

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN  
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT  
INSTITUT IUNR

**Eignung der Ziegenbeweidung zur Wiederherstellung eines Orchideenwaldes  
Erfolgskontrolle Zuckenriet**



**Bachelorarbeit**

Frühlingssemester 2020

**Selina Sigrist**

Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen 2017

Abgabedatum 31.08.2020

Studienrichtung: Naturmanagement

Fachkorrektoren:

Rafael Schneider; Prof. Dr. Jürgen Dengler

ZHAW Life Sciences und Facility Management

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

8820 Wädenswil

## Impressum

**Titelbild:** *Lilium martagon*, *Cypripedium calceolus* und Ziege (o.r) in Zuckenriet, 2020, Foto: S.Sigrist; Ziege (u.r), 2020 Foto: Pro Natura BL

**Schlagwörter:** Orchideenwald, *Cypripedium calceolus*, Frauenschuh, Zuckenriet SG, Waldweide, lichter Wald, Lichtwald-Arten

**Zitiervorschlag:** Sigrist, S. (2020). Eignung der Ziegenbeweidung zur Wiederherstellung eines Orchideenwaldes – Erfolgskontrolle Zuckenriet. In Bachelorarbeit Umweltingenieurswesen ZHAW Wädenswil IUNR, unveröffentlicht.

**Name Institut** Zürcher Fachhochschule für angewandte Wissenschaften ZHAW  
Life Sciences and Facility Management LSFM  
Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen  
Grüentalstrasse 14  
8820 Wädenswil

## Zusammenfassung

Lichte, struktur- und artenreiche Wälder waren bis im 19. Jahrhundert als Folge intensiver menschlicher Nutzung weit verbreitet. Sie boten vielen licht- und wärmeliebenden Pflanzen- und Tierarten günstige Lebensbedingungen, darunter vielen heute gefährdeten Orchideenarten. Seither wandelten sich die Wälder jedoch sukzessiv zu dichteren und dunkleren Hochwäldern, in deren Beschattung und Konkurrenzdruck *Cypripedium calceolus* ebenso wie zahlreiche weitere, heute gefährdete Lichtwald-Arten verkümmerten. So auch auf der ehemals artenreichen, bis 2010 jedoch in der Sukzession weit fortgeschrittenen und überwucherten Parzelle 1063 in Zuckenriet (SG). Nach aufwändigen Pflegearbeiten wurde diese 2018 erstmals mit Ziegen beweidet. Anhand der vorliegenden Erfolgskontrolle wurde überprüft, ob die Rückführung der Parzelle zu einem Orchideenwald mit geeigneten Standortbedingungen für *Cypripedium calceolus* und weitere Lichtwald-Arten voranschreitet und wie die extensive Ziegenbeweidung diesen Prozess beeinflusst. Insgesamt hat der Vergleich der pflanzlichen Zusammensetzung und der Standortbedingungen der untersuchten Flächen grössere Unterschiede zwischen «nicht beweidet» (NB) / «beweidet» (B) zur artenreicheren Referenzfläche (R), als zwischen den Bewirtschaftungsformen NB & B gezeigt. Zudem hat die Stratifizierung (flach / steil) einen grösseren Einfluss auf die Standorte und die Pflanzensammensetzung auf NB & B als die Bewirtschaftungsform. Sowohl die mechanisch gepflegten NB wie auch die B Flächen zeigen eine positive Entwicklung, mit Spontanansiedlungen von drei Orchideenarten und einer ersten Magerwiesenart. Die einmalige Beweidung hat somit noch keine wesentlichen Unterschiede zur mechanisch gepflegten Fläche bewirkt. Jedoch ist eine deutliche Verringerung der Streudeckung der flachen, beweideten Flächen feststellbar, was sich auf eine künftige Ansiedlung von Magerwiesenarten und Orchideenarten positiv auswirken kann.

## Abstract

Light forests rich in structure and species as a result of intensive human use were widespread until the 19th century. They provided favourable living conditions for many light and thermophilic plant and animal species, including many orchid species that are endangered today. Since then, however, the forests have gradually changed into denser and darker high forests, in whose shade and competitive pressure *Cypripedium calceolus* as well as numerous other, today endangered species of light forest, disappeared. This was also the case on the formerly species-rich, but by 2010 in succession far advanced, dark and overgrown plot 1063 in Zuckenriet (SG). After intensive maintenance work, the plot had been grazed with goats for the first time in 2018. The present success control, examined whether the return of the plot to an orchid forest with suitable site conditions for *Cypripedium calceolus* and other light forest species is progressing and in which way this process is influenced by the extensive grazing of goats. Overall, the comparison of the plant composition and site conditions of the investigated areas showed larger differences between "not grazed" (NB) / "grazed" (B) and the species-rich reference area (R) than between the management forms NB & B. In addition, stratification (flat / steep) has a greater influence on the sites and plant composition on NB & B than the type of management. Both the mechanically maintained NB and the B plots show a positive development, with spontaneous settlements of three orchid species and a first species of lean meadow. The single grazing has not yet caused any significant differences to the mechanically maintained areas, but a significant reduction of the litter coverage of the flat grazed areas can be observed, which may have a positive effect on the future settlement of lean meadow and orchid species.

## Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	I
Zusammenfassung .....	II
Abstract.....	III
Abkürzungsverzeichnis.....	V
1. Einleitung .....	1
2. Material und Methoden.....	5
2.1 Untersuchungsgebiet .....	5
2.2 Vorgehen .....	7
2.3 Vegetationsaufnahmen.....	10
2.4 Statistische Auswertungen.....	11
2.5 Quantitative und qualitative Erhebung des Ziegenfrasses .....	12
3. Resultate .....	13
3.1 Unterschiede zwischen den 2018 beweideten B, den NB und den R Flächen .....	13
3.2 Eignung der stratifizierten, beweideten und nicht beweideten Flächen des Untersuchungsperimeters für <i>Cypripedium calceolus</i> .....	20
3.3 Direkter Einfluss der Ziegenbeweidung .....	20
4. Diskussion.....	23
4.1 Unterschiede zwischen den 2018 beweideten B, den NB und den R Flächen .....	23
4.2 Eignung der stratifizierten, beweideten und nicht beweideten Flächen des Untersuchungsperimeters für <i>Cypripedium calceolus</i> .....	25
4.3 Direkter Einfluss der Ziegenbeweidung .....	25
4.4 Empfehlung für den Naturschutz .....	28
5. Quellenverzeichnis.....	29
Anhang .....	38

## Abkürzungsverzeichnis

AGEO	Arbeitsgruppe Einheimische Orchideen (Aargau)
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFN	Bundesamt für Naturschutz (Deutschland)
B	Beweidete Flächen des Untersuchungsperimeters
NB	Nicht beweidete Flächen des Untersuchungsperimeters
BF	Beweidet flach
BS	Beweidet steil
NBF	Nicht beweidet flach
NBS	Nicht beweidet steil
R	Referenzfläche

