

Vegetationsanalyse Brandberg – Ermittlung potenzieller Lebensräume für ausgewählte Tagfalterarten

Bericht zur Projektstudie im Naturpark Zillertal



Leitung: Dr. Pau Carnicero Campmany

Tutorin: Marlene Volz

Autor*Innen:

Tom Fischbach, Klara Huber, Patrizia Merkel, Johanna Merkle, Tina Pancheri, Laurie Proes,
Nora Rainer, Viktoria Schinnerl, Alexander Ulbrich

PJ Vegetationsbewertung (LV 717078)
Institut für Botanik, Universität Innsbruck
Juli 2024

Inhaltsverzeichnis

Abstract	2
2 Einleitung.....	4
2.1 Gebiet.....	4
2.2 Geografie und Geologie	5
2.3 Schmetterlinge	6
2.4 Klima	8
2.5 Ziele.....	8
3 Material und Methoden	9
3.1 Vegetationsanalyse	9
3.2 Datenanalyse	11
4 Ergebnisse.....	13
4.1 Charakterisierung der Schmetterlings-Untersuchungsflächen.....	13
4.2 Wirtspflanzen in Bezug auf Bewirtschaftungsformen	14
4.3 Unterschiede zwischen Schmetterlings-Untersuchungsflächen und Flächen außerhalb 15	
4.4 Pflanzen- vs. Schmetterlingsdiversität	16
4.5 Analyse der Pflanzengesellschaften.....	16
4.6 Untersuchungsflächen und deren Pflanzengesellschaften.....	17
4.7 Vorkommen der Tagfalterarten und deren Wirtspflanzen	25
5 Diskussion.....	28
6 Schlussfolgerung.....	29
Literatur	30
Anhang.....	31

Abstract

Tagfalter gehören mitunter zu den wichtigsten Komponenten eines intakten Ökosystems. Mittlerweile gibt es einen starken Artenrückgang, wobei einige sogar vom Aussterben bedroht sind. Laut Studien hängt dies oft auch mit dem Rückgang der Pflanzendiversität zusammen. Die Pflanzendiversität wird unter anderem durch das Management der Fläche beeinflusst. So kann durch das Auflassen der Mahd die Pflanzendiversität sinken. Durch den Rückgang bestimmter Wirtspflanzen von Tagfaltern finden diese weniger Nahrung sowie weniger geeignete Lebensräume für ihre verschiedenen Lebenszyklen. Durch die Arbeit eines Projektes der Tagfalterkartierung am Brandberg im Zillertal von Lechner und Ortner (2024) konnte das Vorkommen diverser Tagfalterarten auf gewissen Flächen bereits nachgewiesen werden. Das Ziel des vorliegenden Berichts war die Durchführung einer Vegetationsanalyse, um das Vorkommen von Wirtspflanzen wichtiger und bedrohter Tagfalterarten in genau diesen Flächen mittels der Methode von Braun-Blanquet zu untersuchen. Im Anschluss wurden Korrelationen mit Hilfe von detrended correspondance analysis und canonical correspondence analysis visualisiert, um herauszufinden welche Wirtspflanzen unter welchen Bedingungen und auf welchen Flächen typischerweise zu finden sind. Es hat sich gezeigt, dass die vorhandenen Wirtspflanzen bzw. die Pflanzengesellschaften, abhängig von der Managementform und weiteren abiotischen Faktoren stark variieren. So wurde beispielsweise gezeigt, dass die Wirtspflanze der gefährdeten Art *Arnica montana*, *Colias palaeno* und *Vaccinium uliginosum* agg., in fast allen Untersuchungsgebieten vorkommen. Die ehemalige Extensivweide besitzt hingegen das größte Vorkommen von *Gentiana pannonica*, welche eine wichtige Wirtspflanze für die FFH-Art *Euphydryas aurinia glaciegenita* ist. Ebenso lassen die Analysen klar erkennen, welche Arten auf welchen Managementformen eher vorkommen. Die Flächen, die seit 1980 aufgelassen wurden, weisen einen vergleichsweise hohen Anteil an *Vaccinium*-Arten und *Arnica montana* auf. Schlussendlich zeigt diese Untersuchung, dass die Vielfalt von Managementmaßnahmen essenziell ist und aufrechterhalten werden sollte, da diverse Pflanzengesellschaften geschaffen werden, wodurch wiederum eine möglichst große Tagfalter-Artenvielfalt erhalten werden kann.

Abstract

Butterflies are among the most important components of an intact ecosystem. There is now a sharp decline in species, with some even threatened with extinction. According to studies, this is often linked to the decline in plant diversity. Plant diversity is influenced by the management of the area, among other things. For example, abandoning mowing can reduce plant diversity. Due to the decline of certain host plants of butterflies, they find less food and less suitable habitats for their various life cycles. Thanks to the work of a butterfly mapping project on the Brandberg in the Zillertal by Lechner and Ortner (2024), the occurrence of various butterfly species on certain areas has already been proven. The aim of this report was to carry out a vegetation analysis to investigate the occurrence of host plants of important and endangered butterfly species in precisely these areas using the Braun-Blanquet method. To find out which host plants are found under which conditions and in which areas, correlations were then carried out with the help of detrended correspondence analysis and canonical correspondence analysis. It was shown that the host plants and plant communities present vary greatly depending on the form of management and other abiotic factors. For example, it was shown that the host plant of the endangered species *Arnica montana*, *Colias palaeno* and *Vaccinium uliginosum* agg., occur in almost all study areas. The former extensive pasture, on the other hand, has the largest occurrence of *Gentiana pannonica*, which is an important host plant for the FFH species *Euphydryas aurinia glaciegenita*. The analyses also clearly show which species are more likely to occur on which forms of management. The areas that have been abandoned since 1980 have a comparatively high proportion of *Vaccinium* species and *Arnica montana*. Ultimately, this study shows that the diversity of management measures is essential and should be maintained, as diverse plant communities are created, which in turn allows the greatest possible diversity of butterfly species to be preserved.

1 Einleitung

In dieser Projektarbeit werden Flächen unterhalb des Brandberger Kolm auf ihren Wert als Lebensraum für verschiedene Tagfalter untersucht. Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf den Endbericht des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen (Lechner und Ortner, 2024). Die Im Rahmen der Arbeit „Erfassung der Tagfalter, Widderchen (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea, Zygaenoidea) und Heuschrecken (Orthoptera) der Bergmähder in Brandberg im Rahmen der Naturschutz- und Forschungsaktivitäten des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen“ von Mag. Kurt Lechner und Mag. Alois Ortner wurde der Bestand genannter Arten der sensiblen Brandberger Bergmähder erhoben. Als Ergänzung zur Erfassung der Tagfalter wurde in dieser Arbeit die vorhandene Vegetation mit möglichen Wirtspflanzen als Lebensgrundlage für ausgewählte Tagfalterarten mit Schutzstatus analysiert. Daher wurde untersucht, ob es ausreichend potenzielle Lebensräume für ausgewählte Tagfalterarten auf den Bergmähdern in Brandberg gibt und wie sich Managementarten, wie Mahd und Beweidung, auf das Wirtspflanzenvorkommen auswirken. Für die Vegetationsaufnahmen wurden Flächen ausgewählt, die innerhalb der sechs Tagfalteruntersuchungsflächen liegen. Zusätzlich wurden weitere Flächen außerhalb dieser sechs ausgewählt, um einen Vergleich zu schaffen und herauszufinden, ob es sich bei den anderen Flächen ebenfalls um potenziell wertvolle Lebensräume für neun ausgewählte Tagfalterarten handelt.

1.1 Gebiet

Bei den Untersuchungsflächen handelt es sich zum Großteil um sogenannte Bergmähder. Bergmähder sind Wiesenflächen an meist sehr steilen Hängen im Hochgebirge. Sie gehören zu den sekundären Grünländern, die für ihren Erhalt auf menschliches Management angewiesen sind (Mašková et al., 2001).

Die ausgewählten Flächen befinden sich in unmittelbarer Nähe des Kolmhauses, im oberen Bereich des Brandberges in einem Seitental des Zillertals in Tirol. Das Kolmhaus liegt auf 1.845 m ü. A, während die Untersuchungsflächen in Höhenstufen zwischen 1.700 und 2.000 m ü. A liegen. Das Gebiet hat eine lange Geschichte der Beweidung, welche auch kulturell bedingt stark verankert war. So wurden 1952 noch 65 ha zur Mahd genutzt, was allerdings bis 1991 auf 12 ha abgenommen hat. Mittlerweile werden die Wiesen aufgrund der aufwendigen Mahd durch die erschwerten Bedingungen an den steilen Hängen reduziert, selten oder gar nicht mehr gemäht. Die ausgesuchten Untersuchungsflächen werden derzeit entweder halbschürig (abwechselnd jährliche Mahd der halben Fläche), einschürig (Mahd jährlich) oder gar nicht mehr gemäht. Eine Fläche ist eine ehemalige Extensivweide, beeinflusst von Landwirtschaft, Viehtritt und Dung. Bei einer weiteren Fläche handelt es sich außerdem um ein Feuchtgebiet (Lechner und Ortner, 2024).

Die extensive Beweidung wird häufig zur Bewirtschaftung von Naturschutzgebieten eingesetzt. Mit der richtigen Viehzahl und -dichte kann die Anzahl der verfügbaren ökologischen Nischen durch die Schaffung einer heterogenen Landschaft gefördert werden. Somit kann auch die Anzahl der Pflanzenarten erhöht werden. Mithilfe einer extensiven Beweidung kann die

Offenheit einer Landschaft erhalten bleiben und eine Verbuschung und Bewaldung zurückgehalten werden (Schley & Leytem, 2004). Auch weitere Managementansätze wie Mähen oder Mulchen wirken sich im Vergleich zu fehlendem Management positiv auf die Artenvielfalt aus, denn das Gleichgewicht zwischen den Pflanzen kann erhöht werden und die Dominanz von Graminoiden unterdrückt werden (Zelený et al., 2001). Durch die historische Nutzung mit unterschiedlicher Bewirtschaftung handelt es sich bei den Bergmähdern in Brandberg um äußerst heterogene Flächen mit einer vielfältigen Artenzusammensetzung und verschiedenen Pflanzengesellschaften.

1.2 Geografie und Geologie

Geologisch zählt die Naturparkregion zu den spannendsten Gebieten im Alpenraum. Während der Zillertaler Hauptkamm von silikatischem Gestein aus Granitgneisen und Schiefer zusammengesetzt ist, ist der Tuxer Hauptkamm von dem deutlich weicheren Hochstegenkalk durchzogen. Am Tuxer Karren sind auch Blockgletscher zu finden. Im Untersuchungsgebiet in Brandberg liegen ebenfalls interessante geologische Begebenheiten vor. Durch die Lage am Rand des Gneis-Gebietes kommt es zu Überlappungen verschiedener Schichten: von metamorphisierten Gesteinen über plutonische Felsen bis hin zu Sedimentgesteinen (Quelle: Naturpark Zillertal). Diese unterschiedlichen Gesteine spiegeln sich auch in der Vegetation wider. Durch die verschiedenen Untergründe kommt es sowohl zu sauren als auch basischen Böden, was Habitate für sowohl kalkliebende Pflanzen als auch Arten, die in saurer Umgebung gedeihen können, ermöglicht.

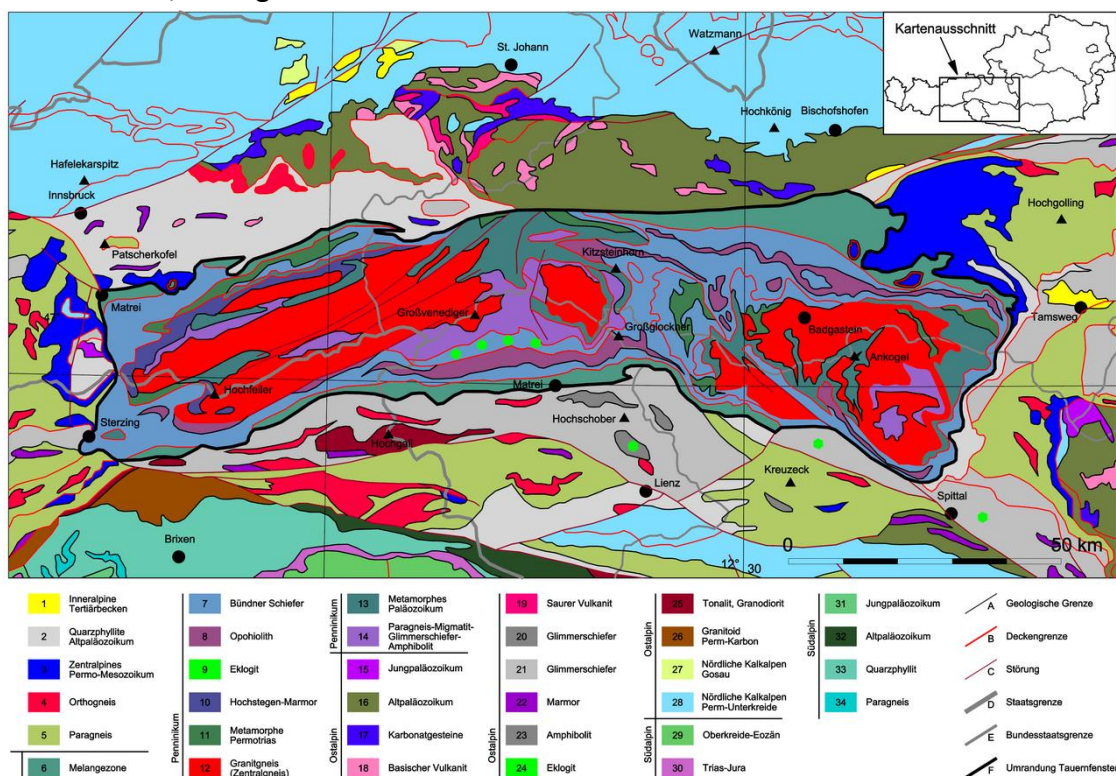


Abbildung 11: Geologische Karte des Tauernfensters (GeoSphere Austria).

