muscari neglectum*), das Schmalblättrige Wiesen-Rispengras (*Poa angustifolia*), die Weiße Fetthenne (*Sedum album*) und der Gekielte Feldsalat (*Valerianella carinata*) signifikant stärker vertreten als im nicht gemulchten Bereich. Auffällig ist hierbei die signifikant höhere Deckung der Rispen-Flockenblume und dem Weißen Wiesenlabkraut (behaart) im Mulchstreifen, da diese in der Analyse des Einflusses des Mulchens über alle Böschungen keinen signifikant höheren Deckungsgrad im Mulchstreifen haben.

Im nicht gemulchten Bereich haben der Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*), die Gewöhnliche Eberwurz (*Carlina*

vulgaris) und das Raukenblättrige Greiskraut (*Senecio erucifolius*) signifikant höhere Deckungen. Die Gewöhnliche Eberwurz und das Raukenblättrige Greiskraut haben auch in der Auswertung des kompletten Datensatzes ihren Schwerpunkt im nicht gemulchten Streifen. Der Feld-Beifuß kommt nur auf Ostböschungen im nicht gemulchten Streifen mit signifikant höherer Deckung als im Mulchstreifen vor.

Südböschungen

Auf den Südböschungen haben im Mulchstreifen die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*), das Wiesen-Knäulegras (*Dactylis glomerata*), das Weiße Wiesenlabkraut (*Galium album*) (unbehaart), die Bastard-Luzerne (*Medicago x varia*), die Übersehene Traubenhyazinthe (*Muscari neglectum*), das Schmalblättrige Wiesen-Rispengras (*Poa angustifolia*), der Kleine Wiesenknopf (*Sanguisorba minor*) und die Futterwicke (*Vicia sativa*) signifikant höhere Deckungen als im nicht gemulchten Streifen. Dabei ist zu beachten, dass der Kleine Wiesenknopf nur in der Einzelbetrachtung der Südböschungen signifikant deckungsstärker im Mulchstreifen vorkommt. Es gibt keine Arten, die im nicht gemulchten Streifen der Südböschung eine signifikant höhere Deckung als im Mulchstreifen haben.

Vergleich der Mulchstreifen der Ostböschungen mit denen der Südböschungen

Um zu untersuchen, ob die Artenzusammensetzung der Böschungen je nach Exposition und Mulchregime (kombiniert) verschieden sind, wurden die prozentualen Deckungsgrade der Arten der Mulchstreifen der Ostböschungen mit den Arten der Mulchstreifen der Südböschungen verglichen. Verglichen wurden auch die Deckungsgrade der Arten der nicht gemulchten Bereiche beider Expositionen.

Alle Arten, die im Mulchstreifen der Ostböschungen eine höhere Deckung haben, als im Mulchstreifen der Südböschungen, sind Arten, deren Verbreitungsschwerpunkt insgesamt auf Ostböschungen liegt. Es kann deshalb nicht zwischen dem Einfluss der Exposition und dem Einfluss des Mulchens unterschieden werden. Das Gleiche gilt für die Arten, die im Mulchstreifen der Südböschungen mit signifikant höherer Deckung als im Mulchstreifen der Ostböschungen auftreten.

Tabelle 7: Übersicht über die Arten, die entweder auf Südböschungen oder auf Ostböschungen signifikant stärker auftreten.

Art	Stetigkeit [%]		Artenzahl: Südböschung			Artenzahl: Ostböschung			Δ n	Δ DS	Signifikanzwert	Signifikanz
	Anzahl	Mittlerer Deckungsgrad	Deckungssumme	Anzahl	Mittlerer Deckungsgrad	Deckungssumme	Anzahl	Mittlerer Deckungsgrad				
Arten, die signifikant häufiger auf Ostböschungen nachgewiesen wurden:												
<i>Hieracium umbellatum</i>	20	7	0,37	11,1	23	1,73	55,5	-16	-44,4	$3,00 \times 10^{-5}$	***	
<i>Carlina vulgaris</i>	11	1	0,02	0,5	16	0,68	21,6	-15	-21,1	$5,00 \times 10^{-5}$	***	
<i>Achillea millefolium</i>	19	5	0,42	12,5	22	1,59	51	-17	-38,5	$7,00 \times 10^{-5}$	***	
<i>Hieracium</i> subg. <i>Pilosella</i>	16	8	0,70	21,1	24	1,69	54	-16	-32,9	0,00013	***	
<i>Senecio erucifolius</i>	13	4	0,19	5,6	17	0,87	27,7	-13	-22,1	0,00105	**	
<i>Festuca brevipila</i>	10	1	0,08	2,5	12	0,69	22	-11	-19,5	0,00134	**	
<i>Euphorbia cyparissias</i>	29	24	1,87	56	32	2,73	87,5	-8	-31,5	0,00143	**	
<i>Vicia cracca</i>	7	1	0,02	0,5	10	0,47	15	-9	-14,5	0,00396	**	
<i>Campanula rapunculus</i>	16	5	0,35	10,5	18	0,82	26,2	-13	-15,7	0,00416	**	
<i>Senecio jacobaea</i>	9	3	0,02	0,7	10	0,58	18,6	-7	-17,9	0,02444	*	
<i>Valerianella carinata</i>	9	2	0,09	2,6	9	0,52	16,5	-7	-13,9	0,0254	*	
<i>Daucus carota</i>	26	17	1,28	38,5	27	1,92	61,5	-10	-23	0,02677	*	
Arten, die signifikant häufiger auf Südböschungen nachgewiesen wurden:												
<i>Geranium rotundifolium</i>	21	23	1,87	56,1	14	0,43	13,8	9	42,3	0,00074	***	
<i>Artemisia campestris</i>	29	28	8,07	242	28	4,21	134,7	0	107,3	0,00359	**	
<i>Isatis tinctoria</i>	15	16	0,84	25,2	7	0,33	10,7	9	14,5	0,01173	*	
<i>Vicia sativa</i>	17	18	0,87	26,2	9	0,39	12,5	9	13,7	0,01694	*	
<i>Tragopogon</i> spec.	7	7	0,28	8,3	1	0,02	0,5	6	7,8	0,01959	*	
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	7	8	0,47	14	2	0,09	3	6	11	0,03004	*	
<i>Sedum album</i>	24	22	4,05	121,5	16	2,21	70,6	6	50,9	0,04278	*	

Erklärung: Die Stetigkeit gibt die Zahl der Böschungen (von insg. 31) an, auf denen die Art gefunden wurde. Zusätzlich sind die Differenzen der absoluten Häufigkeiten (Δn) und die Differenzen der Deckungssummen (ΔDS) angegeben. Wilcoxon-Rangsummentests mit einem p-Wert $< 0,05$ gelten als signifikant (*), $< 0,01$ als hoch signifikant (**), $< 0,001$ als höchst signifikant (***).

Ebenso waren alle Arten, die im nicht gemulchten Bereich der Ostböschungen eine signifikant höhere Deckung aufweisen als im nicht gemulchten Bereich der Südböschungen, jene, die auch in der Gesamtbetrachtung auf Ostböschungen signifikant höhere Deckungsgrade aufwiesen. Es kommen wiederum auch keine Arten vor, die im nicht gemulchten Bereich der Südböschungen signifikant höhere Deckungswerte als im nicht gemulchten Bereich der Ostböschungen haben.

