

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 22	4	745-772	2019	Freiburg im Breisgau 20.12.2019
--	---------	---	---------	------	------------------------------------

Das Holunder-Knabenkraut (*Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó) im Kostgefäll bei Simonswald, Baden-Württemberg: Vergesellschaftung, Grünlandnutzung

SILVIO MARX¹, PETER STRATZ², ALBERT REIF¹

Zusammenfassung: Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Wuchsorte des Holunderknabenkrauts (*Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó) im Naturschutzgebiet „Kostgefäll“ bei Simonswald untersucht. Das Gebiet liegt in der montanen bis hochmontanen Stufe des Schwarzwalds. Es ist weiter durch ein relativ warmes Lokalklima (südexponierte Steilhänge und Kuppen), durch geringe nutzbare Wasserspeicherkapazität der skelettreichen Bodens und somit Tendenz zu sommerlicher Trockenheit gekennzeichnet. Es zeigte sich, dass *D. sambucina* im Kostgefäll in bodensauer-mageren Flügelginster-Weiden (*Festuco-Genistetum sagittalis*) und in mageren Wiesen (*Geranio-Trisetum meetosum athamantici*) vorkommt, die durch Heuernte mit Nachweide und früherer Düngung geprägt sind, jedoch seit 2014 ungedüngt geblieben sind.

Schlüsselworte: *Nardo-Callunetea*, *Festuco-Genistetum sagittalis*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Geranio-Trisetum*, Beweidung

Abstract: The grasslands of the nature reserve „Kostgefäll“ near Simonswald (Black Forest), where *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó is growing, were investigated. It is located in the montane to altomontane belt (ca. 1000 m a.s.l.). Because of its south-exposed slopes, the local climate is relatively warm. The soils tend to be shallow, skeleton-rich, with low water storage capacity, and summer drought occasionally occurs.

¹ Silvio Marx, Prof. Dr. Dr. h.c. Albert Reif Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und natürliche Ressourcen, Professur für Standorts- und Vegetationskunde, Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg.
albert.reif@waldbau.uni-freiburg.de

² Peter Stratz, Gfällhof, 79263 Simonswald

It could be shown, that *D. sambucina* in the „Kostgefäll“ grows in acidic, oligotrophic pastures (Nardo-Callunetea: Festuco-Genistetum sagittalis) with cattle grazing, and also in less nutrient-rich meadows (Molinio-Arrhenatheretea: Geranio-Trisetetum meetosum athamantici), which underly mowing and autumnal aftergrazing. They were not fertilized any more since 2014.

Key words: Nardo-Callunetea, Festuco-Genistetum sagittalis, Molinio-Arrhenatheretea, Geranio-Trisetetum, grazing

1. Einleitung

Deutschlandweit sind magere Grünlandgesellschaften durch Intensivierung der Landwirtschaft oder Nutzungsänderung stark im Rückgang (Rennwald 2000). Dieser Prozess und der damit verbundene Wegfall strukturreicher Lebensräume führt zur Gefährdung von lichtbedürftigen Pflanzen- und Tierarten nährstoffarmer Standorte, damit zu Verminderung der Biodiversität (Gossner et al. 2016). Eine dieser Arten ist das Holunderknabenkraut (*Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó), dessen bundesweite Wuchsureale seit Beginn der Dokumentation um über 83% zurückgegangen sind (Baumann et al. 2005). Die Art war bis zum Beginn des 20. Jh. in den deutschen Mittelgebirgen noch weit verbreitet. Heute kommt das Holunderknabenkraut nur noch auf wenigen Standorten vor und gilt in den meisten Bundesländern als stark gefährdet oder vom Aussterben bedroht (Breunig & Demuth 1999; Baumann 2005). In Baden-Württemberg, wo die heute seltene Orchidee noch in bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts auf zahlreichen Flächen nachgewiesen wurde, ist das Holunderknabenkraut in weiten Teilen verschwunden (AHO-BW 2017). In der „Roten Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württembergs“ (Breunig & Demuth 1999) wird die Art als stark gefährdet (Kategorie 2) eingestuft, in der Literatur wird diese Gefährdungsstufe als zu gering diskutiert (Baumann et al. 2005).

Als Gründe für das Verschwinden des Holunderknabenkrauts werden Intensivierung der Landwirtschaft, Brachfallen der Flächen und Aufforstung mit Fichten genannt. Ferner werden eine Entbasung der Böden und Eutrophierung durch Immissionen als Gefährdungsfaktoren diskutiert (Pressler 2000).

In Baden-Württemberg beschränkt sich die Art auf die zwei Standorte des „Kostgefäll“ bei Simonswald sowie das benachbarte Nonnenbachtal (AHO 2017). Das Naturschutzgebiet Kostgefäll – das Untersuchungsgebiet dieser Arbeit – ist mit seinen mageren Wiesen und Weiden ein wichtiger Lebensraum für seltene und gefährdete Arten, darunter auch dem Holunderknabenkraut (Seitz & Fuchs 1993).

2. Fragestellung und Ziele der Arbeit

Bisher beschränken sich die Daten über die Orchideenpopulation im Kostgefall auf Individuenzählungen und eine phänologische Beschreibung (z.B. „Hochblüte“, „verblüht“, etc.) (AHO-BW 2015). Ergänzend hierzu werden die lokalen Standorts- und Bewirtschaftungseinflüsse und die Vergesellschaftung der Art vorgestellt. Dazu wurden folgende Fragen formuliert:

Wie ist *Dactylorhiza sambucina* im Kostgefall verbreitet? Gibt es bevorzugte Wuchsorte?

Mit welchen Pflanzenarten ist *Dactylorhiza sambucina* im Kostgefall in welchen Vegetationstypen vergesellschaftet?

Welchen Standortsbedingungen prägen die Wuchsorte von *Dactylorhiza sambucina*?

Welche Auswirkung hat die frühere und heutige Landnutzung auf die Population? Wie wirkt sich das derzeitige Bewirtschaftungs- und Pflegekonzept auf die Population von *Dactylorhiza sambucina* aus?

3. Das Holunderknabenkraut

Das Holunderknabenkraut ist eine ausdauernde Pflanze aus der Familie der Orchideen. Die ausgewachsenen Individuen werden zwischen 10 und 25 cm hoch und haben einen hohlen Stängel mit 4 bis 7 ungefleckten, grünen Laubblättern. Die Blütezeit reicht von Anfang Mai bis Mitte Juni. Die Blüten kommen in blassgelben und violetten Farbvariationen sowie Mischungsformen vor (Balzer 2005). Den Namen erhielt *Dactylorhiza sambucina* durch seinen charakteristischen Geruch nach Holunder (Baumann et al. 2005). Laborversuche ergaben, dass Nitrat die Keimung der Orchidee verhindert (Eiberg 1969). Dies weist auf die Gefährdung dieser Art durch Intensivierung der Landwirtschaft hin (Pressler 2000).

Im Gegensatz zu den meisten heimischen Orchideen der Gattung *Dactylorhiza* bevorzugt das Holunderknabenkraut kalkarme Standorte. Es wächst bevorzugt auf neutralen bis mäßig sauren, mehr oder weniger humosen, flachgründigen, sandigen oder steinigen Lehm Böden auf Silikatgesteinen. Die Art ist mäßig wärmeliebend und kommt in Deutschland vor allem in den Mittelgebirgen vor (Baumann 2005).



Abbildung 1: Individuen des Holunderknabenkrauts auf der Teilfläche "Naturdenkmal" (Kostgefäll) in zwei Farbvarianten. 5.5.2013.