## 1. Einleitung

Orchideen sind selten und teils stark gefährdet (Presser, 2002). Daher wurde in der Schweiz die ganze Pflanzenfamilie der Orchidaceae, durch die Natur und Heimatschutzverordnung (NHV) (1. Februar 1991). SR 922.0 (Stand März 2020), unter Schutz gestellt. Doch Schutz alleine reicht nicht für deren Erhalt (Töpfer, 2005), denn reichhaltige Orchideenvorkommen gehen in Europa auf anthropogenes Wirken zurück (Presser, 2002). Erst durch Nutzung der Wälder, Rodungen, Ackerbau, Mahd und Beweidung entstanden strukturreiche Kulturlandschaften, lichte Wälder sowie Offenland und damit günstige Bedingungen für das Vorkommen von Orchideen (Presser 2002; Klüber 2015). Damit diese Lebensräume erhalten bleiben, müssen sie weiterhin extensiv genutzt und gepflegt werden (Heinrich & Dietrich, 2008), denn Orchideen stellen hohe Ansprüche an ihren Lebensraum, sind oft konkurrenzschwach und reagieren empfindlich auf Veränderungen (Wartmann, 2019). In der Vergangenheit brachte die Industrialisierung den Verlust vieler Orchideenlebensräume. Einerseits durch Intensivierung der Landwirtschaft, Meliorationen und Trockenlegung von Feuchtgebieten (Presser 2002; Töpfer 2005; Klüber 2015) und andererseits durch den Bau von Siedlungen und Verkehrswegen (Heinrich & Dietrich, 2008). Heute führen Nutzungsaufgabe mit nachfolgender natürlicher Sukzession und damit verbundenem Lebensraumverlust (Wartmann, 2019) sowie die hohe Stickstoffdeposition aus der Luft zu einem weiteren Orchideenrückgang, auch an abgelegenen oder unter Naturschutz stehenden Standorten (Klüber 2015; Wartmann 2019). Denn der Luftstickstoff schädigt die Mykorrhiza-Pilze im Boden (Birkhofer & Wolters, 2010), auf welche die Orchideen zwingend als Symbiose-Partner für Keimung und Wachstum angewiesen sind (Kasper 2003; Heinrich & Dietrich 2008). In der Summe führten diese Einflüsse und Veränderungen zu einem erheblichen Rückgang zahlreicher Orchideenpopulationen und zu einer Gefährdung vieler Orchideenarten (Wartmann, 2008). In den vergangenen Jahren wurden in der Folge vielfältige Projekte zur Förderung von primären und sekundären Orchideenstandorten initiiert (Gnägi, 2018). Denn anhand gezielter Pflege, einer positiven Veränderung der Standortbedingungen und einer extensiven Bewirtschaftung können Orchideenpopulationen auch wieder zunehmen (Töpfer 2005; Gnägi 2018). Unter diesem Aspekt bekam die ZHAW Wädenswil 2010 für das Gebiet Schlipf, im St.Gallischen Zuckenriet, den Auftrag ein Pflegekonzept auszuarbeiten zur Rückführung mehrerer in der Sukzession weit fortgeschrittener Waldparzellen zu einem lichten Orchideenwald (Schneider, 2012). Die vorliegende Arbeit dient der Beurteilung der bisher erzielten Fortschritte und Veränderungen der Parzelle 1063, auf der nach anfänglich mechanischer Pflege, in den Jahren 2018 und 2020 Ziegen als pflegerische Massnahme eingesetzt worden sind.

Das orchideenreiche Gebiet Schlipf in dem die Parzelle liegt, ist zudem Lebensraum von *Cypripedium calceolus* (Giger, 2020), dem Frauenschuh dessen Population im Gebiet jedoch bis 2011 auf zwei Individuen geschrumpft war (Schneider, 2010). Die europaweit gefährdete Art (Brunzel & Sommer, 2016) befindet sich in der Schweiz auf der «Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume» (BAFU, 2017a) und gilt im Mittelland als stark

gefährdet (BUWAL, SKEW, ZDSF & Pronatura, 1999). Ein wesentlicher Grund für die Gefährdung und nachhaltige Schädigung der Populationen ist auf das Pflücken und Ausgraben der attraktiven Art zurückzuführen (Seybold et al. 1998; Unibas 2015) sowie auf die Aufgabe der traditionellen Waldwirtschaft (Baumann, 2010). Daher werden grosse Anstrengungen unternommen den Rückgang bestehender *Cypripedium calceolus* Populationen zu verringern wie auch deren Lebensraum zu schützen oder wiederherzustellen (Unibas, 2015). Als attraktive und seltene Orchidee dient *Cypripedium calceolus* dem Projekt in Zuckenriet einerseits als "Flag ship species", als Sympathieträger für Akteure und Öffentlichkeit (Gnägi, 2018) und andererseits als Schirmart. Denn von den Lebensraumaufwertungen für *Cypripedium calceolus*, welcher vornehmlich im Halbschatten lichter Wälder vorkommt (Presser 2002; Wartmann 2006), profitieren viele weitere Lichtwaldarten (Schneider, 2010). So z.B. die schweizweit gefährdete *Orchis purpurea* oder die im Mittelland gefährdeten Arten *Cephalanthera longifolia* und *Lilium martagon* (Info flora, 2020a).