3.6 Einfluss des Teilgebiets

Die Edel-Schafgarbe (*Achillea nobilis*), das Land-Reitgras (*Calamagrostis epigejos*), das Gewöhnliche Seifenkraut (*Saponaria officinalis*), das Jacobs-Greiskraut (*Senecio jacobaea*), die Weiße Lichtnelke (*Silene latifolia* ssp. *alba*), sowie der Feld-Ehrenpreis (*Veronica arvensis*) kommen ausschließlich auf Böschungen in Ihringen vor. Weitere 14 Arten haben signifikant höhere Deckungswerte in Ihringen als in Vogtsburg: Quendel-Sandkraut (*Arenaria serpyllifolia*), Sand-Hornkraut (*Cerastium semidecandrum*), Binsen-Knorpelsalat (*Cbondrilla juncea*), Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Einjähriger Feinstrahl (*Erigeron annuus*), Frühlings-Hungerblümchen (*Erophila verna*), Weiße Wiesenlabkraut (*Galium album*) (behaart, unbehaart), Mausohr-Habichtskräuter (*Hieracium* subg. *Pilosella*), Echtes Johanniskraut (*Hypericum perforatum*), Gewöhnliches Bitterkraut (*Picris hieracioides*), Spitz-Wegerich (*Plantago lanceolata*), Mehliges Königskerze (*Verbascum lychnitis*) und Vogel-Wicke (*Vicia cracca*).

In Vogtsburg kommen der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), die Gold-Aster (*Aster linosyris*), die Fieder-Zwenke (*Brachypodium pinnatum*), die Unbewehrte Trespe (*Bromus inermis*), die Wilde Möhre (*Daucus carota*), das Blaugrüne Labkraut (*Galium glaucum*), der Blut-Storchschnabel (*Geranium sanguineum*), die Bastard-Luzerne (*Medicago x varia*), der Kleine Wiesenknopf (*Sanguisorba minor*), der Aufrechte Ziest (*Stachys recta*) und der Echte Gamander (*Teucrium chamaedrys*) mit signifikant höheren Deckungswerten als in Ihringen vor. Es gibt keine Arten mit einem Vorkommen auf mindestens sechs Böschungen, die ausschließlich in Vogtsburg auftreten.

Die Rauhe Gänsekresse (*Arabis hirsuta*) und der Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*) haben einen p-Wert >0,85 und kommen genauso oft in beiden Teilgebieten (Ihringen, Vogtsburg) vor. Sie werden deshalb als besonders indifferent gegenüber dem Teilgebiet gewertet.

3.7 Vorkommen von gefährdeten Arten

Eine Übersicht über das Vorkommen der gefährdeten Arten gibt Tabelle 8. Bei Arten, die insgesamt nur ein- oder zweimal erfasst wurden, steht in den Feldern nur die Stichprobengröße. Im Anschluss wird für jede Art ihr Verhalten erläutert. Werden die gefährdeten Arten nach ihrer Signifikanz bezüglich des Vorkommens betrachtet, sind bestimmte Arten zu selten, um Aussagen zu treffen, während einige Arten Tendenzen zeigen (Tabelle 8).

Im gemulchten Bereich stärker vertreten sind tendenziell bzw. signifikant die Ohrchen-Gänsekresse (*Arabis auriculata*), die Übersehene Traubenhyanthe (*Muscari neglectum*) und die Labkraut-Sommerwurz (*Orobancha caryophyllacea*), während der Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*) und die Gold-Aster (*Aster linosyris*) im nicht gemulchten Bereich verstärkt vorkommen. Es gibt demnach bedrohte Arten in beiden Bereichen.

Das Große Windröschen (*Anemone sylvestris*) kommt auf einer Böschung in Ihringen (Fohrenberg-Ostböschung) sowohl im Mulchstreifen als auch im nicht gemulchten Bereich vor.

Die Ohrchen-Gänsekresse (*Arabis auriculata*) wurde auf vier Böschungen nachgewiesen (Badenberg-Südböschung, Fohrenberg-Südböschung, zwei Fohrenberg-Ostböschungen), dabei vor allem im gemulchten Bereich.

Auf den Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*) hat das Mulchen keinen signifikanten Einfluss. In der Einzelbetrachtung der Ostböschungen zeigt die Art jedoch signifikant höhere Deckungen im nicht gemulchten Bereich ($p=0,048$). Sie hat insgesamt signifikant höhere Deckungen auf Südböschungen.

Tabelle 8: Übersicht über das Vorkommen der gefährdeten Arten nach Mulchregime, Exposition und Teilgebiet

Art	gemulcht	nicht gemulcht	Ost-böschung	Süd-böschung	Ihringen	Vogtsburg
<i>Achillea nobilis</i>	–	–	–	–	x	–
<i>Anemone sylvestris</i>	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2
<i>Arabis auriculata</i>	(x)	–	(x)	–	(x)	–
<i>Artemisia campestris</i>	–	(x)	–	x	–	–
<i>Aster linosyris</i>	–	x	–	–	–	x
<i>Bromus arvensis</i>	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2
<i>Bromus secalinus</i>	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2
<i>Cerastium brachypetalum</i>	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2
<i>Chondrilla juncea</i>	–	–	–	–	x	–
<i>Colutea arborescens</i>	–	–	(x)	–	–	(x)
<i>Crepis pulchra</i>	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1
<i>Eryngium campestre</i>	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1
<i>Euphorbia seguieriana</i>	–	–	–	–	–	(x)
<i>Galium glaucum</i>	–	–	–	–	–	x
<i>Helianthemum nummularium</i>	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1
<i>Hieracium cf. calodon</i>	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1
<i>Hieracium cf. densiflorum</i>	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1
<i>Iris germanica</i>	–	–	–	–	–	–
<i>Muscari neglectum</i>	x	–	–	–	–	–
<i>Orobanche caryophyllacea</i>	(x)	–	–	(x)	–	(x)
<i>Petrorhagia prolifera</i>	–	–	–	(x)	–	(x)
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	–	–	(x)	–	–	–

Erklärung: n = Anzahl der Flächen auf der die Art vorkommt, bei Arten mit zu geringer Stichprobe ist die absolute Häufigkeit angegeben. – = Art verhält sich in diesem Bereich indifferent. x = signifikant höhere Deckung in diesem Bereich, (x) = höhere Deckung, aber nicht signifikant

Die Gold-Aster (*Aster linosyris*) ist im Mulchstreifen signifikant seltener. Die Exposition hat keinen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen und die Deckung.

Die Acker-Trespe (*Bromus arvensis*) wurde auf einer Böschung in Ihringen (Abtsweingarten-Südböschung) in beiden betrachteten Flächen – sowohl im Mulchstreifen, als auch im nicht gemulchten Bereich – nachgewiesen.

Die Roggen-Trespe (*Bromus secalinus*) wurde in Vogtsburg (Badenberg-Südböschung) sowohl im Mulchstreifen als auch im nicht gemulchten Bereich gefunden.

Das Kleinblütige Hornkraut (*Cerastium brachypetalum*) wurde in Vogtsburg (Bassgeige-Ostböschung), sowie auf einer Böschung in Ihringen (Abtsweingarten-Ostböschung) nachgewiesen, in beiden Fällen im Mulchstreifen.

Für den Binsen-Knorpelsalat (*Chondrilla juncea*) haben das Mulchen und die Exposition keinen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen. Die Art hat in Ihringen einen schwach signifikant höheren Deckungsgrad als in Vogtsburg.

