

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN  
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT  
INSTITUT FÜR UMWELT UND NATÜRLICH RESSOURCEN

**VEGETATIONSKUNDLICHER VERGLEICH ZWISCHEN  
NORD- UND SÜDEXPONIERTE WEIDEN IM SCHWEIZER  
JURA**

Bachelorarbeit

**von:**

Derungs Sergio

Bachelorstudiengang: UI20

Abgabe: 11.01.2024

Studienrichtung: Umweltingenieurwesen

Fachkorrektoren:

Manuel Babbi, Grüentalstrasse 14, 8820 Wädenswil

Prof. Dr. Jürgen Dengler, Grüentalstrasse 14, 8820 Wädenswil

# Impressum

## Autor

Sergio Derungs



## Institution

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen  
Campus Grüental, 8820 Wädenswil

## Schlüsselwörter

Nordexposition, Südexposition, Halbtrockenrasen, Weiden, Schweizer Jura, Vegetation, Heinrich Zoller, Biodiversität

## Zitiervorschlag

Derungs, S. (2024). Vegetationskundlicher Vergleich zwischen nord- und südexponierten Weiden im Schweizer Jura. In *Bachelorarbeit ZHAW*, unveröffentlicht

## Danksagung

Vielen Dank an Thomas Stalling von der Hintermann & Weber AG, welcher als Initiator dieser Arbeit gilt und mich bei der Auswahl der Weiden unterstützte; an Luzia Solothurnmann (Fachberaterin Biodiversität Kanton Solothurn) und Gabriela Hofer (Fachberaterin Biodiversität im Landwirtschaftsgebiet Kanton Baselland) welche mich bei der Kontaktaufnahme mit den Landwirten:innen unterstützen; an sämtliche Pächter:innen sowie Landeigentümer:innen auf deren Land ich meine Untersuchungen machen durfte. Grossen Dank auch an Manuel Babbi und Prof. Dr. Jürgen Dengler für die fachliche Betreuung während dieser Arbeit.

## Zusammenfassung

Expositionsbedingte floristische Unterschiede auf nord- und südexponierten Halbtrockenrasen im Schweizer Jura, wurden zuletzt von Heinrich Zoller vor rund 75 Jahren untersucht. Schon damals wiesen die nordexponierten *Colchiceto-Mesobrometen* eine höhere Diversität auf als die an den Südflanken ausgebildeten *Teucrieto-Mesobrometen*. Durch die intensivere Landnutzung verschwand im Laufe der Zeit ein Grossteil dieser artenreichen Pflanzengesellschaften. Aktuelle Informationen über ihren Zustand an Nord- und Südexposition waren bis dato nur spärlich vorhanden. Daher wurde im Rahmen dieser Bachelorarbeit anhand von Vegetationsaufnahmen die botanischen Eigenheiten von Nord- und Südexponierten Weiden im Baselbieter, Solothurner und Berner Jura quantifiziert und anschliessend mithilfe einer ANOVA statistisch verglichen. Zusätzlich wurde anhand der Präsenz von dominanten, subdominanten und konstanten Arten geprüft, ob und inwiefern die Vegetation den klassischen *Mesobrometen*, wie sie Zoller einst im Schweizer Jura beschrieb, ähneln. Die Untersuchungen zeigten, dass in den nordexponierten Aufnahmeflächen die Artenzahl ( $p = 0.006$ ) und der Shannon-Index ( $p = 0.008$ ) signifikant höher war als auf den südexponierten Aufnahmeflächen. Die grössere Artenvielfalt auf den Nordweiden kann möglicherweise auf die stärkere Wechselfeuchtigkeit zurückgeführt werden, welche eine Koexistenz feuchtigkeitsbedürftiger und trockenheitstolerierender Arten ermöglicht. Zusätzlich wiesen auch sämtliche ökologischen Indikatoren signifikante Unterschiede zwischen den Nord- und Südweiden auf. Diese Divergenzen können vermutlich anhand der unterschiedlichen Einstrahlungsintensitäten an Nord- und Südexposition begründet werden. Einige der gemäss Zoller konstanten Arten des *Teucrieto-Mesobrometum* wurden in den südexponierten Aufnahmeflächen vorgefunden. Allerdings wiesen die dominanten und subdominanten Arten entweder einen äusserst geringen Deckungsgrad auf oder fehlten gänzlich auf den südexponierten Weiden. Während einige konstanten Arten des *Colchiceto-Mesobrometum* auf den Nordweiden präsent waren, deutet die Abwesenheit von *Bromus erectus* und die Dominanz von *Festuca rubra* darauf hin, dass die Gemeinsamkeiten mit einer äusserst artenreichen Ausprägung des *Festuceto-Cynosertum* grösser sind als mit dem *Colchiceto-Mesobrometum*.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Methoden .....	6
2.1	Untersuchungsgebiet .....	6
2.2	Vegetationsökologische Datenerhebung .....	7
2.3	Statistische Methoden.....	9
3	Resultate.....	10
3.1	Biodiversitätindizes & Gefährdete Arten.....	10
3.2	Ökologische Zeigerwerte.....	11
3.3	Abiotische Standortbedingungen.....	12
3.4	Diagnostische Arten .....	13
3.5	Multivariate Analyse .....	14
3.6	Lebensräume nach Punktesystem.....	15
3.7	Vergleich mit Mesobrometen nach Zoller (1954b).....	16
4	Diskussion.....	17
4.1	Biodiversitätsindizes & Gefährdete Arten.....	17
4.2	Ökologische Zeigerwerte.....	19
4.3	Multivariate Analyse .....	20
4.4	Lebensräume nach Delarze et. al (2015) .....	20
4.5	Vergleich mit <i>Mesobrometen</i> nach Zoller (1954b) .....	21
4.6	Mögliche Entwicklung unter Einfluss des Klimawandels.....	22
4.7	Fazit .....	23
5	Literaturverzeichnis .....	24
6	Anhang.....	28

# 1 Einleitung

Kaum ein anderer Lebensraum beherbergt kleinräumig eine ähnlich grosse floristische Diversität wie die europäischen Halbtrockenrasen (Dengler, 2012; Roleček et al., 2014). Diese anthropogenen Ersatzgesellschaften traten in Folge von Rodungen und anschliessender Bewirtschaftung anstelle ehemaliger Waldgesellschaften auf (Studer-Ehrenberg, 1995; Vogt, 1984). Zentral bei der Ausbildung artenreicher Halbtrockenrasen ist die mittlere Störungsintensität in Form einer extensiven Bewirtschaftung, geringer Nährstoffeinträge sowie halbtrockene basische Böden, welche die Koexistenz meso- und xerophiler Arten ermöglichen (Roleček et al., 2014; Thomas, 2018). Die langfristige Kontinuität der menschlichen Eingriffe auf offene Lebensräume begünstigte vermutlich die Einwanderung und Etablierung von Arten, welche primär anderen Pflanzengesellschaften angehörig waren. Diese wachsen heute unter neuen Konkurrenzbedingungen in sekundären Pflanzengesellschaften (Zoller, 1954a), wobei der kontinuierliche Entzug von Biomasse zu einer Verdrängung dominanter Arten und gleichzeitig zur Begünstigung niederwüchsiger, konkurrenzschwacher Arten führt (Roleček et al., 2014).

Besonders an den Nord-, Südflanken sowie den Hochplateaus des Schweizer Juras bildete sich eine Vielzahl von Halbtrockenrasengesellschaften aus (Vogt, 1984). Beeinflusst durch unterschiedlichste Standortfaktoren charakterisierte Zoller (1954b) in dieser Region insgesamt vier Mesobrometen (*Teucrieto-Mesobrometum*, *Colchiceto-Mesobrometum*, *Orchideto-Mesobrometum* und *Tetragonolobus-Molinietum litoralis*). Bei seiner zwischen 1949 und 1954 durchgeführten Kartierung dominierten an den extensiv bewirtschafteten Standorten mehrheitlich das *Teucrieto-Mesobrometum* und *Colchiceto-Mesobrometum*. Ersteres entwickelte sich an den flachgründigen, basenreichen, gut entwässerten Südflanken der Jurakette. Der feucht-mesophile Gegensatz bildete das an den Nordflanken ausgebildete *Colchiceteo-Mesobrometum*, welches sich durch meist feinerdereiche, mittel bis tiefgründige Böden auszeichnet.

Keine andere Assoziation beherbergt ein derart grossen Artenreichtum wie die nordexponierten *Colchiceto-Mesobrometen* (Zoller, 1946, 1954b). Umso gravierender ist die Tatsache, dass zwischen 1950 und 1980 schätzungsweise 95% dieser Assoziation durch die intensivere Landnutzung verschwunden sind (Kienzle, 1983; Zoller et al., 1986). Dieser negative Trend ist seit 1945 in der ganzen Schweiz ersichtlich. Lachat et al. (2010) gehen ebenfalls von einer Abnahme von ungefähr 95% aus. Dieser Wert bezieht sich allerdings auf sämtliche Trocken- und Halbtrockenrasengesellschaften. Ursachen für den Verlust waren neben der Nutzungsaufgabe vor allem die vermehrte Bewässerung und Düngung der Grünlandflächen (Boch et al., 2021; Dengler et al., 2020). Weshalb besonders die nordexponierten, eher frischeren Standorte mit geringem

Aufwand in ertragsreichere Fettwiesen überführt werden konnten (Zoller et al., 1986). Die Abnahme der südexponierten *Teucrieto-Mesobrometen* war weniger gravierend. So konnten sich aufgrund der äusserst trockenen Standortbedingungen, welche eine intensivierete Bewirtschaftung kaum zulassen, rund 50% dieser Assoziation bis 1980 im Schweizer Jura halten (Kienzle, 1983).

Expositionsbedingte floristische Unterschiede auf Halbtrockenrasen im Schweizer Jura, wurden seit Zoller (1954b) kaum mehr untersucht. Über ihren aktuellen Zustand an nord- und südlicher Exposition ist demzufolge nur wenig bekannt. Daher sollen in dieser Arbeit anhand von Vegetationsaufnahmen die botanischen Eigenheiten von nord- und südexponierten Weiden im Baselbieter, Solothurner und Berner Jura herausgearbeitet und anhand Biodiversitätsindizes, Anzahl gefährdeter Arten und ökologischen Indikatoren verglichen werden. Konkret sollen folgende Fragestellungen untersucht werden:

- Wie unterscheiden sich die Biodiversitätsindizes, ökologischen Indikatoren und die Anzahl gefährdeter Arten zwischen den nord- und südexponierten Weiden?
- Welche Lebensraumtypen nach Delarze et al. (2015) können anhand ihrer charakteristischen Artkombinationen auf den untersuchten Weiden unterschieden werden?
- Inwieweit ähneln die untersuchten Nord- und Südweiden dem einst von Zoller beschriebenen *Colchiceto-Mesobrometum* und *Teucrieto-Mesobrometum*?
- Wie könnten sich die Pflanzenbestände an Nord- und Südexposition unter Einfluss der klimatischen Veränderungen potenziell entwickeln?

## 2 Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Sämtliche untersuchten Weiden befanden sich im nordwestlichen Teil der Schweiz, auf den nord- und südexponierten Hügelflanken des Faltenjuras in den Kantonen Basellandschaft, Solothurn und Bern (Abb.1). Geologisch gehört das Untersuchungsgebiet zur Malm- und Dogger-Einheit (*Swiss Geoportal, 2023*). Charakteristisch für die Malm-Einheit sind die hellen Kalkfelswände sowie tonig-merglige Böden. Der Dogger hingegen enthält viel Tonschiefer sowie Kalkstein und wird dominiert von Weiden und bewaldeten Hängen (Thomet, 1980). Die Untersuchungsflächen liegen zwischen 950 und 1100 m.ü.M und können somit der montanen Höhenstufe zugeordnet werden (Eggenberg & Möhl, 2013).