4. Das Untersuchungsgebiet und seine Bewirtschaftungsgeschichte

Alle Flächen dieser Untersuchung liegen im Naturschutzgebiet Kostgefäll bei Simonswald im Mittleren Schwarzwald. Das Naturschutzgebiet hat eine Fläche von 447,5 ha und beinhaltet vor allem land- und forstwirtschaftlich extensiv genutzte Flächen (Seitz & Fuchs 1993). Neben magerem Grünland sind auch Feuchtgebiete, naturnahe Wälder, Felsen und Blockschutthalden Teil des Gebietes. Das Gebiet erstreckt sich von ca. 660 m bis 1180 m ü NN. Das kühl-atlantische, montane bis hochmontane Klima mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 6°C (Stand 1993) ist auf den steilen, südexponierten Hängen mit über 30% Steigung lokal wärmer. Trotz der recht hohen Niederschlagsmengen von 1500-1800 mm pro Jahr neigen die flachgründigen Böden auf verwitterungsresistentem Orthogneis im Sommer zu Austrocknung (Seitz & Fuchs 1993).



Abbildung 2: Bodenprofil mit sichtbarer Humusanreicherung und Verbrauchung.

Die Böden sind teilweise nährstoffarme Braunerden, lokal Übergang zu Ranker und Blockboden. Zur Beurteilung des allgemeinen Bodenzustands wurde in einen Hangaufschluss am Wegrand im Gebiet ein Referenzprofil gegraben (Abb. 2).

Das Bodenprofil entsprach einer tiefgründigen Braunerde mit Horizontabfolge Ah (20 cm) – Bv (55 cm) – Bv/C (30cm) – C; Gründigkeit >100 cm; Ah mit ca. 25% Skelettanteil, pH-Wert 4,61 (H₂O) bzw. 4,2 (CaCl₂), darunter leicht höher. Skelettgehalt darunter stark zunehmend; nFK ca 70 mm. Tiefreichende Durchwurzelung.

Die erste urkundliche Erwähnung des Kostgefällhofs fällt auf das 18. Jahrhundert. Damals wurde das Land aus dem Besitz des Klosters St. Margarethen in Waldkirch vergeben. Die Größe des Hofes lässt sich laut dem Bewirtschafter aus der abseitigen Lage des Gebietes erklären. Bis um das Jahr 1790 wurden die im Gebiet vorkommenden Bergmischwälder für die Eisenverhüttung in Waldkirch eingeschlagen. Die dadurch entstandenen Freiflächen wurden zunächst als Waldweide genutzt. Anschließend differenzierte sich die Feldflur heraus mit großen Reut- und Weidfeldern,

Wiesen (v.a. unterhalb der Höfe und entlang der Bäche, vermutlich Wässerwiesen), Ackerland und verbliebenem Wald (Abb. 3). Bis in große Höhen wurde damals also eine subsistenzorientierte gemischte Landwirtschaft betrieben, mit Ackerbau und Viehhaltung (Milchwirtschaft, auch zur Butterproduktion als monetäre Einnahmequelle). Die Umwandlung in das jetzige Bewirtschaftungskonzept erfolgte in den Jahren 1982 bis 1984. Heute werden die im Naturschutzgebiet liegenden Grünlandflächen teils als permanente Weide, teils als Wiese mit Vor- oder Nachweide bewirtschaftet. Geregelt und finanziell entgolten ist die Bewirtschaftung durch die Direktzahlungen der EU sowie Verträge im Rahmen der „Landschaftspflegegerichtlinie“.

In diese Untersuchung wurden drei Teilgebiete des „Kostgefäll“ einbezogen, welche auch die Schwerpunktorkommen der Art darstellen:

Im Teilgebiet „Naturdenkmal“ wurde seit der Entwaldung Weide betrieben, was der steilen Hanglage und dem steinigen Oberboden geschuldet ist. Auf der Karte von 1904 ist das Gebiet als „Reut oder Waidfeld“ vermerkt. Seit Ende der 1980er Jahre wird die Fläche jährlich bis zum 10. Mai mittels eines Elektrozauns eingezäunt, mit dem Ziel die Orchideenpopulation zu schützen. Danach erfolgt für den gesamten Zeitraum des Sommers eine Beweidung durch eine Herde von ca. 15 Rindern. Insgesamt werden die Flächen dabei (mit Unterbrechungen) ca. 3-4 Wochen beweidet. In den späten 1980er und frühen 1990er Jahren wurde die Fläche für vier Jahre mit Schafen beweidet, mangels Erfolges wurde die Unternehmung jedoch wieder aufgegeben. Ackerbau hat es auf der Fläche nie gegeben.

Das Teilgebiet „Obere Breitachse“ wird im einschrigen Mahdbetrieb bewirtschaftet. Die Mahd erfolgt jedes Jahr um den 29. Juni. Die Fläche wurde im unteren Drittel bis etwa 2013 mittels Güllefass von dem unter der Fläche verlaufenden Fahrweg gedüngt. Auf der Karte von 1904 lässt sich erkennen, dass das Gebiet ebenfalls als „Reut oder Waidfeld“ vermerkt ist.

Auch das Teilgebiet „Bühlacker“ wird im einschrigen Mahdbetrieb bewirtschaftet. Bis um das Jahr 2000 wurde auf der Fläche teilweise Gülle und Festmist ausgebracht. Auch hier wurde bis vor vier Jahren mittels Güllefass das untere Drittel der Fläche vom Fahrweg aus gedüngt. Heute wird nicht mehr gedüngt. Nach der jährlichen Mahd erfolgt eine Nachweide der Fläche mit 15-16 Tieren. Auf der Karte von 1904 ist die Fläche als Ackerland ausgewiesen.



Abb. 3: Historische Karte des (Unteren) Gfällhofs aus dem Jahr 1904. Die Flur wird beherrscht von Reut- und Weidfeld (hellgelb), Wiesen (helles grün; v.a. unterhalb der Höfe und entlang der Bäche, vermutlich Wasserwiesen), Ackerland (dunkles gelb) und Wald (dunkles grün).

Quelle:
Vermessungstechnisches Bureau der Oberdirektion des Wasser- und Strassenbaus, Karlsruhe.



5. Methoden

5.1. Datenaufnahme

Daten zu Vegetation, Boden und Landnutzung wurden auf 23 Probeflächen von jeweils 5 x 5 m an den Wuchsorten des Holunderknabenkrauts aufgenommen (Abb. 4, 5). Die Probeflächen wurden nach Anwesenheit von *Dactylorhiza sambucina*, Teilgebiet, Hanglage und Exposition systematisch (stratifiziertes Raster) ausgewählt. Jeweils neun Flächen liegen in den Teilgebieten „Obere Breitachse“ und „Bühlacker“. Fünf Flächen befinden sich im Teilgebiet „Naturdenkmal“ (Abb. 4). Nicht einbezogen wurden die Vorkommen im Teilgebiet „Langematten“. Alle Vorkommen und Probeflächen befinden sich im Grünland.



Abbildung 4: Lage der drei Teilgebiete und der Probeflächen im Kostgefall mit Laufender Aufnahmenummer in Tabelle I. Orangefarbene Raute: Lage des Referenz-Bodenprofils.

Mittels eines GPS-Geräts wurden UTM-Koordinaten und Meereshöhe der Flächen bestimmt (vgl. Anhang, Tab. III). Die Messung der Exposition erfolgte mittels eines Kompasses. Zusätzlich wurde jede Fläche mit einer einfachen Beschreibung zur vertikalen Verortung innerhalb der Lokalität versehen („Oberhang“, „Mittelhang“ und „Unterhang“).