Der Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre*) wurde einmal auf der Südböschung an der Bassgeige im Mulchstreifen gefunden. Das Mulchen fördert die Art jedoch insgesamt nicht (Mahdzahl 2 nach BRIEMLE et al. [2002]).

Die Steppen-Wolfsmilch (*Euphorbia seguieriana*) wurde auf drei Flächen in Vogtsburg (zwei Mal an der Bassgeige Ostböschung, ein Mal an der Badenbergsüdböschung) gefunden, sowohl im Mulchstreifen als auch im nicht gemulchten Bereich.

Für das Blaugrüne Labkraut (*Galium glaucum*) haben das Mulchen und die Exposition keinen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen. Die Art hat in Vogtsburg hoch signifikant höhere Deckungsgrade als in Ihringen.

Die Deutsche Schwertlilie (*Iris germanica*) wurde auf vier Böschungen nachgewiesen (Badenberg-Ost und Südböschung, Abtsweingarten-Ost und Südböschung), sowohl im Mulchstreifen als auch im nicht gemulchten Bereich.

4 Diskussion

4.1 Gesamtbetrachtung

Die meisten Arten werden durch das Mulchen, die Exposition oder das Teilgebiet nicht signifikant beeinflusst. Sie besitzen demnach entweder eine entsprechend breite ökologische Potenz, oder wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht ausreichend erfasst, um statistisch signifikante Unterschiede feststellen zu können.

Dennoch ist die Artenzahl des Mulchstreifens signifikant höher als die des nicht gemulchten Bereichs. Das Mulchen wirkt sich also positiv auf die Artenzahl aus. Hochwüchsige Arten werden durch das Mulchen geschwächt (SCHIEFER 1981). Dadurch können konkurrenzschwache und niedrigwüchsige Arten besser wachsen, was die höhere Artenzahl im Mulchstreifen erklärt. Durch das Mulchen werden beispielsweise auch die Übersehene Traubenhyazinthe (*Muscari neglectum*), die Weiße Fetthenne (*Sedum album*) und niedrigwüchsige Therophyten wie der Gekielte Feldsalat (*Valerianella carinata*) gefördert.

Die Übersehene Traubenhyazinthe (*Muscari neglectum*) hat im Mulchstreifen hoch signifikant höhere Deckungsgrade als im nicht gemulchten Bereich. Die Exposition hat hingegen keinen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen.

Die Laubkraut-Sommerwurz (*Orobancha caryophyllacea*) wurde ausschließlich in Vogtsburg auf fünf Böschungen gefunden (Bassgeige-Südböschung, drei Mal auf Flächen Badenbergsüdböschung, Badenbergsüdböschung). Dabei tritt sie im Mulchstreifen häufiger auf als im nicht gemulchten Bereich.

Der Berg-Haarstrang (*Peucedanum oreoselinum*) wurde auf drei Böschungen sowohl im Mulchstreifen als auch im nicht gemulchten Bereich nachgewiesen (Bassgeige-Ostböschung, Abtsweingarten-Ostböschung, Fohrenbergsüdböschung).

4.2 Einfluss des Mulchens

Die meisten Arten werden durch die im Früh- und Spätsommer durchgeführte Mulchmahd zur Verkehrsicherung in Vorkommen und Deckung nicht signifikant beeinflusst. Unter denen, die ein verändertes Vorkommen durch das Mulchen zeigen, gibt es 14 Arten, die im Mulchstreifen signifikant stärker vorkommen als im nicht gemulchten Bereich. Im nicht gemulchten Bereich haben nur vier Arten ihren Schwerpunkt (Tabelle 6). Das Mulchen ist ein wichtiger Selektionsfaktor auf der Böschung. Dies ist daran ersichtlich, dass die gewichtete Mahdverträglichkeit nach BRIEMLE et al. (2002), sowie nach LANDOLT & BÄUMLER (2010) im Mulchstreifen signifikant höher ist. Zwar ist der Unterschied nicht sehr groß, jedoch haben die Arten mit Schwerpunkt im Mulchstreifen fast alle eine mäßige bis gute Mahdverträglichkeit.

Es gibt einige Parallelen zwischen den Auswirkungen, die das Mulchen und denen, die die Mahd mit



Abbildung 9: Der Mulchstreifen setzt sich farblich und in seiner Struktur vom nicht gemulchten Bereich ab.

Foto: Mira Büll

Abräumen auf die Pflanzen hat. Allerdings entsprechen sich die Ergebnisse nicht in allen Fällen. Die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*), das Wiesen-Knäuelgras (*Dactylis glomerata*), das Schmalblättrige Wiesen-Rispengras (*Poa angustifolia*) und die Wilde Möhre (*Daucus carota*), wurden sowohl in dieser Untersuchung als auch in den Mahdversuchen auf Trespenrasen von BÜRGER (1983) durch die Mahd gefördert. Das vermehrte Auftreten von Gräsern führt dazu, dass der Mulchstreifen sowohl farblich als auch strukturell vom Rest der Böschung abgesetzt ist (Abbildung 9). Das entspricht den Beobachtungen von BÜRGER (1983: 363), denen zufolge „niederwüchsige bis mittelhohe Horstgräser“ durch Mahd gefördert werden. Bei vielen Böschungen ist der farbliche Unterschied zwischen Mulchstreifen (frischgrün) und nicht gemulchten Bereich (graugrün) gut zu erkennen.

In unserer Untersuchung gehört auch der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) zur Gruppe der Gräser, die im Mulchstreifen ihren Schwerpunkt haben. Diese Art gehört zur Klasse Molinio-Arrhenatheretea, aus der viele Vertreter durch das Mulchen gefördert werden

(SCHIEFER 1981). Des Weiteren wurden Arten der Klassen Festuco-Brometea gefördert, was den Beobachtungen von SCHIEFER (1981) entspricht. Durch die frühe Mulchmahd werden hochwüchsige und schlecht regenerationsfähige Arten beeinträchtigt (BALATOVA-TULACKOVA & KRAUSE, zitiert nach SCHIEFER 1981). Niederwüchsige Arten werden beim frühen Mulchen nicht geschädigt. Durch die nach dem Mulchen verbesserten Lichtverhältnisse entwickeln sich lichtbedürftige, konkurrenzschwache Arten gut. Als Beispielarten der Koelerio-Corynephoretea sind hier die Weiße Fetthenne (*Sedum album*) und der Gekielte Feldsalat (*Valerianella carinata*) zu nennen, für die Festuco-Brometea die niedrigwüchsige Art Übersehene Traubenhyazinthe (*Muscari neglectum*). Durch den zweiten Mulchschnitt im Spätsommer wird der Bestand erneut aufgelichtet, was vermutlich einigen niedrigwüchsigen Arten erneut zugutekommt. Weitere Studien könnten den Einfluss des zweiten Mulchschnitts untersuchen, indem Flächen mit einmaligem frühen Mulchschnitt und solche mit zweimaligem Mulchschnitt miteinander verglichen werden.