Der Jura ist die erste Gebirgsbarriere der vom Westen anströmenden Fronten. In dieser Region herrscht dementsprechend das atlantische Klima. Dies zeigt sich vor allem durch die vielen Niederschläge (1275mm/Jahr) sowie die hohe Luftfeuchtigkeit. Der Temperaturverlauf ist relativ ausgeglichen und beträgt im Jahresmittel 9.6 °C (*MeteoSchweiz, 2023; Abb. 2*).

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten auf insgesamt acht Weiden, wobei vier eine südliche und vier eine nördliche Exposition hatten (Abb.1). Auf sieben der acht untersuchten Standorte erfolgt die Bewirtschaftung durch extensive Beweidung mit Kühen. Die Weide Wasserfallen-Nord (WFN) diente zum Zeitpunkt der Untersuchung als ganzjährige Auslaufweide für Lamas.



Abbildung 1: Übersichtskarte der untersuchten Weiden. WFN(Wasserfallen-Nord), WFS (Wasserfallen-Süd), ROM (Romainweid), GEI(Geitenweid), NBN (Nüselboden-Nord), NBS (Nüselboden-Süd), PB (Probstenberg-Weide), CRG (Chly-Rohrgraben)

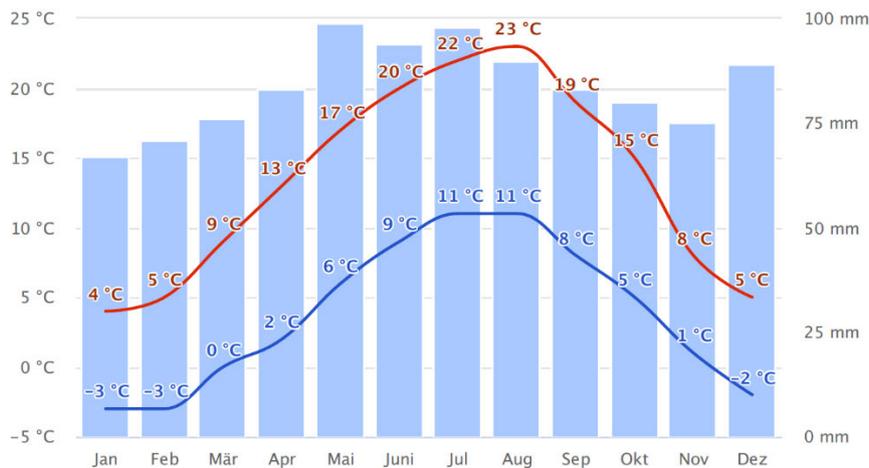


Abbildung 2: Klimadiagramm der Gemeinde Lauwil (meteoblue, 2023), Durchschnittliches Tagesmaximum (rote Linie), Durchschnittliches Tagesminimum (blaue Linie), Niederschlag (blaue Balken)

## 2.2 Vegetationsökologische Datenerhebung

Die in dieser Arbeit berücksichtigten Weiden wurden Anhand der Kriterien I. – IV (Tab. 1) von Thomas Stalling (Hintermann & Weber AG) im Schweizer Geoportal, (2023) eruiert.

Tabelle 1: Kriterien für die Auswahl der Weiden & Aufnahmeflächen

I. Weide im Jura mit möglichst extensiver Bewirtschaftung	IV. 950 – 1100 m ü. M.
II. Paarweise Auswahl der Weiden gemäss Abb. 1	V. Deckungsgrad der Krautschicht mind. 2/3
III. Nord- oder Südexponiert (340° - 20°; Nord) & (160°- 200°;Süd)	VI. Abstand zu Bäumen mind. 2m

Im Juni 2023 wurden insgesamt 32 Aufnahmeflächen (jeweils vier pro Weide) untersucht. Um die Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde für die Vegetationsaufnahmen die Standardgrösse von 10m<sup>2</sup> verwendet (Dengler et al., 2016; Abb. 3; Abb. 4). Die Position der Aufnahmeflächen wurde vorgängig mittels GIS-Tool «Create Random Points» (ArcGIS pro 3.1) zufällig auf den Weiden bestimmt. Diese randomisierten Punkte entsprachen jeweils der nordöstlichen Ecke einer Aufnahmefläche. Falls die Kriterien V. und VI. (Tab.1) nicht eingehalten werden konnten, wurde eine andere randomisierte Position ausgewählt. Nach Einwilligung der Landeigentümer:innen wurden die Positionen mithilfe von Magneten an der nordöstlichen Ecke der Aufnahmeflächen markiert.

Anschliessend wurde alle Gefässpflanzen sowie deren Deckungsgrad mithilfe der FlorApp erfasst und gemäss Checkliste 2017 benannt (Juillerat et al., 2017). Zusätzlich wurde nach Dengler et al., (2016) die Deckung der einzelnen Schichten (Kraut, Strauch, Baum, Moos) sowie folgende Begleitparameter ermittelt: abiotische Standortfaktoren (Hangneigung, Exposition,

pH-Messung mit Bodenprobe, Bodentiefe, Mikrorelief) Deckung der Fraktionen (Feinboden, Kies, Stein, Fels).

Um gefährdete Arten auch ausserhalb der Aufnahmeflächen zu erfassen, wurden die Weiden im September grob abgeschritten. Dadurch war es möglich, auch spät blühende Arten wie beispielsweise *Gentiana germanica* oder *Gentiana asclepiadea* zu berücksichtigen.



Abbildung 3: nordexponierte Aufnahmefläche (10m<sup>2</sup>) auf der Romaiweid (ROM4; Foto: S. Derungs, 16.06.2023)



Abbildung 4: südexponierte Aufnahmefläche (10m<sup>2</sup>) auf der Geitenweid (GE11; Foto: S. Derungs, 11.06.2023)

### 2.3 Statistische Methoden

Die Berechnung der ökologischen Zeigerwerte und CRS-Strategen gemäss Landolt (2010) sowie der Biodiversitätsindizes (Artenzahl, Shannon-Index, Shannon-Evenness) erfolgte im Programm Vegedaz (Küchler, 2023). Um die unterschiedliche Dominanz einzelner Arten zu berücksichtigen, wurde nebst dem arithmetischen Mittelwert auch der gewichtete Mittelwert der Zeigerwerte berechnet. Mithilfe einer ANOVA wurde daraufhin geprüft, ob sich die Biodiversitätsindizes, Zeigerwerte und abiotischen Standortfaktoren zwischen den nord- und südexpozierten Weiden unterschieden. Die ANOVA wurde durch einen Error-Term ergänzt, da die Nord- und Südweiden immer paarweise untersucht wurden (Abb.1) und somit die daraus resultierende hierarchische Struktur der Daten berücksichtigt werden konnte. Bei sämtlichen statistischen Analysen wurde R in Kombination mit RStudio (Version 1.4.1103) verwendet, dabei lag das Signifikanzniveau bei  $\leq 0.05$ .

Für die Berechnung der diagnostischen Arten wurde der Fisher's exact verwendet. Als Ergänzung wurde der phi-Wert berechnet.

Um die Beziehung zwischen Vegetationsdaten und Umweltparameter zu veranschaulichen, wurde eine Detrended Correspondence Analysis (DCA) durchgeführt. Dabei wurden die Umweltvariablen maximales Mikrorelief, Exposition, Feuchte-, Wechselfeuchte-, Temperatur-, Reaktions-, Nährstoff-, und Ruderalzahl post hoc mit den DCA-Achsen korreliert.

Um den Gefährdungsstatus einer Art zu überprüfen, wurde die Nationale (Bornand et al., 2019) und Regionale Rote Liste der Gefässpflanzen (Bornand et al., 2016) berücksichtigt. Dabei wurden Arten folgender Gefährdungskategorien vermerkt: potenziell gefährdet (NT), verletzlich (VU), stark gefährdet (EN), vom Aussterben bedroht (CR). Berücksichtigt wurden auch die im September entdeckten Arten. Zur Erkennlichkeit wurden diese mittels Sternchen (\*) markiert.

Die Lebensräume nach Delarze et al. (2015) wurden mithilfe des Punktesystems (gem. TypoCH) ebenfalls im Programm Vegedaz (Küchler, 2023) ermittelt. Dabei wurde lediglich die höchste Rangierung berücksichtigt.

Um allfällige Gemeinsamkeiten zwischen den von Zoller beschriebenen *Mesobrometen* und denen in dieser Arbeit untersuchten Weiden zu quantifizieren, wurde die Präsenz konstanter, dominanter und subdominanter Arten des *Teucrieto-Mesobrometum* respektive *Colchiceto-Mesobrometum* auf den acht Weiden überprüft und mittels Kreuztabelle visualisiert.

### 3 Resultate

#### 3.1 Biodiversitätsindizes & Gefährdete Arten

Die Artenzahl ( $p = 0.006$ ) und der Shannon-Index ( $p = 0.008$ ) waren auf den nordexponierten Aufnahme­flächen signifikant höher (Abb. 5). Bei nordexponierten Aufnahme­flächen ( $10\text{m}^2$ ) lag der Mittelwert der Artenzahl bei 50.6 Arten. Aufnahme­flächen mit südlicher Exposition beherbergten hingegen durchschnittlich 44.3 Arten. Der maximal Wert in Nordexposition lag bei 62 Arten und in Südexposition bei 54 Arten. Die Shannon-Eveness ( $p = 0.102$ ) unterschied sich nicht signifikant zwischen den Expositionen.

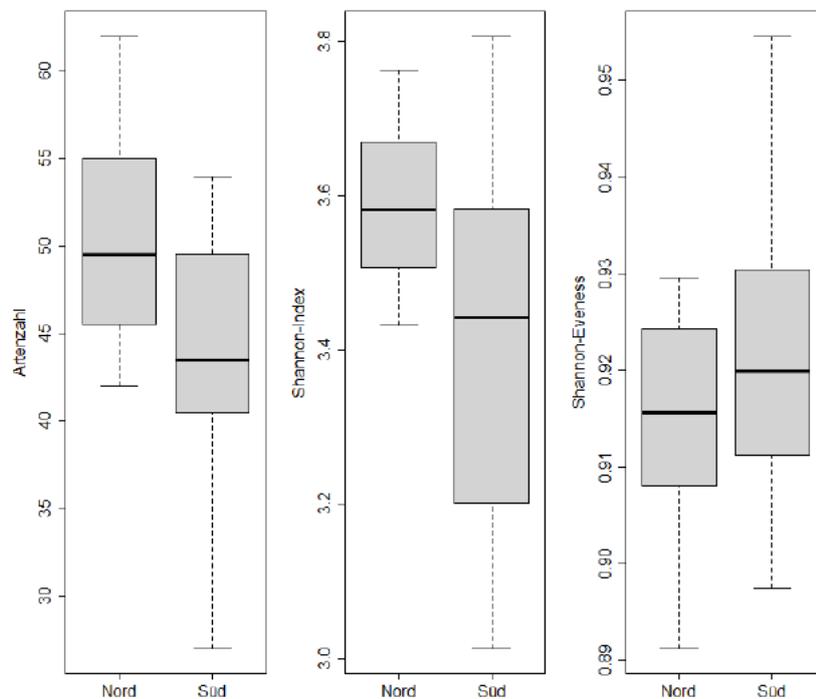


Abbildung 5: Boxplots der Biodiversitätsindizes der nord- und südexponierten Aufnahme­flächen

Gesamthaft wurden 169 Pflanzenarten entdeckt, dabei beherbergten die nordexponierten Weiden 124 Arten und die südexponierten Weiden 134 Arten. Darunter befanden sich insgesamt vier potenziell gefährdete, vier verletzte und eine stark gefährdete Art (Tab. 2).