*Cypripedium calceolus* tritt durch ein unterirdisch stetig wachsendes Rhizom, welches zur Mutterpflanze genetisch identische Triebe ausbildet (Nicolè et al., 2005), meist in kleinen Horden auf (BFN, 2020). Durch ihr Speicherorgan erreicht die Art eine Lebensdauer von 110 bis 350 Jahren (Nicolè et al., 2005). Ungünstige Umweltbedingungen, wie beispielsweise Beschattung, können ohne Blattaustrieb durch Dormanz kurzfristig überdauert werden (Shefferson, 2009). *Cypripedium calceolus* wächst vorzugsweise auf frischen bis mässig trockenen kalk- und basenreichen Lehmböden (BFN, 2020), in lichten Buchen-, Föhren-, Fichten- oder Eichenwäldern (Wartmann, 2006) und kommt in der Schweiz in Lagen von 360 bis 2000 m.ü.M vor (Seybold et al., 1998). Bevorzugt werden halbschattige Standorte auf Waldlichtungen, wärmebegünstigte Säume und Waldrandbereiche (Presser 2002; Baumann 2010). Aufgrund eines komplexen Lebenszyklus und hoher Standortansprüche (Opitz et al., 2018) zeigt die «partiell mykoheterotrophe» Art, welche auch als adulte Pflanze teilweise von der Symbiose mit einem Ektomykorrhiza Pilz abhängig ist (Gebauer et al. 2016), trotz tausender winziger, windverbreiteter Samen, eine deutlich verringerte Fernausbreitung (Hein & Meysel, 2010). Das Verhältnis von generativer zu vegetativer Vermehrung liegt bei 1 : 200 (Kull, 1999). Auch konnte keine spontane Wiederbesiedlung erloschener Fundorte festgestellt werden (Hein & Meysel, 2010). Daher lancierte die Swiss Orchid Foundation zur Erhaltung, der in der Schweiz Prioritären Art (BAFU, 2017a), im Jahr 2014 ein Projekt mit dem niederländischen Zuchtunternehmen Anthura B.V., welches in vitro Samen schweizer *Cypripedium*-Populationen vermehrte und 2500 Pflanzen für die Wiederansiedlung und Verstärkung der Populationen in neun Kantonen zur Verfügung stellte (Unibas 2015; Anthura 2019). Davon wurden acht auf der Referenzfläche (R) in Zuckenriet ausgepflanzt (Schneider, 2018). Auf dem Untersuchungsperimeter der Parzelle 1063 wird dagegen die spontane Wiederansiedlung verschiedener Lichtwaldarten und die Rückführung der Fläche zu einem Orchideenwald, anhand pflegerischer Massnahmen und der Beweidung mit Ziegen, untersucht.

Im Mittelland stellt die seltene und orchideenreiche Waldgesellschaft des Orchideen-Buchenwaldes (Cephalanthero-Fagenion Kennzahl 14w) ein wichtiger Lebensraum von *Cypripedium calceolus* dar (Delarze et al.,

2015a), welche in der Arbeit durch die Referenzflächen (R) repräsentiert wird (Geoportal, 2020a). Diese mässig wüchsige, trockene bis wechsellrockene, lichte Buchenwaldgesellschaft kommt an südexponierten Hängen vor, deren Böden flachgründig und bis in die oberen Bodenschichten kalkhaltig sind (Delarze et al. 2015a; Bütler et al. 2016). Unter dem lückigen Kronendach finden vor allem licht- und trockenheitszeigende Arten der Krautschicht gute Lebensbedingungen, wie beispielsweise *Carex alba* oder *Vincetoxicum hirundinaria* (Kantonsforstamt SG 2012; Delarze et al. 2015a; Bütler et al. 2016). Charakterarten der Orchideen-Buchenwälder sind *Cephalanthera damasonium*, *C.longifolia* und *C.rubra*. Weitere vorkommende Orchideenarten sind: *Cypripedium calceolus*, *Epipactis helleborine*, *E. leptochila* oder *E.microphylla*, *Neottia nidus-avis* und *Orchis pallens* (Info flora, 2020b).

Die Waldparzelle 1063 gehört hingegen zu der, den Orchideen-Buchenwäldern nahe verwandten Gesellschaft «Platterbsen-Buchenwald mit schlaffer Segge» (Lathyro-Fagetum caricetosum flaccae, Kennzahl 10w) (Geoportal, 2020a). Diese grenzt sich einzig durch leicht wechsellrockenere Bedingungen von 14w ab (Bütler et al., 2016) und stellt unter geeigneter Bewirtschaftung ebenfalls einen wertvollen Lichtwald-Standort dar (ALN ZH, 2005a), deren artenreiche Krautschicht geprägt ist durch *Carex flacca* und seltenen Arten wie *Lilium martagon* und Waldorchideen (Stocker et al. 2002; Bütler et al. 2016). Natürlicher lichter Wald kommt nur vereinzelt an sehr trockenen, wenig produktiven Standorten vor (Dietiker, 2008). Jedoch war diese lichte Waldform bis ins 19. Jh., durch die intensive menschliche Nutzung des Waldes als Nieder- und Mittelwaldbetrieb, Waldweide und zur Streugewinnung, weit verbreitet. Durch die kleinflächige und vielfältige Nutzung entstanden struktur- und artenreiche Wälder mit geringem Beschirmungsgrad (30 - 70 %) sowie besonntem und durch den Nährstoffaustrag mageren Waldboden (ALN ZH, 2005b), wovon insbesondere licht- und wärmeliebende Pflanzen- und Tierarten profitierten (Dietiker, 2008). Infolge des Verbots der Waldweide durch das Forstgesetz von 1902, der Aufgabe traditioneller Nutzungsformen sowie der Eutrophierung durch Luftstickstoff wandelten sich die Wälder jedoch sukzessive zu dichteren und dunkleren Hochwäldern (Klüber 2015; Rupp & Werwie 2018), in deren Beschattung und Konkurrenzdruck *Cypripedium calceolus* ebenso wie zahlreiche weitere, heute gefährdete Lichtwald-Arten verkümmerten (ALN ZH, 2005a). Im Bestreben den Artenverlust zu stoppen und die artenreichen lichten Wälder wiederherzustellen, wurde die Waldweide mit Nutztieren in Deutschland und der Schweiz als kostengünstiges, naturschützerisches Instrument wiederentdeckt (Zingg & Kull 2006; Dietiker 2008; Rupp 2013; Bollens 2016). Ziegen eignen sich durch deren intensiven Gehölzverbiss besonders gut zur Erstpflege bereits stark verbuschter Biotope (Dipner et al. 2016; Elias et al. 2019). Denn sie decken bis zu 60 % ihres Futterbedarfs mit Blättern, jungen Gehölztrieben sowie Rinde (Rahmann, 2008).

Bei der BeweidungLICHTER Wälder mit Ziegen werden Stockaustrieb und Verjüngung signifikant reduziert. Konkurrenzstarke Gehölze werden dabei am stärksten verbissen. Bäume von geringer Mächtigkeit können durch Schälung oder Frass ebenfalls eingehen, während Bäume ab Stangenholz (BHD 8 cm) mehrheitlich nicht nachhaltig geschädigt werden (Zingg & Kull, 2006). Ihre Fähigkeit sich auf die Hinterbeine zu stellen um an höher gelegene Pflanzenteile zu gelangen, ermöglicht den Ziegen den Verbiss der Gehölze bis auf eine Höhe von rund

2 m (Zahn, 2014a). Die gespaltene Oberlippe macht überdies die Nutzung dorniger Sträucher, wie *Prunus spinosa*, *Crataegus sp.*, *Rosa sp.* und *Rubus fruticosus*, möglich (Bauschmann 2004; Rahmann 2008). Der Futteranteil an Kräutern und Gräsern variiert je nach Jahreszeit und Nahrungsangebot (Elias et al., 2010), denn Ziegen fressen als «Konzentratsselektierer» jeweils diejenigen Pflanzen und Pflanzenteile, welche am nährstoffreichsten sind (Bauschmann 2004; Zahn 2014a). Durch ihre hohe Futterselektion und ihr breites Futterspektrum finden Ziegen genug Nahrung auch an Standorten, welche sich nicht für eine Beweidung mit anderen Nutztieren eignen (Rahmann, 2008). Aufgrund ihrer Kletterfreudigkeit und ihres geringen Körpergewichts erweisen sie wichtige Dienste bei der Offenhaltung von steilem Gelände (Dipner et al. 2016; Bollens 2016), so auch in Zuckenriet. Eine gelegentliche Nachpflege bleibt jedoch notwendig, denn die Verbuschung kann trotz Ziegenbeweidung nicht komplett zurückgedrängt werden (Seippel, 2007). Zudem müssen Giftpflanzen wie z.B. *Pteridium aquilinum*, welche kaum verbissen werden, im Nachhinein entfernt werden (Rahmann 2000).

Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf Parzelle 1063 (Abb. 1) im Gebiet Schlipf oberhalb von Zuckenriet (SG). Die in der Sukzession weit fortgeschrittene und überwucherte Fläche wurde 2012 erstmals aufgelichtet und anhand aufwändiger Pflegearbeiten in teils steilem Gebiet gesäubert. Bei der Erfolgskontrolle 2017 konnte eine beginnende Veränderung der Artenzusammensetzung sowie eine Zunahme der Artenvielfalt festgestellt werden (Schneider, 2017). Um die Offenhaltung der Parzelle zu sichern, erfolgte 2018 erstmals eine Beweidung mit Ziegen (Schneider, 2017), welche im Juni 2020 wiederholt wurde. Anhand der vorliegenden Erfolgskontrolle wird überprüft, ob die Rückführung der Parzelle zu einem Orchideenwald, welcher geeignete Standortbedingungen für *Cypripedium calceolus* und weitere Lichtwald-Arten bietet, voranschreitet und wie die extensive Ziegenbeweidung diesen Prozess beeinflusst.

Forschungsfragen:

- Wie unterscheidet sich die Pflanzensammensetzung und Standortbedingungen auf den 2018 beweideten und nicht beweideten Flächen sowie auf der Referenzfläche?
- Welche Pflanzenarten werden von den Ziegen wie stark verbissen oder sind nach der Beweidung absent?
- Welchen Einfluss hat die Ziegenbeweidung auf das Ziel einer Wiederherstellung der Fläche als Lebensraum für *Cypripedium calceolus* und weiteren Lichtwaldarten? (keinen, positiven, negativen Einfluss)
- Wie geeignet sind die verschiedenen Teilflächen (beweidet, unbeweidet, steil, eben) der aufgelichteten Waldparzelle für *Cypripedium calceolus*?
- Welche Massnahmen können empfohlen werden, um künftig eine Annäherung an geeignete Standortbedingungen für *Cypripedium calceolus* und anderen Lichtwald-Arten zu erreichen?

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der biogeografischen Region des Mittellandes (Louis, 2015) auf 630 m.ü.M in einem Waldstück oberhalb der St.Gallischen Gemeinde Zuckenriet (Geoportal, 2020b). Die jährliche Niederschlagsmenge für die Region beträgt 870 mm im Jahr, die Jahresdurchschnittstemperatur befindet sich bei 12 °C (Meteoblue, 2020). Im Gebiet Schlipf liegt der Mergel auf einer wasserundurchlässigen Tonschicht (swisstopo, 2020), wodurch Wasser durch das Profil drückt (Schneider, 2012) und die Akkumulation von Nährstoffen verhindert (swisstopo, 2020). Dies schafft magere, kalkhaltige Standorte (swisstopo, 2020), welche ohne diese geologischen Voraussetzungen, aufgrund der atmosphärischen Stickstoffdeposition von 40 kg / ha und Jahr in der Region (Stand 2015), nicht möglich wären (BAFU & Meteotest 2015; swisstopo 2020). Die südexponierte Lage, das geringe Nährstoffspeichervermögen und Störung durch abbröckelnden Mergel ermöglichen eine hohe Artenvielfalt (Bollmann 2011; BAFU 2015), welche sich insbesondere auf der Referenzfläche Parzelle 1057 (Abb. 1) durch einen hohen Pflanzen- und Orchideenreichtum zeigt. Allein auf diesen 1.3 ha kommen 10 Orchideenarten vor: *Cephalanthera longifolia*, *C.damasonium*, *C.rubra*, *Epipactis atrorubens*, *E.helleborine*, *Orchis purpurea*, *Neottia nidus-avis*, *Dactylorhiza fuchsii* und *Listera ovata* (Schneider, 2017). Wie auch die beiden, bis 2011, letzten natürlich gewachsenen Exemplare von *Cypripedium calceolus* der Region (Schneider, 2012), welche bis 2018 durch Pflanzungen von 115 vorgezogenen *Cypripedium calceolus* ergänzt wurden (Schneider, 2018). Jedoch sind nutzungsbedingte Auflichtung und Abführung von Biomasse wichtige Voraussetzungen für den Erhalt dieser grossen Vielfalt (Bollmann, 2011). Dies zeigt sich bei der Betrachtung der rund 1 ha grossen Nachbar-Parzelle 1063 (Abb. 1), auf welcher der Fokus der Arbeit liegt. Über Jahrzehnte ausbleibende Bewirtschaftung liess die Sukzession fortschreiten. Der lichte Wald von einst verdichtete sich, Invasivpflanzen vornehmlich *Impatiens glandulifera*, *Cirsium vulgare*, *Rubus fruticosus* und *Pteridium aquilinum* überwucherten die Parzelle und die Arten der lichten Wälder verschwanden (Schneider 2012, 2017).