Unterschiede zwischen dieser Studie und der Studie von BÜRGER (1983) gibt es bezüglich des Gewöhnlichen Bitterkrauts (*Picris hieracioides*) und der Futterwicke (*Vicia sativa*). Nach der vorliegenden Untersuchung werden diese beiden Arten durch das Mulchen gefördert, während sie bei BÜRGER (1983) in der ungestörten Sukzession an Stetigkeit zunahm. Demnach wäre zu erwarten gewesen, dass diese Arten sich entweder indifferent verhalten oder im nicht gemulchten Bereich steter vorkommen. Das Mulchen zur Verkehrsicherung findet bereits früh im Jahr statt, wohingegen BÜRGER (1983) in ihren Versuchen erst im Juli oder August gemäht hat. Daher werden im Mulchstreifen Arten des Wirtschaftsgrünlandes, wie beispielsweise die Futterwicke, die an eine frühe Mahd angepasst sind, gefördert. BÜRGER (1983) konnte feststellen, dass das Gewöhnliche Bitterkraut durch die Mahd im Juli gefördert wird, während eine Mahd im August die Art zurückdrängt. In der vorliegenden Untersuchung wies das Gewöhnliche Bitterkraut im Mulchstreifen ebenfalls signifikant höhere Deckungsgrade auf. Die Art ist die Assoziationskennart des *Dauco-Picridetum hieracioidis*, einer Pflanzengesellschaft, die durch extensive Nutzung erhalten bleibt, während sie bei fortschreitender Sukzession in ruderalen Halbtrockenrasen oder Gebüsche übergeht (MÜLLER & OBERDORFER 1993). Laut BÜRGER (1983) werden der Spitz-Wegerich (*Plantago lanceolata*) und der Echte Gamander (*Teucrium chamaedrys*) durch Mahd gefördert, in der vorliegenden Untersuchung verhalten sie sich dagegen indifferent.

Die Mulchmahd kann also als eine Form der extensiven Nutzung bzw. Pflegemaßnahme betrachtet werden. Entscheidend ist aber auch der Termin dieser Maßnahme.

Weitere Unterschiede zwischen Mahd mit Abräumen und Mulchmahd gibt es bezüglich des Gewöhnlichen Dosts (*Origanum vulgare*) und der Fieder-Zwenke (*Brachypodium pinnatum*). Diese Arten werden laut BÜRGER (1983) durch Mahd innerhalb weniger Jahre zurückgedrängt. In dieser Analyse verhielten sie sich dagegen indifferent gegenüber der Mulchmahd, die Fieder-Zwenke sogar deutlich indifferent. Auch hier spielt der Zeitpunkt der Mahd eine Rolle. Der Gewöhnliche Dost wird vom ersten Mulchdurchgang

kaum betroffen, da die Art zu dem Zeitpunkt noch sehr niedrigwüchsig ist. Beim zweiten Mulchdurchgang im Spätsommer ist der Gewöhnliche Dost bereits weitgehend verblüht und das Mulchen scheint die Art auch dann nicht signifikant zu beeinträchtigen. Da in unserem Fall nur gemulcht wurde, könnte dies darauf hindeuten, dass das Abtransportieren des Mahdgutes ein entscheidender Faktor ist. Durch den fehlenden Abtransport wird der Fläche keine Biomasse entzogen und die Nährstoffe bleiben vor Ort.

Der nicht gemulchte Bereich der Böschung kann als Brache betrachtet werden. Liegen Trockenrasen brach, kommt es zur Zunahme von Arten der Saumgesellschaften (Trifolio-Geranietea) (SCHIEFER 1981, WILMANN 1989) und an frischeren Standorten einiger hochwüchsigen Arten des Wirtschaftsgrünlandes (Molinio-Arrhenatheretea) (BÜRGER 1983). Als eine Saumart betrachtet WILMANN (1989) auch die Gold-Aster (*Aster linosyris*). In dieser Analyse ist die Gold-Aster mit signifikant höheren Deckungsgraden im nicht gemulchten Bereich vertreten und wird durch das Mulchen verdrängt. Weitere Arten, die im nicht gemulchten Bereich signifikant höhere Deckungsgrade haben, sind die Gewöhnliche Eberwurz (*Carlina vulgaris*), das Raukenblättrige Greiskraut (*Senecio erucifolius*) und die Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*). Es handelt sich auch bei ihnen um Arten von Saumgesellschaften, darüber hinaus sind es hochwüchsige Arten mit späterer Blütezeit. Diese Arten werden vom ersten Mulchgang vermutlich geschädigt, wenn sie zu diesem Zeitpunkt schon stark aufgewachsen sind. Beim zweiten Mulchdurchgang im Spätsommer werden sie während ihrer Blütezeit getroffen und verlieren zudem aufgrund ihres hohen Wuchses viel Biomasse durch das Mulchen.

Bis auf die Gewöhnliche Eberwurz sind die Arten mit Schwerpunkt im nicht gemulchten Bereich zur vegetativen Ausbreitung mit grundständigen Seitentrieben (Gold-Aster) oder unterirdischen Ausläufern fähig (Raukenblättriges Greiskraut, Riesen-Goldrute). Dies ist nach BÜRGER (1983) eine wichtige Eigenschaft, um sich in einem Bestand mit ungestörter Sukzession durchzusetzen. Das Zusammenwirken der verschiedenen Faktoren, das bessere Wachstum in der Brache aufgrund von Ausläufern im oberen Teil der Böschung

und die Schädigung durch die Mulchmahd im unteren Teil, führt zu den deutlichen Unterschieden in den Deckungsgraden dieser Saumarten zwischen dem gemulchten und dem nicht gemulchten Bereich.

Die Stetigkeit einiger Trespenrasenarten nimmt nach WILMANN (1989) durch die Brache ab. Sie nennt unter anderem den Gewöhnlichen Wundklee (*Anthyllis vulneraria*) und den Hopfenklee (*Medicago lupulina*). Des Weiteren nehmen ihr zufolge auch die konkurrenzschwachen Arten Rauhe Gänsekresse (*Arabis hirsuta*), Spitz-Wegerich (*Plantago lanceolata*) und Nickendes Leimkraut (*Silene nutans*) ab. Diese Arten waren dementsprechend ursprünglich aufgrund der regelmäßigen Mahd häufiger und man würde zunächst annehmen, dass sie auch durch das Mulchen wieder gefördert würden. Das ist allerdings nur beim Hopfenklee der Fall. Das Nickende Leimkraut verhält sich deutlich indifferent ($p=0,89$), ebenfalls indifferent verhält sich die Rauhe Gänsekresse ($p=0,75$) gegenüber der Mulchmahd. Der Spitz-Wegerich wurde nur auf sieben Flächen nachgewiesen, der p -Wert lag knapp über 0,05. Möglicherweise wäre bei einer höheren Stichprobenzahl ein signifikanter Unterschied gefunden worden. Der Gewöhnliche Wundklee wurde aufgrund des seltenen Vorkommens nicht analysiert.

4.3 Einfluss der Exposition

Die signifikant höheren Deckungsgrade vom Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*), Färber-Waid (*Isatis tinctoria*) und der Weißen Fetthenne (*Sedum album*) auf Südböschungen entsprechen den Beobachtungen von FISCHER (1980), der auf trockenen Südböschungen einen Schwerpunkt der *Artemisia campestris*-Gesellschaft sieht. Auf ostexponierten Flächen kommen laut FISCHER (1980) Pflanzen mit höherem Wasseranspruch dazu, er nennt hier den Gewöhnlichen Dost (*Origanum vulgare*) und das Doldige Habichtskraut (*Hieracium umbellatum*). In der vorliegenden Studie verhält sich der Gewöhnliche Dost indifferent bezüglich der Exposition, beim Doldigen Habichtskraut stimmen die Beobachtungen jedoch überein. FISCHER (1980) beschreibt die Gesellschaft *Diphotaxio-Agrophyretum* als typisch für Südböschungen. Die Arten Färber-Waid und Rundblättriger Storchschnabel (*Geranium rotundifolium*) können dieser Gesellschaft zugeordnet werden.