Tabelle 2: Anzahl Aufnahmeflächen bei denen Gefährdete oder potenziell Gefährdete Arten gefunden wurden. Unterschieden wurde gemäss (Bornand et al., 2016) & (Bornand et al., 2019) zwischen potenziell gefährdet (NT), verletzlich (VU), stark gefährdet (EN), Arten welche ausserhalb der Aufnahmeflächen gefunden wurden, wurden mit einem Sternchen (\*) markiert.

Art	Regionale Rote Liste	Nationale Rote Liste	Weiden Nord	Weiden Süd
<i>Centaurea jacea subsp. angustifolia</i>	NT	NT	2	7
<i>Crepis mollis</i>	NT	NT	10	0
<i>Crepis praemorsa</i>	VU	VU	0	1
<i>Gentiana asclepiadea</i>	EN	LC	*	0
<i>Gentiana cruciata</i>	VU	VU	0	1
<i>Gentiana germanica</i>	VU	VU	*	*
<i>Orobanche alba</i>	NT	LC	1	0
<i>Polygala comosa</i>	NT	NT	*	5
<i>Trifolium ochroleucon</i>	VU	VU	0	3

### 3.2 Ökologische Zeigerwerte

#### Boden und Klimaindikatoren

Bis auf die ungewichtete Nährstoffzahl, zeigen sämtliche ökologischen gemittelten Zeigerwerte signifikante Unterschiede zwischen den nord- und südexponierten Weiden. Licht-, Temperatur-, Kontinentalitäts- und Reaktionszahl waren auf den südexponierten Aufnahmeflächen signifikant höher. Die Humus-, Feuchte-, Wechselfeuchte- und Nährstoffzahl waren hingegen signifikant tiefer (Tab.3).

Tabelle 3: p-Werte der ungewichteten (uM) und gewichteten (gM) Mittelwerte der Boden- und Klimaindikatoren. nicht signifikant (n.s.), signifikant (\*), sehr signifikant (\*\*), hoch signifikant (\*\*\*)

Indikatoren	Nord (N) vs. Süd (S)	p-Wert (gM)	p-Wert (uM)
Temperaturzahl	N < S	< 0.001 ***	< 0.001 ***
Kontinentalitätszahl	N < S	< 0.001 ***	< 0.001 ***
Lichtzahl	N < S	< 0.001 ***	< 0.001 ***
Feuchtezahl	N > S	< 0.001 ***	< 0.001 ***
Reaktionszahl	N < S	< 0.001 ***	< 0.001 ***
Nährstoffzahl	N > S	< 0.001 ***	0.055 n.s.
Humuszahl	N > S	< 0.001 ***	< 0.001 ***
Wechselfeuchtezahl	N > S	< 0.001 ***	< 0.001 ***

## CRS-Strategen

Ruderalstrategen bevorzugen die Nordweiden. Im Gegensatz dazu wuchsen auf den südexponierten Weiden deutlich mehr Konkurrenz- und Stresstoleranzstrategen (Tab.4).

Tabelle 4: p-Werte der ungewichteten (uM) und gewichteten (gM) Mittelwerte der CRS-Strategen auf Nord- & Südweiden. nicht signifikant (n.s), signifikant (\*), sehr signifikant (\*\*), hoch signifikant (\*\*\*)

Indikatoren	Nord (N) vs. Süd (S)	p-Wert (gM)	p-Wert (uM)
Konkurrenzzahl	N < S	< 0.001 ***	0.205 n.s.
Ruderalzahl	N > S	< 0.001 ***	0.425 n.s.
Stresszahl	N < S	0.453 n.s.	0.016 *

### 3.3 Abiotische Standortbedingungen

Zur Charakterisierung der abiotischen Standortbedingungen auf den nord- und südexponierten Weiden, wurden die vier Umweltparameter: Hangneigung, Bodentiefe, maximales Mikrorelief und pH-Wert mittels Bodenprobe berücksichtigt. Dabei zeigten lediglich das maximale Mikrorelief und der pH-Wert mittels Bodenprobe signifikante Unterschiede zwischen den nord- und südexponierten Weiden (Tab.5).

Tabelle 5: Mittelwerte der abiotischen Standortbedingungen auf den nord- und südexponierten Weiden sowie der dazugehörige p-Wert. nicht signifikant (n.s), signifikant (\*), sehr signifikant (\*\*), hoch signifikant (\*\*\*)

Parameter	Mittelwert Nord	Mittelwert Süd	p-Wert
Hangneigung	26.50%	24%	0.344 n.s.
Bodentiefe	19.9 cm	16.6 cm	0.152 n.s.
Maximales Mikrorelief	9.1 cm	7.1 cm	0.023 *
pH-Wert Bodenprobe	6.66	6.92	0.018 *

### 3.4 Diagnostische Arten

19 Arten waren an den nordexponierten Weiden signifikant häufiger vertreten als auf den südexponierten Weiden. Diese wiederum beherbergten acht Arten, welche signifikant häufiger vorgefunden wurden als auf den nordexponierten Weiden (Tab.6).

Tabelle 6:: Diagnostische Arten der nord- und südexponierten Weiden sowie deren jeweiliger Phi-Wert (0 = keine Assoziation. 1 = starke Assoziation). In den Spalten «Nord» & «Süd» wurde die Anzahl Aufnahmeflächen vermerkt, in denen die Art vorgefunden wurde. nicht signifikant (n.s), signifikant (\*), sehr signifikant (\*\*), hoch signifikant (\*\*\*)

Exposition	Art	Nord	Süd	p-Wert	Phi-Wert
Nord	<i>Acer pseudoplatanus</i>	9	0	< 0.001 ***	0.56
	<i>Agrostis capillaris</i>	15	4	< 0.001 ***	0.64
	<i>Ajuga reptans</i>	11	3	0.011 *	0.44
	<i>Alchemilla hybrida aggr.</i>	16	10	0.018 *	0.40
	<i>Carex pallescens</i>	6	0	0.018 *	0.40
	<i>Carex panicea</i>	13	1	< 0.001 ***	0.69
	<i>Crepis mollis</i>	10	0	< 0.001 ***	0.61
	<i>Cynosurus cristatus</i>	16	11	0.043 *	0.34
	<i>Dactylorhiza maculata subsp. fuchsii</i>	16	0	< 0.001 ***	0.94
	<i>Fraxinus excelsior</i>	9	2	0.023 *	0.39
	<i>Hieracium lactucella</i>	7	1	0.037 *	0.36
	<i>Hieracium murorum aggr.</i>	10	2	0.009 **	0.45
	<i>Listera ovata</i>	6	0	0.018 *	0.40
	<i>Luzula campestris</i>	13	6	0.029 *	0.38
	<i>Parnassia palustris</i>	7	0	0.007 **	0.45
	<i>Plantago media</i>	16	11	0.043 *	0.34
	<i>Potentilla erecta</i>	14	7	0.023 *	0.39
	<i>Ranunculus tuberosus</i>	16	11	0.043 *	0.34
	<i>Valeriana dioica</i>	12	0	< 0.001 ***	0.71
Süd	<i>Bromus erectus</i>	0	16	< 0.001 ***	0.94
	<i>Centaurea scabiosa</i>	0	9	< 0.001 ***	0.56
	<i>Daucus carota</i>	1	10	0.002 **	0.53
	<i>Helianthemum nummularium</i>	0	8	0.002 **	0.51
	<i>Medicago lupulina</i>	3	11	0.011 *	0.44
	<i>Polygala comosa</i>	0	5	0.043 *	0.34
	<i>Ranunculus bulbosus</i>	0	8	0.002 **	0.51
	<i>Stachys officinalis</i>	5	12	0.031 *	0.38

### 3.5 Multivariate Analyse

Die DCA zeigte, dass sich die untersuchten Weiden ziemlich eindeutig in zwei Gruppen aufteilten, wobei die Ähnlichkeit der Aufnahme­flächen bezogen auf die Artenzusammensetzung innerhalb der süd­exponierten Weiden grösser war als bei den nord­exponierten Weiden. Die Umwelt­variablen Reaktionszahl, Exposition Süd und Temperaturzahl korrelierten positiv und die Umwelt­variablen Exposition Nord, Feuchtezahl, Nährstoffzahl und Ruderalzahl korrelier­ten negativ mit der Achse DCA1. Die übrigen Umwelt­variablen korrelierten weniger eindeutig mit einer der beiden Achsen (Abb. 6).

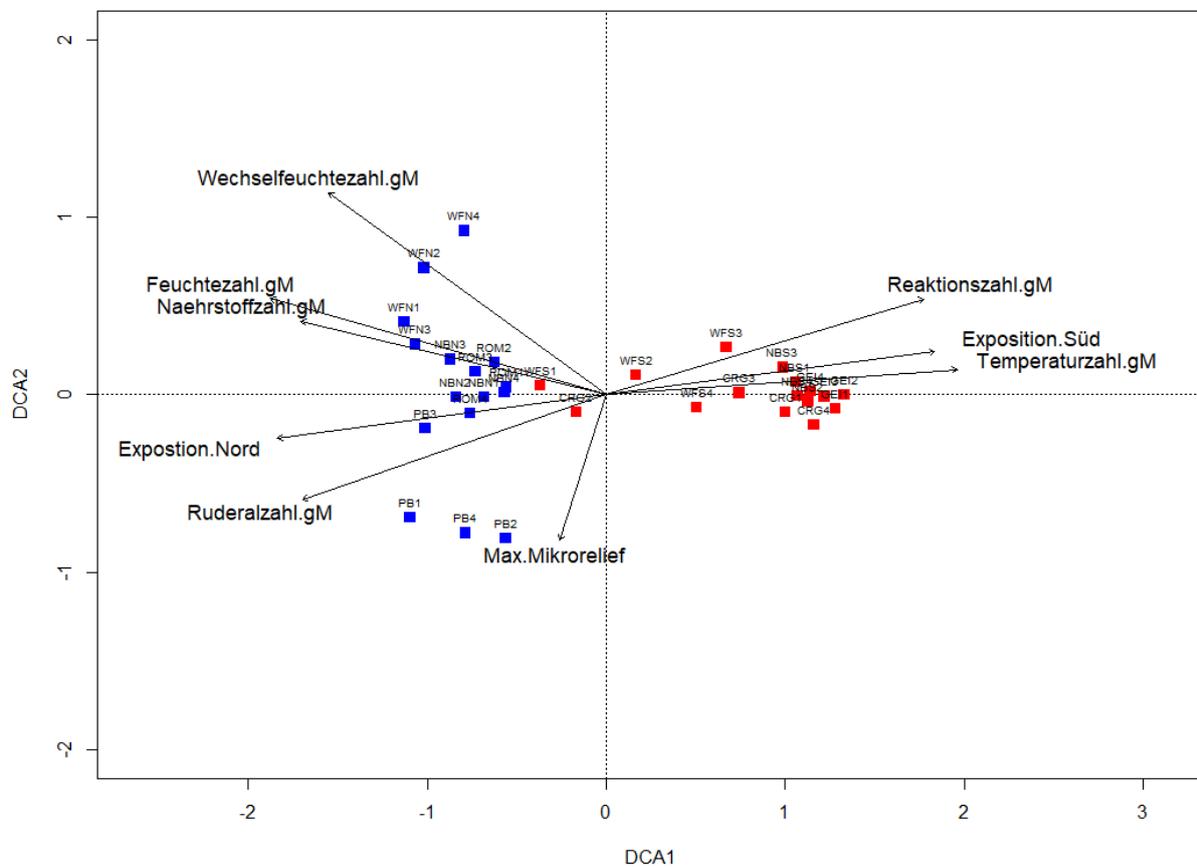


Abbildung 6: DCA-Diagramm mit Post-hoc Korrelation der Umweltvariablen, Aufnahme­flächen der Südweiden (rote Quadrate), Aufnahme­flächen der Nordweiden (blaue Quadrate), WFN (Wasserfallen-Nord), WFS (Wasserfallen-Süd), ROM (Romäiweid), GEI (Geitenweid), NBN (Nüselboden-Nord), NBS (Nüselboden-Süd), PB (Probstenberg-Weide), CRG (Chly-Rohrgraben)

### 3.6 Lebensräume nach Punktesystem

Die Zuordnung der Lebensraumtypen nach Delarze et al. (2015) ergab, dass auf den nord- und südexponierten Weiden vor allem die drei Typen *Mesobromion*, *Arrhenatherion* und *Cynosurion* vorkamen. Auf den nordexponierten Weiden waren die Anteile der drei Lebensraumtypen sehr ausgeglichen (Abb.7; links). Hingegen dominierte auf den Südweiden mehrheitlich der Lebensraumtyp *Mesobromion* (Abb.7; rechts).