Die Vegetation wurde mittels der modifizierten Braun-Blanquet-Skala zur Schätzung von Deckungsgraden erfasst (Reichelt & Wilmanns 1973). Die Flächen wurden von Mitte Mai bis Ende Juni 2018 mehrmals aufgesucht. Am 16. August 2018 erfolgte ein Nachbegang, bei dem wenige Individuen

von Augentrost (*Euphrasia stricta*) und Silberdistel (*Carlina acaulis*) angetroffen wurden. Insgesamt gesehen war die Aufnahme der Vegetation durch die extreme Trockenheit des Sommers 2018 geprägt (vgl. Imbery et al. 2018). Die Nomenklatur der Pflanzenarten folgt „Rothmaler’s Exkursionsflora“ (Jäger & Rothmaler 2011). Die Nomenklatur der Grünlandgesellschaften folgt Oberdorfer (1978, 1983, 2001).



Abbildung 5: Die Fläche "Naturdenkmal". Deutlich sichtbar sind die abgestorbenen letztjährigen Halme des Borstgrases (*Nardus stricta*) aus dem Vorjahr und stellenweise der Bewuchs von Heidekraut (*Calluna vulgaris*).

Auf jeder der 23 Probeflächen wurden Bodenproben in Spatentiefe entnommen, wurde der pH-Wert in CaCl_2 -Lösung (0,01 M) und ergänzend dazu in Wasser gemessen.

Zur Rekonstruktion der Bewirtschaftungsgeschichte wurde am 31. Juli 2018 ein ausführliches Interview mit dem Bewirtschafter geführt. Die Datenlage im Bereich der Düngung erwies sich als sehr vage, weshalb nur zwischen 0 = „nie gedüngt“, 1 = „Düngung mit Gülle oder Festmist“ und 2 = Düngung mit „Gülle und Festmist“ unterschieden werden konnte. Hinzu kam die Auswertung einer

historischen topographischen Karte der Gemarkung Simonswald aus dem Jahr 1904.

5.2. Datenauswertung

Die Rohtabelle wurde in Anlehnung an Dierschke (1995) manuell und unter Einbeziehung der berechneten Zeigerwerte nach Ellenberg (vgl. Ellenberg & Leuschner 2010) in Aufnahme- und Artengruppen sortiert.

Die Zeigerwerte wurden ungewichtet (Anwesenheit/Absenz) und ergänzend gewichtet (Transformation der Deckungsgrad in eine Ordinalskala; vgl. Tremp (2005) berechnet. Diagnostische Arten für die beiden resultierenden Pflanzengesellschaften wurden ermittelt (D1 = charakteristische/differenzierende Arten für Gesellschaft 1; D2 = charakteristische/differenzierende Arten für Gesellschaft 2) und literaturgestützt zugeordnet (Charakterarten, Differentialarten von Klassen (K), Ordnungen (O) und Verbänden (V)) (Oberdorfer 1978, 1983). Hinzu kommen „unspezifische“ Begleitarten und „zufällige“ Arten, deren Schwerpunkt in anderen Vegetationseinheiten liegt.

Um den Übergang zwischen den beiden Vegetationstypen quantifizieren zu können, wurden die aufsummierten Deckungsgrade der beiden charakterisierenden Artengruppen als D1/D2-Quotient zueinander ins Verhältnis gesetzt:

$$DQ = \frac{(\text{Deckung } D_1Char_1 + \dots + D_1Char_n)}{(\text{Deckung } D_2Char_1 + \dots + D_2Char_n)}$$

Zur Quantifizierung wurden die Daten von +100% (Aufnahme mit Arten von D1, rein) bis -100% (Aufnahme mit Arten von D2, rein) in Relation gesetzt, beispielsweise bedeutet der Wert 0% („Intercept“) ein ausgeglichenes Verhältnis der beiden Artgruppen:

$$DQ_p = \frac{(\text{Deckung } D_1Char_1 + \dots + D_1Char_n) - (\text{Deckung } D_2Char_1 + \dots + D_2Char_n)}{(\text{Deckung } D_1Char_1 + \dots + D_1Char_n) + (\text{Deckung } D_2Char_1 + \dots + D_2Char_n)} \times 100$$

Die so erzielte floristische Ordination wurde mit ausgewählten Zeigerwerten, dem pH-Wert durch generalisierte Lineare Modelle (GLM) in Beziehung gesetzt und aus Signifikanz der Zusammenhänge geprüft (Anhang II).

6. Ergebnisse

6.1. Vergesellschaftung des Holunder-Knabenkrauts (Anhang, Tab. III)

Auf den 23 Probeflächen fanden sich insgesamt 55 Pflanzenarten. Die mittlere Artenzahl lag bei 24 Arten. Die höchste Artenzahl wurde auf mit 33 Arten ermittelt (Tab. III/10). Die höchsten Stetigkeiten (>80%) im Gebiet hatten Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*), Bärwurz (*Meum athamanticum*), Gras-Sternmiere (*Stellaria graminea*), Wiesen-Wucherblume (*Leucanthemum ircutianum*), Sauerampfer (*Rumex acetosa*), Schafgarbe (*Achillea millefolium* agg.), Schwarze Flockenblume (*Centaurea nigra*) und Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*). 33 Arten erreichten eine mittlere Stetigkeit von 80 – 20%, weitere 14 eine geringe Stetigkeit (< 20%). Die höchste Deckung in einer einzigen Probefläche erreichte Borstgras (*Nardus stricta*; Probefläche 8).

Die 23 Probeflächen mit Holunderknabenkraut konnten 2 Assoziationen zugeordnet werden, nämlich der Flügelginster-Weide (Festuco-Genistetum sagittalis; Tab. III/1-11) und der mageren Ausbildung der montanen Goldhafer-Wiesen (Geranio-Trisetetum meetosum athamantici; Tab. III/12-23).

Die **Flügelginster-Weide (Festuco-Genistetum sagittalis; Tab. III/1-11)** wurde differenziert durch den namengebenden Flügelginster (*Genista sagittalis*), durch weitere Arten der Borstgrasrasen wie Heidekraut (*Calluna vulgaris*), den geringsteten Dreizahn (*Danthonia decumbens*), Feld-Hainsimse (*Luzula campestris*), Mausohr-Habichtskraut (*Pilosella vulgaris*), Blutwurz (*Potentilla erecta*), Gewöhnliches Kreuzblümchen (*Polygala vulgaris*), Sand-Labkraut (*Galium saxatile*; = *G. hircynicum*) sowie dem Borstgras (*Nardus stricta*). Hinzu kamen Magerkeitszeiger wie Frühlings-Segge (*Carex caryophylla*), Thymian (*Thymus pulegioides*), Taubenkropf-Leinkraut (*Silene vulgaris*), Gewöhnliches Habichtskraut (*Hieracium lachenalii*). Bemerkenswert waren die Vorkommen der Jungwüchse von Birke (*Betula pendula*) und Fichte (*Picea abies*), die darauf hinweisen, dass nach Auflassen der Bewirtschaftung die Wiederbewaldung einsetzen wird.