Laut FISCHER (1980) hat die Exposition einen maßgeblichen Einfluss auf die Pflanzengesellschaften. Auch in der vorliegenden Studie wurden Unterschiede gefunden. Allerdings verhalten sich auch sehr viele Arten indifferent bezüglich der Exposition. Auf Ostböschungen finden sich viele Arten der *Molinio-Arrhenatheretea*, während die Arten auf Südböschungen eher der *Artemisietea vulgaris*-Gesellschaft zugeordnet werden können. Die *Molinio-Arrhenatheretea* sind typisch für frische oder feuchte Standorte. Die höhere Zahl an Arten dieser Klasse auf Ostböschungen ist demnach eine Folge der wahrscheinlich besseren Wasserverfügbarkeit an diesem Standort. Des Weiteren können einige Arten mit Schwerpunkt auf Ostböschungen den *Trifolio-Geranietea sanguinei*-Gesellschaften zugeordnet werden, was für eine stärkere „Versaumung“ von Ostböschungen gegenüber Südböschungen spricht. Von FISCHER (1980) wurde ebenfalls beobachtet, dass auf den feuchteren Böschungen die Sukzession schneller voranschreitet.

Der Gekielte Feldsalat (*Valerianella carinata*) und die Zypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*) kommen laut FISCHER (1980) als Arten des *Diphotaxio-Agrophyretum* vor allem auf Südböschungen vor. Die Zypressen-Wolfsmilch ist in der vorliegenden Untersuchung eine der häufigsten Arten überhaupt und zeigt keine Präferenz bezüglich der Exposition. Der Gekielte Feldsalat ist als niedrigwüchsiger Frühblüher auf offene Böschungsbereiche und damit ausreichend Licht angewiesen. Diese Verhältnisse herrschen auf den lückiger bewachsenen Südböschungen, jedoch ebenso im Mulchstreifen auf Ostböschungen, vor. Der Gekielte Feldsalat findet sich auf Ostböschungen mit signifikant höheren Deckungsgraden im Mulchstreifen, während er sich auf Südböschungen indifferent verhält.

4.4 Einfluss des Teilgebiets

Die Artvorkommen von Vogtsburg und Ihringen unterscheiden sich deutlich. Es gibt einige Arten, die ausschließlich in einem der beiden Teilgebiete vorkommen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wildpflanzen am Kaiserstuhl ist sehr gering und es werden nur kurze Strecken zurückgelegt (FISCHER 1982, zitiert nach MENNLE 2000). Daher findet kein nennenswerter natürlicher Austausch von Pflanzensamen

zwischen Ihringen und Vogtsburg statt, was sicherlich zu einem Teil erklärt, warum sich die Teilgebiete in ihrer Artenzusammensetzung unterscheiden. Eine weitere wichtige Rolle spielt die unterschiedliche Nutzungsgeschichte der Gebiete. Wenn in Vogtsburg der Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre*) auf Böschungen zu finden ist, ist dies ein Hinweis auf ehemals beweidete Flächen. Zeigerarten dieser historischen Nutzungen konnten in diesen Gebieten – trotz Rebflurbereinigung – überleben (SCHRUMPF & TREIBER 2015, TREIBER 2001).

4.5 Gefährdete Arten

Von den gefährdeten Arten werden nur die Gold-Aster (*Aster linosyris*) und die Übersehene Traubenhyazinthe (*Muscari neglectum*) signifikant durch das Mulchen beeinflusst. Die Gold-Aster wird verdrängt, während das Mulchen die Übersehene Traubenhyazinthe fördert (Abbildung 7). Für den Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*) existiert nur auf Ostböschungen ein

signifikanter Unterschied zwischen Mulchstreifen und nicht gemulchtem Bereich. Diese Art wird hier durch das Mulchen verdrängt, während das Mulchen auf Südböschungen die Art nicht beeinflusst. Indifferent gegenüber dem Mulchen verhalten sich die Edelschafgarbe (*Achillea nobilis*), der Binsen-Knorpelsalat (*Chondrilla juncea*) und das Blaugrüne Labkraut (*Galium glaucum*).

Für viele der gefährdeten Arten reicht die Stichprobengröße nicht aus, um eine statistisch abgesicherte Aussage darüber zu machen, ob sie durch das Mulchen gefördert oder geschädigt werden (Tabelle 8). Die Öhrchen-Gänsekresse (*Arabis auriculata*) und der Labkraut-Sommerwurz (*Orobancha caryophyllacea*) kommen tendenziell im Mulchstreifen mit höheren Deckungsgraden vor. Weitere Untersuchungen, die speziell das Vorkommen der gefährdeten Arten vergleichend erfassen, wären daher sinnvoll.

5 Naturschutzfachlicher Ausblick

Die Mulchmähd auf Weinbergböschungen im Kaiserstuhl begünstigt nach den vorliegenden Ergebnissen eine höhere Artenvielfalt und eine höhere Vegetationsdeckung im Vergleich zu Böschungsbrachen. Eine ebenso große Rolle für die Artenvielfalt können auch die Exposition und die Lage in verschiedenen Teilgebieten spielen.

Die Mulchmähd ähnelt der früheren Mähnutzung der Böschungen insofern, als dass diese ursprünglich früh im Jahr gemäht wurden (MÜLLER 1933). Der Selektionsdruck durch Mähd hat also zu einem ähnlichen Zeitpunkt stattgefunden. Da beim Mulchen jedoch nicht abgeräumt wird, findet kein Biomasseentzug statt. Die Böschungen werden nicht mehr ausgegert. Die Mulchmähd kann naturschutzfachlich positive und negative Auswirkungen zeigen: Positiv ist die signifikante und tendenzielle Förderung von Arten der Trockenrasen wie der Aufrechten Trespe (*Bromus erectus*), aber auch von Arten der Glatthaferwiesen bzw. des Mähdgrünlandes wie dem Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), dem Wiesen-Knäuelgras (*Dactylis glomerata*), dem Weißen Wiesenlabkraut (*Galium album*) und

der daran lebenden Labkraut-Sommerwurz (*Orobancha caryophyllacea*). Außerdem werden Geophyten wie die Übersehene Traubenhyazinthe (*Muscari neglectum*) sowie seltene einjährige Arten wie die Öhrchen-Gänsekresse (*Arabis auriculata*) gefördert. Positiv ist auch die Schwächung und Verdrängung von konkurrenzstarken Neophyten wie die Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*). Andererseits können naturschutzfachlich wertvolle Arten wie die Gold-Aster (*Aster linosyris*) und die Gewöhnliche Eberwurz (*Carlina vulgaris*) geschwächt oder verdrängt werden.

Da die meisten Arten durch die im Früh- und Spätsommer stattfindende Mulchmähd nicht beeinträchtigt werden und die Artenzahl durch das Mulchen erhöht wird, ist die Mulchmähd als kostengünstiges und effektives Mittel zur Offenhaltung von Böschungen und zur Zurückdrängung der Riesen-Goldrute als flächig vorkommendem, konkurrenzstarkem Neophyt durchaus positiv. Mindestens 50 % der Rebböschungen sind von Neophyten bewachsen, die sich durch die Brachesituation über viele Jahre stark ausbreiten konnten.