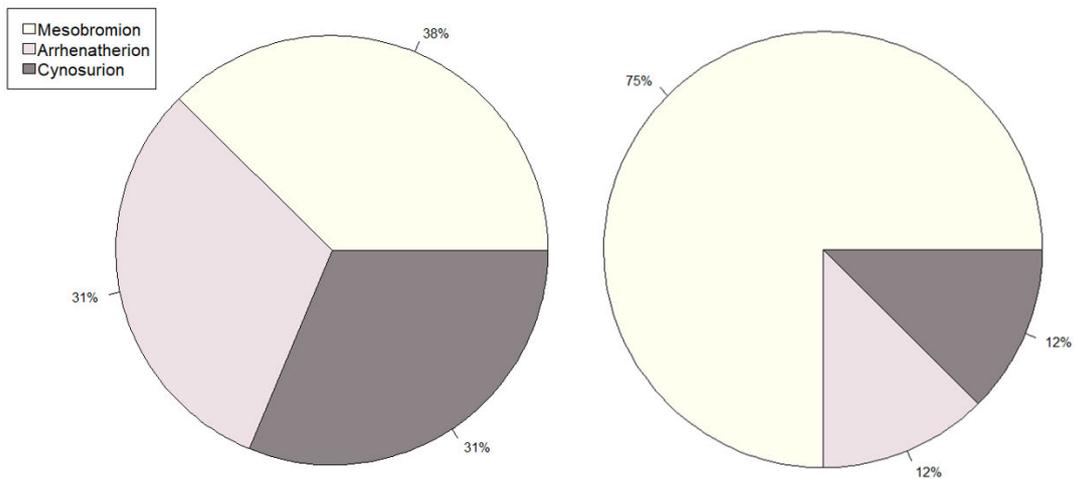


Abbildung 7: Anteile der Lebensraumtypen nach Delarze et al. (2015) auf den nordexponierten Weiden (links) sowie auf den südexponierten Weiden (rechts)

### 3.7 Vergleich mit Mesobrometen nach Zoller (1954b)

#### Südweiden vs. *Teucrieto Mesobrometum*

Von den 23 konstanten *Teucrieto-Mesobrometum*-Arten wuchsen 11 Arten auf sämtlichen untersuchten Südweiden. Von den dominanten Arten *Festuca ovina* und *Bromus erectus* konnte nur zweitere in den untersuchten Beständen nachgewiesen werden. *Thymus serpyllum* war auf allen Südweiden vertreten, allerdings mit einem durchschnittlichen Deckungsgrad von lediglich 0.5-2% (Tab.7).

Tabelle 7: Kreuztabelle mit konstanten, dominanten und subdominanten Arten des *Teucrieto-Mesobrometum* nach Zoller (1954b). Falls diese Arten auf den Südweiden präsent waren, wurden diese mittels Sternchen (\*) markiert. Bei dominanten und subdominanten Arten wurde der Deckungsgrad vermerkt. Chly-Rohrgrabe (CRG), Geitenweid (GEI), Nüselboden-Süd (NBS), Wasserfallen-Süd (WFS).

Konstante Arten	CRG	GEI	NBS	WFS
<i>Sieglingia decumbens</i>				
<i>Koeleria pyramidate</i>	*	*	*	
<i>Festuca ovina</i>				
<i>Bromus erectus</i>	*	*	*	*
<i>Carex montana</i>	*		*	
<i>Ranunculus bulbosus</i>	*	*	*	*
<i>Sanguisorba minor</i>	*	*	*	*
<i>Potentilla verna</i>				*
<i>Trifolium pratense</i>	*	*	*	*
<i>Anthyllis vulneraria</i>	*	*		*
<i>Hippocrepis comosa</i>	*	*	*	*
<i>Lotus corniculatus</i>	*	*	*	*
<i>Coronilla vaginalis</i>			*	*
<i>Pimpinella saxifraga</i>	*			
<i>Teucrium montanum</i>			*	
<i>Thymus serpyllum</i>	*	*	*	*
<i>Plantago lanceolata</i>	*	*	*	*
<i>Plantago media</i>	*	*	*	*
<i>Asperula cynanchica</i>				
<i>Carlina acaulis</i>	*	*	*	*
<i>Cirsium acaule</i>	*	*	*	*
<i>Globularia cordifolia</i>				
<i>Hieracium pilosella</i>	*		*	*
<hr/>				
Dominante Arten				
<i>Bromus erectus</i>	53%	72.50%	60%	16.50%
<i>Festuca ovina</i>	0%	0%	0%	0%
<hr/>				
Subdominante Arten				
<i>Thymus serpyllum</i>	2%	2%	1%	0.50%

## Nordweiden vs. *Colchiceto-Mesobrometum*

Neun der 14 konstanten Arten des *Colchiceto-Mesobrometum* wuchsen auf sämtlichen nordexponierten Aufnahme­flächen. Die gemäss Zoller dominante Art *Bromus erectus* fehlte auf allen untersuchten Weiden. Hingegen wuchs die subdominante Art *Anthoxanthum odoratum* mit einem durchschnittlichen Deckungsgrad von 1-6% in allen nordexponierten Aufnahme­flächen (Tab. 8).

Tabelle 8: Kreuztabelle mit konstanten, dominanten und subdominanten Arten des *Colchiceto-Mesobrometum*. Falls diese Arten auf den Nordweiden präsent waren, wurden sie mittels Sternchen (\*) markiert. Bei den dominanten und subdominanten Arten wurde der durchschnittliche Deckungsgrad vermerkt. Nüselboden-Nord (NBN), Romaiweid (ROM), Wasserfallen-Nord (WFN), Probstenberg (PB).

Konstante Arten	NBN	ROM	WFN	PB
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	*	*	*	*
<i>Anthyllis vulneraria</i>	*	*	*	*
<i>Thymus serpyllum</i>				
<i>Carex montana</i>	*	*		
<i>Colchicum autumnale</i>	*	*	*	*
<i>Leucanthemum vulgare</i>	*	*	*	*
<i>Lotus corniculatus</i>	*	*	*	*
<i>Orchis mascula</i>		*		
<i>Plantago lanceolata</i>	*	*	*	*
<i>Plantago media</i>	*	*	*	*
<i>Primula veris</i>	*	*	*	*
<i>Sanguisorba minor</i>	*	*	*	*
<i>Thymus serpyllum aggr.</i>	*	*		*
<i>Trifolium pratense</i>	*		*	*
<hr/>				
Dominante Arten				
<i>Bromus erectus</i>	0%	0%	0%	0%
<hr/>				
Subdominante Arten				
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1%	2%	2.50%	6%

## 4 Diskussion

### 4.1 Biodiversitätsindizes & Gefährdete Arten

Schweizer Halbtrockenrasen beherbergen auf einer Fläche von 10m<sup>2</sup> durchschnittlich 38.5 Arten von Gefässpflanzen (*GrassPlot Diversity Explorer* | EDGG, 2023). Auf denen in dieser Arbeit untersuchten Aufnahme­flächen wurden unabhängig von den Expositionen deutlich mehr Arten gefunden. So beherbergen die Süd- und Nordweiden durchschnittlich 44.3 Arten respektive 50.6 Arten pro 10m<sup>2</sup> Aufnahme­fläche. Mit 62 entdeckten Gefässpflanzen befindet sich die

artenreichste Fläche auf der nordexponierten Seite der Nüselbodenweide (NBN), diese liegt somit knapp unter dem Schweizerrekord der Halbtrockenrasen von 68 Arten/10m<sup>2</sup> (*GrassPlot Diversity Explorer* | EDGG, 2023). Die Weiden mit nördlicher Exposition weisen, nebst höherer Artenzahl, auch einen signifikant höheren Shannon-Index sowie eine marginal tiefere Shannon-Eveness (Homogenitäts-Index) auf. Die grössere Artenvielfalt auf den Nordweiden kann möglicherweise auf die stärkere Wechselfeuchtigkeit zurückgeführt werden. So vermuten Merunkova et al. (2012), dass in besonders artenreichen Grünlandgesellschaften wechselnde Feuchtigkeitsbedingungen die Koexistenz feuchtigkeitsbedürftiger und trockenheitstolerierender Arten ermöglichen. Zusätzlich begünstigt die höhere Bodenfeuchtigkeit den generativen Ausbreitungserfolg mehrjähriger Arten (Hovenden et al., 2008). So wachsen Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen, wie beispielweise *Hippocrepis comosa*, *Briza media* und *Sanguisorba minor*, neben typischen Flachmoorarten wie *Parnassia palustris* und *Carex panicea*. Im Gegensatz dazu fehlen auf den Südweiden Arten feuchter Lebensräume weitestgehend. Die Kombination aus stark wasserdurchlässigen Böden und teilweise extremer Sonneneinstrahlung führt hier oftmals zu oberflächlichen Austrocknungen, wodurch besonders trockenheitsresistente Arten konkurrenzfähiger sind (Kienzle, 1983). Nebst der höheren Wechselfeuchtigkeit wirkt sicherlich auch die erhöhte Reliefheterogenität an den feuchteren Nordhängen aufgrund stärkerer Trittschäden positiv auf die Artenvielfalt aus (Leuschner et al., 2023).

Ein weiteres Mass für den floristischen Wert einer Pflanzengemeinschaft, ist nebst den Biodiversitätsindizes, der Anteil gefährdeter und seltener Arten (Gröli, 2022). So beherbergen die südexponierten Weiden gesamthaft vier als verletzlich (VU) eingestufte Pflanzenarten (*Trifolium ochroleucon*, *Gentiana cruciata*, *G. germanica*\*, *Crepis praemorsa*). Auf den Nordweiden konnte eine regional stark gefährdete (*G. asclepiadea*\*) und eine als verletzlich eingestufte Art (*G. germanica*\*) erfasst werden. Äusserst bemerkenswert ist auch die grosse Anzahl von Orchideen. So wurden auf den nordexponierten Weiden gesamthaft sieben Orchideenarten (*Dactylorhiza maculat subsp. fuchsi*, *Dactylorhiza majalis*, *Gymnadenia conopsea*, *Listera ovata*, *Orchis mascula*, *Platanthera bifolia*, *Trausteinera globosa*) entdeckt. Auf den Südweiden wurde lediglich *G. conopsea* erfasst. Orchideen bevorzugen meist feucht-mesophile Standorte (Roleček et al., 2014), weswegen sie auf den Nordweiden wahrscheinlich deutlich häufiger anzutreffen sind als auf den südexponierten Weiden.