Die Probeflächen der **Goldhafer-Wiese (Geranio-Trisetetum) in ihrer mageren Ausbildung (meetosum athamantici; Tab. III/12-23)** wurden durch die Arten Goldhafer (*Trisetum flavescens*), Bärwurz (*Meum athamanticum*), Rot-Schwingel (*Festuca rubra*), Hain-Flockenblume (*Centaurea nigra* subsp. *nemoralis*), Spitz-Wegerich (*Plantago lanceolata*), Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*), Sauerampfer (*Rumex acetosa*), Wiesenklees (*Trifolium pratense*), Schafgarbe (*Achillea millefolium* agg.), Wiesen-Wucherblume (*Leucanthemum ircutianum*), Hornklees (*Lotus corniculatus*), Knäuelgras (*Dactylis glomerata*), Acker-Witwenblume

(*Knautia arvensis*) differenziert. Besonders häufige Arten mit Schwerpunkt in Wirtschaftswiesen waren Gamander-Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*), Sauerampfer (*Rumex acetosa*), und Frauenmantel (*Alchemilla vulgaris* agg.).

6.2. Zusammenhang zwischen dem D-Quotienten und Zeigerwerten, Düngungsintensität, pH-Wert

Unterschiedliche Häufigkeiten des Holunderknabenkrauts lassen sich mit Boden- und Bewirtschaftungsparametern sowie gemittelten Zeigerwerten in Beziehung setzen (Anhang II). Bezüglich der Zeigerwerte erwies sich die Flügelginster-Weide „erwartungsgemäß“ als trockener, saurer und nährstoffärmer. Bei Betrachtung der graduellen Übergänge zwischen den beiden Vegetationstypen zeigte sich mit abnehmendem D1/D2-Quotienten („Abnahme der Arten der Borstgrasrasen bei Zunahme der Arten der Goldhaferwiesen“) eine Zunahme des R-Zeigerwerts (Abb. 6), des N-Zeigerwerts (Abb. 7) sowie eine abnehmende Deckung des Holunderknabenkrauts (Abb. 8). Hinzu kommt ein abnehmender Deckungsgrad bei zunehmenden pH-Wert (Abb. 9).

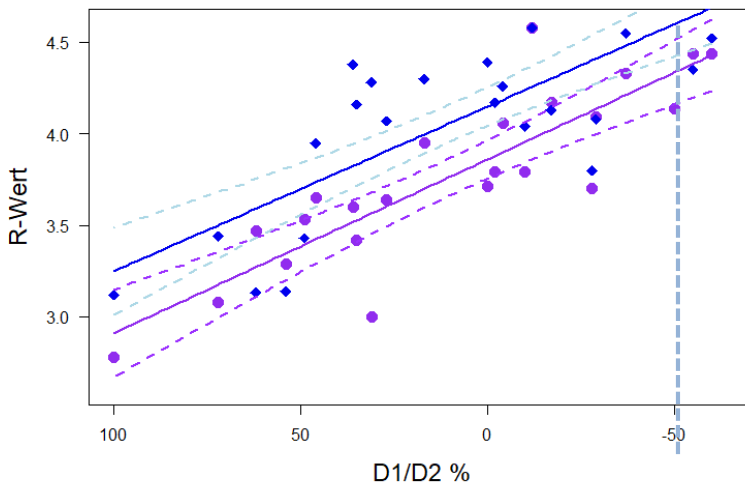


Abbildung 6: R-Wert in Abhängigkeit vom D-Quotient. Violett: Verfahren mit ungewichteten Zeigerwerten, Blau: gewichtetes Verfahren. Beim ungewichteten Wert lassen sich 80% der Varianz durch das Modell erklären. Beim gewichteten Wert sind es mit 57% deutlich weniger. Der Intercept liegt beim gewichteten Modell mit 4,14 höher als im ungewichteten Modell (3,86).

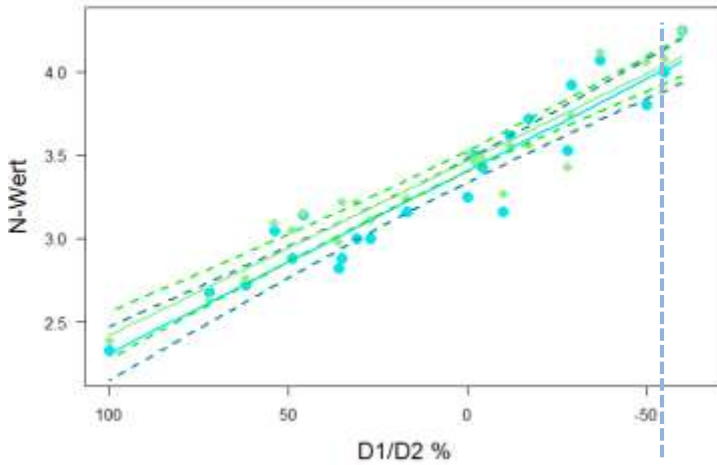


Abbildung 7: N-Wert in Abhängigkeit vom D-Quotient. Türkis: ungewichtetes Verfahren, Grün: gewichtetes Verfahren. Der Intercept ist im gewichteten Verfahren nur geringfügig höher und liegt bei 3,47 statt 3,40.

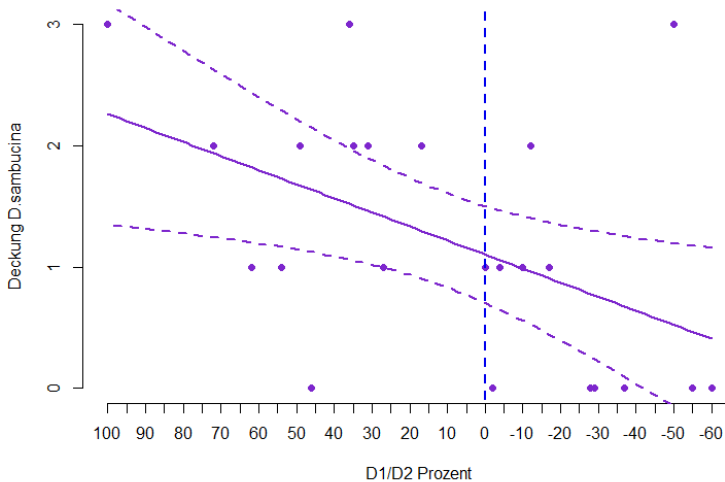


Abbildung 8: Ordinierte Deckungsgrade von *D. sambucina* als Funktion des D1/D2-Quotienten. $x=0$ markiert ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen D1 und D2. Der Intercept liegt bei 1,10. Das bedeutet, dass bei einem ausgeglichenen Artverhältnis (D1 mit D2 gleichgewichtig) die Deckung des Holunder-Knabenkrauts rechnerisch bei 1,10% liegt.