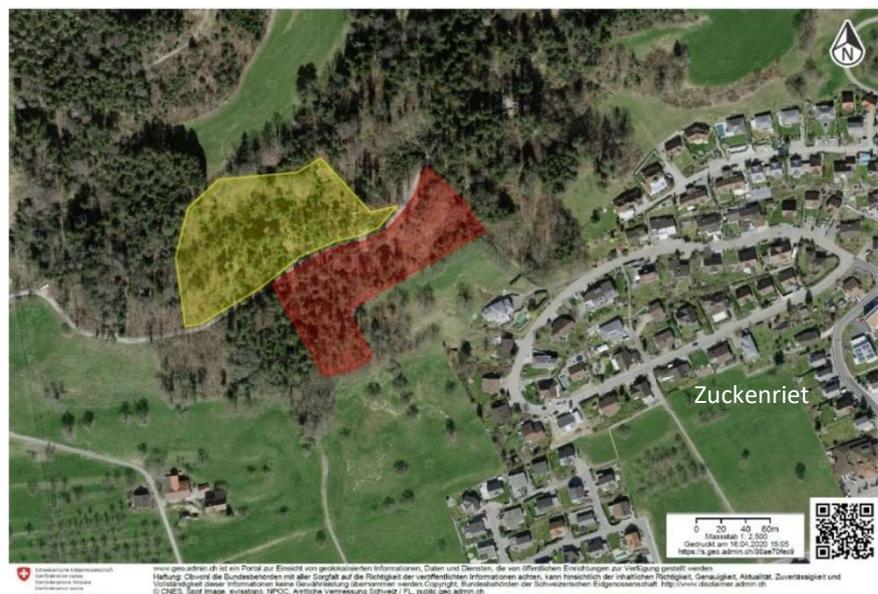


Abb. 1 Das Untersuchungsgebiet mit der maschinell aufgelichteten und beweideten Parzelle 1063 (rot) und der artenreiche Parzelle 1057 (gelb) mit dem bis 2011 letzten, natürlichen *Cypripedium calceolus* Vorkommen der Region. Die Parzellen liegen nordwestlich der Gemeinde Zuckenriet (SG) (swisstopo, 2020 verändert).

Aufgrund der günstigen Exposition, der geologischen Voraussetzungen und der Nähe zur orchideenreichen Parzelle 1057, wurde das Rückführungsprojekt der Parzelle 1063 zu einem Orchideenwald gestartet. Seit der starken Auflichtung und der aufwändigen mechanischen Säuberung der überwucherten Parzelle im Jahr 2012, zeigt sich durch die jährliche Pflege und den verringerten Biomasseneintrag eine beginnende Verschiebung der Vegetation in Richtung Trockenwiesen-Arten mit Zeigerarten wie *Briza media* oder *Euphorbia cyparissias* und der ersten spontanen Ansiedlung einer *Orchis purpurea* im Jahr 2015 (Schneider, 2017). Im Mai 2020 konnten während den Vegetationsaufnahmen neben *Orchis purpurea* bereits weitere Orchideenarten wie *Listera ovata* und *Cephalanthera longifolia* beobachtet werden. Die Wiesenfläche und der steile Waldhang, welcher als Platterbsen-Buchenwald mit Schlawer Segge (*Lathyrus-Fagetum caricetosum flacca*) klassiert ist (Geoportal, 2020b), bedürfen jedoch auch weiterhin der Pflege für die Rückführung zu einem vielfältigen Orchideenstandort. Denn bereits ein Jahr nach der letzten Beweidung zeigt der steil abfallende Waldhang erneut einen urwaldähnlichen Charakter durch eine üppige, jedoch vielfältige Strauchschicht und den Bewuchs von *Tamus communis*, *Hedera helix* und *Clematis vitalba* (Abb. 4). Auf den Abbildungen 2-5 sind die unterschiedlichen Vegetationsstrukturen der untersuchten Flächen erkennbar.



Abb. 2 Beweidete Fläche (BF), mit *Aquilegia vulgaris* und *Euphorbia cyparissias*.



Abb. 3 Blick auf den flachen Bereich der beweideten (B) und nicht beweideten Fläche (NB). Beide im hinteren Teil durch einen Bestand von *Pteridium aquilinum* geprägt.



Abb. 4 Überwucherte beweidete Fläche im steilen Abhang (BS)



Abb. 5 Referenzfläche mit *Cypripedium calceolus* vorkommen.

## 2.2 Vorgehen

Die untersuchte Fläche auf Parzelle 1063 wurde für die Erfolgskontrolle in die Straten "beweidet" / "nicht beweidet" (jedoch mechanisch gepflegt) und "steil" / "flach" unterteilt, mit je vier Plots pro Strate (Abb. 6). Die 16 Plots sind zufällig stratifiziert, anhand im GIS SG (Geoportal, 2020b) generierter Zufallspunkte. Auf Parzelle 1057 wurden ebenfalls Vegetationsaufnahmen auf je drei subjektiv gewählten 10 m<sup>2</sup> Plots durchgeführt (Abb. 6), mit dem Ziel die Standortbedingungen und Pflanzengesellschaften in denen *Cypripedium calceolus* auf diesen Flächen vorkommt zu erfassen und mit den "beweidet" / "nicht beweidet" Flächen der Parzelle 1063 statistisch zu vergleichen.

Die Vegetationsaufnahmen aller Flächen fanden zwischen dem 18. und 29.05.20 statt. Anschliessend wurde dieselbe Fläche wie bereits 2018, von sechs Ziegen unterschiedlicher Rasse beweidet. Die Zweitaufnahmen mit der Erhebung des qualitativen und quantitativen Ziegenfrasses (Kap. 2.4) erfolgten Mitte Juni 2020, nach der 12 tägigen Beweidung.

Zusätzlich erhobene Parameter zur Bestimmung der spezifischen Standortbedingungen auf den Versuchsflächen sind in (Tab. 1) ersichtlich. Denn die pflanzensoziologische Zusammensetzung der Arten, insbesondere Indikatorpflanzen jedoch auch die gemittelten Zeigerwerte widerspiegeln biotische und abiotische Bedingungen und Einflüsse, welche für die Präsenz oder Absenz von Arten von Bedeutung sein können (Pott & Hüppe 2007; Landolt 2010).