## 4.2 Ökologische Zeigerwerte

Die ermittelten Klima- und Bodenindikatoren sowie die Verteilung der CRS-Strategen auf den nord- und südexponierten Weiden unterscheiden sich grundlegend. Erwartungsgemäss und wie in dieser Untersuchung bestätigt, sind Feuchte- und Wechselfeuchtzahl an den Nordhängen deutlich höher, was sehr wahrscheinlich neben den leicht tiefgründigeren Böden auf die geringere Einstrahlungsintensität zurückzuführen ist (Kienzle, 1983). Nebst der daraus resultierenden niedrigeren Evapotranspiration während der Sommermonate, bleibt im Frühjahr die Schneebedeckung länger liegen und gewährleistet so bei Beginn der Vegetationszeit feuchte Bodenverhältnisse, trotz möglichem Ausbleiben von frühjährlichem Niederschlagswasser (Zoller, 1954b). Auch die Hangneigung hat einen signifikanten Einfluss auf die Bodenfeuchtigkeit (Chiffard et al., 2003). Allerdings unterscheidet sich diese zwischen den untersuchten nord- und südexponierten Weiden kaum, was bedeutet, dass sie keinen nennenswerten Beitrag zur Erklärung der unterschiedlichen Bodenfeuchtigkeit leistet. Die höhere Aktivität von Bodenorganismen in feuchten Böden (Borowik & Wyzkowska, 2016) führt vermutlich durch die vermehrte aerobe Atmung und die daraus resultierende Bildung von Kohlensäure zu einem niedrigeren pH-Wert im Boden (Amelung et al., 2018; Denardin et al., 2020). Dies würde die tiefere Reaktionszahl auf den feuchten Nordweiden begründen. Die pH-Messungen der Bodenproben bestätigen die Ergebnisse der Indikatorwerte. So beträgt der pH-Mittelwert auf den Nordweiden 6.6 und der pH-Mittelwert der Südweiden 6.9. Die höhere Hummuszahl an den Nordhängen kann vermutlich ebenfalls auf die stärkere Bodenfeuchtigkeit zurückgeführt werden. So zeigen beispielsweise Untersuchungen auf Weiden im Yellowstone-Nationalpark eine positive Korrelation zwischen der Abbaurate von organischem Material und der Bodenfeuchtigkeit (Risch et al., 2007). Durch die stärkeren Abbauprozesse auf den Nordweiden werden gleichzeitig mehr Nährstoffe freigesetzt, was wiederum eine denkbare Erklärung für die höhere Nährstoffzahl ist (Amelung et al., 2018). Zusätzlich könnte die niedrige Bodenfeuchtigkeit der Südweiden die Mineralisierung organischer Nährstoffe hemmen (Escobedo et al., 2021). Unter extrem trockenen Bedingungen wird ebenfalls die Bildung von Wurzelknöllchen beeinträchtigt (Mohammadi et al., 2012). Folglich könnte an den trockenen Südhängen die Stickstofffixierung während den Sommermonaten zeitweise beeinträchtigt sein.

Klima- und Bodenfaktoren beeinflussen die Variation der CSR-Strategen innerhalb einer Pflanzengesellschaft immens (Yu et al., 2022). Gemäss Rosado & de Mattos (2017) führt eine bessere Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit, wie es an den Nordhängen der Fall ist, zu einer Begünstigung von C- und R-Strategen. Umgekehrt führt eine beeinträchtigte Ressourcenverfügbarkeit sowie ein höherer pH-Wert zu einer stärkeren Präsenz der S-Strategen (Mastrogiani et

al., 2023). Dies wäre eine mögliche Erklärung für die höhere Stresszahl auf den südexponierten Weiden. Die höhere Konkurrenzzahl bei den südexponierten Weiden, kann vermutlich auf die starke Dominanz von Konkurrenz-Stressstrategen wie *Bromus erectus* und *Sanguisorba minor* zurückgeführt werden.

#### 4.3 Multivariate Analyse

Die Streuung der südexponierten Aufnahmeflächen ist äusserst gering, was darauf hinweist, dass die Vegetationsmuster auf den untersuchten Südweiden sehr ähnlich sind. 14 der gesamt 16 südexponierten Aufnahmeflächen können anhand ihrer relativen Lage im Ordinationsraum klar von den Nordweiden unterschieden werden. Die floristischen Eigenheiten der südexponierten Aufnahmeflächen werden von den Umweltvariablen Exposition-Süd, Reaktionszahl und Temperaturzahl gleichermassen beeinflusst.

Dagegen ist die Streuung der nordexponierten Aufnahmeflächen vielfältiger. Floristisch äusserst ähnlich sind sich die Romaiweide (ROM) und die Weide Nüselboden-Nord (NBN). Es zeigt sich, dass diese Umweltvariablen unterschiedlich stark mit der Verteilung der nordexponierten Untersuchungsflächen korrelieren. Besonders die Ruderalzahl und das Mikrorelief haben Einfluss auf die Vegetationszusammensetzung der Probstenberg-Weide (PB). Im Gegensatz dazu wirken sich die Nährstoff- und Feuchtezahl massgeblich auf die floristische Zusammensetzung der Weiden ROM und NBN aus.

#### 4.4 Lebensräume nach Delarze et. al (2015)

Rund 2/3 der südexponierten Aufnahmeflächen können dem Lebensraumtyp *Mesobromion* zugeordnet werden. Die Dominanz der klassischen Kenn- und Charakterarten dieses Verbands finden sich praktisch in allen untersuchten Beständen. Durch Tritt und Frass sowie punktueller Kotdeposition finden sich hier allerdings auch gelegentlich typische Arten der Fettwiesen und -weiden (Thomet, 1980). Bei Untersuchungen auf der schwäbischen Alb stellte Oberdorfer (1993) fest, dass im Falle einer Beweidung *Bromus erectus* stark zurückgedrängt wird. Ähnliches wurde auch in dieser Arbeit beobachtet, wobei *Bromus erectus* mit einem durchschnittlichen Deckungsgrad von 50% immer noch bestandsbildend auf den südexponierten Weiden ist.

Die Kombination aus Weidedruck und grösserer Bodenfeuchtigkeit führt zu einer Verdrängung von *Bromus erectus* auf den Nordweiden (Zoller, 1954b). Unter diesen Bedingungen ist *Festuca*

*rubra* konkurrenzfähiger und ist mit einem durchschnittlichen Deckungsgrad von 30% die dominanteste Pflanzenart. Auch andere Gräser und Seggen wie *Briza media* und *Carex montana* sind hier deutlich häufiger vertreten. Neu oder stärker vorhanden sind ebenfalls Arten der Fettwiesen und -weiden wie beispielsweise *Crepis mollis*, *Agrostis capillaris* oder *Alchemilla hybrida* (Tab.6). Dazu gesellen sich nun auch eine grosse Anzahl von Pflanzen feuchterer Lebensräume wie *Dactylorhiza maculata*, *Valeriana dioica* oder *Listera ovata*. Die Ambivalenz dieses Artgefüges führt dazu, dass die Lebensraumanalyse mittels Punktesystem oftmals nicht den an den Aufnahmeflächen erwarteten *Mesobromion*-Typus berechnet wird. Aufgrund struktureller Merkmale und des enormen Artenreichtums auf den Weiden ist eine Zuordnung zum *Mesobromium*-Verband allerdings naheliegend. Wie hier ersichtlich, ist eine Klassifizierung auf Verbandsniveau nicht ausreichend, um die doch stark unterschiedlichen Pflanzenbestände zu charakterisieren. Es empfiehlt sich daher, Referenzwerke zu berücksichtigen, welche eine präzisere pflanzensoziologische Abgrenzung der Weiden ermöglichen.

#### 4.5 Vergleich mit *Mesobrometen* nach Zoller (1954b)

Obwohl Zoller vor über 75 Jahren das *Teucrieto Mesobrometum* charakterisierte, zeigen sich doch einige Gemeinsamkeiten mit den südexponierten Weiden. Insbesondere scheinen die konstanten Arten dieser Assoziation in den Aufnahmeflächen häufig vertreten zu sein. Allerdings bestehen grössere Unterschiede in Bezug auf die dominanten und subdominanten Arten. So betrug der Deckungsgrad von *Bromus erectus* in den von Zoller untersuchten Beständen grösstenteils über 70%, während er auf den kürzlich untersuchten Südweiden deutlich geringer war und teilweise sogar unter 20% lag. Die zweite dominante Art, *Festuca ovina*, fehlte gänzlich in den Aufnahmeflächen.

Wichtig ist zu beachten, dass Zoller bei seiner Kartierung immer den gesamten Halbtrockenrasen berücksichtigte. Deshalb gestaltet sich ein adäquater Vergleich der Artenvielfalt zwischen den *Teucrieto-Mesobrometen* und den Südweiden als schwierig. Trotz unterschiedlichem Versuchsaufbau fällt auf, wie die Artenzahl, der von Zoller untersuchten *Mesobrometen* von denjenigen abweicht, die in dieser Arbeit untersucht wurden. So beherbergte das artenreichste *Teucrieto-Mesobrometum* 61 Arten. Im Gegensatz dazu beherbergte die artenreichste südexponierte Weide (Chly-Rohrgraben) unter Berücksichtigung der vier 10m<sup>2</sup> Aufnahmeflächen insgesamt 81 Arten.

Wie in Tabelle 8 zu erkennen ist, sind viele konstante Arten des *Colchiceto-Mesobrometum* im Artgefüge der Nordweiden vorhanden. Die Abwesenheit von *Bromus erectus* und die gleichzeitige Dominanz von *Festuca rubra* auf sämtlichen Nordweiden deuten jedoch darauf hin, dass die Gemeinsamkeiten mit einer besonders artenreichen Ausprägung des *Festuceto-Cynosertum* grösser sind. Dieses entsteht gemäss Zoller durch eine extensive Beweidung der nordexponierten Halbtrockenrasen, bei der *Bromus erectus* vollständig zurücktritt und Arten wie *Festuca rubra*, *Plantago media*, *Succisa pratensis* und *Achillea millefolium* deutlich häufiger vertreten sind.

#### 4.6 Mögliche Entwicklung unter Einfluss des Klimawandels

Bei ungebremstem Anstieg des Treibhausgasausstosses ist im Jura bis Mitte Jahrhundert eine Zunahme der Jahresmitteltemperatur um weitere 2-3 °C zu erwarten. Von der Erwärmung sind dabei besonders die Sommermonate betroffen. Im Winter ist der Anstieg der Temperatur weniger gravierend, dafür ist eine Zunahme der Niederschlagsmenge um bis zu 28% möglich (NCCS, 2023). Die klimatischen Veränderungen werden die Pflanzengesellschaften in Nord- und Südexposition vermutlich unterschiedlich tangieren. Ein mögliches Szenario wird aufgrund den Untersuchungen von Ehrenmann et al. (2009) abgeleitet. Diese quantifizierten mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt ausgewählter Biotope in Baden-Württemberg und leiteten draus mögliche Vegetationsentwicklungen für die untersuchten Standorte ab.

Ehrenmann et al. (2009) gehen davon aus, dass an trockenen Standorten, ähnlich den Südweiden, aktuell vorherrschende Arten wie beispielsweise *Bromus erectus* und *Brachypodium pinnatum* durch die in Zukunft vermehrten Dürreperioden stark zurückgedrängt werden. Dadurch könnten sich Potenziale für die Einwanderung neuer Arten eröffnen. Zusätzlich könnten sich konkurrenzschwächere Arten auf Kosten der oben genannten Grasarten in den Beständen stärker ausbreiten. Wilmanns (1998) stuft die Wanderfähigkeit der Magerrasen-Therophyten als eher gering ein. Die Besiedlung neuer xerotoleranter Arten bedingt dementsprechend eine ausreichende Vernetzung extensiver Standorte.

Von den untersuchten Biotopen ähnelt der Feldberg wohl am ehesten den Nordweiden. An diesen kühl-feuchten Standorten sorgt der Wärmewuchs vermutlich zu einer verstärkten Mineralisierung der organischen Substanz, wodurch mehr Stickstoff freigesetzt wird. Dies könnte zur Begünstigung konkurrenzstarker Arten in den Beständen führen und gleichzeitig zur Abnahme

konkurrenzschwächerer Arten (bspw. Orchideen). Vermutlich könnten jedoch die zunehmenden Niederschläge in den Wintermonaten wiederum zu einer verstärkten Auswaschung von Nährstoffen führen, was eine Prognostizierung der Nährstoffverfügbarkeit eher schwierig macht.