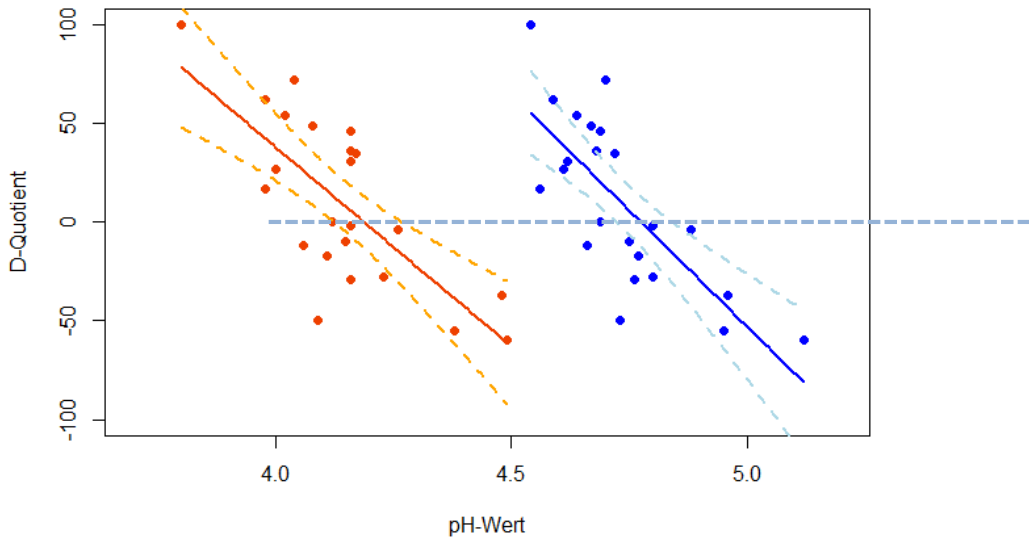


Abbildung 9: D-Quotient in Abhängigkeit des pH-Werts. Rot= CaCl₂-Lösung, Blau=H₂O-Lösung. Beide Modelle haben hochsignifikante Intercepts und Slopes. Im Schnitt lag der pH-Wert in der CaCl₂-Lösung um ~0,6 pH tiefer als in der H₂O-Lösung.

Die aufgenommenen Düngungsdaten sind sehr vage. Dennoch zeigt sich, dass auch zunehmende Düngung zu einer hoch signifikanten Abnahme der Deckung von *D. sambucina* (p-Wert des t-Tests 0,0437) führt und mit einer Abnahme des D-Quotienten korreliert ist.

7. Diskussion

Über 70% der in dieser Arbeit aufgenommen Individuen von *D. sambucina* kommen in den Aufnahmen der Flügelginster-Weide (*Festuco-Genistetum sagittalis*) vor, diese ist zumindest lokal der optimale Wuchsort mit den flachgründig-mageren Standorten am Oberhang, korreliert mit einer extensiveren Bewirtschaftung. Von dort aus strahlen einzelne Individuen in die magere Goldhafer-Wiese (*Geranio-Trisetetum meetosum athamantici*) ein, um bei zunehmend intensiverer Bewirtschaftung dann zu verschwinden. Daher finden sich heute die größten Populationen im Teilgebiet Naturdenkmal. Anschließend folgen die Oberhangflächen des Bühlackers und der Oberen Breitachse. Die Vorkommen klingen am Mittel- und Unterhang dieser Gebiete aus.

Im Vergleich zu Flächen im Frankenwald, die von Balzer in den Jahren 1994 bis 1998 ausführlich untersucht worden sind, wird deutlich, dass *Dactylorhiza sambucina* dort ähnliche Standorte in Bezug auf Hanglage und Exposition einnimmt, nämlich „südexponierte Kuppen und Steilhänge“ (Balzer 2000). Auch die Jahresdurchschnittstemperatur ist in beiden Gebieten ähnlich. Jedoch liegen die Flächen im Kostgefall zwischen 400 – 500 m höher als im Frankenwald.

Die Flügelginster-Weide (*Festuco-Genistetum sagittalis*) ist für die mittleren Hochlagen des Schwarzwaldes auf sauren Rankern in sommerwarmer Lage typisch, sie ist durch Düngung und Nutzungsaufgabe stark gefährdet (Rennwald 2000). Im Kostgefall reicht die Spanne der Vorkommen von Rankern bis zu oligotrophen, skelettreichen Braunerden. Die Azidität des Bodens im Kostgefall zeigt sich durch Säurezeiger in den Vegetationsaufnahmen mit insgesamt 20 Arten, von Starksäurezeigern wie Heidekraut und Drahtschmiele bis Mäßig-Säurezeigern wie Flügelginster oder Gewöhnliches Habichtskraut. Ein weiteres Indiz liefern die niedrigen pH-Werte des Oberbodens.

Die Flügelginster-Weide geht graduell über in die Goldhafer-Wiese in ihrer nährstoffarmen Subassoziaton mit Bärwurz (*Geranio-Trisetetum meetosum ahamantici*) (Oberdorfer 1983). Diese sind montane wirtschaftsüberprägte „magere“ Fettwiesen, deren Auftreten sehr stark durch anthropogene Prozesse wie Düngung und Landnutzung beeinflusst wird (Oberdorfer 1983). Die Differenzierung dieser Pflanzengesellschaften hängt eng mit der Art und Intensität der Nutzung dieser Flächen zusammen (Oberdorfer 1978, 1983). Prägender Faktor dieser Gesellschaften ist neben der Heumahd der durch Gülle, Festmist o.ä. erfolgende Stickstoffeintrag. Im Bereich des Kostgefall finden sich entsprechende Bestände auf den Unter- und Mittelhängen der beiden Wiesen „Obere Breitachse“ und „Bühlacker“. Diese Flächen waren in der Vergangenheit Düngeereignissen stärker ausgesetzt. Heute, nach Beendigung des Gülle-Eintrags, besteht die Tendenz einer Ausbreitung des Holunderknabenkrauts in „ausmagernde“ Goldhafer-Wiesen, ein Erfolg der pflegeorientierten Bewirtschaftungsmaßnahmen.

8. Fazit und Ausblick

Standort, Landnutzung und Grünlandvegetation befinden sich in einem sensiblen Gleichgewicht. Bei Intensivierung der Nutzung droht der Wegfall der Arten nährstoffarmer Standorte und die Übernahme durch häufige, oftmals stickstoffzeigende Arten. Bei Nutzungsaufgabe dagegen ist eine

zunehmende Verbrachung und Verbuschung wahrscheinlich, was sich durch Pioniergehölze in den Vegetationsaufnahmen bereits andeutet.

Das Holunder-Knabenkraut ist in Baden-Württemberg und in ganz Deutschland auf wenige Standorte begrenzt. Der Lebensraum der Art kann nur dann erhalten werden, wenn das extensive Nutzungskonzept weitergeführt wird. Das Schutz- und Pflegekonzept im Kostgefäll kann als erfolgreich bezeichnet werden, da die extensive Bewirtschaftung durch eine zeitlich geregelte Beweidung mit Rindern und Heumahd ohne Zufuhr von Dünger den Lebensraum erhält:

- Die Auszäunung der Fläche „Naturdenkmal“ im Frühjahr, gefolgt von Beweidung im Sommer, ist neben der ausbleibenden Düngung für das vermehrte Auftreten der Orchidee auf dieser Fläche ein wichtiger Faktor. Beispielsweise konnte auf Bornholm ein Rückgang der dortigen *D. sambucina*-Population beobachtet werden, der auf grasende Tiere zurückzuführen ist (Sonne & Hauser 2014).

- Da *D. sambucina* bevorzugt auf den ungedüngten und nährstoffärmeren Standorten im Kostgefäll vorkommt und Nitrat die Keimung der Orchidee hemmt (Eiberg 1969), sollte Düngung unbedingt vermieden werden.

Das bedeutet, dass ein landwirtschaftlicher Betrieb im Mittelgebirge mit dem Ziel der Pflege von Magerrasen durch Rinder für den vermehrten betrieblichen Aufwand und bei geringerem Ertrag eine angemessene Entgeltung erhalten muss; dass die Gesellschaft diese Natur- und Landschaftsschutzleistungen angemessen honorieren muss. Jedoch bedeutet landwirtschaftlichen Viehhaltung zugleich auch eine intensivere Nutzung von bestimmten Grünlandflächen, um die anfallende Gülle entsorgen und nährstoffreicheres Futter zur Heugewinnung produzieren zu können. Besonders eignen sich hierfür hofnahe Flächen mit tiefgründigeren Böden an Unterhängen.