1.3 Schmetterlinge

Durch den Rückgang der Bergmahd ändern sich die Pflanzengesellschaften, da die Verbuschung zunehmen kann. Diese Veränderung ist für einige bedrohte FFH-Schmetterlingsarten (Flora-Fauna-Habitat) problematisch, da diese auch stark abhängig von ihren Wirtspflanzen sind und deren Vorkommen durch bestimmte Mahdformen bedingt ist. Zu den ausgewählten Schmetterlingsarten gehören bedrohte (FFH) und nach dem Tiroler Naturschutzgesetz 2005 geschützte. Die Tabelle 1 listet alle für diesen Bericht ausgewählte Tagfalterarten auf, dazu gehören der Hochmoor-Gelbling (*Colias palaeno*), Apollofalter (*Parnassius apollo*), Thymian-Ameisen-Bläuling (*Phengaris arion*), Goldener Scheckenfalter (*Euphydryas aurinia glaciegenita*), rundfleckiger Würfel-Dickkopffalter (*Pyrgus serratulae*), Feueriger Perlmutterfalter (*Fabriciana adippe*), Dukaten-Feuerfalter (*Lycaena virgaureae*), Hochmoor-Bläuling (*Agriades optilete*) und der Storchschnabel-Bläuling (*Eumedonia eumedon*) (Lechner und Ortner, 2024).

Tabelle 1: Übersicht von Wirtspflanzen der Schmetterlinge und Vorkommen im Bericht des Zillertaler Naturparks. UF = Untersuchungsflächen der Tagfalterkartierung (Lechner und Ortner, 2024).

Tagfalter	Wirtspflanzen	Vorkommen auf UF	Bemerkungen
<i>Agriades optilete</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i> agg. <i>Vaccinium oxycoccos</i>	6	<ul style="list-style-type: none"> • Raupen sind monophag (<i>Vaccinium</i>-Arten)
<i>Colias palaeno</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i> <i>Vaccinium gaultheroides</i> <i>Vaccinium uliginosum</i> agg. <i>Arnica montana</i> <i>Crepis aurea</i>	alle	<ul style="list-style-type: none"> • Raupen sind monophag • Gefährdet • Geschützt
<i>Eumedonia eumedon</i>	<i>Geranium</i> sp.	1, 2, 4, 5, 6	<ul style="list-style-type: none"> • Raupen sind monophag • Nahezu gefährdet
<i>Euphydryas aurinia glaciegenita</i>	<i>Gentiana acaulis</i> <i>Gentiana clusii</i> <i>Gentiana punctata</i> <i>Gentiana pannonica</i> <i>Gentiana</i> sp. <i>Knautia longifolia</i> <i>Knautia</i> sp. <i>Scabiosa lucida</i> <i>Scabiosa</i> sp. <i>Arnica montana</i> <i>Pulsatilla alpina</i>	1, 2, 4, 5, 6	<ul style="list-style-type: none"> • FFH-Art • Eiablage speziell an <i>G. pannonica</i> und <i>K. longifolia</i> • Andere Enzian-Arten auch als Raupennahrung • Saugen der Falter an <i>A. montana</i> und <i>P. alpina</i> • Nahezu gefährdet • Geschützt
<i>Fabriciana adippe</i>	<i>Viola</i> sp.	4, 5	<ul style="list-style-type: none"> • Raupen sind monophag • Nahezu gefährdet
<i>Lycaena virgaureae</i>	<i>Rumex</i> sp.	4, 5	<ul style="list-style-type: none"> • Raupen sind monophag • Falter haben verschiedene Wirtspflanzen • Nahezu gefährdet

Tagfalter	Wirtspflanzen	Vorkommen auf UF	Bemerkungen
<i>Parnassius apollo</i>	<i>Sedum album</i> <i>Sedum</i> sp. <i>Sempervivum</i> sp. <i>Sedum rupestre</i> <i>Sedum dasyphyllum</i> <i>Hylotelephium telephium</i> <i>Sempervivum arachnoideum</i> <i>Sempervivum globiferum</i> ssp. <i>Hirtum</i>	5	<ul style="list-style-type: none"> • FFH-Art • Monophagisch • Raupennahrungspflanze: <i>S. album</i> • Nahezu gefährdet • Geschützt
<i>Phengaris arion</i>	<i>Thymus</i> sp. <i>Origanum vulgare</i>	4	<ul style="list-style-type: none"> • FFH-Art • Eiablage an <i>Thymus</i>-Arten; seltener auch an <i>Origanum</i>-Arten • Nahezu gefährdet • Geschützt
<i>Pyrgus serratulae</i>	<i>Potentilla</i> sp.	1, 3, 4, 5	<ul style="list-style-type: none"> • Raupen sind monophag • Gefährdet

1.4 Klima

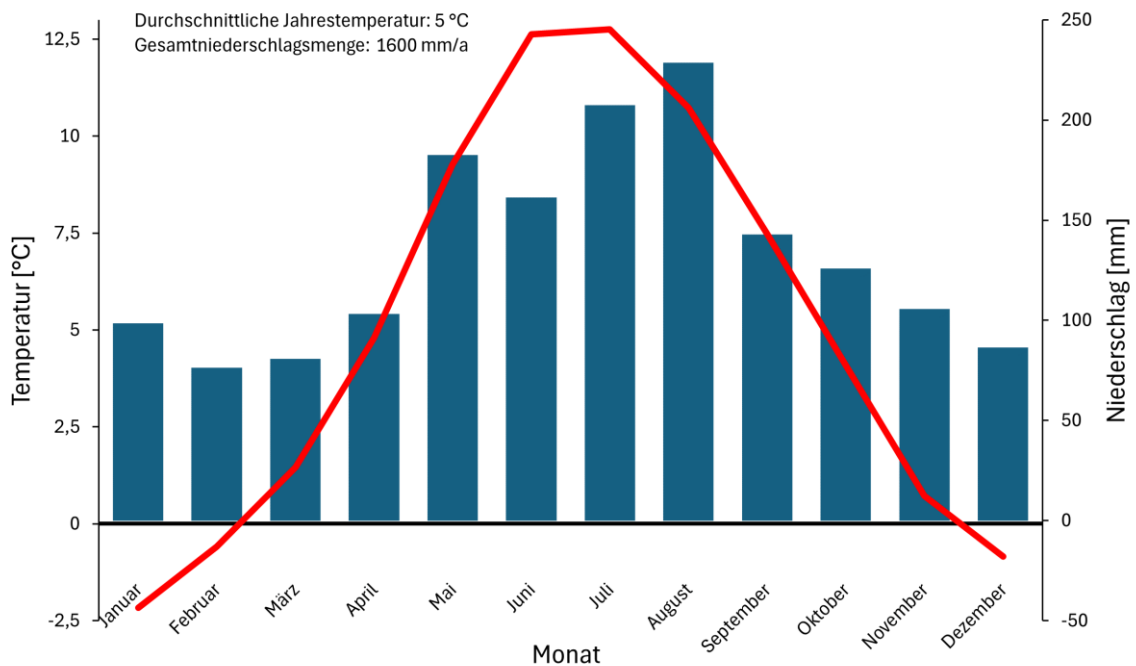


Abbildung 2: Klimadiagramm aus zehnjährigen Mittelwerten (2014-2024) der Wetterstation Brandberger Kolmhaus

Die Wetterstation Brandberger Kolmhaus liegt auf 1.845 m ü. A. und wird vom hydrographischen Dienst Tirol betrieben. Die mittlere Temperatur über 10 Jahre (2014 – 2024) an der Wetterstation Brandberger Kolmhaus beträgt 5 °C, der mittlere Niederschlag über 10 Jahre liegt bei 1600 mm. In den Sommermonaten Mai bis August sind die Niederschläge am höchsten. Die mittleren Temperaturen liegen von Dezember bis Februar unter 0 °C, die höchsten Temperaturen werden im Juli mit 12,8 °C erreicht (Abbildung 2).

1.5 Ziele

Ziel der vorliegenden Arbeit ist das Erfassen der Wirtspflanzen von monophagen beziehungsweise gefährdeten Tagfalterarten, sowie Pflanzengesellschaften, die als Lebensraum für Tagfalter dienen können. Folgende Forschungsfragen wurden aufgestellt:

- Gibt es ausreichend potenzielle Lebensräume für ausgewählte Tagfalterarten auf den Bergmähdern in Brandberg?
- Wie wirken sich verschiedene Managementarten auf das Vorkommen von Wirtspflanzen ausgewählter Tagfalterarten aus?

Unter anderem stellt dieser Bericht die Frage, ob durch den Nachweis bestimmter Pflanzengesellschaften die Flächen rund ums Kolmhaus als Natura 2000 Schutzgebiete empfohlen werden sollten.

2 Material und Methoden

2.1 Vegetationsanalyse

Die Flächenauswahl der Vegetationsplots orientiert sich an den Flächen der Tagfalterkartierung. Zusätzlich wurden noch weitere Untersuchungsplots außerhalb der Tagfalterkartierungsflächen gewählt, um potenzielle Lebensräume für die ausgewählten Tagfalterarten zu ermitteln. Alle Braun-Blanquet Aufnahmeflächen sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** abgebildet.

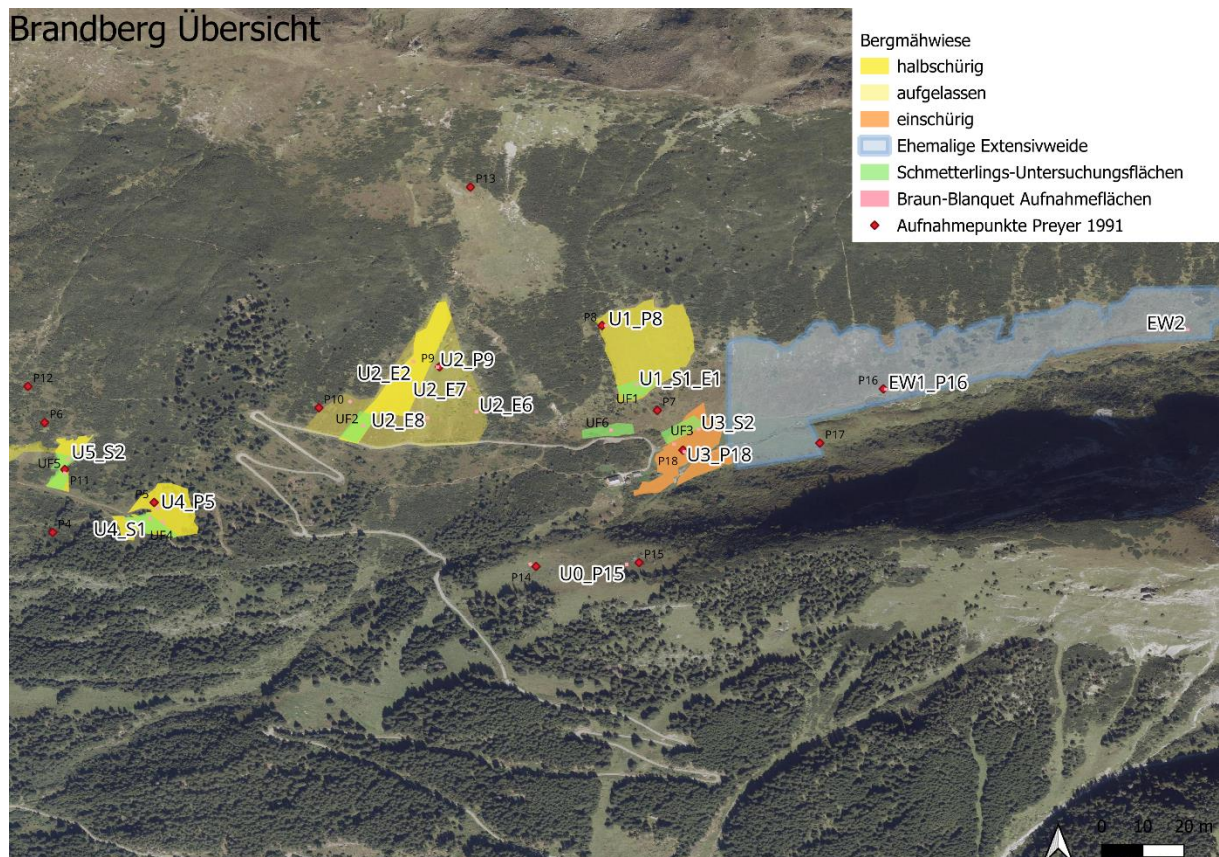


Abbildung 3: Gesamtes Untersuchungsgebiet am Brandberg, unterschiedliche Bewirtschaftungsformen sind farblich markiert.