Bei der Mulchmahd sind einige Punkte besonders zu beachten:

- Wesentlich ist der Zeitpunkt der Mulchmahd. Geschwächt werden sollen die hochwüchsigen und nichtheimischen Arten, während gefährdete Arten der Trockenrasen und der Säume wärmebegünstigter Standorte gefördert werden sollen. Durch eine frühe Mahd im Juni und eine zweite Mahd im August kann die Riesen-Goldrute innerhalb von drei Jahren verdrängt werden entsprechend den Erfahrungen des Landschaftserhaltungsverbandes Breisgau-Hochschwarzwald (R. TREIBER, persönliche Mitteilung). Wiesenartigere Bestände werden später gemulcht bzw. nur jedes zweite oder dritte Jahr gepflegt.
- Die Auswirkungen des Mulchens auf Süd- und Ostböschungen sind unterschiedlich, da diese sich nicht nur bezüglich der Arten unterscheiden, sondern auch bezüglich der Geschwindigkeit der Sukzession (MENNLE 2000). Während die Sukzession auf den feuchteren Ostböschungen schneller verläuft, geht sie auf den trockenen Südböschungen sehr langsam vor sich. Auf Ostböschungen kann eine wiesenartige Vegetation gefördert werden. Allerdings wird der Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*) hier durch das Mulchen eher zurückgedrängt. Auf Südböschungen hat das Mulchen keine negativen Auswirkungen. Eine Mulchmahd ist auf Südböschungen seltener erforderlich bzw. nur selektiv durchzuführen, da die Versauung der Südböschungen langsamer verläuft. Auf Ostböschungen kann hingegen eine zweimalige Mulchmahd stattfinden.
- Vorkommen bedrohter, mulchempfindlicher Arten wie die Gold-Aster (*Aster linosyris*) sind bei den Arbeiten zu berücksichtigen.

Zu untersuchen sind auch mögliche Auswirkungen der Mulchmahd auf die Fauna der Böschungen (vgl. VAN DE POEL & ZEHEM 2014). Auch hier sollte der Einfluss des Mulchzeitpunktes genauer betrachtet werden. Hier bedarf es noch weiterer Untersuchungen.

Bei Schulungen zur Böschungspflege für Bauhöfe und Dienstleister in der Landschaftspflege werden durch die Landschaftserhaltungsverbände folgende wichtige Grundsätze vermittelt:

- Je wüchsiger die Vegetation ist, desto früher und desto öfter sollte gemulcht bzw. gemäht werden.
- Die Mulchmahd von Böschungen darf nur abschnittsweise erfolgen und muss zeitlich gestaffelt sein. Es darf nur dort gearbeitet werden, wo dies zu dem Zeitpunkt erforderlich ist.
- Es ist selektiv zu arbeiten. Besondere Pflanzenbestände und Blütenbereiche müssen erhalten werden und werden bei der Mulchmahd ausgespart.
- Besonders trockene und niedrigwüchsige Teilflächen bleiben von der Pflege ausgespart und werden nur in mehrjährigen Abständen gepflegt. Altgrasstreifen und Flächen für die Überwinterung von Ruhestadien bleiben so erhalten.

Zukünftig ist durch den Landschaftserhaltungsverband Breisgau-Hochschwarzwald (R. TREIBER, persönliche Mitteilung) geplant, Ausleger bis zu 10 m Länge mit Messerbalken und Schwader einzusetzen. Wenn die Technik dafür ausgereift ist und effizient funktioniert, wird künftig die Biomasse von den Böschungen abtransportiert. Sie kann danach beispielsweise in den Rebterrassen Verwendung finden und so mineralischen Dünger ersetzen. So können die betreffenden Böschungsbereiche langfristig ausgehagert werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich nicht nur das Pflegen oder Verbrachen als solches auf die Vegetation der Böschungen auswirkt. Wichtig ist auch, ob es sich um Mulchen oder Mahd mit Abräumen handelt, zu welchen Zeitpunkten dies stattfindet sowie in welcher Häufigkeit und Regelmäßigkeit.

6 Danksagung

Für die Themenstellung und die fachliche und technische Unterstützung der Arbeit wird dem Landschaftserhaltungsverband Breisgau-Hochschwarzwald e. V. gedankt. Martin Hoffmann half bei der statistischen

Auswertung der Daten. Gedankt wird Günter Gottschlich (Tübingen) für die Nachbestimmung der Pflanzen des Taxons *Hieracium* subg. *Pilosella*.

7 Literatur und Quellen

BREUNIG, T. & S. DEMUTH (1999): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württemberg. – Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LfU) (Hrsg.), Karlsruhe.

BfN – BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ Hrsg. (2014). FloraWeb. – Abgerufen am 21.7.2014 – www.floraweb.de.

BRIEMLE, G., S. NITSCHKE & S. NITSCHKE (2002): Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. – Schriftenreihe für Vegetationskunde 38: 203–225.

BÜLL, M. (2014): Einfluss des Mulchens auf Vegetation und Artenvielfalt von Lössböschungen im Kaiserstuhl. Bachelorarbeit an der Fakultät für Biologie, Abteilung Geobotanik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

BÜRGER, R. (1983): Die Trespenrasen (Brometalia) im Kaiserstuhl. – Doktorarbeit, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. – Ulmer, Stuttgart.

FISCHER, A. (1980): Mosaik und Syndynamik der Pflanzengesellschaften von Lössböschungen im Kaiserstuhl (Südbaden) – zugleich ein Beitrag zur Landespflege in Rebflurbereinigungsgebieten. – Doktorarbeit, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg.

HENNEKENS, S. (2013): Turboveg for Windows, Version 2.105. – Alterra, Green World Research, Wageningen, The Netherlands. – Online verfügbar unter: www.synbiosys.alterra.nl/turboveg.

JANSEN, F. & J. DENGLER (2008): GermanSL – Eine universelle taxonomische Referenzliste für Vegetationsdatenbanken in Deutschland. *Tuexenia* 28: 239–253.

LANDOLT, E. & B. BÄUMLER (2010): Flora indicativa: Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. – Haupt, Bern.

MENNLE, T. (2000). Der Vegetationswandel von alten und neuen Rebböschungen im Kaiserstuhl zwischen 1980 und 1998. – Diplomarbeit, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg.

MÜLLER, T. & E. OBERDORFER (1993). Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften. – Fischer, Stuttgart.

MÜLLER, K. (1933): Landwirtschaft, Weinbau, Obstbau, Forstwirtschaft. – In: Der Kaiserstuhl. – Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz Freiburg i. Br.: 465–516.

R CORE TEAM. (2013): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. – Vienna, Austria. – Online verfügbar unter: www.r-project.org

REICHELT, G. & O. WILMANN (1973): Vegetationsgeographie. – Westermann, Braunschweig.

SCHIEFER, J. (1981): Bracheversuche in Baden-Württemberg: Vegetations- und Standortentwicklung auf 16 verschiedenen Versuchsflächen mit unterschiedlichen Behandlungen (Beweidung, Mulchen, kontrolliertes Brennen, ungestörte Sukzession). – Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU), Institut für Ökologie und Naturschutz (Hrsg.). – Karlsruhe.

SCHRUMPF, J. & R. TREIBER (2016): Einfluss der historischen Nutzung auf die Vegetation von Rebböschungen im Kaiserstuhl. – Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 78: 77–118

STERN, H. (1979): Der hässliche Weinberg. – *Geo-Magazin* 10: 130–156.