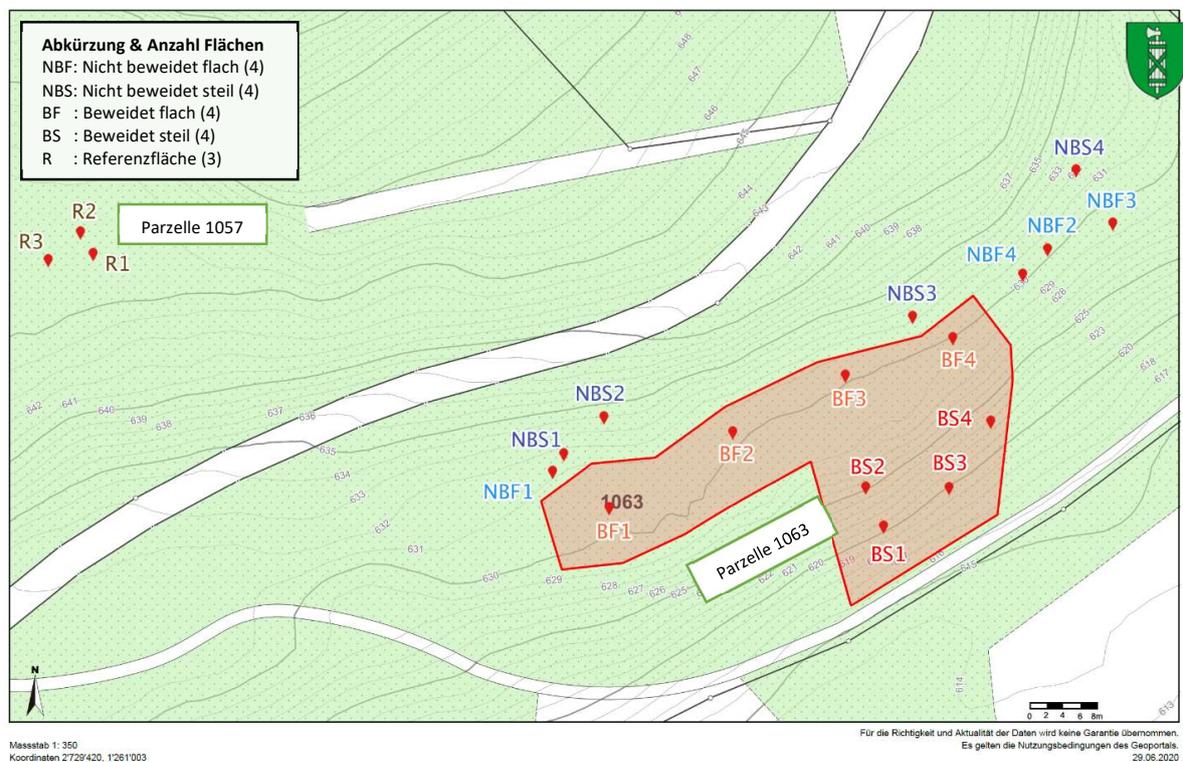


Abb. 6 Überblick des Versuchsperimeters mit den 10 m<sup>2</sup> grossen, stratifizierten Plots der Versuchsfläche (Legende) und dem rot hinterlegten beweideten Teil der Parzelle 1063. Oben links die Plots der Referenzfläche auf Parzelle 1057. Grün gekennzeichnet, die Waldfläche (Geoportal 2020b, verändert).

Tab. 1 Übersicht aller je Aufnahme­fläche erhobener und berechneter Variablen.

Gemessene Variablen	Berechnete Variablen
Besonnung [Min.]	Mittlere tägliche Sonneneinstrahlung während der Vegetationsperiode (Mai – Sept.)
Standardisierte Krautschichthöhe [cm] (3 x pro Plot )	Mittlere Standardisierte Krautschichthöhe
Deckung Streu [%]	-
Deckung Moos [%]	-
Offene Bodenstellen [%]	-
Arten und deren Deckung [%]	Gewichtete Temperaturzahl
	Gewichtete Kontinentalitätszahl
	Gewichtete Lichtzahl
	Gewichtete Feuchtezahl
	Gewichtete Wechselfeuchtezahl
	Gewichtete Reaktionszahl
	Gewichtete Nährstoffzahl
	Gewichtete Humuszahl
	Gewichtete Konkurrenz­zahl
	Gewichtete Ruderalzahl
	Stetigkeit
	Jaccard-Koeffizient (Plots B & NB)
	Artenzahl
Shannon-Index	
Shannon-Evenness	
pH	
Boden-Leitfähigkeit [µS]	

Für die Ermittlung der Himmelsrichtung sowie der Messung der Hangneigung wurde die Clinometer App von Smart Tool Factory, Version 1.5.1 von 2018 verwendet. Die Beurteilung der Besonnung erfolgte mittels Horizontoskop (Tonne, 1954).

Die Erfassung der vorkommenden Arten und deren Deckungsgrad, die Ermittlung der gewichteten Zeigerwerte nach Landolt (Landolt et. al., 2010) sowie die Berechnung des Shannon-Index, Shannon Evenness und der Stetigkeit der einzelnen Arten in den Aufnahme­flächen fanden im Programm VEGEDAZ (Küchler, 2019), unter Verwendung der aktuellsten für die Schweiz gültigen Taxonomie Check17, statt (Info flora, 2017).

Für die Messung von pH und Leitfähigkeit wurden 10 g der luftgetrockneten, zerriebenen Mischprobe eines Plots eingewogen, mit 25 ml destilliertem Wasser aufgespritzt und während 30 Min. mehrfach von Hand geschüttelt. Nach einer 30-minütigen Ruhepause wurden die Werte mit dem «Tragbaren pH-/Leitfähigkeits- (EC)-/TDS-/Temperatur-Messgerät HI 991300» von Hanna Instruments dreifach gemessen und anschliessend

gemittelt. Die Genauigkeit der pH Messungen beträgt  $\pm 0.01$  pH, jene der Leitfähigkeit 2 % des Messbereichs (Hanna Instruments, o. J.).

Der pH-Wert wird anhand der Wasserstoff-Ionenkonzentration gemessen, wobei  $\text{pH} < 7$  eine saure,  $\text{pH} > 7$  eine basische Lösung anzeigt. Als wichtige Kenngrösse lässt der pH Wert Rückschlüsse auf Bodenentwicklung und Standortbedingungen zu und beeinflusst sowohl die Verfügbarkeit von Nährstoffen für Pflanzen wie auch die Aktivität der Bodenlebewesen (Amelung et al., 2018).

Mit der Messung der Bodenleitfähigkeit (EC) wird der Nährstoffgehalt des Bodens ermittelt, wobei der EC-Wert als Summenparameter keine Aussagen zum Gehalt einzelner Nährstoffe macht (Langner, 2018). Die Messung basiert auf der elektrischen Leitfähigkeit, der im Boden gelösten Nährstoffe, welche als Elektrolyte wirken. Dabei gilt je mehr Nährstoffe im Boden desto höher die Leitfähigkeit. Wobei diese zusätzlich durch Bodentextur, Salzgehalt und Feuchtigkeit beeinflusst wird und mit zunehmendem Ton-, Salz- und Wasseranteil des Bodens steigt (Fourie, 2020).

## 2.3 Vegetationsaufnahmen

Mit einer Kreisfläche von 10 m<sup>2</sup> entsprechen Fläche und Form der Vegetationsaufnahmen den Standards der Schweizer Biomonitoringprojekte (BAFU, 2017b), womit vergleichbare Daten erhoben wurden (Abb. 7). Die Koordinaten (Anhang H) der einzelnen Aufnahmeflächen wurden im Mittelpunkt der Kreisfläche mit dem GeoExplorer®6000 Series von Trimble (Trimble, 2012) eingemessen und abgespeichert. Die Genauigkeit der Koordinaten bewegte sich im Wald bei  $\pm 4$  m. Um das Wiederauffinden der Plots zu gewährleisten, wurde deren Mittelpunkt mit einem 4 Magnete enthaltenden, vergrabenen Rohr markiert und für die Zweitaufnahmen mit dem Schonstedt xt GA-92 Magnetsuchgerät wieder aufgesucht. Die Magnete wurden nach der Arbeit nicht entfernt, um das einwandfreie Wiederauffinden der Plots auch für künftige Erfolgskontrollen zu gewährleisten.