Erwähnt sei für einige Weideflächen des Kostgefäll das kontrollierte Abflammen der verdämmenden Streuauflage im Spätwinter. Feuer war bis vor wenigen Jahrzehnten ein weit verbreitetes „Managementinstrument“ der Bauern. Dies scheint das Holunder-Knabenkraut ebenfalls zu begünstigen, auch wird der Grünlandbestand durch das Brennen schmackhafter für das Vieh, was ebenfalls zu einer Reduktion der Streuschicht führt.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Frau Renate Nitschke für die freundliche Unterstützung bei der pH-Wert-Analyse im Waldbaulabor, und bei Hans Page vom LEV Emmendingen für wertvolle Hinweise zum Management.

Literaturverzeichnis

Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. Mit 103 Tabellen und 31 Listen. Unter Mitarbeit von Herbert Sponagel. 5., verbesserte und erweiterte Auflage. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.

Arbeitskreis Heimische Orchideen (AHO) Baden-Württemberg (2015): Kartierung 2010 - *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó. Online verfügbar unter <https://orchids.de/kt10/taxa/Dactylorhiza%20sambucina.html>, zuletzt aktualisiert am 12.06.2015, zuletzt geprüft am 17.10.2018.

Arbeitskreis Heimische Orchideen (AHO) Baden-Württemberg (2017): Orchideen in Baden-Württemberg - *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó. Online verfügbar unter <https://orchids.de/galry/bw/Dactylorhiza%20sambucina.html>, zuletzt aktualisiert am 06.2017, zuletzt geprüft am 17.10.2018.

Baumann H, Blatt H & Kretzschmar H (2005): *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó – Holunder-Fingerwurz. In: Arbeitskreise heimische Orchideen (Hg.): Die Orchideen Deutschlands. 336-341. Uhlstädt-Kirchhasel.

Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung (Hg.) (2000): Populationsökologische Untersuchungen an *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó (Orchideaceae) im Frankenwald, Nordost-Bayern. Unter Mitarbeit von S. Balzer. Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung. Bayreuth: Bayreuther Forum Ökologie (81).

Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Dritte, Neubearbeitete und Wesentlich Vermehrte Auflage. Vienna: Springer Vienna. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-7091-8110-2>.

Breunig, T.; Demuth, S. (Hg.) (1999): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württemberg. (3., neu bearb. Fassung, Stand 15.4.1999). Mannheim: LfU c/o JVA Mannheim Druckerei (Naturschutz-Praxis Artenschutz, 2).

Dormann, Carsten F. (2013): Parametrische Statistik. Verteilungen, maximum likelihood und GLM in R. Berlin, Heidelberg: Springer (Statistik und ihre Anwendungen). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-34786-3>.

Eiberg, H. (1969): Keimung europäischer Erdorchideen. Die Orchidee 20, 266-270.

Ellenberg, H.; Leuschner, C.; Dierschke, H. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht ; 203 Tabellen. 6., vollst. neu bearb. und stark erw. Aufl. Stuttgart: Ulmer (UTB Botanik, Ökologie, Agrar- und Forstwissenschaften, Geographie, 8104).

Gossner, M. M.; Lewinsohn, T. M.; Kahl, T.; Grassein, F.; Boch, S.; Prati, D. et al. (2016): Land-use intensification causes multitrophic homogenization of grassland communities. In: *Nature* 540 (7632), S. 266–269. DOI: 10.1038/nature20575.

Hildebrand, E. E.; Schack-Kirchner, H.; Trüby, P.; Lang, F. (2018): Beurteilung des Bodens im Gelände. Unter Mitarbeit von J. Flade.

Imbery, F.; Friedrich, K.; Haeseler, S.; Koppe, C.; Janssen, W.; Bissolli, P. (2018): Vorläufiger Rückblick auf den Sommer 2018 – eine Bilanz extremer

Wetterereignisse. Hg. v. Deutscher Wetterdienst. Online verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20180803_bericht_sommer2018.pdf?__blob=publicationFile&v=6, zuletzt geprüft am 21.08.2018.

Info Flora: Das nationale Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora (2018): IV.3.3.2.4 *Festuco rubrae*-*Genistetum sagittalis*. Online verfügbar unter <https://www.infoflora.ch/de/lebensraeume/phytosuisse/43324-festuco-rubrae-genistetum-sagittalis.html>, zuletzt aktualisiert am 17.10.2018, zuletzt geprüft am 17.10.2018.

Jäger, E. (Hg.).J.; Rothmaler, W. (2011): Exkursionsflora von Deutschland. 20., neu bearb. und erw. Aufl. Heidelberg: Spektrum Akad. Verl.

Oberdorfer, E. (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil II, Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgrasgesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstauden-Fluren. Stuttgart: Fischer.

Oberdorfer, E. (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil III, Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften. Stuttgart: Fischer.

Oberdorfer, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8., stark überarb. u. erg. Aufl. Stuttgart: Ulmer.

Presser, H. (2000): Die Orchideen Mitteleuropas und der Alpen. Variabilität, Biotope, Gefährdung. 2., völlig überarb. und erw. Aufl. Landsberg/Lech: ecomed.

Reichelt, G.; Wilmanns, O. (1973): Vegetationsgeographie. Braunschweig: Westermann (Das geographische Seminar Praktische Arbeitsweisen).

Rennwald En (2000): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Schriftenreihe f. Vegetationskunde 35: 800 S. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.

Scheffer, F.; Blume, H. P.; Schachtschabel, P.; Thiele, S. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. 16., völlig neu bearb., aktualisierte und neu strukturierte Aufl. Heidelberg: Spektrum, Akad. Verl. (Spektrum Lehrbuch).

Seitz, B. J.; Fuchs, o.A. (1993): 3.243 Kostgefäll - Würdigung. Gutachten über das geplante Naturschutzgebiet „Kostgefäll“. Gemarkung Haslachsionswald, Gemeinde Simonswald, Landkreis Emmendingen. Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Freiburg. Online verfügbar unter http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_12/wuerdigung/3/3243.htm, zuletzt aktualisiert am 16.09.93, zuletzt geprüft am 16.10.2018.

Sonne, M. N.; Hauser, T. P.: Population fluctuations, losses to grazing, and reproductive success of *Dactylorhiza sambucina* on Bornholm, Denmark. In: *Annales Botanici Fennici*. 51 (6), S. 375–386.

Trempe, H. (2005): Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten. 41 Tabellen. Stuttgart: Ulmer; UTB (utb-studi-e-book, 8299). Online verfügbar unter <http://www.utb-studi-e-book.de/9783838582993>.