Die Untersuchungsflächen wurden nach der Methode von Braun-Blanquet (Braun-Blanquet 1951) erhoben. Die genaue Lage der Plots wurde mittels GPS-Tracker festgehalten und mittels Stahlnägel im südöstlichen Eck und im nordwestlichen Eck markiert. So wird garantiert, dass die genaue Lage der Plots mittels GPS-Tracker und Metall-Detektor wiedergefunden werden können.

Die Größe der Versuchsflächen wurde auf eine Fläche von 25 m² festgelegt bzw. Quadrate mit einer Kantenlänge von 5 m. Bei der Flächenauswahl wurde darauf geachtet, dass die Fläche möglichst homogen und somit möglichst repräsentativ für die Gesamtfläche ist. Die Fläche wurden mit einem Maßband vermessen und mit vier Pfählen an den Eckpunkten markiert, sowie mit Hilfe des Maßbandes bzw. eines Absperrbandes abgespannt. Mit einem Kompass wurde dann die Exposition und mit einem Neigungsmesser das Gefälle bestimmt. Dann wurde die prozentuelle Gesamtdeckung, sowie die prozentuelle Deckung der Strauch-, Kraut-, und

Moosschicht abgeschätzt. Des Weiteren wurden die durchschnittliche Vegetationshöhe und die durchschnittliche Höhe der Strauch-, Kraut- und Moosschicht bestimmt. Die Umweltfaktoren sowie die Stickstoffzahl wurden in die Analyse mit einbezogen, da sie maßgeblich die Vegetation beeinflussen und helfen, Flächen genau zu charakterisieren.

Tabelle 2: Übersicht der Untersuchungsplots mit Managementform, Koordinaten und Höhe über Normal-Null (Höhe ü. A).

Plot-nummer	Managementform	Koordinaten der Untersuchungsflächen				Höhe ü. A [m]
		lat. oben links [°]	long. oben links [°]	lat. unten rechts [°]	long. unten rechts [°]	
EW1_P16	Extensivweide	47,175056	11,923361	47,175028	11,923444	1873
EW2	Extensivweide	47,175950	11,944660	47,175950	11,944710	1935
U0_P14	2020 aufgelassen	47,172390	11,934610	47,172350	11,934620	1794
U0_P15	2020 aufgelassen	47,172360	11,836140	47,172330	11,936060	1859
U1_P8	halbschürig	47,176050	11,935740	47,175990	11,935800	1921
U1_S1_E1	halbschürig	47,175160	11,936200	47,175080	11,936300	1816
U2_E2	halbschürig	47,175500	11,932800	47,175440	11,932830	1892
U2_E6	1980 aufgelassen	47,174660	11,933880	47,174670	11,933820	-
U2_E7	1980 aufgelassen	47,175080	11,933630	47,174810	11,933770	1874
U2_E8	2020 aufgelassen	47,174640	11,933000	47,174580	11,933060	1846
U2_E9	2020 aufgelassen	47,174820	11,931820	47,174890	11,931800	-
U2_P9	2020 aufgelassen	47,175420	11,933160	47,175350	11,933220	-
U2_S1_E3	halbschürig	47,174520	11,932030	47,174810	11,932050	1830
U3_P18	einschürig, teils beweidet	47,174050	11,936970	47,174120	11,936960	-
U3_S1_E4	einschürig, teils beweidet	47,174230	11,936780	47,174190	11,936850	1852
U3_S2	einschürig, teils beweidet	47,174450	11,937150	47,174420	11,937230	1852
U4_P5	halbschürig	47,173260	11,928910	47,173190	11,928860	-
U4_S1	halbschürig	47,179870	11,929100	47,171820	11,928540	1705
U4_S2	halbschürig	47,172778	11,928972	47,172972	11,928972	1700
U5_S1_P11	halbschürig	47,173780	11,927440	47,173740	11,927500	1699
U5_S2	halbschürig	47,173972	11,927500	47,174400	11,927556	1717
U6_S1	Feuchtfäche	47,174440	11,935880	47,174400	11,935800	-

Anschließend wurden alle vorkommenden Pflanzenarten dokumentiert und deren Abundanz mittels der Braun-Blanquet-Skala abgeschätzt (Tabelle 3). Nach dem Aufnehmen wurden die Markierungen wieder abgebaut, während die Stahlnägel für zukünftige Aufnahmen im Boden bleiben.

Tabelle 3: Braun-Blanquet-Skala zur Feststellung von Individuen Abundanzen.

Braun-Blanquet-Skala	Deckung und Individuenanzahl
r	< 1% Deckung; 1-2 Individuen
+	<1% Deckung; 3-5 Individuen
1	1-5% Deckung; 6-50 Individuen
2m	1-5% Deckung; >50 Individuen
2a	6-15% Deckung; Individuen beliebig
2b	16-25% Deckung; Individuen beliebig
3	26-50% Deckung; Individuen beliebig
4	51-75% Deckung; Individuen beliebig
5	75-100% Deckung; Individuen beliebig

2.2 Datenanalyse

Die statistische Auswertung der Artenliste (Tabelle 4) erfolgt mittels des Statistikprogrammes R, Version 4.3.3. Die Daten wurden hierfür zuerst mit Excel geordnet, in R importiert und dann mittels der detrended correspondance analysis (DCA) and canonical correspondence analysis (CCA) ausgewertet. Bei den beiden Verfahren handelt es sich um die am weitesten verbreiteten Ordinationsverfahren der indirekten Gradientenanalyse. Die Korrespondenzanalyse geht davon aus, dass die Verbreitung der meisten Arten unimodal entlang der wichtigen Umweltgradienten und nicht linear ist. Das bedeutet also, dass die Art am häufigsten in der Nähe ihres Optimums auftaucht. DCA und CCA sind besonders geeignet, weil sie durch die Annahme einer unimodalen Verteilung der Arten entlang von Umweltgradienten und durch die Berechnung gewichteter Mittelwerte eine präzisere Bestimmung der ökologischen Nischen und Verbreitungsoptima der Arten ermöglichen. Dies führt zu einer genaueren und aussagekräftigeren Analyse der Beziehungen zwischen Arten und Umweltfaktoren. Während eine DCA die Hauptmuster in der Artverteilung ohne Berücksichtigung spezifischer Umweltvariablen erklärt und frei von systematischer Verzerrung ist, ist eine CCA nützlich, wenn die Beziehung zwischen Arten und bekannten Umweltfaktoren analysiert werden soll (Leyer & Wesche, 2007).

Für einen ersten Vergleich der untersuchten Flächen wurde eine DCA durchgeführt. Sie basiert nur auf den Daten zur Deckung der Arten in den Flächen und ist daher eine indirekte Gradientenanalyse (Leyer & Wesche, 2007). Die Darstellung erfolgte in einem ersten Schritt für die Aufnahmeflächen in einem Streudiagramm mit zwei Achsen, welche die Dimensionen der Ähnlichkeit bzw. Variation der Flächen abbilden. Entsprechend besitzen weiter entfernte Punkte im Diagramm eine größere Variation, vor allem wenn die Entfernung auf der x-Achse liegt (Leyer & Wesche, 2007). Die Achsen weisen sogenannte Eigenwerte auf, die die Differenzierung der verschiedenen Plots repräsentieren. Je größer der Eigenwert ist, desto größer unterscheiden sich die Plots auf der Achse (Leyer & Wesche, 2007). Dabei sollten sich die Eigenwerte der Achsen möglichst voneinander abheben. Da die erste Achse die größte Variabilität und damit auch ökologischen Unterschiede repräsentiert, wurde der Schwerpunkt der Interpretation auf diese Achse gelegt (Leyer & Wesche, 2007). In einem weiteren Schritt wurden, um die Forschungsfrage ob für die Schmetterlinge relevante Pflanzen in den Plots Vegetationsanalyse Bergmähder Brandberg 2024

vorkommen und die Variation zwischen den Plots beeinflussen zu beantworten, die Pflanzenarten in das Streudiagramm in Form von beschrifteten Pfeilen integriert, die als Wirtspflanzen für unsere Schmetterlinge dienen. Die Länge der Pfeile bildet ab, wie aussagekräftig die jeweilige Art für die Differenzierung der Flächen ist. Somit weisen aussagekräftigere Differentialarten längere Pfeile auf. In einem weiteren Schritt wurden in das Ursprüngliche Streudiagramm die Umweltvariablen mit den Achsen der DCA korreliert und dann in Form von Pfeilen dem ursprünglichen DCA-Diagramm hinzugefügt. Ihre relative Länge zueinander steht für deren Stärke der Differenzierung, ihre Ausrichtung zueinander für die Richtung der Korrelation (Leyer & Wesche, 2007). Zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Diversität der Pflanzen und Schmetterlingen wurde eine lineare Korrelation zwischen den jeweiligen Artenzahlen erstellt.

Um die Flächen auf der Grundlage ihrer Artenähnlichkeit in Gruppen einzuteilen, wurden Cluster-Analysen durchgeführt. Die verwendete Methode war die hierarchisch gegliederte Two-way Indicator Species Analysis (TWINSpan) Klassifizierung. Der Algorithmus begann mit einer primären Ordination der Flächen entlang der ersten Achse der Korrespondenzanalyse und teilte dann die Achse in der Nähe der Mitte, wodurch zwei Hauptcluster definiert wurden. Anschließend erfolgte eine Klassifizierung der Flächen innerhalb des einen oder des anderen Clusters entsprechend der Zusammensetzung der Arten (Roleček et al., 2009). Die Klassifizierung der Flächen wurde einmal für einen der Hauptcluster und zweimal innerhalb des jeweiligen Hauptclusters vorgenommen. Dazu mussten die Spalten mit den Plots in der Reihenfolge der Cluster sortiert werden. In einem zweiten Schritt mussten die Arten manuell nach ihrer Kontinuität in den Clustern sortiert werden, um Gruppen von Differentialarten sichtbar zu machen. Danach wurden die Artengruppen mit Mucina et al. (1993) und Grabherr et al. (1993) abgeglichen und entsprechend nach Pflanzengesellschaften benannt.

3 Ergebnisse

3.1 Charakterisierung der Schmetterlings-Untersuchungsflächen

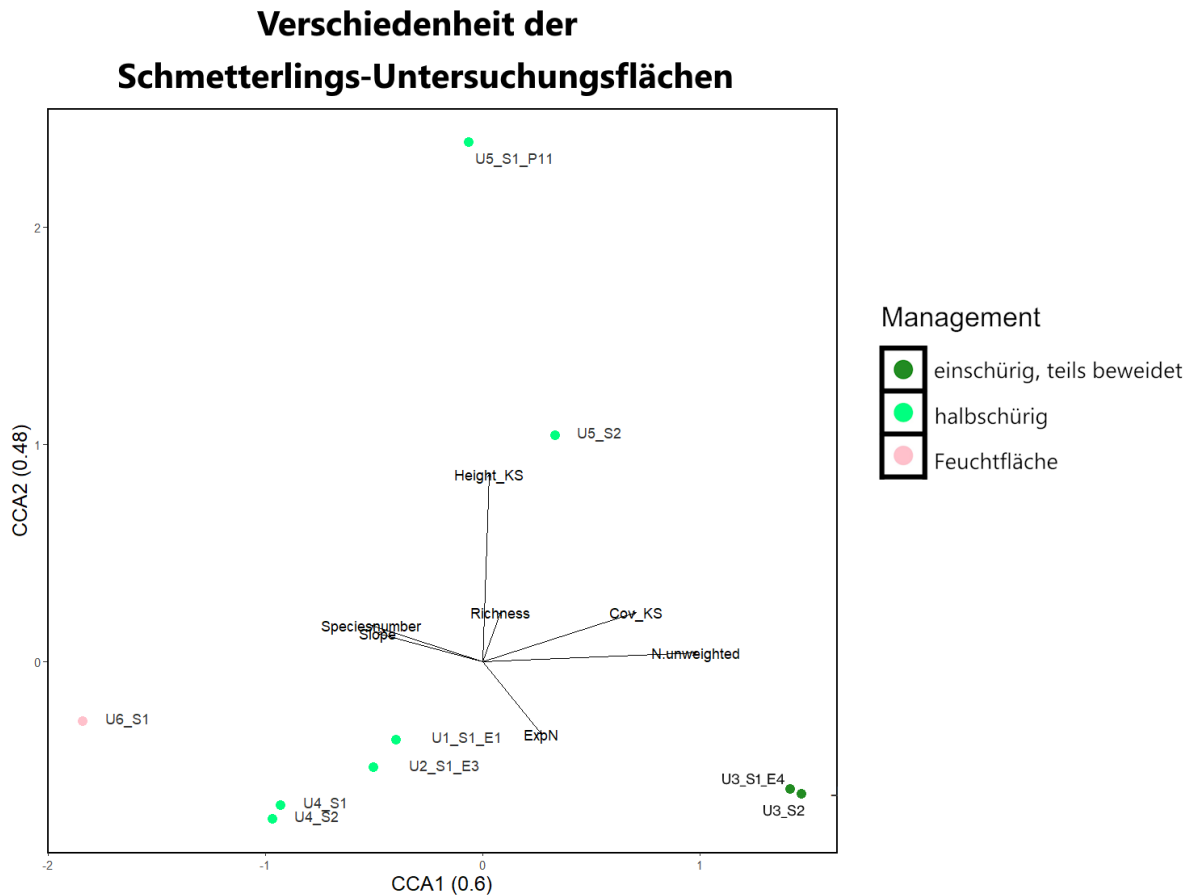


Abbildung 4: Darstellung der Verschiedenheit der Schmetterlings-Untersuchungsflächen mit einschürigem (teilbeweidetem), halbschürigem Management und Feuchtfäche. Height_KS = Höhe der Krautschicht, Cov_KS = Deckung der Krautschicht, ExpN = Exposition Nord, N.unweighted = Stickstoffzahl nach Ellenberg et al. (1992).