Die Erfassung der floristischen Zusammensetzung erfolgte auf Art Ebene, die Deckungsschätzung von Moos, Streu, offenen Bodenstellen und Pflanzenarten wurde in Prozent vorgenommen. Zur Bestimmung der Pflanzenarten dienten die Flora Helvetica (Lauber et al., 2018), die Flora Vegetativa (Eggenberg & Möhl, 2013), die Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz (Binz & Heitz, 1990), die Rothmaler Exkursionsflora von Deutschland (Jäger et al., 2017) sowie die Bestimmungs-Apps Flora Incognita (TU Ilmenau, 2020) und iGräser (Krüsi et al., 2014).



*Abb. 7 Die 10 m<sup>2</sup> grossen Aufnahmeflächen entsprechen in Form und Grössen den Schweizer Biomonitoring Projekten. Hier exemplarisch Aufnahmefläche BF1 (Beweidet flach).*

## 2.4 Statistische Auswertungen

Für die Auswertungen wurden die Plots in die Grossgruppen "Beweidet" (B), "Nicht beweidet" (NB) und "Referenzflächen" (R) gegliedert. Sowie in Kleingruppen unterteilt durch Beifügung der jeweiligen Stratifizierung (flach / steil): "Beweidet steil" (BS), "Beweidet flach" (BF), "Nicht beweidet steil" (NBS), "Nicht beweidet flach" (NBF).

Nach der Erfassung der vorkommenden Pflanzenarten wurden mit dem Programm VEGEDAZ (Küchler, 2019) die gewichteten Zeigerwerte (Landolt et. al., 2010), der Shannon-Index und Shannon Evenness für jede Aufnahmefläche berechnet, die Stetigkeit der einzelnen Arten erhoben und eine Ähnlichkeitsmatrix nach Jaccard (1902) erstellt. Diese berechnet die floristische Ähnlichkeit der Aufnahmeflächen anhand der Präsenz und Abwesenheit von Arten ohne Berücksichtigung des Deckungsgrades der jeweiligen Art (Trempe, 2005) und diente dem Vergleich der floristischen Zusammensetzung der 19 untersuchten Aufnahmeflächen.

Für den statistischen Vergleich der Plots wurden der Shannon-Index, welcher die Diversität unter Berücksichtigung von Artenzahl und Abundanz, sowie der Shannon-Evenness verwendet. Dieser ermittelt die Gleichmässigkeit der Verteilung der Arten innerhalb einer Aufnahme. Gemeinsam liefern die beiden Indizes wichtige Informationen zur Diversität und Struktur einer Aufnahme (Trempe, 2005).

Die Auswertungen der absoluten Stetigkeit (S) erfolgte in MS Excel, wobei die Arten in die fünf Stetigkeitsklassen (SK) unterteilt wurden (Tab. 2). Für den Vergleich von NB mit B sowie NB & B mit R wurden nur die Arten der beiden höchsten SK (V & IV) berücksichtigt.

Tab. 2 Einteilung der absoluten Stetigkeit in Stetigkeitsklassen.

Absolute Stetigkeit (S)	Stetigkeitsklasse (SK)
> 80 – 100 %	V
> 60 – 80 %	IV
> 40 – 60 %	III
>20 – 40 %	II
> 0 – 20 %	I

Die signifikanten Unterschiede der Mittelwerte aller erhobenen Parameter (Tab. 1) wurden anhand einfaktorieller ANOVAs in R Studio ermittelt. Mit den Kleingruppen (NBF, NBS, BF & BS) als unabhängige Variable und den Parametern aus Tab. 1 als abhängige Variablen. Die Lokalisierung der signifikanten  $p$ -Werte (Signifikanzniveau  $\alpha = 0.05$ ) innerhalb der Kleingruppen, erfolgte mit anschliessendem Post-hoc Test (Tukey) und dem R-Paket Agricolae.

Signifikante Ergebnisse aus den ANOVAs wurden anhand von Boxplots visualisiert und tabellarisch mit Ergebnissen aus dem Tukey-Test ergänzt. Für die signifikanten Ergebnisse gilt  $p$ -Wert \* (signifikant;  $< 0.05$ ), \*\* (hoch signifikant;  $< 0.01$ ), \*\*\* (sehr hoch signifikant;  $< 0.001$ ). Oberhalb der Grafik finden sich jeweils die Gruppenzugehörigkeit (Kleinbuchstaben a-c) gemäss Tukey-Test sowie bei logarithmischer Skalierung die Mittelwerte

der untersuchten Kleingruppen (siehe S. 16; Abb.10). Eine unterschiedliche Gruppenzugehörigkeit nach Tukey-Test ist gleichbedeutend mit signifikanten Unterschieden zwischen den verglichenen Kleingruppen (Childs, 2018).

Um die multivariate Beziehung zwischen der Artenzusammensetzung in den Plots und den untersuchten Umweltvariablen sowie die Interaktion zwischen den Umwelteinflüssen darzustellen, wurde abschliessend in R eine kanonische Ordination (CCA) (Leyer & Wesche, 2007), mit den signifikanten Umweltvariablen aus den ANOVAs, berechnet.

Zur Überprüfung der Eignung der untersuchten Flächen NBF, NBS, BF & BS für das Vorkommen von Lichtwaldarten wurden, stellvertretend für diese Pflanzengruppe, die Zeigerwerte der Schirmart *Cypripedium calceolus* verwendet. Und anhand von ANOVAs, mit den Mittelwerten der Zeigerwerte der obigen Flächen, auf signifikante Unterschiede überprüft. Dabei wurden die in der Flora indicativa (Landolt, 2010) angegebenen Variationen der Zeigerwerte für *Cypripedium calceolus* berücksichtigt, z.B. ist die Reaktionszahl mit "4 I" angegeben, womit diese um  $\pm$  eine Stufe variieren kann. Gerechnet wurde mit folgenden Zeigerwerten für *Cypripedium calceolus*: 3.5-3-3 2-3.5-2.5 sowie der Humuszahl 2.5 und der Durchlüftungszahl 3 (Landolt, 2010).

## 2.5 Quantitative und qualitative Erhebung des Ziegenfrasses

Auf den beweideten Aufnahmeflächen (B) wurden die Moos- und Streudeckung sowie die Anteile offener Bodenstellen nach der Beweidung erneut in Prozent erfasst und quantitativ in Excel anhand der prozentuellen Abnahme ausgewertet. Die Erhebung von Frass und Verbiss der krautigen Pflanzen erfolgte hingegen anhand der Kriterien "präsent" / "absent" mit nachfolgender Auswertung der Abnahme des absoluten Vorkommens. Kam eine Art vorher in sechs, danach nur noch in einem der acht Plots vor, erfolgte somit eine Abnahme des absoluten Vorkommens um 62.5 %.