#### 4.7 Fazit

Die Gefahr der Verbuschung der äusserst wertvollen Weiden und der damit einhergehenden Verarmung der flor- sowie faunistischen Diversität ist viel unmittelbarer als die negativen Einflüsse des Klimawandels. Auf fast allen untersuchten Weiden (exkl. Chly-Rohrgrabe, Wasserfallen-Nord) sind Anzeichen einer zu geringen Bewirtschaftungsintensität erkennbar. Auf der Romaiweid beispielsweise sind Keimlinge und Jungpflanzen der Arten *Populus tremula* und *Betula pendula* an vielen Bereichen bestandsbildend. Es scheint, dass besonders die Nordweiden anfällig für die generative Vermehrung diverser Baumarten sind. Neben den oben genannten Arten zeigen auch *Acer pseudoplatanus* und *Fraxinus excelsior* eine starke Ausbreitungsfähigkeit. Um der natürlichen Sukzession entgegenzuwirken, werden einige der Weiden bereits ab Anfang Mai bewirtschaftet. In naher Zukunft wird sich vermutlich zeigen, ob diese Massnahme erfolgreich ist

## 5 Literaturverzeichnis

Amelung, W., Blume, H.-P., Fleige, H., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knabner, I., Kretschmar, R., Stahr, K., & Wilke, B.-M. (2018). *Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde*. Springer-Verlag.

Boch, S., Kurtogullari, Y., Allan, E., Lessard-Therrien, M., Rieder, N. S., Fischer, M., Martínez De León, G., Arlettaz, R., & Humbert, J.-Y. (2021). Effects of fertilization and irrigation on vascular plant species richness, functional composition and yield in mountain grasslands. *Journal of Environmental Management*, 279, 111629. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111629>

Bornand, C. N., Eggenberg, S., Gygax, A., Juillerat, P., Jutzi, M., Marazzi, B., Möhl, A., Rometsch, S., Sager, L., & Santiago, H. (2019). *Regionale Rote Liste Gefäßpflanzen*. Info Flora.

Bornand, C. N., Eggenberg, S., Gygax, A., Juillerat, P., Jutzi, M., Möhl, A., Rometsch, S., Sager, L., & Santiago, H. (2016). *Rote Liste Gefäßpflanzen*. Bundesamt für Umwelt.

Borowik, A., & Wyszowska, J. (2016). Soil moisture as a factor affecting the microbiological and biochemical activity of soil. *Plant, Soil and Environment*, 62(6), 250–255. <https://doi.org/10.17221/158/2016-PSE>

Chiffard, P., Gall, S., & Zepp, H. (2003, Januar 1). Untersuchungen zur räumlichen Variabilität der Oberbodenfeuchte in Abhängigkeit von Relief und Boden. *Berichtsband zum Workshop 2003 Innovative Feuchtemessung in Forschung und Praxis 1*, S. 283-306.

Delarze, R., Gonseth, Y., Eggenberg, S., & Vust, M. (2015). *Lebenräume der Schweiz* (3 vollständig überarbeitet Auflage). ott-verlag.

Denardin, L. G. de O., Alves, L. A., Ortigara, C., Winck, B., Coblinski, J. A., Schmidt, M. R., Carlos, F. S., Toni, C. A. G. de, Camargo, F. A. de O., Anghinoni, I., & Clay, D. (2020). How different soil moisture levels affect the microbial activity. *Ciência Rural*, 50, e20190831. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190831>

Dengler, J. (2012). Europäische Trockenrasen schlagen tropische Regenwälder. *Biologie in unserer Zeit*, 42(3), 148–149. <https://doi.org/10.1002/biuz.201290043>

Dengler, J., Biurrun, I., Boch, S., Dembicz, I., & Török, P. (2020). Grasslands of the Palaeartic Biogeographic Realm: Introduction and Synthesis. In *Encyclopedia of the World's Biomes* (S. 617–637). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12432-7>

Dengler, J., Boch, S., Filibeck, G., Chiarucci, A., Dembicz, I., Guarino, R., Henneberg, B., Janišová, M., Marcenò, C., Naqinezhad, A., Polchaninova, N., Vassilev, K., & Biurrun, I. (2016). Assessing plant diversity and composition in grasslands across spatial scales: The standardised EDGG sampling methodology. *Bulletin of the Eurasian Dry Grassland Group*, 32, 13–30.

Eggenberg, S., & Möhl, A. (2013). *Flora Vegetativa* (3.). Haupt Verlag.

Ehrenmann, O., Konold, W., Niederberger, J., & Wattendorf, P. (2009). *Auswirkungen des Klimawandels auf Biotope Baden-Württembergs (KLIBB)* [Text]. Institut für Landespflege. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/projekte-studien/auswirkungen-des-klimawandels-auf-biotope-baden>

Escobedo, V. M., Rios, R. S., & Gianoli, E. (2021). Interactive effects of shading and disturbance on plant invasion in an arid shrubland: Assembly processes and CSR-strategies. *Journal of Ecology*, 109(6), 2405–2420. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13650>

Fischer, M., & Stöcklin, J. (1997). Local Extinctions of Plants in Remnants of Extensively Used Calcareous Grasslands 1950-1985. *Conservation Biology*, 11(3), 727–737.

*GrassPlot Diversity Explorer | EDGG*. (o. J.). Abgerufen 24. Oktober 2023, von <https://edgg.org/databases/GrasslandDiversityExplorer>

Gröli, C. (2022). *Effekte von Mahd- und Weidennutzung auf die Vegetation von Trockenrasen im Parc Ela, Kanton Graubünden*. <https://doi.org/10.21256/zhaw-25257>

Hovenden, M. J., Newton, P. C. D., Wills, K. E., Janes, J. K., Williams, A. L., Vander Schoor, J. K., & Nolan, M. J. (2008). Influence of warming on soil water potential controls seedling mortality in perennial but not annual species in a temperate grassland. *New Phytologist*, 180(1), 143–152. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02563.x>

Juillerat, P., Bäuml, B., Bornand, C., Gygax, A., Jutzi, M., Möhl, A., Nyffeler, R., Sager, L., Santiago, H., & Eggenberg, S. (2017). *Flora Helvetica Checklist 2017: Der Gefäßpflanzen der Schweiz = de la flore vasculaire de la Suisse = della flora vascolare della Svizzera*.

Kienzle, U. (1983). Sterben die Mesobrometen aus? *Bauhinia*, 7/4(1983), 243–251.

Küchler, M. (2023). *VegeDaz* [Software]. WSL.

Lachat, T. (2010). *Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900: Avons-nous touché le fond?* Haupt Verlag AG.

Landolt, E. (2010). *Flora indicativa* (1.). Haupt Verlag.

Leuschner, C., Mroncz, A., & Isselstein, J. (2023). „Bedeutung des Mikroreliefs für das Bodenfeuchteregime, die floristische Artenvielfalt, den Futterwert und den Ertrag von intensiv genutztem Feuchtgrünland auf Moorböden in Nordwestdeutschland—FeuMoN“. Lehrstuhl Graslandwissenschaft, Universität Göttingen.

Mastrogianni, A., Kiziridis, D. A., Karadimou, E., Pleniou, M., Xystrakis, F., Tsiftsis, S., & Tsiripidis, I. (2023). Community-level differentiation of Grime’s CSR strategies along a post-abandonment secondary successional gradient. *Flora*, 308, 152399. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2023.152399>

Mohammadi, K., Sohrab, S., & Heidari, G. (2012). *Effective factors on biological nitrogen fixation*. Islamic Azad University.

NCCS, N. C. for C. S. (2023). *Klima heute Jura*. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/regionen/grossregionen/jura/klima-heute-jura.html>

*Normwerte pro Messgrösse—MeteoSchweiz*. (o. J.). Abgerufen 6. Mai 2023, von <https://www.meteoschweiz.admin.ch/klima/klima-der-schweiz/klima-normwerte/normwerte-pro-messgroesse.html>

Oberdorfer, E. (1993). *Süddeutsche Pflanzengesellschaften* (3. Aufl.). Gustav Fischer.

Risch, A. C., Jurgensen, M. F., & Frank, D. A. (2007). Effects of grazing and soil micro-climate on decomposition rates in a spatio-temporally heterogeneous grassland. *Plant and Soil*, 298(1), 191–201. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9354-x>

Roleček, J., Cornej, I., & Tokarjuk, A. (2014). Understanding the extreme species richness of semi-dry grasslands in east-central Europe: A comparative approach. *Preslia*, 86, 13–34.

Rosado, B. H. P., & de Mattos, E. A. (2017). On the relative importance of CSR ecological strategies and integrative traits to explain species dominance at local scales. *Functional Ecology*, 31(10), 1969–1974. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12894>

*Schweizer Geoportal*. (2023). [geo.admin.ch](https://map.geo.admin.ch). <https://map.geo.admin.ch>

Studer-Ehrenberg, K. (1995). Geschichte und Naturschutz von artenreichen Kulturwiesen in der Schweiz: Eine Zusammenschau. *E-Periodica, Bot Helv* 105. <https://doi.org/10.5169/seals-71750>

Thomas, F. (2018). *Grundzüge der Pflanzenökologie*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54139-5>

Thomet, P. (1980). *Die Pflanzengesellschaften der Schweizer Juraweiden und ihre Beziehung zur Bewirtschaftungsintensität* (S. 151 p.) [ETH Zurich; Application/pdf]. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-A-000219068>

Vogt, W. (1984). *Pflanzensoziologische-ökologische Untersuchungen im Naturschutzgebiet Chilpen bei Diegten (Baselland)*.

Wilmanns, O. (1998). *Ökologische Pflanzensoziologie: Eine Einführung in die Vegetation Mitteleuropas - 6., neu bearb. Aufl. Wiesbaden : Quelle & Meyer*.

Yu, J., Hou, G., Zhou, T., Shi, P., Zong, N., & Sun, J. (2022). Variation of plant CSR strategies across a precipitation gradient in the alpine grasslands on the northern Tibet Plateau. *Science of The Total Environment*, 838, 156512. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156512>

Zoller, H. (1946). *Studien an Bromus erectus-Trockenrasengesellschaften in der Nordwestschweiz, speziell im Blauengebiet* [Text/html,application/pdf,text/html]. <https://doi.org/10.5169/SEALS-377508>

Zoller, H. (1954a). *Die Arten der Bromus erectus-Wiesen des Schweizer Juras: Ihre Herkunft und ihre Areale mit besonderer Berücksichtigung der Verbreitung in ursprünglicher Vegetation* [Text/html,application/pdf,text/html]. <https://doi.org/10.5169/SEALS-307851>

Zoller, H. (1954b). *Die Typen der Bromus erectus-Wiesen des Schweizer Juras: Ihre Abhängigkeit von wirtschaftlichen Einflüssen und ihre Beziehungen zur ursprünglichen Vegetation*. Verlag Hans Huber.

Zoller, H., Wagner, C., & Frey, V. (1986). Nutzungsbedingte Veränderungen in Mesobromion-Halbtrockenrasen in der Region Basel—Vergleich 1950-1980. *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museums für Naturkunde, Münster*, 48(2/3)1986, S. 93-107.