Mit Hilfe der CCA wurden die Unterschiede der Tagfalter-Untersuchungsflächen analysiert (Abbildung 4). Hier wurde unter Einfluss verschiedener Managementarten, wie einschürig gemäht und teils beweidet, halbschürig gemähte Flächen sowie der Feuchtfäche durch die Analyse mit verschiedenen Umweltfaktoren, welche durch ihre signifikante Eigenschaft der Standortcharakterisierung erwählt wurden, in Beziehung gesetzt. Die halbschürigen Untersuchungsflächen (z.B. U5_S2 und U4_S1) variieren stark untereinander, hinsichtlich ihrer Exposition, Krautschichthöhe oder Artenanzahl. Die einschürige Untersuchungsflächen (alle U3) unterscheiden sich vor allem durch die Exposition und Stickstoffzahl von allen anderen Flächen. Die Feuchtfäche setzt sich stark von den halbschürigen und einschürigen Flächen ab. Sie wird durch keinen der gemessenen Faktoren gut beschrieben.

3.2 Wirtspflanzen in Bezug auf Bewirtschaftungsformen

DCA der Wirtspflanzen in Bezug auf alle Untersuchungsflächen

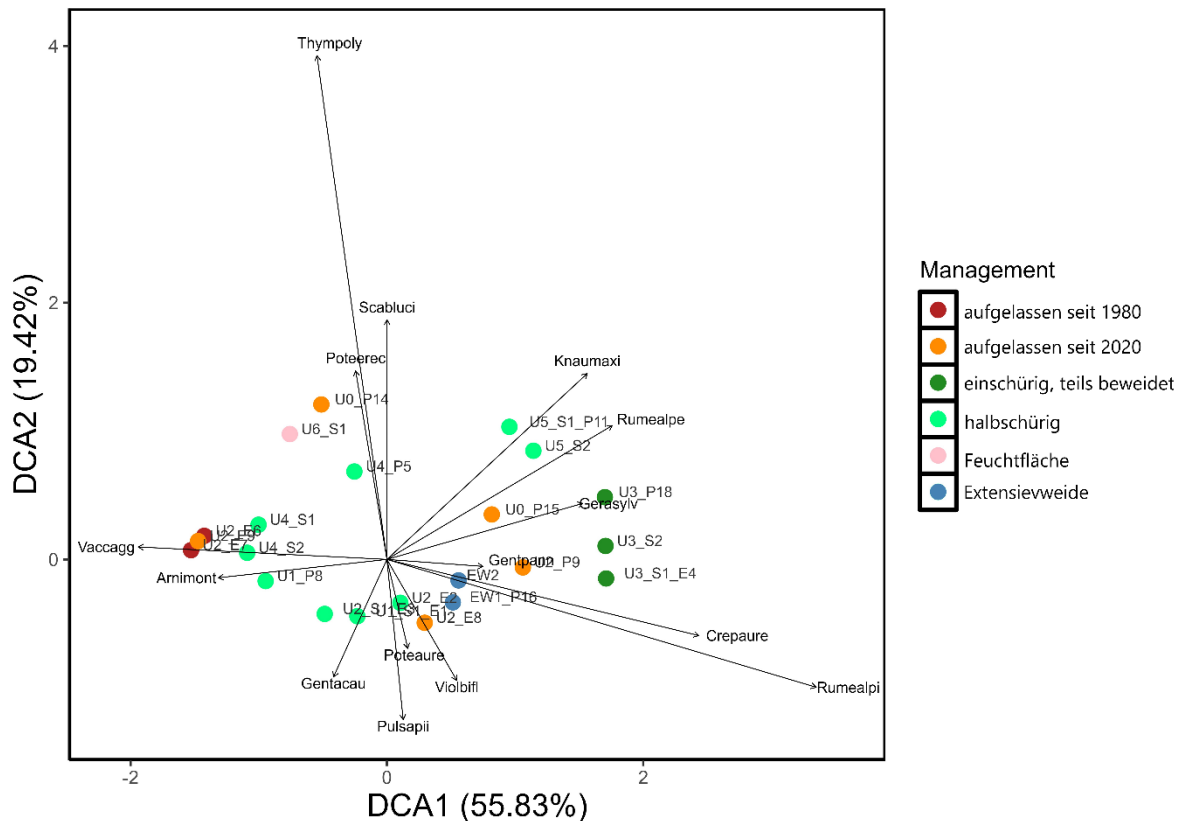


Abbildung 5: DCA der Schmetterlingswirtspflanzen in Bezug auf die Untersuchungsflächen und Managementformen. Animont = *Arnica montana*; Crepaure = *Crepis aurea*; Gentacau = *Gentiana acaulis*; Gerasylv = *Geranium sylvaticum*; Knaumaxi = *Knautia maxima*; Poteaure = *Potentilla aurea*; Poteerrec = *Potentilla erecta*; Pulsapii = *Pulsatilla alpina*; Rumealpe = *Rumex alpestris*; Rumealpi = *Rumex alpinus*; Scabluci = *Scabiosa lucida*; Thympoly = *Thymus polytrichus*; Vaccagg = *Vaccinium aggregat*; Violbifl = *Viola biflora*.

Mit Hilfe von DCA wurden ausgewählte Schmetterlings-Wirtspflanzen in Bezug zu den verschiedenen Managementmaßnahmen gesetzt (Abbildung 5). Die DCA1-Achse beschreibt mit 55,83 % die Unterschiede der Artverteilung wesentlich genauer als die DCA2-Achse mit 19,42 %. Daher sind Flächen, die entlang der ersten Achse näher beieinander liegen, ähnlicher in der Artenzusammensetzung bzw. Artenanzahl. Plots entlang der 2. Achse sind sich weniger ähnlich hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung, auch wenn sie im Diagramm näher beieinander liegen. Flächen, die seit 1980 aufgelassen wurden, weisen einen hohen Anteil an *Vaccinium*-Arten auf, sowie *Arnica montana*. Flächen, die seit 2020 aufgelassen sind, unterscheiden sich stark, da sie in der Analyse sehr verstreut vorkommen. Flächen die einschürig gemäht und teilweise beweidet wurden, haben eine hohe Artenzahl an *Geranium sylvaticum*. Auf halbschürig gemähten Flächen kommen verschiedenste Wirtspflanzen vor, zudem zeigen diese Flächen keine Cluster-Tendenz auf. Die einzig untersuchte Feuchtfäche wird nicht von einer bestimmten Schmetterlings-Wirtspflanzen-Art dominiert. Die Extensivweide hat einen hohen Anteil an hauptsächlich *Crepis aurea* und *Rumex alpinus*. Besonders aussagekräftige Differentialarten sind *Thymus praecox* ssp. *polytrichus* und *Rumex alpinus*, da diese seltener auf den Flächen vorkommen.

3.3 Unterschiede zwischen Schmetterlings-Untersuchungsflächen und Flächen außerhalb

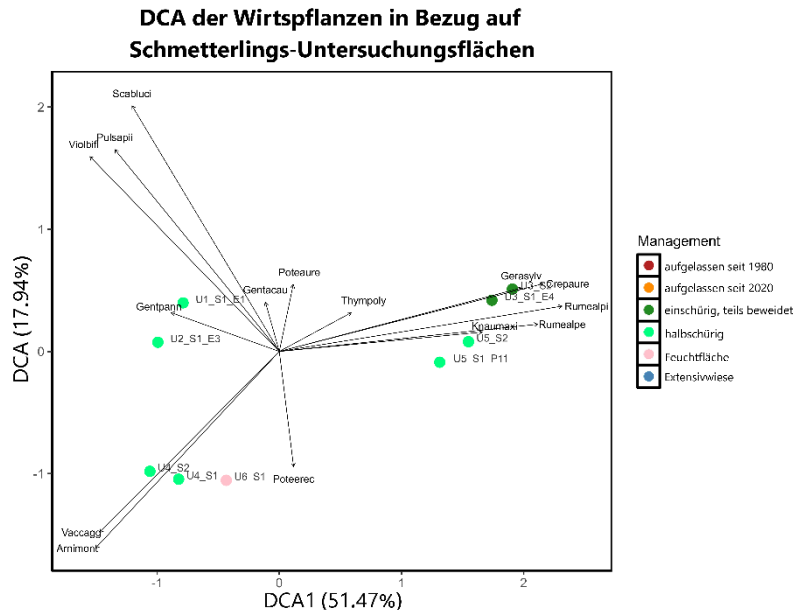


Abbildung 6: Vergleich von DCAs der Wirtspflanzen in Bezug auf Schmetterlings- Untersuchungsflächen und den jeweiligen Managementformen. Animont = *Arnica montana*; Crepaure = *Crepis aurea*; Gentacau = *Gentiana acaulis*; Gentpann = *Gentiana pannonica*; Gerasylv = *Geranium sylvaticum*; Knaumaxi = *Knautia maxima*; Poteaure = *Potentilla aurea*; Poteerec = *Potentilla erecta*; Pulsapii = *Pulsatilla alpina*; Rumealpe = *Rumex alpestris*; Rumealpi = *Rumex alpinus*; Scabluci = *Scabiosa lucida*; Thympoly = *Thymus polytrichus*; Vaccagg = *Vaccinium aggregat*; Violbifl = *Viola biflora*.

Diese DC-Analyse soll den Unterschied zwischen den Schmetterlings-Untersuchungsflächen im Vergleich zu denen als nicht Schmetterlings- ausgewiesenen Flächen verdeutlichen (Abbildung 6).

Durch den hohen Eigenwert der DCA von 51.47 % wird das Augenmerk auf die unterschiedlichen Wirtspflanzen der Tagfalter gelenkt. Die Analyse zeigt, dass die Verteilung der Wirtspflanzen eine gute Auswahl der Schmetterlings-Untersuchungsflächen widerspiegelt. Die ausgewählten Wirtspflanzen tendieren dazu eine höhere Deckung in den Schmetterlingsplots zu haben. Wobei die Feuchtfläche eher einen Ausreiser darstellt. Untersuchungsflächen 3 und 5 scheinen sich um *Rumex alpinus* und *Knautia maxima* zu clustern.

Die Analyse zeigt, dass *Gentiana pannonica* nur in den Untersuchungsflächen U1_S1_E1 und U2_S1_E3 gefunden wurde. Es gilt jedoch anzumerken, dass *Gentiana pannonica* auch in der ehemaligen Extensivweide vorkommt. Ebenso soll dieser Vergleich hervorheben, wie bedeutsam das Gebiet generell als geeignetes Schmetterlingshabitat ist.

3.4 Pflanzen- vs. Schmetterlingsdiversität

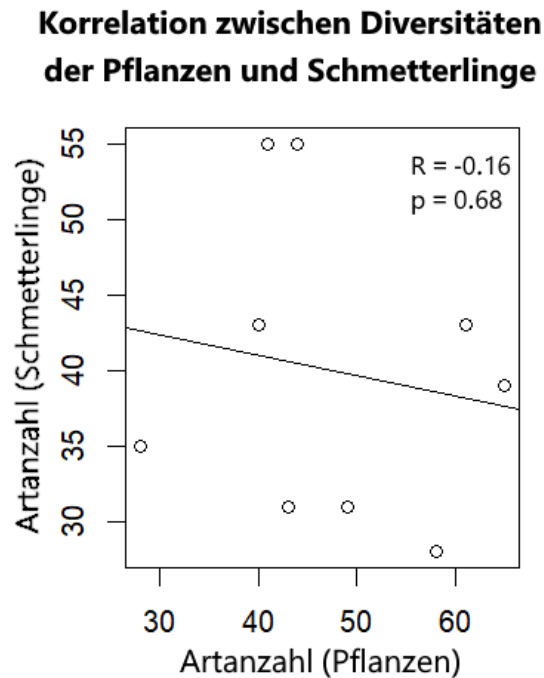


Abbildung 7: Korrelation zwischen der Diversität der Pflanzen und Schmetterlinge anhand der jeweiligen Artanzahl.

Um die Korrelation zwischen der Pflanzen- und Schmetterlingsdiversität zu veranschaulichen, wurden die jeweiligen Artenanzahlen gegeneinander aufgetragen. Hierbei wurde eine negative Tendenz festgestellt, wobei die Korrelation nicht statistisch signifikant ist (Abbildung 7).