Anhang I: Bodendaten

Tabelle 2: Analysedaten des Referenzprofils

Horizont	Ah	Bv	Bv/C	Cm
Tiefe [cm]	-20	-75	-105	-120+
Übergang	Gg2	Gg2	Gw2	—
akt. Durch- wurzelung	W4	W3	W1	—
Farbe	10YR/3/3	10YR/6/4	10YR/6/5	—
Sand	40	30	60	—
Schluff	30	25	30	—
Ton	30	45	10	—
Textur	Lt2	TI	SI3	—
Skelett	25	35	65	—
Gefüge	Ein/Krü	Ein	Ein	—
Lagerungsfestigkeit	L2-3	L3	L1-2	—
Humusgehalt	h3	h1	h0	
Corg [Gew%]	4.5	0.2925	0	
nFK [Vol%]	17.25	9.75	7.7	
LK [Vol%]				
CaCO₃	N/A	N/A	N/A	
pH (H₂O)	4.61	4.86	5.01	
pH (CaCl₂)	4.2	4.46	4.48	
Humusform	L-Mull			
NFK auf 1 m	67,5 l			

Anhang II: R GLM-summaries

Nr. 1 Ungewichteter R-Wert ~ D-Quotient

Call:

```
glm(formula = RU ~ DQ, family = gaussian, data = Drn_Data)
```

Deviance Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.56558	-0.11839	0.00885	0.14175	0.60542

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	3.860442	0.052283	73.837	< 2e-16 ***
DQ	-0.009512	0.001200	-7.924	9.59e-08 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.0597)

Null deviance: 5.0022 on 22 degrees of freedom

Residual deviance: 1.2537 on 21 degrees of freedom

AIC: 4.3551

Number of Fisher Scoring iterations: 2

Nr. 2 Gewichteter R-Wert ~ D-Quotient

Call:

```
glm(formula = RG ~ DQ, family = gaussian, data = Drn_Data)
```

Deviance Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.60167	-0.23876	0.00255	0.27214	0.55488

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	4.149432	0.073107	56.758	< 2e-16 ***
DQ	-0.009009	0.001678	-5.367	2.53e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.1167267)

Null deviance: 5.8137 on 22 degrees of freedom

Residual deviance: 2.4513 on 21 degrees of freedom

AIC: 19.777

Number of Fisher Scoring iterations: 2

Nr. 3 Ungewichteter N-Wert ~ D-Quotient

Call:

```
glm(formula = NU ~ DQ, family = gaussian, data = Drn_Data)
```

Deviance Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.35759	-0.12753	-0.00723	0.10301	0.25602

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	3.4078208	0.0352711	96.62	< 2e-16 ***
DQ	-0.0109772	0.0008098	-13.56	7.45e-12 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.02716969)

Null deviance: 5.56310 on 22 degrees of freedom

Residual deviance: 0.57056 on 21 degrees of freedom

AIC: -13.751

Number of Fisher Scoring iterations: 2

Nr. 4 Gewichteter N-Wert ~ D-Quotient

Call:

glm(formula = NG ~ DQ, family = gaussian, data = Drn_Data)

Deviance Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.32867	-0.06535	-0.02764	0.08758	0.26719

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	3.4658008	0.0308576	112.32	< 2e-16 ***
DQ	-0.0104596	0.0007085	-14.76	1.46e-12 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.02079561)

Null deviance: 4.96952 on 22 degrees of freedom

Residual deviance: 0.43671 on 21 degrees of freedom

AIC: -19.9

Number of Fisher Scoring iterations: 2

Nr. 5 Deckungsgrad *D. sambucina* ~ D-Quotient

Call:

glm(formula = DS ~ DQ, family = gaussian, data = Dqs_Data)

Deviance Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-1.63706	-0.70253	-0.05769	0.51358	2.47533

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.104037	0.200026	5.519	1.78e-05 ***
DQ	0.011587	0.004592	2.523	0.0198 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.8738142)

Null deviance: 23.913 on 22 degrees of freedom

Residual deviance: 18.350 on 21 degrees of freedom

AIC: 66.076

Number of Fisher Scoring iterations: 2

Nr. 6 Deckungsgrad D. sambucina ~ Düngung

Call:

glm(formula = DS ~ DNG, family = poisson, data = Dqs_Data)

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.35136	-0.97795	0.08957	0.18980	1.72146

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.5559	0.2337	2.379	0.0174 *
DNG	-0.6468	0.3206	-2.017	0.0437 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 25.395 on 22 degrees of freedom

Residual deviance: 20.805 on 21 degrees of freedom

AIC: 63.463

Number of Fisher Scoring iterations: 6

Nr. 7 D-Quotient ~ Düngung

Call:

glm(formula = DQ ~ DNG, family = gaussian, data = Dqs_Data)

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-58.428	-27.082	-0.428	24.072	64.264

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	35.74	10.50	3.404	0.00267 **
DNG	-37.31	10.73	-3.476	0.00226 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 1252.51)

Null deviance: 41432 on 22 degrees of freedom
 Residual deviance: 26303 on 21 degrees of freedom
 AIC: 233.24
 Number of Fisher Scoring iterations: 2

Nr. 8 D-Quotient ~ pH (H₂O)

Call:

```
glm(formula = DQP ~ H2O, family = gaussian, data = data_ph)
```

Deviance Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-60.809	-19.309	3.718	21.550	54.108

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1127.57	212.58	5.304	2.93e-05 ***
H2O	-236.10	44.88	-5.260	3.25e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 851.261)

Null deviance: 41432 on 22 degrees of freedom
 Residual deviance: 17876 on 21 degrees of freedom
 AIC: 224.35

Number of Fisher Scoring iterations: 2

Nr. 9 D-Quotient ~ pH (CaCl₂)

Call:

```
glm(formula = DQP ~ CaCl, family = gaussian, data = data_ph)
```

Deviance Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-70.078	-18.840	0.875	23.470	41.803

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	847.8	169.1	5.015	5.79e-05 ***
CaCl	-202.4	40.8	-4.960	6.58e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for gaussian family taken to be 908.4697)

Null deviance: 41432 on 22 degrees of freedom
 Residual deviance: 19078 on 21 degrees of freedom
 AIC: 225.85

Number of Fisher Scoring iterations: 2

Anhang III: Vergesellschaftung des Holunder-Knabenkrauts
1-11: Flügелginster-Weide (Festuco-Genistetum sagittalis)
12-23: Goldhafer-Wiese (Geranio-Trisetetum meetosum athamantici)