# 6 Anhang

## Gesamtartenlisten der nordexponierten Weiden

### Probstenberg

Acer pseudoplatanus L.  
 Achillea millefolium aggr.  
 Agrostis capillaris L.  
 Ajuga reptans L.  
 Alchemilla hybrida aggr.  
 Anthoxanthum odoratum aggr.  
 Anthyllus vulneraria L.  
 Briza media L.  
 Campanula glomerata L.  
 Campanula rotundifolia L.  
 Carduus defloratus L. subsp. defloratus  
 Carex flacca Schreb.  
 Carex montana L.  
 Carex pallescens L.  
 Carex panicea L.  
 Carex sylvatica Huds.  
 Carum carvi L.  
 Centaurea jacea aggr.  
 Centaurea jacea subsp. angustifolia Gremli  
 Cerastium fontanum Baumg.  
 Cerastium glomeratum Thuill.  
 Cirsium acaule Scop.  
 Colchicum autumnale L.  
 Crepis biennis L.  
 Crepis mollis (Jacq.) Asch.  
 Cynosurus cristatus L.  
 Dactylis glomerata L.  
 Dactylorhiza maculata subsp. fuchsii (Druce) Hyl.  
 Daucus carota L.  
 Festuca rubra aggr.  
 Fraxinus excelsior L.  
 Galium mollugo aggr.  
 Gentiana ciliata L.\*  
 Gentiana germanica Willd\*  
 Gentiana lutea L.  
 Gentiana verna L.  
 Gymnadenia conopsea (L.) R. Br.  
 Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.  
 Hieracium sphondylium L.  
 Hieracium lactucella Wallr.  
 Hieracium murorum aggr.  
 Hieracium pilosella L.  
 Hippocrepis comosa L.  
 Hypericum maculatum Crantz  
 Knautia arvensis (L.) Coult.  
 Lathyrus pratensis L.  
 Leontodon hispidus L.  
 Leucanthemum vulgare aggr.  
 Linum catharticum L.  
 Listera ovata (L.) R. Br.  
 Lotus corniculatus aggr.  
 Luzula campestris (L.) DC.  
 Parnassia palustris L.  
 Phleum pratense aggr.  
 Phyteuma orbiculare L.  
 Pimpinella major (L.) Huds.  
 Plantago lanceolata L.  
 Plantago media L.  
 Polygala comosa Schkuhr\*  
 Polygala amarella Crantz  
 Potentilla erecta (L.) Raesch.  
 Primula elatior (L.) L.  
 Primula veris L.  
 Prunella grandiflora (L.) Scholler  
 Prunella vulgaris L.  
 Ranunculus acris subsp. friesianus (Jord.) Syme  
 Ranunculus tuberosus Lapeyr.  
 Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich  
 Rhinanthus minor L.  
 Rumex acetosa L.  
 Sanguisorba minor Scop.  
 Scabiosa columbaria L.  
 Senecio jacobaea L.  
 Sorbus aria aggr.  
 Sorbus mougeotii Soy.-Will. & Godr.  
 Taraxacum sp.  
 Thymus serpyllum aggr.  
 Trifolium pratense L.  
 Trifolium repens L.  
 Trisetum flavescens (L.) P. Beauv.  
 Valeriana dioica L.  
 Veronica chamaedrys L.  
 Veronica officinalis L.

### Romaiweid

Acer pseudoplatanus L.  
 Achillea millefolium aggr.  
 Agrostis capillaris L.  
 Ajuga reptans L.  
 Alchemilla hybrida aggr.  
 Antennaria dioica (L.) Gaertn.  
 Anthoxanthum odoratum aggr.  
 Anthyllus vulneraria L.  
 Aquilegia vulgaris L.  
 Bellis perennis L.  
 Betula pendula aggr.  
 Brachypodium pinnatum aggr.  
 Briza media L.  
 Bromus erectus Huds.  
 Campanula rotundifolia L.  
 Cardamine pratensis aggr.  
 Carex flacca Schreb.  
 Carex montana L.  
 Carex panicea L.  
 Carlina acaulis L.  
 Centaurea jacea aggr.  
 Cerastium fontanum Baumg.  
 Cirsium acaule Scop.  
 Cirsium autumnale L.  
 Colchicum autumnale L.  
 Crepis mollis (Jacq.) Asch.  
 Cynosurus cristatus L.  
 Dactylis glomerata L.  
 Dactylorhiza maculata subsp. fuchsii (Druce) Hyl.  
 Euphorbia verrucosa L.  
 Euphrasia rostkoviana aggr.\*  
 Festuca pratensis Huds.  
 Festuca rubra aggr.  
 Fraxinus excelsior L.  
 Galium mollugo aggr.  
 Galium pumilum aggr.  
 Galium verum L.  
 Gentiana asclepiadea  
 Gentiana ciliata L.\*  
 Gentiana germanica Willd\*  
 Gentiana lutea L.  
 Gentiana verna L.  
 Gymnadenia conopsea (L.) R. Br.  
 Hieracium murorum aggr.  
 Hieracium pilosella L.  
 Hippocrepis comosa L.  
 Holcus lanatus L.  
 Hypericum maculatum Crantz  
 Knautia arvensis (L.) Coult.  
 Koeleria pyramidata aggr.  
 Lathyrus pratensis L.  
 Leontodon hispidus L.  
 Leucanthemum vulgare aggr.  
 Linum catharticum L.  
 Listera ovata (L.) R. Br.  
 Lotus corniculatus aggr.  
 Luzula campestris (L.) DC.  
 Medicago lupulina L.  
 Orchis mascula (L.) L.  
 Origanum vulgare L.  
 Orobanche alba Willd.  
 Parnassia palustris L.  
 Phyteuma orbiculare L.  
 Phyteuma spicatum L.  
 Picea abies (L.) H. Karst.  
 Plantago lanceolata L.  
 Plantago media L.  
 Poa trivialis L.  
 Polygala amarella Crantz  
 Potentilla erecta (L.) Raesch.  
 Primula veris L.  
 Prunella grandiflora (L.) Scholler  
 Ranunculus tuberosus Lapeyr.  
 Rhinanthus minor L.  
 Rumex acetosa L.  
 Salix cinerea L.  
 Sanguisorba minor Scop.  
 Sorbus aria aggr.  
 Succisa pratensis Moench  
 Taraxacum sp.  
 Thymus serpyllum aggr.  
 Tragopogon pratensis L.  
 Trausteinera globosa (L.) Rchb.  
 Trifolium montanum L.  
 Unbekannt 1  
 Unbekannt 2  
 Valeriana dioica L.  
 Veronica chamaedrys L.  
 Veronica officinalis L.

### Nüselboden-Nord

Acer pseudoplatanus L.  
 Achillea millefolium aggr.  
 Agrostis capillaris L.  
 Ajuga reptans L.  
 Alchemilla hybrida aggr.  
 Anthoxanthum odoratum aggr.  
 Anthyllus vulneraria L.  
 Brachypodium pinnatum aggr.  
 Briza media L.  
 Campanula glomerata L.  
 Campanula rhomboidalis L.  
 Campanula rotundifolia L.  
 Carex flacca Schreb.  
 Carex montana L.  
 Carex pallescens L.  
 Carex panicea L.  
 Carex sylvatica Huds.  
 Carum carvi L.  
 Centaurea jacea aggr.  
 Centaurea jacea subsp. angustifolia Gremli  
 Cerastium fontanum Baumg.  
 Cirsium acaule Scop.  
 Colchicum autumnale L.  
 Crepis biennis L.  
 Crepis mollis (Jacq.) Asch.  
 Cynosurus cristatus L.  
 Dactylis glomerata L.  
 Dactylorhiza maculata subsp. fuchsii (Druce) Hyl.  
 Euphrasia rostkoviana aggr.\*  
 Festuca pratensis Huds.  
 Festuca rubra aggr.  
 Fraxinus excelsior L.  
 Galium mollugo aggr.  
 Galium pumilum aggr.  
 Galium verum L.  
 Gentiana ciliata L.\*  
 Gentiana germanica Willd\*  
 Gentiana lutea L.  
 Gymnadenia conopsea (L.) R. Br.  
 Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.  
 Hieracium lactucella Wallr.  
 Hieracium murorum aggr.  
 Hieracium pilosella L.  
 Holcus lanatus L.  
 Hypericum maculatum Crantz  
 Knautia arvensis (L.) Coult.  
 Koeleria pyramidata aggr.  
 Lathyrus pratensis L.  
 Leontodon hispidus subsp. hispidus L.  
 Leucanthemum vulgare aggr.  
 Linum catharticum L.  
 Lotus corniculatus aggr.  
 Luzula campestris (L.) DC.  
 Medicago lupulina L.  
 Parnassia palustris L.  
 Phleum pratense aggr.  
 Phyteuma spicatum L.  
 Picea abies (L.) H. Karst.  
 Pimpinella major (L.) Huds.  
 Plantago lanceolata L.  
 Plantago media L.  
 Polygala amarella Crantz  
 Potentilla erecta (L.) Raesch.  
 Primula elatior (L.) L.  
 Primula veris L.  
 Prunella grandiflora (L.) Scholler  
 Prunella vulgaris L.  
 Ranunculus acris subsp. friesianus (Jord.) Syme  
 Ranunculus tuberosus Lapeyr.  
 Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich  
 Rhinanthus minor L.  
 Rosa sp.  
 Rumex acetosa L.  
 Sanguisorba minor Scop.  
 Scabiosa columbaria L.  
 Senecio jacobaea L.  
 Stachys officinalis (L.) Trevis.  
 Succisa pratensis Moench  
 Taraxacum sp.  
 Thymus serpyllum aggr.  
 Trausteinera globosa (L.) Rchb.  
 Trifolium medium L.  
 Trifolium pratense L.  
 Trifolium repens L.  
 Valeriana dioica L.  
 Veronica chamaedrys L.  
 Veronica officinalis L.

### Wasserfallen-Nord

Acer pseudoplatanus L.  
 Achillea millefolium aggr.  
 Agrostis capillaris L.  
 Ajuga reptans L.  
 Alchemilla hybrida aggr.  
 Anthoxanthum odoratum aggr.  
 Aster bellidiastrum (L.) Scop.  
 Bellis perennis L.  
 Brachypodium pinnatum aggr.  
 Briza media L.  
 Bromus erectus Huds.  
 Carex flacca Schreb.  
 Carex pallescens L.  
 Carex panicea L.  
 Carex sylvatica Huds.  
 Carlina acaulis L.  
 Carum carvi L.  
 Cerastium fontanum Baumg.  
 Cirsium acaule Scop.  
 Cirsium palustre (L.) Scop.  
 Crepis mollis (Jacq.) Asch.  
 Cynosurus cristatus L.  
 Dactylis glomerata L.  
 Dactylorhiza maculata subsp. fuchsii (Druce) Hyl.  
 Dactylorhiza majialis (Rchb.) P. F. Hunt & Summerh.  
 Euphrasia rostkoviana aggr.\*  
 Festuca pratensis Huds.  
 Festuca rubra aggr.  
 Galium verum L.  
 Gentiana ciliata L.\*  
 Gentiana germanica Willd\*  
 Gentiana lutea L.  
 Glechoma hederacea L.  
 Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.  
 Hieracium sphondylium L.  
 Hieracium lactucella Wallr.  
 Hieracium murorum aggr.  
 Hieracium pilosella L.  
 Holcus lanatus L.  
 Hypericum maculatum Crantz  
 Hypochaeris radicata L.  
 Knautia arvensis (L.) Coult.  
 Lathyrus pratensis L.  
 Leontodon autumnalis L.  
 Leontodon hispidus L.  
 Leucanthemum vulgare aggr.  
 Linum catharticum L.  
 Listera ovata (L.) R. Br.  
 Lotus corniculatus aggr.  
 Luzula campestris (L.) DC.  
 Parnassia palustris L.\*  
 Plantago lanceolata L.  
 Plantago major L.  
 Plantago media L.  
 Platanthera bifolia (L.) Rich.  
 Poa pratensis L.  
 Potentilla erecta (L.) Raesch.  
 Primula veris L.  
 Prunella grandiflora (L.) Scholler  
 Prunella vulgaris L.  
 Ranunculus acris subsp. friesianus (Jord.) Syme  
 Ranunculus tuberosus Lapeyr.  
 Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich  
 Sanguisorba minor Scop.  
 Senecio jacobaea L.  
 Stachys officinalis (L.) Trevis.  
 Succisa pratensis Moench  
 Taraxacum sp.  
 Tragopogon pratensis L.  
 Trifolium medium L.  
 Trifolium pratense L.  
 Trifolium repens L.  
 Veronica chamaedrys L.