3.5 Analyse der Pflanzengesellschaften

Mit einer Twinspan-Analyse konnten die untersuchten Plots in zwei Großgruppen eingeteilt werden, welche wiederum in jeweils zwei Gruppen unterteilt sind. Durch differentielles Vorkommen definierende Arten der Gruppe TW0 sind *Arnica montana*, *Calluna vulgaris*, *Gentiana acaulis*, *Nardus stricta*, *Pseudorchis albida*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum* agg. und *Vaccinium vitis-idaea*. Diese sind in den Plots U2_E6, U2_E7, U2_E9, U4_S1, U4_S2, U6_S1, U1_P8, U1_S1_E1, U2_S1_E3 und U4_P5 enthalten.

Die Untergruppe von TW0, TW00 ist unter anderem durch eine hohe Abundanz der Arten *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Luzula luzuloides*, *Melampyrum pratense*, *Melampyrum sylvaticum* geprägt und betrifft die Plots U2_E6, U2_E7, U2_E9, U4_S1, U4_S2 und U6_S1.

Die Untergruppe TW01 zeigt ein hohes Vorkommen von *Briza media*, *Campanula barbata*, *Rhinanthus glacialis*, *Thesium pyrenaicum* und *Trifolium montanum* und ist in allen übrigen Plots von TW00 enthalten.

Die Gruppe TW1 ist den Plots U0_P14, U0_P15, U2_E2, U2_E8, U2_P9, U5_S1_P11, U5_S2, EW1_P16, EW2, U3_P18, U3_S1_E4 und U3_S2 zugeordnet. Sie weist hohe Artenzahlen von *Achillea millefolium* agg., *Alchemilla vulgaris* agg., *Astrantia major*, *Centaurea pseudophrygia*, *Deschampsia cespitosa*, *Geranium sylvaticum*, *Knautia maxima*, *Mutellina adonidifolia*,

Phleum rhaeticum, *Pimpinella major*, *Rumex alpestris*, *Trifolium badium*, *Trifolium medium*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens* und *Trollius europaeus*.

Die Untergruppe TW10 ist unter anderem durch hohe Anteile von *Carex ornithopoda*, *Carex sempervirens*, *Galium anisophyllum*, *Laserpitium latifolium*, *Leucanthemum vulgare* agg., *Lotus corniculatus* und *Molinia caerulea* geprägt und in den Plots U0_P14, U0_P15, U2_E2, U2_E8, U2_P9, U5_S1_P11 und U5_S2 zu finden.

Die Untergruppe TW11 hat als Charakterarten *Campanula scheuchzeri*, *Crepis aurea*, *Leontodon hispidus*, *Poa alpina*, *Taraxacum officinale* agg., und *Willemetia stipitata* und ist EW2, U3_P18, U3_S1_E4 und U3_S2.

EW1_P16 konnte keiner der beiden Untergruppen zugeordnet werden. Eine detaillierte Tabelle der Twinspan-Ergebnisse befindet sich im Anhang.

3.6 Untersuchungsflächen und deren Pflanzengesellschaften

Untersuchungsfläche 0

Die zwei Aufnahmen, U0_P14 und U0_P15, liegen in der 2020 aufgelassenen Untersuchungsfläche 0 (U0) südlich des Kolmhauses (Abbildung 8). Beide Flächen sind sehr artenreich (Richness: U0_P14 = 67; U0_P15 = 50) und weisen beide eine hohe Deckung der Krautschicht (> 95 %) auf. Die Deckung der Strauchschicht ist auf beiden Flächen sehr gering (< 5 %). Beide Flächen weisen Arten des nährstoffreichen Grünlandes (Poion alpinae), als auch Basenzeiger der Alpinen Blaugras-Gesellschaften (*Seslerietalia caeruleae*) auf. Auch hier finden sich Arten des *Geo montani*-Nardetum.



Abbildung 8: Geographische Karte der Untersuchungsfläche 0.

Untersuchungsfläche 1

Die zwei Aufnahmen, U1_P8 und U1_S1_E1, liegen in der halbschürig bewirtschafteten, sehr steilen Untersuchungsfläche 1 (U1) nördlich des Kolmhauses (Abbildung 9). Beide Flächen weisen hohe Artenzahlen auf (Richness: U1_P8 = 52; U1_S1_E1 = 65). Die Deckung der Krautschicht ist bei beiden Flächen sehr hoch (> 95 %). Beide Flächen weisen keine Strauchschicht auf. Pflanzensoziologisch betrachtet lassen sich die Flächen dem Geo montani-Nardetum zuordnen. Arten der nährstoffarmen und sauren Standorte wie verschiedene Zwergsträucher aus der Familie der Ericaceen (*Calluna vulgaris*; *Vaccinium* spp.) dominieren hier.

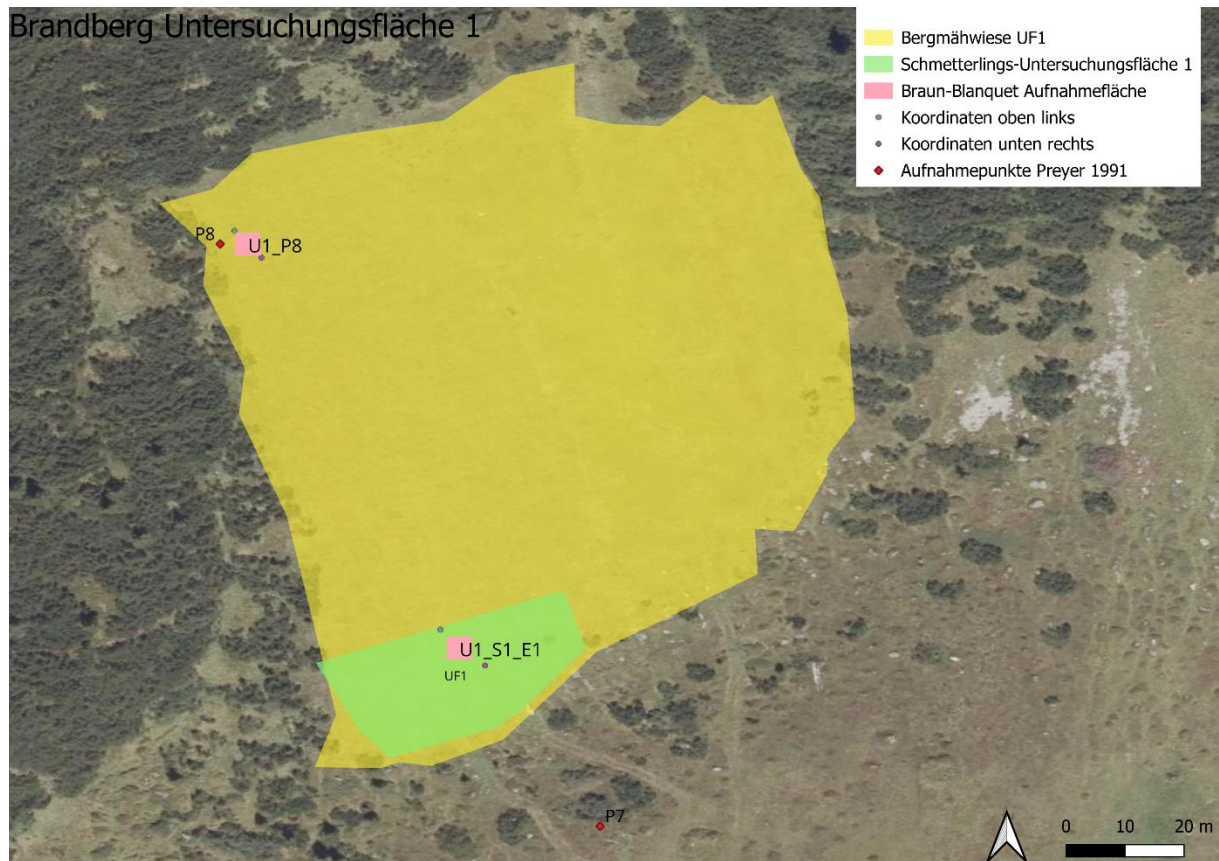


Abbildung 9: Geographische Karte der Untersuchungsfläche 1.

Untersuchungsfläche 2

Die Untersuchungsfläche 2 (U2) liegt westlich der U1 (Abbildung 10). Die sieben Aufnahmen lassen sich in halbschürig bewirtschaftete (U2_E2; U2_S1_E3), 2020 aufgelassene (U2_E8; U2_E9; U2_P9) und 1980 aufgelassene (U2_E6; U2_E7) Flächen einteilen. Die Artenzahlen der Flächen unterscheiden sich teils sehr stark untereinander, wobei die halbschürig bewirtschafteten Flächen die höchsten Artenzahlen aufweisen (Richness: U2_E2 = 51; U2_S1E3 = 58). Die aufgelassenen Flächen weisen Artenzahlen zwischen 25 und 42 auf (Richness: U2_E8 = 42; U2_E9 = 25; U2_P9 = 34; U2_E6 = 33; U2_E7 = 36). Die Deckung der Krautschicht liegt bei den meisten Flächen über neunzig Prozent. Zwei der Flächen weisen eine Strauchschicht auf (U2_E7 = 20 %, U2_E9 = 3 %). In zwei Fällen ist die Mooschicht sehr präsent (U2_E6 = 30 %; U2_E9 = 25 %). Drei der Flächen weisen ein Arteninventar mit typischen Vertretern des Molinio-Arrhenatheretea auf (U2_E2; U2_E8; U2_P9). Vier der Flächen lassen sich dem Geo montani-Nardetum zuordnen (U2_E6; U2_E7; U2_E9, U2_S1_E3). Teilweise zeigt sich der Einfluss von Arten der Molinio-Arrhenatheretea.

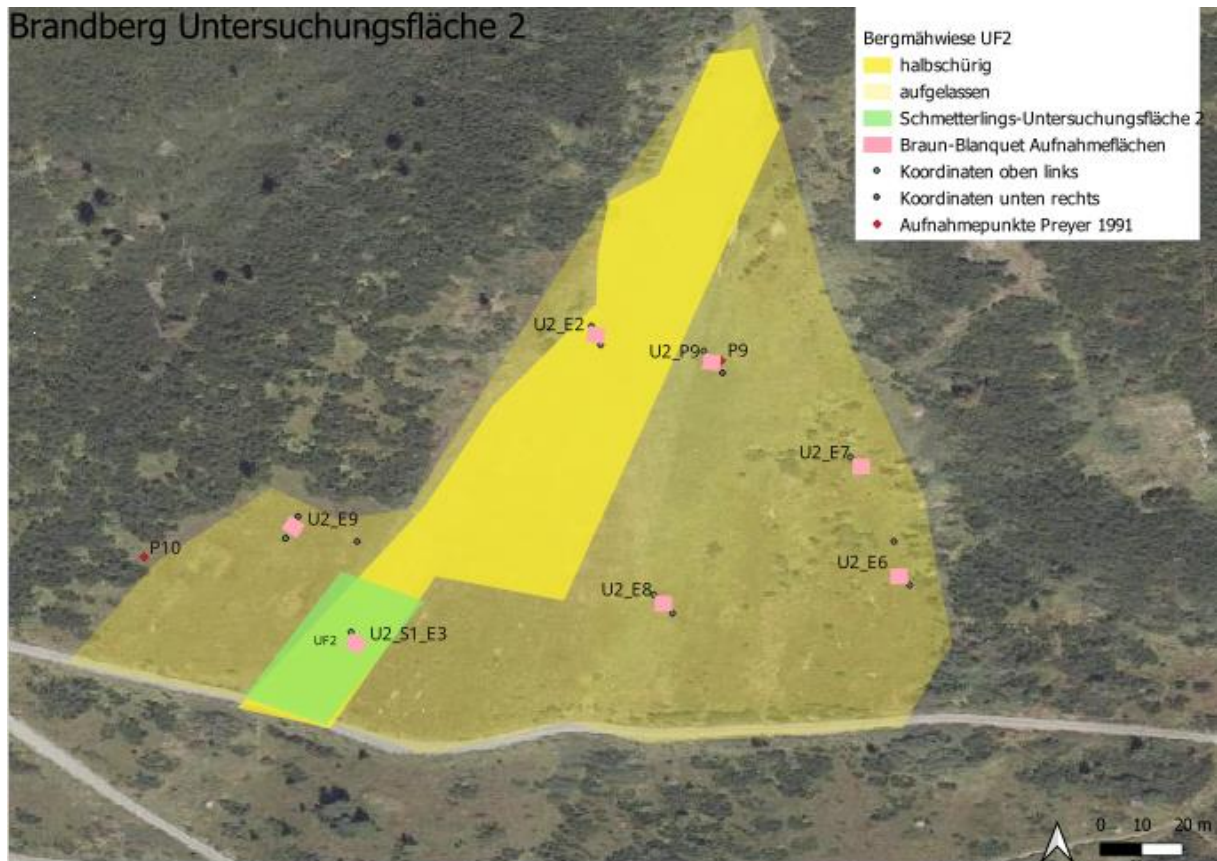


Abbildung 10: Geographische Karte der Untersuchungsfläche 2.