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Feldnummer	3	7	8	9	10	23	4	22	1	15	16	17
Artenzahl	12	21	29	24	28	26	22	30	19	33	32	31
Meereshöhe (m)	949	949	936	945	944	1026	1029	1027	1011	1011	1009	1003
UTM-Breite 32N	5330490	433099	433139	433160	433169	5330468	433129	433363	433288	433323	432979	432958
UTM-Länge	5330476	4330437	4330437	4330456	4330456	5330468	433129	433363	433288	433323	432979	432958
Hanglage	M	M	M	M	M	O	O	O	O	O	O	O
Lokalität	NATD	NATD	NATD	NATD	NATD	BÜHL	BÜHL	BÜHL	OBER	OBER	OBER	OBER
Düngung	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
pH in H2O	4,54	4,7	4,59	4,64	4,67	4,69	4,68	4,72	4,62	4,61	4,56	4,69
pH in CaCl2	3,8	4,04	3,98	4,02	4,08	4,16	4,16	4,17	4,16	4	3,98	4,12
Ellenberg-Zeigerwerte ungewichtet												
L-Wert	6,92	7,14	7,03	6,91	7,00	6,96	7,10	6,96	6,89	7,07	7,00	7,07
T-Wert	4,67	4,80	4,70	4,89	4,88	4,88	4,86	4,91	4,80	4,91	4,90	4,80
K-Wert	3,18	3,18	3,26	3,17	3,18	3,28	3,19	3,23	2,93	3,12	3,17	3,14
F-Wert	4,13	4,29	4,25	4,38	4,32	4,38	4,31	4,32	4,53	4,40	4,50	4,52
R-Wert	2,78	3,08	3,47	3,29	3,53	3,65	3,60	3,42	3,00	3,64	3,95	3,71
N-Wert	2,33	2,68	2,72	3,05	2,88	3,14	2,82	2,88	3,00	3,00	3,16	3,25
Ellenberg-Zeigerwerte gewichtet, ordinal skaliert												
L-Wert	6,93	7,20	7,05	6,89	6,95	6,91	7,09	6,96	6,86	7,13	7,05	7,01
T-Wert	4,50	4,63	4,62	4,70	4,81	4,73	4,83	5,27	4,77	4,85	4,83	4,73
K-Wert	3,12	3,07	3,07	3,00	3,15	3,21	3,17	3,37	2,92	3,20	3,16	3,15
F-Wert	4,18	4,31	4,35	4,48	4,41	4,48	4,32	4,60	4,49	4,44	4,53	4,63
R-Wert	3,12	3,44	3,13	3,14	3,43	3,95	4,38	4,16	4,28	4,07	4,30	4,39
N-Wert	2,39	2,63	2,76	3,09	3,05	3,15	2,98	3,22	3,22	3,11	3,24	3,51
Dactylorhiza sambucina	1	+	r	r	+			1	+	+	r	+
D1 Flügелginster-Weide (Festuco-Genistetum sagittalis)												
Genista sagittalis	2a	2m	1	2m	1	2a	+		2a	1		
D2 Arten der bodensauren Magerrasen (K Nardo-Callunetea, O Nardetalia, V Violion caninae)												
Luzula campestris	1	2a				2m	2a	2a	3	2a	2a	2b
Meum athamanticum	2m	2a	1	+	+	1	2a	2a	1	1	2a	1
Nardus stricta	2b	3	3	4	3	2b	2m	1	1	2b	2a	+
Centaurea nigra			+	+	r	2m	1	1		2a	1	2a
Dianthus deltoides						+		1		2m	1	1
Potentilla erecta		2a	2m	1	1	2a	1	1	1		1	
Galium saxatile		1	2m	2m	1			+	1	+	1	1
Calluna vulgaris	2a	2b	2b	1	2m					+		
Juniperus communis ssp. communis			r	r	r		r					
Danthonia decumbens						+						

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Begleiter mit lokalem Schwerpunkt in bodensauren Magerrasen												
<i>Holcus mollis</i>				1	2m	2m		2m	1	2m	2m	2a
<i>Rumex acetosella</i>		+	+	+				+		1		r
<i>Thymus pulegioides</i>	1	1	2m		+	2a	1	2m	1	2b	2a	2m
<i>Veronica officinalis</i>	1	1	2m	1	2a	2m	1	2m	2a	1	1	1
<i>Pilosella vulgaris</i>	2b	+	2a	1	2a		2a		2m	2b	2b	2m
<i>Deschampsia flexuosa</i>	1		2m	1	1	1		1		r		
<i>Carex caryophylla</i>	1	1	+		+	1		+				
<i>Polygala vulgaris</i>		2m	1		1		1			+	1	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2m	+	2m	1	2m	2m		1				
<i>Platanthera bifolia</i>												
D3 Mähwiesen-Arten (K Molinio-Arrhenatheretea, O Arrhenatheretalia, V Polygono-Trisetion)												
<i>Festuca rubra</i>						2a		3		2a	2a	2b
<i>Plantago lanceolata</i>		+	1	1	+	1	2a	1	1	1	1	2m
<i>Leucanthemum ircutianum</i>			1		1	1	1	1	1	1	2a	2m
<i>Achillea millefolium</i> agg.			1	1	1	+		+	1	1	1	2m
<i>Ranunculus acris</i>									1	1	1	1
<i>Rumex acetosa</i>		+				1	1	1	+	1	+	+
<i>Trifolium pratense</i>			+	+			1		+	+	1	1
<i>Dactylis glomerata</i>											+	1
<i>Knautia arvensis</i>												
<i>Leontodon hispidus</i>												
<i>Lotus corniculatus</i>			r		r					1	+	
<i>Trisetum flavescens</i>				1	1							
<i>Vicia sepium</i>												1
<i>Arrhenatherum elatius</i>												
<i>Vicia cracca</i>												
Begleiter mit Schwerpunkt in den Mähwiesen												
<i>Veronica chamaedrys</i>		+			1		+	1	+	1	1	1
<i>Alchemilla vulgaris</i>						+	1	+		1	1	+
<i>Trifolium repens</i>	1	+	+	1	r					+	+	+
<i>Ajuga reptans</i>												
Sonstige Begleiter												
<i>Stellaria graminea</i>		1	1	1		+	1	2a	1	2a	+	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i>				1	1	r		2m		2b	2a	2a
<i>Agrostis capillaris</i>						2m		3		3	2b	2a
<i>Hieracium lichenale</i> s.l.	1		1	+	+	+		+		1	+	1
<i>Campanula rotundifolia</i>			r			+	1	+			+	r
<i>Hypericum perforatum</i>			r	+	1	1	1	1		2a	1	
<i>Rhinanthus minor</i>							+		+	r		+
<i>Briza media</i>		+	+		+			r				+
<i>Silene vulgaris</i>												
<i>Betula pendula</i> juv.			r									
<i>Picea abies</i> juv.			r									
<i>Rubus spec.</i>			+									
<i>Teucrium scorodonia</i>			+									
<i>Platanthera bifolia</i>												
<i>Viola riviniana</i>						+		1				
D1 / D2 Quotient	24	6,11	4,21	3,31	2,94	2,74	2,13	2,09	1,89	1,73	1,42	1

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Stetigkeit
2a	2a	2a	2m	2b	2m	2a	2m		1	1	78,3
+	+	1	+	+	+	2a	1	1		+	69,6
2a	1	2m	2a								60,9
1	1			1							56,5
											43,5
											26,1
											21,7
											26,1
											26,1
											4,3
			r								
2a	2a	2a	3			2a	3		3	3	56,5
1	2m	1	2a	1	2m	2m	2a	2a	2a	2a	95,7
2a	2a	2a	1	2a	1	2a	2a	1	+	1	87,0
1	1	1	2m	+	1		1	1	1	1	82,6
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	65,2
+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	82,6
	+		+	2m	2m		1	2a	1	+	65,2
			+			+	1		1	+	30,4
+	1	1		+	+						21,7
+	+	1		2b	2a	+					26,1
			+				1		1	2m	34,8
			+						+	+	17,4
			+					1			13,0
			+				+			+	13,0
							+				4,3
1	1	2m	1	2m	1	2a	2m	2a	2a	2m	82,6
+	1	+	+	1	1	1	+	+	+	+	73,9
r	+		+	+			+	2a			60,9
				+		+					8,7
1	2m	2m	1	2a	2a	2m	2m	1	2a	2a	91,3
2b	2a	2a	1	1	2m	3	1		1	1	73,9
3	2a	3	2b	3	3	2a	1		1	1	65,2
		1	1		+						47,8
+		+		+	+						43,5
			+						+		43,5
	+	1		1	+	1	+		r		47,8
	+										21,7
											4,3
											4,3
											4,3
											4,3
											4,3
											8,7
0,97	0,92	0,82	0,78	0,71	0,56	0,55	0,46	0,33	0,29	0,25	

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: [NF_22](#)

Autor(en)/Author(s): Marx Silvio, Stratz Peter, Reif Albert

Artikel/Article: [Das Holunder-Knabenkraut \(*Dactylorhiza sambucina* \(L.\) Soó\) im Kostgefäß bei Simonswald, Baden-Württemberg: Vergesellschaftung. Grünlandnutzung 745-772](#)