# Gesamtartenlisten der südexponierten Weiden

## Chly-Rohrgraben

Achillea millefolium aggr.  
 Agrostis capillaris L.  
 Ajuga reptans L.  
 Alchemilla hybrida aggr.  
 Anthoxanthum odoratum aggr.  
 Aquilegia vulgaris L.  
 Arabis hirsuta aggr.  
 Brachypodium pinnatum aggr.  
 Briza media L.  
 Bromus erectus Huds.  
 Campanula glomerata L.  
 Campanula rotundifolia L.  
 Carduus defloratus L. subsp. defloratus  
 Carex flacca Schreb.  
 Carex montana L.  
 Carex panicea L.  
 Carex sylvatica Huds.  
 Carlina acaulis L.  
 Carum carvi L.  
 Centaurea jacea aggr.  
 Centaurea jacea subsp. angustifolia Gremli  
 Centaurea scabiosa L.  
 Cirsium acaule Scop.  
 Crataegus monogyna aggr.  
 Crepis biennis L.  
 Crepis praemorsa (L.) Walther  
 Cynosurus cristatus L.  
 Dactylis glomerata L.  
 Festuca pratensis Huds.  
 Festuca rubra aggr.  
 Galium album Mill.  
 Galium mollugo aggr.  
 Galium pumilium aggr.  
 Gentiana germanica Willd.  
 Gentiana verna L.  
 Gentiana lutea L.  
 Globularia cordifolia L.\*  
 Helianthemum nummularium (L.) Mill.  
 Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.  
 Hieracium murorum aggr.  
 Hieracium pilosella L.  
 Hippocrepis comosa L.  
 Hypericum maculatum Crantz  
 Hypericum perforatum L.  
 Hypochaeris radicata L.  
 Knautia arvensis (L.) Coult.  
 Koeleria pyramidata aggr.  
 Lathyrus pratensis L.  
 Leontodon hispidus L.  
 Leucanthemum vulgare aggr.  
 Linum catharticum L.  
 Lotus corniculatus aggr.  
 Luzula campestris (L.) DC.  
 Medicago lupulina L.  
 Ononis repens L.  
 Origanum vulgare L.  
 Phleum pratense aggr.  
 Plantago lanceolata L.  
 Plantago media L.  
 Lotus corniculatus aggr.  
 Luzula campestris (L.) DC.  
 Polygala lupulina L.  
 Ononis repens L.  
 Origanum vulgare L.  
 Phyteuma orbiculare L.  
 Pimpinella saxifraga aggr.  
 Plantago lanceolata L.  
 Plantago media L.  
 Polygala amarella Crantz  
 Potentilla erecta (L.) Raesch.  
 Primula veris L.  
 Prunella grandiflora (L.) Scholler  
 Prunella vulgaris L.  
 Ranunculus bulbosus L.  
 Ranunculus tuberosus Lapeyr.  
 Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich  
 Sanguisorba minor Scop.  
 Scabiosa columbaria L.  
 Senecio jacobaea L.  
 Sesleria caerulea (L.) Ard.  
 Succisa pratensis Moench  
 Taraxacum sp.  
 Thesium alpinum L.  
 Thlaspi perfoliatum L.  
 Thymus serpyllum aggr.  
 Trifolium medium L.  
 Trifolium pratense L.  
 Trifolium repens L.  
 Valeriana officinalis aggr.  
 Veronica chamaedrys L.  
 Veronica officinalis L.  
 Viola hirta L.

## Geitenweid

Achillea millefolium aggr.  
 Ajuga reptans L.  
 Alchemilla hybrida aggr.  
 Anthoxanthum odoratum aggr.  
 Anthyllis vulneraria L.  
 Brachypodium pinnatum aggr.  
 Briza media L.  
 Bromus erectus Huds.  
 Campanula glomerata L.  
 Carex flacca Schreb.  
 Carlina acaulis L.  
 Centaurea scabiosa L.  
 Cerasium fontanum Baumg.  
 Cirsium acaule Scop.  
 Crataegus monogyna aggr.  
 Crepis biennis L.  
 Cruciatia laevipes Opiz  
 Cynosurus cristatus L.  
 Dactylis glomerata L.  
 Daucus carota L.  
 Euphorbia cyparissias L.  
 Euphorbia verrucosa L.  
 Festuca pratensis Huds.  
 Festuca rubra aggr.  
 Galium pumilium aggr.  
 Galium mollugo aggr.  
 Galium verum L.  
 Gentiana lutea L.  
 Geum urbanum L.  
 Helianthemum nummularium (L.) Mill.  
 Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.  
 Hieracium pilosella L.  
 Hippocrepis comosa L.  
 Holcus lanatus L.  
 Hypericum maculatum Crantz  
 Hypericum perforatum L.  
 Hypochaeris radicata L.  
 Knautia arvensis (L.) Coult.  
 Koeleria pyramidata aggr.  
 Lathyrus pratensis L.  
 Leontodon hispidus L.  
 Leucanthemum vulgare aggr.  
 Linum catharticum L.  
 Lotus corniculatus aggr.  
 Luzula campestris (L.) DC.  
 Medicago lupulina L.  
 Ononis repens L.  
 Origanum vulgare L.  
 Phleum pratense aggr.  
 Plantago lanceolata L.  
 Plantago media L.  
 Poa pratensis L.  
 Poa trivialis L.  
 Polygala comosa Schkuhr  
 Potentilla erecta (L.) Raesch.  
 Primula veris L.  
 Prunella grandiflora (L.) Scholler  
 Prunus sp.  
 Ranunculus bulbosus L.  
 Ranunculus tuberosus Lapeyr.  
 Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich  
 Rosa sp.  
 Rumex acetosa L.  
 Sanguisorba minor Scop.  
 Solidago virgaurea L.  
 Stachys officinalis (L.) Trevis.  
 Succisa pratensis Moench  
 Taraxacum sp.  
 Thymus serpyllum aggr.  
 Trifolium medium L.  
 Trifolium montanum L.  
 Trifolium ochroleucon Huds.  
 Trifolium repens L.  
 Trisetum flavescens (L.) P. Beauv.  
 Veronica chamaedrys L.  
 Veronica officinalis L.  
 Vicia cracca L.  
 Vicia lutea L.

## Nüselboden-Süd

Agrostis capillaris L.  
 Alchemilla hybrida aggr.  
 Allium sp.  
 Asperula cynanchica L.  
 Brachypodium pinnatum aggr.  
 Briza media L.  
 Bromus erectus Huds.  
 Campanula glomerata L.  
 Carex flacca Schreb.  
 Carex montana L.  
 Carlina acaulis L.  
 Carlina vulgaris L.\*  
 Centaurea jacea subsp. angustifolia Gremli  
 Centaurea scabiosa L.  
 Cirsium acaule Scop.  
 Cirsium autumnale L.  
 Cynosurus cristatus L.  
 Dactylis glomerata L.  
 Daucus carota L.  
 Euphorbia cyparissias L.  
 Fagus sylvatica L.  
 Festuca rubra aggr.  
 Fraxinus excelsior L.  
 Galium verum L.  
 Gentiana germanica Willd.\*  
 Gentiana lutea L.  
 Gymnadenia conopsea (L.) R. Br.  
 Helianthemum nummularium (L.) Mill.  
 Hieracium murorum aggr.  
 Hieracium pilosella L.  
 Hippocrepis comosa L.  
 Hypericum maculatum Crantz  
 Hypericum montanum L.  
 Koeleria pyramidata aggr.  
 Lathyrus pratensis L.  
 Leontodon hispidus L.  
 Leontodon hispidus subsp. danubialis (Jacq.) Simonk.  
 Leucanthemum vulgare aggr.  
 Linum catharticum L.  
 Lotus corniculatus aggr.  
 Luzula campestris (L.) DC.  
 Medicago lupulina L.  
 Ononis repens L.  
 Origanum vulgare L.  
 Plantago lanceolata L.  
 Plantago media L.  
 Polygala comosa Schkuhr  
 Populus tremula L.  
 Potentilla erecta (L.) Raesch.  
 Primula veris L.  
 Prunella grandiflora (L.) Scholler  
 Ranunculus bulbosus L.  
 Ranunculus tuberosus Lapeyr.  
 Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich  
 Rhinanthus minor L.  
 Rosa sp.  
 Sanguisorba minor Scop.  
 Sorbus aria aggr.  
 Stachys officinalis (L.) Trevis.  
 Succisa pratensis Moench  
 Taraxacum sp.  
 Teucrium chamaedrys L.\*  
 Teucrium montanum L.  
 Tragopogon pratensis L.  
 Trifolium montanum L.  
 Trifolium ochroleucon Huds.

## Wasserfallen-Süd

Achillea millefolium aggr.  
 Ajuga reptans L.  
 Alchemilla hybrida aggr.  
 Anthoxanthum odoratum aggr.  
 Anthyllis vulneraria L.  
 Aquilegia vulgaris L.  
 Arabis hirsuta aggr.  
 Bellis perennis L.  
 Briza media L.  
 Bromus erectus Huds.  
 Campanula glomerata L.\*  
 Carex caryophyllea Latourr.  
 Carex flacca Schreb.  
 Carex sylvatica Huds.  
 Carlina acaulis L.  
 Carum carvi L.  
 Centaurea jacea aggr.  
 Centaurea scabiosa L.  
 Cerasium fontanum Baumg.  
 Cirsium acaule Scop.  
 Colchicum autumnale L.  
 Crepis biennis L.  
 Crepis capillaris Wallr.  
 Cruciatia laevipes Opiz  
 Cynosurus cristatus L.  
 Dactylis glomerata L.  
 Daucus carota L.  
 Euphrasia rostkoviana aggr.\*  
 Euphorbia verrucosa L.  
 Festuca rubra aggr.  
 Fraxinus excelsior L.  
 Galium mollugo aggr.  
 Gentiana germanica Willd.\*  
 Galium verum L.  
 Gentiana cruciata L.  
 Gentiana lutea L.  
 Helianthemum nummularium (L.) Mill.  
 Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.  
 Heraclium sphondylium L.  
 Hieracium lactucella Wallr.  
 Holcus lanatus L.  
 Hypericum maculatum Crantz  
 Hypericum perforatum L.  
 Hypochaeris radicata L.  
 Knautia arvensis (L.) Coult.  
 Lathyrus pratensis L.  
 Leontodon hispidus L.  
 Leucanthemum vulgare aggr.  
 Linum catharticum L.  
 Lolium perenne L.  
 Lotus corniculatus aggr.  
 Medicago lupulina L.  
 Melittis melissophyllum L.  
 Origanum vulgare L.  
 Plantago lanceolata L.  
 Plantago major L.  
 Plantago media L.  
 Poa trivialis L.  
 Polygala amarella Crantz  
 Polygala comosa Schkuhr  
 Potentilla erecta (L.) Raesch.  
 Potentilla verna L.  
 Primula veris L.  
 Prunella grandiflora (L.) Scholler  
 Ranunculus acris subsp. friesianus (Jor.)  
 Ranunculus bulbosus L.  
 Ranunculus tuberosus Lapeyr.  
 Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Polli  
 Rosa sp.  
 Rumex acetosa L.  
 Sanguisorba minor Scop.  
 Stachys officinalis (L.) Trevis.  
 Succisa pratensis Moench  
 Taraxacum sp.  
 Thlaspi perfoliatum L.  
 Thymus serpyllum aggr.  
 Tragopogon pratensis L.  
 Trifolium medium L.  
 Trifolium montanum L.  
 Trifolium ochroleucon Huds.  
 Trifolium pratense L.  
 Trifolium repens L.  
 Trisetum flavescens (L.) P. Beauv.  
 Veronica chamaedrys L.  
 Viola hirta L.

## Elektronischer Anhang

1. R-Skript
2. Kopfdaten der nord- und südexponierten Aufnahme­flächen
3. Vegetationsdaten der nord- und südexponierten Aufnahme­flächen