Untersuchungsfläche 3

Die Untersuchungsfläche 3 (U3) liegt in flachen Teilen nördlich des Kolmhauses (Abbildung 11). Die Fläche wird einschürig gemäht und teils beweidet. Die Artenzahlen liegen zwischen 34 und 49 (Richness: U3_P18 = 34; U3_S1_E4 = 49; U3_S2 = 43). Die Deckung der Krautschicht liegt bei allen Flächen bei nahezu einhundert Prozent. Alle drei Flächen weisen ein Arteninventar der Molinio-Arrhenatheretea auf. Arten des Intensivgrünlandes wie *Trifolium repens* oder *Taraxacum* sect. *Ruderalia* weisen auf eine intensivere Nutzung der Fläche, im Vergleich zu den Bergmähdern im Steilhang, hin. Die vorhandene Assoziation ist das *Crepido aureae-Festucetum nigrescentis*.

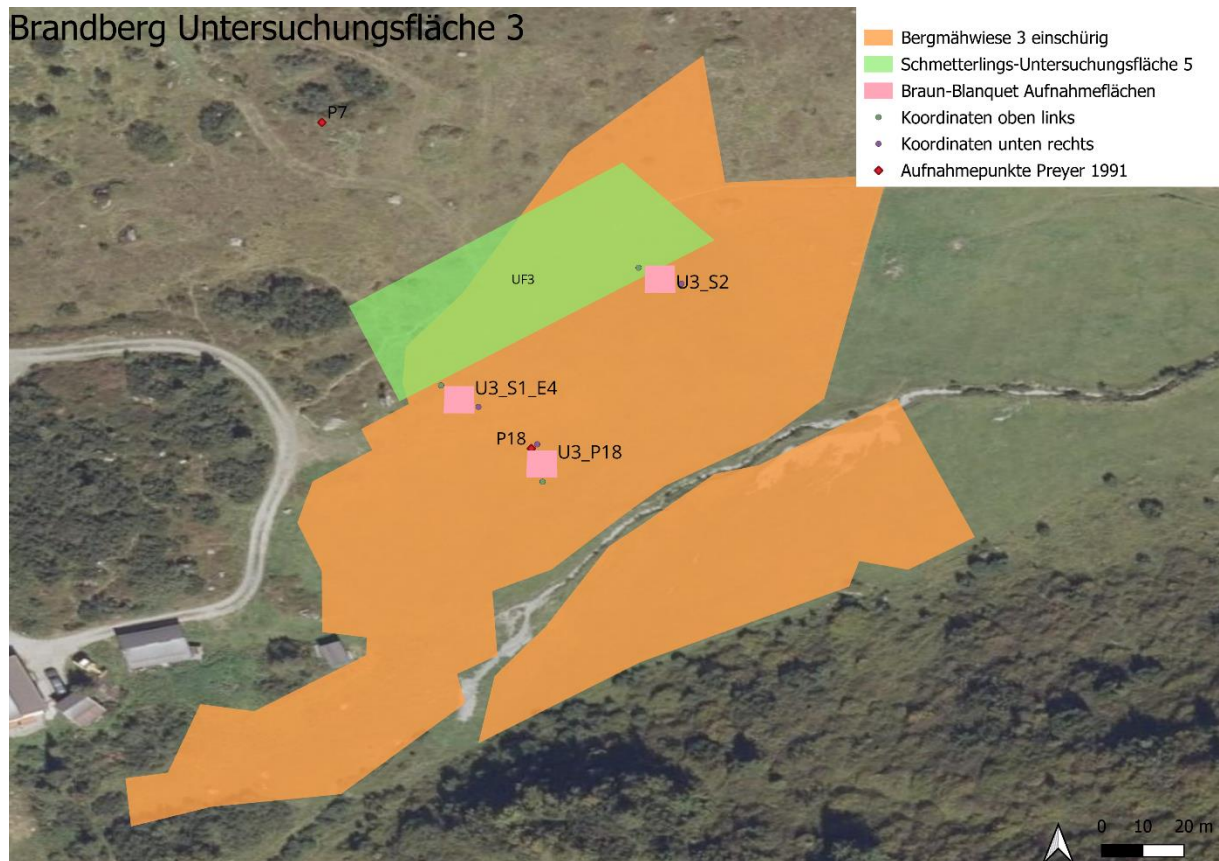


Abbildung 11: Geographische Karte der Untersuchungsfläche 3.

Untersuchungsfläche 4

Die Untersuchungsfläche 4 (U4) liegt im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes und wird halbschürig gemäht (Abbildung 12). Die drei Aufnahmeeflächen haben Artenzahlen zwischen 41 und 62 (Richness: U4_P5 = 62; U4_S1 = 44; U4_S2 = 41). Die Deckung der Krautschicht beträgt in allen drei Aufnahmen über fünfundachtzig Prozent (U4_P5 = 97 %; U4_S1 = 93 %; U4_S2 = 85 %). Eine Strauchschicht ist nicht vorhanden. In U4_S2 beträgt die Deckung der Mooschicht dreißig Prozent. Pflanzensoziologisch dominieren Arten des Geo montani-Nardetum. Auf U4_P5 gesellen sich zudem typische Arten der Molinio-Arrhenatheretea hinzu.

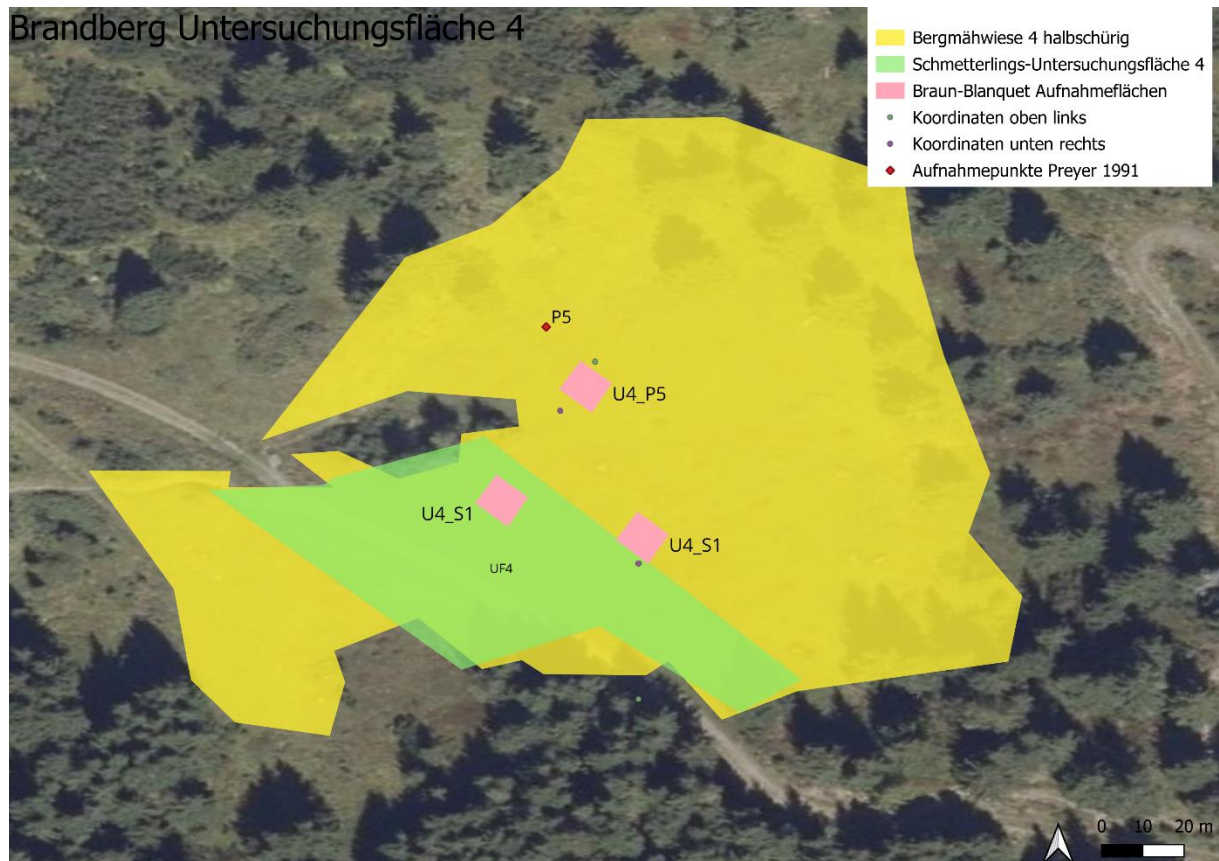


Abbildung 12: Geographische Karte der Untersuchungsfläche 4.

Untersuchungsfläche 5

Die Untersuchungsfläche 5 (U5) liegt im westlichsten Teil des Untersuchungsgebietes und wird halbschürig gemäht (Abbildung 13). Die zwei Aufnahmen weisen Artenzahlen (Richness) von 40 und 61 auf (U5_S1_P11; U5_S2). Die Krautschicht liegt auf beiden Flächen über fünfundneunzig Prozent. Eine Strauchschicht ist nicht vorhanden. Die Arten zeigen eine Zwischenstellung zw. dem *Geo montani-Nardetum* und dem *Molinio-Arrhenatheretea*.

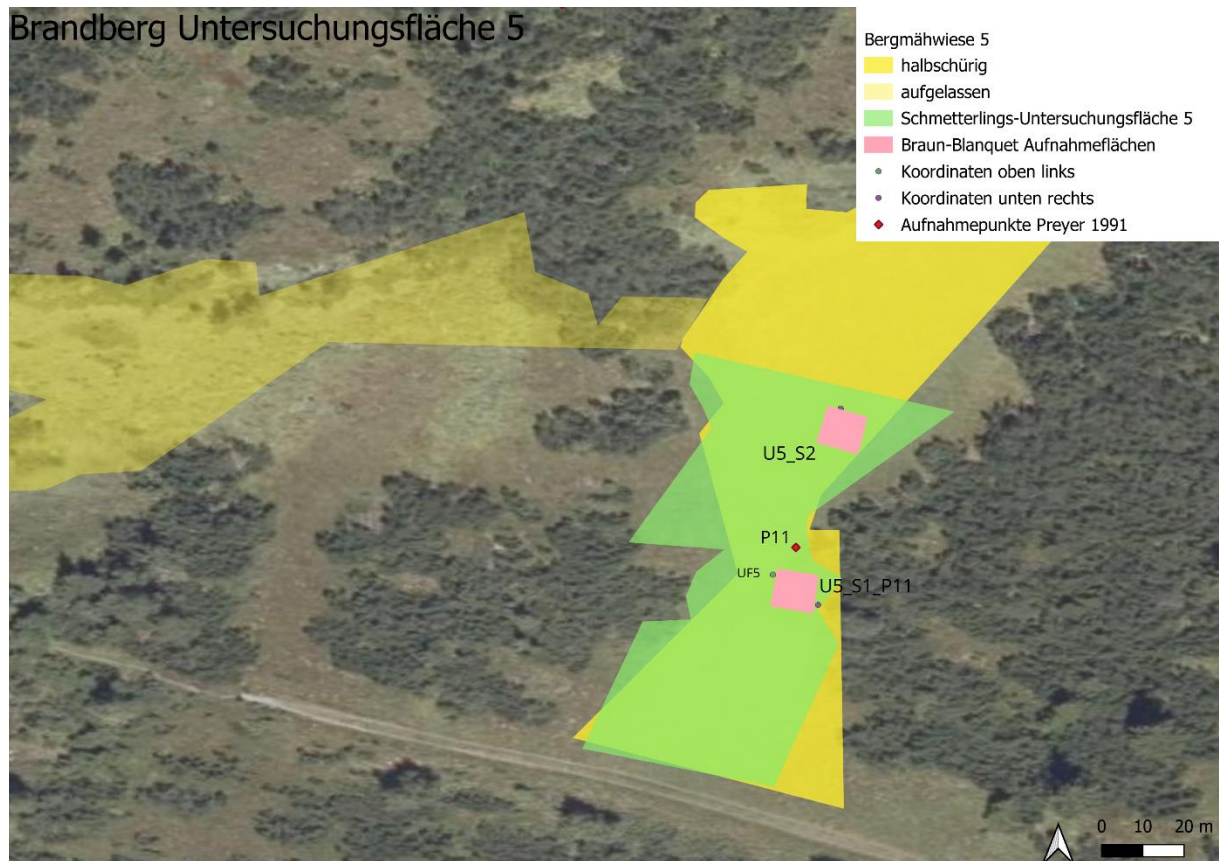


Abbildung 13: Geographische Karte der Untersuchungsfläche 5.

Untersuchungsfläche 6

Die Untersuchungsfläche 6 (U6) liegt nördlich des Kolmhauses und westlich der Untersuchungsfläche 3 (Abbildung 14) und ist eine Feuchtfläche. Die Aufnahmefläche U6S1 weist eine Artenzahl von 28 und eine Deckung von 85 % auf, besonders ist hier die Deckung der Moosschicht die 50 % beträgt. Die dominierende Pflanzenart auf dieser Fläche ist *Trichophorum cespitosum*. Durch diese Artenzusammensetzung hebt sich diese Fläche von den anderen ab und lässt sich als Feuchtwiese ansprechen.