TREIBER, R. (1996): Clairières – Lichtungen mit Trockenrasen in den Wäldern der elsässischen Harth. Vegetation, Zonierung und Dynamik. – Diplomarbeit, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg.

- TREIBER, R. (2001): Vegetation der Rebböschungen zwischen Oberbergen und Schelingen. – Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der BNL Freiburg.
- TREIBER, R. (2014): Bagger, Bienenfresser und Biotope – moderne Flurbereinigung im Kaiserstuhl. – DVW-Schriftenreihe 73: 73–97.
- TREIBER, R. & G. REMMERT (1998). Waldgesellschaften xerothermer Standorte der elsässischen Harth (Frankreich, Haut-Rhin). – Tuexenia 18: 21–50.
- TREMP, H. (2005): Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten. – Ulmer, Stuttgart.
- VAN DE POEL & A. ZEHM (2014): Die Wirkung des Mähens auf die Fauna der Wiesen – eine Literaturlauswertung für den Naturschutz. – Anliegen Naturschutz 36(2): 1–16.
- WILMANN, O. (1989): Zur Entwicklung von Trespenrasen im letzten halben Jahrhundert: Einblick, Ausblick, Rückblick, das Beispiel des Kaiserstuhls. – Düsseldorf geobotanische Kolloquien 6: 3–17.
- WILMANN, O. (2009): Kapitel „Einführung“. – In: Der Kaiserstuhl. Einzigartige Löss- und Vulkanlandschaft am Oberrhein. – Thorbecke, Ostfildern: 14–37.

8 Anhang

Tabelle: Stetigkeiten der Arten nach Lage der Aufnahmeflächen (in %), bei den blau unterlegten Flächen ist die Stetigkeit ≤ 50 %.

Ortsname	Ihringen				Vogstburg			
	Ost		Süd		Ost		Süd	
Exposition	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm
Mulchregime	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm
Anzahl enthaltener Aufnahmen	10	10	8	8	6	6	7	7
<i>Acer campestre</i>	10	0	0	0	33	17	14	0
<i>Achillea millefolium</i>	90	50	25	0	83	50	29	0
<i>Achillea nobilis</i>	60	70	75	50	0	0	0	0
<i>Acinos arvensis</i>	50	40	50	38	33	33	14	14
<i>Agrimonia eupatoria</i>	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Allium vineale</i>	10	0	0	0	33	0	29	14
<i>Anemone sylvestris</i>	10	10	0	0	0	0	0	0
<i>Anthyllis vulneraria</i>	0	0	0	0	17	0	0	0
<i>Arabidopsis thaliana</i>	0	0	13	13	0	0	0	0
<i>Arabis auriculata</i>	20	10	13	0	0	0	14	0
<i>Arabis hirsuta</i>	20	20	13	13	33	0	14	29
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	50	50	75	88	17	0	14	29
<i>Arrhenatherum elatius</i>	10	0	25	13	67	17	43	14
<i>Artemisia campestris</i>	90	100	88	88	83	67	100	86
<i>Artemisia vulgaris</i>	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asparagus officinalis</i>	0	10	13	13	0	0	0	0
<i>Aster linosyris</i>	10	10	0	0	17	33	14	43
<i>Brachypodium pinnatum</i>	40	40	13	25	83	83	71	57
<i>Bromus erectus</i>	50	50	63	38	33	33	57	29
<i>Bromus inermis</i>	0	10	25	25	67	67	71	71
<i>Bromus arvensis</i>	0	0	13	13	0	0	0	0
<i>Bromus japonicus</i>	0	0	13	0	0	0	14	14
<i>Bromus secalinus</i>	0	0	0	0	0	0	14	0
<i>Bromus spec.</i> (Beleg fehlt)	0	0	13	0	0	0	0	0
<i>Bupleurum falcatum</i>	30	20	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis epigejos</i>	40	40	50	25	0	0	0	0
<i>Campanula rapunculoides</i>	0	10	0	0	0	0	0	0
<i>Campanula rapunculus</i>	70	50	25	13	67	33	29	0
<i>Campanula rotundifolia</i>	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carlina vulgaris</i>	40	70	0	0	33	50	0	14

Ortsname Exposition Mulchregime Anzahl enthaltener Aufnahmen	Ihringen				Vogtstburg			
	Ost		Süd		Ost		Süd	
	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm
	10	10	8	8	6	6	7	7
<i>Centaurea scabiosa</i>	0	0	0	0	33	33	0	0
<i>Centaurea stoebe</i>	40	40	50	50	17	0	29	14
<i>Cerastium arvense</i>	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium brachypetalum</i>	10	0	0	0	17	0	0	0
<i>Cerastium glomeratum</i>	30	10	0	0	17	0	0	0
<i>Cerastium semidecandrum</i>	80	70	75	88	50	17	0	14
<i>Cerastium tomentosum</i>	0	0	0	0	0	0	14	0
<i>Chondrilla juncea</i>	40	30	50	75	33	17	29	14
<i>Cirsium arvense</i>	0	0	0	0	17	0	0	0
<i>Clematis vitalba</i>	20	20	0	0	0	0	0	0
<i>Colutea arborescens</i>	10	0	25	13	33	33	0	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	25	0	0	0	14	0
<i>Conyza canadensis</i>	10	0	25	13	0	0	29	29
<i>Cornus sanguinea</i>	40	30	25	13	0	33	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	10	0	0	0	0	0	0
<i>Cotoneaster spec.</i>	0	0	13	0	0	0	0	0
<i>Crepis capillaris</i>	0	0	0	0	17	0	0	0
<i>Crepis pulchra</i>	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dactylis glomerata</i>	90	50	100	75	100	83	86	43
<i>Daucus carota</i>	90	60	63	25	100	100	71	57
<i>Diploxys tenuifolia</i>	0	0	13	13	17	17	0	14
<i>Echium vulgare</i>	0	10	13	0	0	0	14	14
<i>Elymus repens</i>	10	0	25	13	0	0	14	0
<i>Erigeron acris</i>	0	30	0	0	0	0	0	14
<i>Erigeron annuus</i>	40	40	63	25	0	0	0	0
<i>Erophila verna</i>	60	30	38	25	17	17	0	0
<i>Eryngium campestre</i>	0	0	0	0	0	0	14	0
<i>Euonymus europaea</i>	10	0	13	13	0	0	0	0
<i>Euphorbia cyparissias</i>	100	100	75	75	100	100	100	57
<i>Euphorbia seguieriana</i>	0	0	0	0	33	33	14	0
<i>Falcaria vulgaris</i>	50	30	25	13	17	17	57	43
<i>Festuca arundinacea</i>	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Festuca brevipila</i>	30	40	13	0	50	33	0	0
<i>Festuca guestfalica</i>	10	0	0	13	17	33	0	0
<i>Festuca rubra</i> agg.	20	0	0	0	0	0	0	0