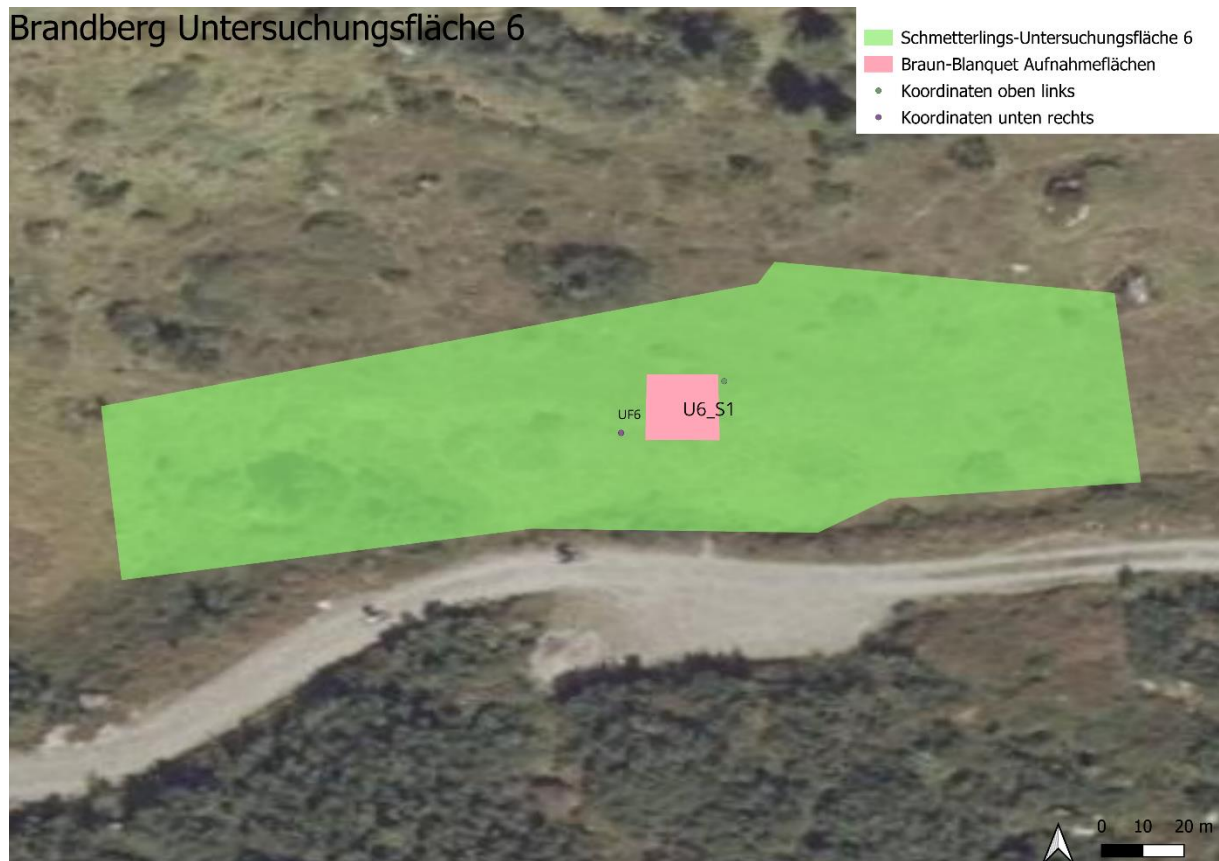


Abbildung 14: Geographische Karte der Untersuchungsfläche 6.

Extensivweide

Die Untersuchungsfläche „Extensivweide“ wurde ehemals als Bergmahd genutzt und anschließend in eine Extensivweide umgewandelt (Abbildung 15). Die beiden Aufnahmeflächen weisen hohe Artenzahlen (Richness: EW1_P16 = 58; EW2 = 50) auf und eine Deckung der Krautschicht von nahezu einhundert Prozent. Beide Flächen weisen eine Strauchschicht auf (5 %). Die Flächen zeigen ein Arteninventar mit typischen Vertretern des Molinio-Arrhenatheretea, zudem auch Arten des Geo montani-Nardetum.

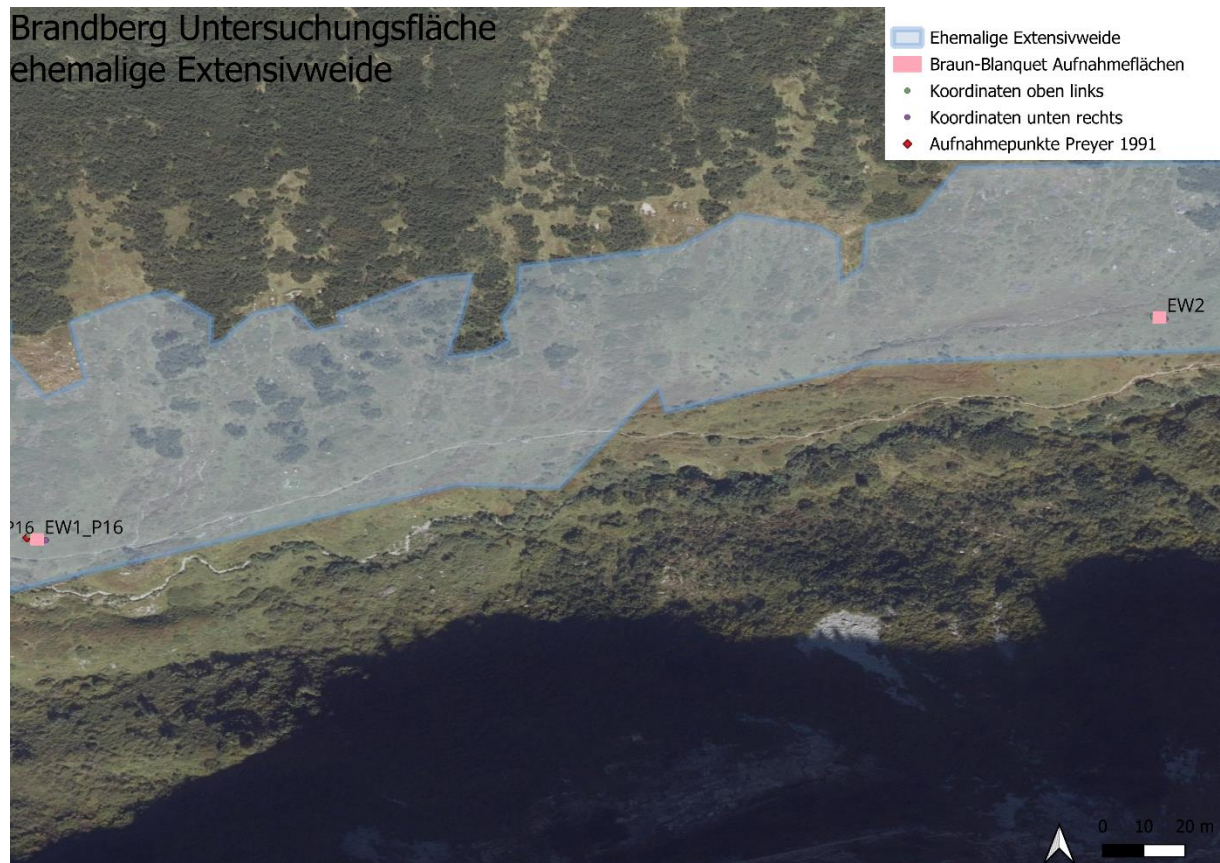


Abbildung 15: Geographische Karte der Untersuchungsfläche "Extensivweide".

3.7 Vorkommen der Tagfalterarten und deren Wirtspflanzen

Die Verteilung der Tagfalterarten und deren Wirtspflanzen (Tabelle 1) in verschiedenen Untersuchungsplots mit unterschiedlichen Managementformen wird in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** veranschaulicht. Insgesamt wurden 22 Plots untersucht, davon liegen 9 in den Tagfalterkartierungsflächen. Die Pflanzendeckung ist variabel und zeigt tendenziell eine höhere Dichte in Flächen mit moderater Nutzung (halbschürig) und der Feuchtfläche. Einige Flächen, insbesondere jene, die seit 1980 aufgegeben wurden, zeigen eine geringere oder keine Deckung der Wirtspflanzen.

Verteilung der Tagfalterarten und deren Wirtspflanzen

Die Wirtspflanze *Vaccinium uliginosum* agg. des Tagfalters *Agriades optilete* ist in den meisten Untersuchungsflächen vorhanden. Im Rahmen der Tagfalterkartierung wurde der Falter nur in der Feuchtwiese (U6) gefunden. Auffällig ist jedoch, dass weder der Falter noch seine Wirtspflanzen in den Plots der einschürig, teils beweideten Flächen (U3_S1_E4, U3_S2) gefunden wurden. Ebenfalls zu erwähnen ist, dass die Wirtspflanze *Vaccinium uliginosum* agg. in sechs der halbschürigen Tagfalterplots (U1_S1_E1, U2_S1_E3, U4_S1, U4_S2, U5_S1_P11, U5_S2) gefunden wurde, *Agriades optilete* hingegen nicht.

Colias palaeno wurde in den halbschürigen Flächen (U1, U2, U4 und U5) und in der Feuchtwiese (U6) gefunden. Die Wirtspflanzen *Vaccinium uliginosum* agg. und *Arnica montana* kommen in fast allen Untersuchungsplots vor, *Crepis aurea* in wenigeren (n = 7). In den Plots U3_S1_E4 und U3_S2 der einschürig, teils beweideten Fläche (U3) wurden weder *Vaccinium uliginosum* agg. noch *Colias palaeno* gefunden.

Der Falter *Eumedonia eumedon* wurde in denselben Plots gefunden, wie *Colias palaeno*. Seine Wirtspflanzengattung *Geranium* (hier *Geranium sylvaticum*) würde in den einschürig, teils beweideten Flächen vorkommen, der Falter selbst wurde dagegen nicht gefunden. Auffällig ist auch, dass in zwei Plots (U4_S1, U4_S2) der halbschürigen Flächen U4 und dem Plot U6_S1 in Feuchtfläche (U6) die Wirtspflanzengattung *Geranium* nicht gefunden wurde, *Eumedonia eumedon* allerdings schon.

Euphydryas aurinia ssp. *glacigenita* kommt auf denselben Flächen vor, wie *Colias palaeno* und *Eumedonia eumedon*, bevorzugt aber größtenteils andere Wirtspflanzen. In der einschürig, teils beweideten Fläche (U3) wurde er nicht gefunden, in den darin aufgenommenen Plots U3_S1_E4 wurden nur zwei (*Arnica montana* und *Gentiana acaulis*), in U3_S2 keine seiner Wirtspflanzen gefunden. Ebenfalls besonders hervorzuheben ist, dass der Falter in den halbschürigen Flächen U4 und U5 gefunden wurde, im Untersuchungsplot U5_S2 aber keine einzige und in U5_S1_P11 nur eine (*Knautia maxima*) seiner Wirtspflanzen. In den Flächen der Untersuchungsplots, wo *Arnica montana*, *Gentiana acaulis* und *Pulsatilla alpina* ssp. *apiifolia* vorkommen (U1_S1_E1, U4_S1 und U4_S2) konnte auch *Euphydryas aurinia* *glacigenita* gefunden werden. Die Wirtspflanzen *Gentiana clusii* und *Gentiana punctata* sowie *Knautia longifolia* konnten nicht ausfindig gemacht werden.

Bei dem Tagfalter *Fabriciana adippe* konnte in vier der Untersuchungsplots (U4_S1, U4_S2, U5_S1_P11 und U5_S2), wo er in den halbschürigen Tagfalterkartierungsflächen gefunden wurde keine Pflanze der Wirtspflanzengattung *Viola* entdeckt werden. Hier ist nennenswert,

dass in der halbschürigen Fläche (U1) in Plot U1_S1_E2 *Viola biflora* gefunden wurde, *Fabriciana adippe* nicht.

Bei den halbschürigen Tagfalterkartierungsflächen U4 und U5, wo *Lycaena virgaureae* gezählt werden konnte kommt nur in zwei Plots U5_S1_P11 und U5_S2) der Fläche U5 *Rumex alpestris* seiner Wirtspflanzengattung *Rumex* vor. Ebenfalls in den Plots der einschürig, teils beweideten Fläche U3 kommt *Rumex alpestris* (U3_S1_E4 und U3_S2) und *Rumex alpinus* (U3_S1_E4) vor, das Vorkommen des Falters konnte aber hier nicht aufgezeichnet werden.

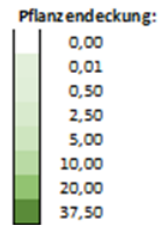
Hervorstechend wurde keine einzige Wirtspflanze für *Parnassius apollo* entdeckt, der Falter hingegen in der halbschürigen Tagfalterkartierungsfläche U5 schon.

Bei *Phengaris arion* wurden keine Arten der Wirtspflanzengattung *Origanum* verzeichnet. Allerdings konnte eine Pflanzenart (*Thymus praecox* ssp. *polytrichus*) der Wirtspflanzengattung *Thymus* in U4_P5 aufgezeichnet werden, in den Untersuchungsplots U4_S1 und U4_S2 hingegen nicht, bei der Tagfalterkartierung konnte er in der halbschürigen Fläche U4 gesichtet werden.

Außer *Pyrgus serratulae* wurde in den einschürig, teils beweideten Flächen keiner der ausgewählten Tagfalterarten gefunden. Auffällig ist, dass die Wirtspflanze *Geranium sylvaticum* des Tagfalters *Eumedonia eumedon* zwar schon in diesen Flächen vorkommt, der Tagfalter jedoch nicht gefunden wurde. In allen Flächen, wo *Pyrgus serratulae* kartiert wurde konnten auch entweder beide (*Potentilla aurea* und *P. erecta*) und manchmal nur eine der zwei Pflanzenarten der Wirtspflanzengattung *Potentilla* verzeichnet werden. In der einzigen Fläche, wo der Tagfalter nicht ausfindig gemacht werden konnte (Feuchtwiese (U6)), wurde einzig *Potentilla erecta* aufgezeichnet.