Ortsname	Ihringen				Vogstburg			
	Ost		Süd		Ost		Süd	
Exposition	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm
Mulchregime	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm
Anzahl enthaltener Aufnahmen	10	10	8	8	6	6	7	7
<i>Forsythia spec.</i>	0	0	13	0	0	0	0	0
<i>Fumaria officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	14	0
<i>Galium album</i> (behaart)	100	50	75	50	33	17	43	14
<i>Galium album</i> (unbehaart)	60	50	75	50	33	0	57	0
<i>Galium glaucum</i>	20	20	13	0	67	67	100	86
<i>Galium verum</i>	50	40	13	25	17	17	14	14
<i>Geranium rotundifolium</i>	60	40	88	100	33	33	57	43
<i>Geranium sanguineum</i>	0	10	0	0	33	33	43	29
<i>Helianthemum nummularium</i>	0	0	0	0	17	0	0	0
<i>Hieracium glaucinum</i>	0	0	0	0	0	17	0	0
<i>Hieracium</i> subg. <i>Pilosella</i>	90	90	50	50	50	50	0	0
- <i>Hieracium</i> cf. <i>densiflorum</i>	0	0	0	13	0	0	0	0
- <i>Hieracium zizianum</i>	20	40	0	0	0	0	0	0
- <i>Hieracium</i> cf. <i>calodon</i>	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hieracium umbellatum</i>	70	90	13	13	50	67	29	43
<i>Hippocrepis comosa</i>	0	0	0	0	17	0	29	29
<i>Hypericum perforatum</i>	90	100	75	50	17	17	0	29
<i>Hypochaeris radicata</i>	30	30	25	0	0	0	0	0
<i>Inula conyzae</i>	0	0	13	13	0	0	14	0
<i>Iris germanica</i>	10	0	13	0	17	17	0	14
<i>Isatis tinctoria</i>	20	10	50	50	33	33	71	29
<i>Juglans regia</i>	10	10	0	0	0	0	0	0
<i>Knautia arvensis</i>	0	0	0	0	17	17	0	0
<i>Lactuca serriola</i>	0	0	13	0	0	0	0	0
<i>Lamium purpureum</i>	0	0	0	0	0	0	14	0
<i>Lapsana communis</i>	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0	0	0	0	17	17	0	0
<i>Ligustrum vulgare</i>	20	10	25	25	0	17	0	0
<i>Linaria vulgaris</i>	0	0	13	13	0	0	0	0
<i>Lotus corniculatus</i>	20	10	0	0	17	33	0	0
<i>Medicago lupulina</i>	10	0	25	0	33	0	14	14
<i>Medicago x varia</i>	90	50	63	50	83	100	100	71
<i>Melilotus spec.</i>	60	50	50	50	50	50	29	43

Ortsname Exposition Mulchregime Anzahl enthaltener Aufnahmen	Ihringen				Vogstburg			
	Ost		Süd		Ost		Süd	
	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm
	10	10	8	8	6	6	7	7
<i>Muscari neglectum</i>	70	20	75	38	50	33	57	14
<i>Narcissus spec.</i>	0	0	13	0	0	0	0	0
<i>Ononis repens</i>	10	10	0	0	17	17	0	0
<i>Origanum vulgare</i>	100	100	75	88	100	83	86	57
<i>Orobanche caryophyllacea</i>	0	0	0	0	17	0	43	14
<i>Papaver rhoeas</i>	0	0	0	13	17	0	14	14
<i>Petrorhagia prolifera</i>	0	0	0	0	17	17	57	29
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	20	20	0	0	17	17	0	0
<i>Picris hieracioides</i>	60	20	38	0	0	17	0	0
<i>Pinus sylvestris</i>	0	0	0	0	0	17	0	0
<i>Plantago lanceolata</i>	20	0	50	13	0	0	0	0
<i>Poa angustifolia</i>	90	20	88	75	100	50	100	43
<i>Polygonatum odoratum</i>	0	10	0	0	0	0	0	14
<i>Populus alba</i>	0	0	13	13	0	0	0	0
<i>Populus spec.</i>	10	10	0	0	0	0	0	0
<i>Populus tremula</i>	0	0	0	0	17	0	0	0
<i>Prunus avium</i>	10	10	0	0	0	0	0	0
<i>Prunus spec.</i>	10	0	0	0	33	33	0	0
<i>Reseda lutea</i>	0	0	0	13	0	0	0	14
<i>Rosa canina agg.</i>	50	30	38	25	33	33	14	0
<i>Rubus caesius</i>	90	80	38	38	17	33	43	43
<i>Salvia pratensis</i>	50	60	38	25	67	67	71	57
<i>Sanguisorba minor</i>	20	30	25	0	50	50	71	29
<i>Saponaria officinalis</i>	20	10	50	13	0	0	0	0
<i>Securigera varia</i>	70	60	38	38	83	67	57	43
<i>Sedum acre</i>	0	0	13	0	0	0	0	0
<i>Sedum album</i>	60	40	75	63	67	33	86	57
<i>Sedum rupestre</i>	10	10	25	13	0	0	0	0
<i>Senecio erucifolius</i>	50	80	25	0	33	33	14	14
<i>Senecio jacobaea</i>	60	40	13	25	0	0	0	0
<i>Sherardia arvensis</i>	0	0	25	13	0	0	0	0
<i>Silene latifolia ssp. alba</i>	20	0	50	50	0	0	0	0
<i>Silene nutans</i>	30	30	13	13	33	50	14	0
<i>Silene vulgaris</i>	80	60	63	75	83	67	57	57
<i>Solidago gigantea</i>	20	40	0	0	17	50	14	43

Ortsname	Ihringen				Vogstburg			
	Ost		Süd		Ost		Süd	
Exposition	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm
Mulchregime	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm	gem	ngm
Anzahl enthaltener Aufnahmen	10	10	8	8	6	6	7	7
<i>Solidago virgaurea</i>	10	20	0	0	0	17	0	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	20	10	13	0	0	0	0	0
<i>Stachys recta</i>	10	10	0	0	17	0	43	71
<i>Syringa vulgaris</i>	30	20	0	13	0	0	0	0
<i>Tamarix spec.</i>	0	0	13	0	0	0	0	0
<i>Tanacetum corymbosum</i>	0	0	0	0	17	17	0	0
<i>Taraxacum officinale agg.</i>	60	0	50	0	50	33	0	14
<i>Teucrium chamaedrys</i>	10	10	0	0	33	33	57	71
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	0	0	0	0	17	0	0	0
<i>Thymus pulegioides</i>	0	0	0	0	17	17	29	29
<i>Torilis arvensis</i>	0	0	13	13	0	0	14	14
<i>Tragopogon dubius</i>	20	0	50	0	17	17	29	0
<i>Tragopogon spec.</i>	10	0	25	25	0	0	29	14
<i>Trifolium medium</i>	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium pratense</i>	20	0	0	0	17	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Valeriana wallrothii</i>	20	10	13	0	0	0	0	0
<i>Valerianella carinata</i>	50	20	25	0	33	0	0	0
<i>Verbascum lychnitis</i>	50	30	63	75	0	0	43	29
<i>Veronica arvensis</i>	40	30	38	0	0	0	0	0
<i>Veronica chamaedrys</i>	0	10	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica persica</i>	10	0	13	13	0	0	14	0
<i>Vicia cracca</i>	50	40	13	0	17	0	0	0
<i>Vicia sativa</i>	30	10	88	50	50	33	57	29

Arten mit einer Stetigkeit $\geq 50\%$ in einer Gruppe sind blau hervorgehoben.

Mira Büll

Oldenburg
mira.buell@posteo.de

Reinhold Treiber

Ihringen
reinhold.treiber@gmx.de

Philipp Meinecke

Kiel
philipp.meinecke@posteo.de

Dr. Thomas Ludemann

Freiburg
thomas.ludemann@biologie.uni-freiburg.de