Tabelle 4: Verteilung und Pflanzendeckung verschiedener Tagfalterarten und deren Wirtspflanzen in unterschiedlichen Untersuchungsplots (n = 22). Grau markierte Untersuchungsplots markieren jene, in denen die Tagfalterkartierung durchgeführt wurde (Lechner und Ortner, 2024). Spalten stellen die verschiedenen Untersuchungsplots dar, jeweils mit unterschiedlichen Managementformen (farblich gekennzeichnet). Zeilen listen die Tagfalterarten (grau hinterlegt) und ihre jeweiligen Wirtspflanzenarten auf. In den Untersuchungsplots der Tagfalterkartierung (n = 9) indizieren rote Punkte, dass keine Tagfalterarten und grüne Punkte, dass Tagfalterarten gefunden wurden. In den Flächen, wo weder rote noch grüne Punkte zu sehen sind wurde die Tagfalterkartierung nicht durchgeführt (n = 13). Pflanzendeckung: von 0 (Farbe: Weiß) nicht vorkommend, bis 37,5 (Farbe: Dunkelgrün); Farbintensität des Grüns zeigt die Deckung an. Bei manchen Wirtspflanzen war nur der Gattungsname bekannt, enthaltene Arten mit Stern (*) wurden zusätzlich aufgelistet. Wenn mehrere Pflanzenarten in einer Gattung gefunden wurden, wurde für die Gattung ein Durchschnitt berechnet.

	EW1_P16	EW2	U0_P14	U0_P15	U1_P8	U1_S1_E1	U2_E2	U2_E6	U2_E7	U2_E8	U2_E9	U2_P9	U2_S1_E3	U3_P18	U3_S1_E4	U3_S2	U4_P5	U4_S1	U4_S2	U5_S1_P11	U5_S2	U6_S1
Flächen Management	Extensivweide	Extensivweide	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig	halbschürig
<i>Agrilades optilete</i>						●							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Vaccinium oxycoccos</i>																						
<i>Vaccinium uliginosum</i> agg.*																						
<i>Collas palaeno</i>					●								●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Amica montana</i>																						
<i>Crepis aurea</i>																						
<i>Vaccinium uliginosum</i> agg.*																						
<i>Eumedonla eumedon</i>					●								●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Geranium</i> sp.:																						
<i>Geranium sylvaticum</i> *																						
<i>Euphydryas aurinia glaelegenta</i>					●								●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Amica montana</i>																						
<i>Gentiana</i> sp.:																						
<i>Gentiana acaulis</i>																						
<i>Gentiana clusii</i>																						
<i>Gentiana cf. pannonica</i> *																						
<i>Gentiana punctata</i>																						
<i>Knautia</i> sp.:																						
<i>Knautia longifolia</i>																						
<i>Knautia maxima</i> *																						
<i>Pulsatilla alpina</i> :																						
<i>Pulsatilla alpina</i> ssp. <i>apilifolia</i> *																						
<i>Scabiosa</i> sp.:																						
<i>Scabiosa lucida</i>																						
<i>Fabriskiana adippe</i>					●								●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Viola</i> sp.:																						
<i>Viola biflora</i> *																						
<i>Lycaena virgaureae</i>					●								●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Rumex</i> sp.:																						
<i>Rumex alpestris</i> *																						
<i>Rumex alpinus</i> *																						
<i>Phengaris arion</i>					●								●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Origanum</i> sp.:																						
<i>Thymus</i> sp.:																						
<i>Thymus praecox</i> ssp. <i>polytrichus</i> *																						
<i>Pyrgus serratulae</i>					●								●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Potentilla</i> sp.:																						
<i>Potentilla aurea</i> *																						
<i>Potentilla erecta</i> *																						



4 Diskussion

In dieser Arbeit wurden die Brandberger Bergmähder unter verschiedenen Managementeinflüssen als potentielle Lebensräume für Tagfalter untersucht. Die Ergebnisse zeigen die Komplexität der Interaktionen zwischen Schmetterlingen, Pflanzen und Bewirtschaftung der größtenteils ehemaligen Bergmähder. Im Gegensatz zu Preyer (1991) konnte keine Abnahme der Artenzahlen mit Zunahme der Seehöhe festgestellt werden. Die für Pflanzen artenreichste Fläche befand sich in der Untersuchungsfläche 1 oberhalb des Kolmhauses (siehe 3.6 Untersuchungsflächen und deren Pflanzengesellschaften). Im Höhengradienten des untersuchten Gebiets dürften kleinräumigere Faktoren wie Untergrundgestein und Bewirtschaftung eine weitaus größere Rolle spielen. In der CCA (Abbildung 4) waren die untersuchten Flächen nicht signifikant durch die Artenzahl der Pflanzen zu unterscheiden. Nach der Erhebung von Lechner und Ortner (2024) ähnelten sich Flächen mit steilerer Lage und hoher Artenzahl von Schmetterlingen mehr. Zudem enthielten flachere und weniger artenreiche Flächen vermehrt Zeigerpflanzen, die auf einen erhöhten Stickstoffgehalt hinweisen. Diese Feststellung lässt sich in der vorliegenden Arbeit an der Untersuchungsfläche 3 erkennen, die als stärker eutrophierte und flachere Flächen einen relativ geringen Schmetterlingsreichtum aufweist. Allerdings ist eine relativ hohe Artenzahlen von Pflanzen zu erkennen. Statt einer direkten Abnahme der Diversität sind hier fehlende Arten durch solche ersetzt, die auf einen höheren Nährstoffeintrag angewiesen sind, wie zum Beispiel *Poa alpina* oder *Silene dioica*. Im Allgemeinen konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Artenreichtum von Schmetterlingen und Artenreichtum von Pflanzen auf den untersuchten Flächen gefunden werden (Abbildung 7). Dies könnte möglicherweise damit erklärt werden, dass nicht alle Pflanzenarten als Wirtspflanzen für Tagfalter in Frage kommen oder monophage Tagfalterarten nur auf einzelne Pflanzenarten spezialisiert sind. Dennoch könnte ein hoher Artenreichtum indirekt Einfluss auf die Artenvielfalt der Schmetterlinge haben, da die Wirtspflanzen in bestimmten Pflanzengesellschaften vorkommen. Durch Eutrophierung oder Verbuschung verändern sich die Vegetation und somit auch die Lebensräume der Tagfalter.

Die untersuchten Plots unterscheiden sich in der DCA (Abbildung 5 und Abbildung 6) klar durch die Deckung der Wirtspflanzen der für dieses Projekt ausgewählten Tagfalterarten. Es lässt sich entlang der Achse DCA1 eine Differenzierung zwischen eher nährstoffliebenden Arten und an Nährstoffarmut angepassten Arten erkennen, sodass beide Standorttypen ein unterschiedliches Repertoire an Wirtspflanzen für schützenswerte Schmetterlinge enthalten. Auch die Twinspan-Analyse (Tabelle 4) unterstützt eine Unterscheidung der Plots vorwiegend in solche mit nährstoffangepassten und solche mit nährstoffmeidenden Arten. In Bezug auf die Bewirtschaftungsform bilden die seit 1980 aufgelassenen Flächen von U2, die einschürigen, teils beweideten von U3, und diejenigen auf der ehemaligen Extensivweide jeweils klare, voneinander differenzierte Cluster. Dabei ist Untersuchungsfläche 2 am stärksten von fortgeschrittener Verbuschung betroffen. Hingegen weisen bestimmte Zeigerpflanzenarten auf die größte Eutrophierung in Untersuchungsfläche 3 hin. Die halbschürig gemähten oder erst 2020 aufgelassenen Flächen sind dagegen weit über das Diagramm verteilt und vereinen

somit eine große Bandbreite an verschiedenen Artenzusammensetzungen. Sie sind untereinander nicht differenziert, was darauf hindeutet, dass nach vier Jahren noch keine bedeutsame Veränderung festgestellt werden kann. Da diese Flächen nicht uniform von starken Faktoren wie Eutrophierung oder Verbuschung beeinflusst sind, kommen vermutlich andere Faktoren zum Tragen, zum Beispiel Bodentiefe, Grundgestein oder Nährstoffeintrag durch Lawinen und Hangbewegungen.

Einigen Untersuchungsflächen kommt eine besondere Bedeutung zu. Die ehemalige Extensivweide besitzt die größten Vorkommen von *Gentiana pannonica* (Tabelle 4), welcher eine wichtige Wirtspflanze für die FFH-Art *Euphydryas aurinia* ssp. *glaciegenita* ist. Dadurch ist das gesamte Untersuchungsgebiet (Extensivweide) für *Euphydryas aurinia* ssp. *glaciegenita* von besonderer Bedeutung. Untersuchungsfläche 1 ist durch die Geologie des Gebiets bedingt die einzige Fläche mit erhöhtem Einfluss von Kalkgestein, sodass hier kalkliebende Pflanzen zu einer besonderen Artenzusammensetzung führen.

5 Schlussfolgerung

Die Brandberger Mähder stellen einen Lebensraum mit außerordentlicher Heterogenität dar, wie er heute sowohl in Tal- als auch in Berglagen schwer zu finden ist. Bedingt wird diese Vielfalt durch zahlreiche unterschiedliche ökologische Faktoren. Der entscheidende Faktor ist jedoch die extensive Bewirtschaftung, durch die Latschengebüsch und Zwergstrauchheiden zurückgedrängt und die Weiden und Mähder offengehalten werden. Die diversen Nahrungsansprüche der Tagfalter mit Schutzstatus lassen sich nicht ausschließlich auf die Artenzahl an Pflanzen übertragen, sodass der Erhalt dieser Heterogenität gerade für sie besonders wichtig ist. Da Verbuschung von selbst voranschreitet muss der Mensch helfend eingreifen, allein um den bestehenden Zustand zu erhalten. Darum ist die Fortsetzung der Mahd auf den noch heute bewirtschafteten Flächen definitiv empfehlenswert, aber auch die Wiederaufnahme des Mahdmanagements auf den aufgelassenen Flächen, vor allem auf der geologisch besonderen Untersuchungsfläche 0, ist wichtig. Der noch gute, nicht zugewachsene Zustand der erst 2020 aufgelassenen Flächen zeigt, dass eine besondere Regelmäßigkeit der Mahd für kurzfristige Zeiträume eher nebensächlich ist. Parallel dazu könnte auf der ehemaligen Extensivweide die Beweidung wieder aufgenommen werden, um auch hier die Verbuschung zu bekämpfen. Zum Erhalt einer traditionellen Bewirtschaftungsform der Bergregionen, der Artenvielfalt und der vielfältigen Lebensräume bei Brandberg ist ein Eingriff des Menschen durch die Weiterführung der Bergmähder unausweichlich.

Literatur

- Braun-Blanquet, J.: Pflanzensoziologische Grundzüge der Vegetationskunde. 2. umgearbeitete und vermehrte Auflage, Springer-Verlag, Wien (1951), 631 S.
- Ellenberg, H.: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (ohne *Rubus*). Scripta Geobotanica 1992, 18, pp.9-166.
- Grabherr, Georg & Ladislav Mucina (1993). Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II Natürliche waldfreie Vegetation. Gustav Fischer Verlag Jena – Stuttgart – New York.
- Lechner, K. & Ortner, A.: Erfassung der Tagfalter, Widderchen (*Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea, Zygaenoidea*) und Heuschrecken (*Orthoptera*) der Bergmähder in Brandberg im Rahmen der Naturschutz- und Forschungsaktivitäten des Hochgebirgs-Naturparks Zillertaler Alpen – Endbericht 2024.
- Leyer, I. & Wesche, K.: Multivariate Statistik in der Ökologie. Springer Berlin Heidelberg 2007. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-37706-1>
- Mašková, Z., Květ, J., Zemek, F. & Heřman, M.: Functioning of mountain meadows under different management impact – research project. Silva Gabreta 2001, 7:5-14
- Mucina, L., Grabherr, G. & Ellmauer, T.: Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I Anthropogene Vegetation. Gustav Fischer Verlag Jena – Stuttgart – New York 1993
- Preyer, I.: Brandberger Bergmähder - Eine Grundlagenarbeit zur Erhaltung eines Gebietes von hohem landeskulturellem Wert! Feriapraxis beim Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz 1991
- Roleček, J., Tichý, I., Zelený, D., Chytrý, M.: Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. Journal of Vegetation Science 2009, 20(4), 596–602. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01062.x>
- Schley, L. & Leytem, M.: Extensive Beweidung mit Rindern im Naturschutz: eine kurze Literaturliteraturauswertung hinsichtlich der Einflüsse auf die Biodiversität. Nature Conservation 2004, 105:65-85 <https://www.researchgate.net/publication/228735589>
- Zelený, D., Šraitová, D., Mašková, Z. & Květ, J. (2001). Management effects on a mountain meadow plant community. Silva Gabreta 2001, 7:45-54

Anhang

Vegetationstabelle nach TWINSPAN sortiert