Zudem fand auf dem gesamten beweideten Teil des Untersuchungsperimeters eine qualitative Erhebung der Frassschäden an Gehölzen anhand der Kriterien in Tab. 3 statt. Wobei für jede Gehölzart erhoben wurde, ob und an welchen Gehölzteilen durch die Ziegenbeweidung Schäden entstanden sind sowie ob diese für das Gehölz verkraftbar oder letal waren.

Tab. 3 Kategorien zur Quantifizierung der durch die Ziegen verbissenen Gehölze.

Gehölz Art	Schäden		Schäden an...				Für das Gehölz...	
	Ja	nein	Knospen	Blätter	Zweigen	Rinde	verkraftbar	letal
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						

### 3. Resultate

#### 3.1 Unterschiede zwischen den 2018 beweideten B, den NB und den R Flächen

Gesamthaft wurden 104 Arten auf den 19 Aufnahme­flächen erfasst (Anhang A). 70 auf den acht NB Plots, 65 auf den acht B Flächen und 56 auf den drei Plots von R. Dabei wies B neun, R & NB je acht Vorkommen wertvoller, gefährdeter, potenziell gefährdeter oder geschützter Arten auf (Tab. 4 & Anhang B) (Info flora, 2020a). Ausserhalb der Plots kamen in unmittelbarer Nähe zu R viele weitere geschützte oder gefährdete Arten vor, wie z.B. *Dactylorhiza maculata*, *Neottia nidus-avis*, *Cephalanthera rubra* oder *Vincetoxicum hirundinaria*.

Tab. 4 Gefährdete, potentiell gefährdete oder geschützte in den Plots vorkommende Arten, sowie einige im Kanton St.Gallen (SG) ganz oder teilweise (tlw.) unter Schutz stehende Pflanzen (Info flora, 2020a). Im unteren Tabellenbereich weitere wertvolle Arten nach Gasser (2012).

Art	Gefährdung CH	Gefährdung M	Schutz	NBF	NBS	BF	BS	R
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	LC	NT	SG tlw.			x		x
<i>Cephalanthera longifolia</i>	LC	NT	CH			*		
<i>Cypripedium calceolus</i> L.	VU	EN	CH					x
<i>Daphne mezereum</i> L.	LC	LC	SG		x			x
<i>Lamium album</i> L.	LC	NT	SG tlw.			x		
<i>Lilium martagon</i> L.	LC	NT	CH	x				x
<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	LC	LC	CH	*		x		x
<i>Orchis purpurea</i> Huds.	VU	VU	CH	*			x	*
<b>Weitere Wertvolle Arten</b>								
<i>Euphorbia cyparissias</i>						x		
<i>Illex aquifolium</i>					x		x	x
<i>Rosa arvensis</i>				x	x	x	x	
<i>Molinia arundinacea</i>					x			x
Wertvollen Arten total				4	4	6	3	8

LC: Nicht gefährdet NT:Potentiell gefährdet VU: Gefährdet EN: Stark gefährdet M: Mittelland

\* Vorkommen ausserhalb der Plots, jedoch in unmittelbarer Nähe davon

Tab. 5 Übersicht der prozentuellen Verteilung der ökologischen Gruppen auf den Vergleichsflächen

Übersicht ökologische Gruppe	NB	B	R
Fettwiesenarten [%]	10	8	4
Magerwiesenarten [%]	0	2	0
Ruderalarten [%]	4	5	0
Waldpflanzen [%]	60	54	63

Insgesamt wiesen alle Flächen eine ähnliche Verteilung der ökologischen Gruppen auf (Tab. 5), wobei über die Hälfte aller auf den Aufnahme­flächen vorkommenden Arten den Wald­pflanzen angehörten. B zeigte die heterogenste Zusammensetzung ökologischer Gruppen, wies gar eine Magerwiesenart (*Euphorbia cyparissias*) auf und verfügte über einen unwesentlich höheren Anteil an Ruderalarten, im Vergleich zu R & NB (Tab. 5).

Die Ähnlichkeitsmatrix nach Jaccard zeigte mit 61 % die höchste floristische Übereinstimmung für BS1 & BS2 (Tab. 6). Eine Ähnlichkeit von 50 - 59 % wiesen insbesondere NB Plots gleicher Stratifizierung auf sowie die nahe beieinander liegenden Plots von R. Allgemein ergaben sich Übereinstimmungen > 40 % grösstenteils bei

Plots gleicher Stratifizierung (steil / flach). Ähnlichkeiten zwischen NB & B Plots traten in 8 der 16 Fälle auf, solche zu R lediglich in einem Fall (R2 / BF2, 44%).

Tab. 6 Die Jaccard-Ähnlichkeitsmatrix stellt die floristische Ähnlichkeit der Aufnahmeflächen dar, wobei das Vorkommen einer Art, nicht jedoch deren Deckungsgrad berücksichtigt wird. Die floristischen Ähnlichkeiten > 40 % (0.4) sind farblich hervorgehoben.

Aufnahmen	NBF1	NBF2	NBF3	NBF4	NBS1	NBS2	NBS3	NBS4	BF1	BF2	BF3	BF4	BS1	BS2	BS3	BS4	R1	R2	R3
<b>NBF1</b>	1.00	0.21	0.23	0.22	0.43	0.37	0.27	0.38	0.22	0.45	0.10	0.14	0.55	0.48	0.39	0.36	0.19	0.31	0.27
<b>NBF2</b>	0.21	1.00	0.50	0.56	0.26	0.27	0.30	0.25	0.33	0.35	0.37	0.45	0.22	0.20	0.19	0.30	0.30	0.30	0.21
<b>NBF3</b>	0.23	0.50	1.00	0.53	0.26	0.27	0.26	0.21	0.33	0.31	0.29	0.41	0.21	0.14	0.22	0.30	0.27	0.26	0.21
<b>NBF4</b>	0.22	0.56	0.53	1.00	0.27	0.24	0.27	0.26	0.33	0.39	0.37	0.36	0.19	0.18	0.21	0.27	0.25	0.30	0.17
<b>NBS1</b>	0.43	0.26	0.26	0.27	1.00	0.42	0.50	0.31	0.21	0.44	0.19	0.21	0.37	0.41	0.44	0.36	0.29	0.29	0.28
<b>NBS2</b>	0.37	0.27	0.27	0.24	0.42	1.00	0.39	0.37	0.25	0.44	0.13	0.21	0.35	0.39	0.32	0.35	0.27	0.33	0.26
<b>NBS3</b>	0.27	0.30	0.26	0.27	0.50	0.39	1.00	0.31	0.21	0.34	0.18	0.27	0.20	0.22	0.36	0.38	0.21	0.26	0.20
<b>NBS4</b>	0.38	0.25	0.21	0.26	0.31	0.37	0.31	1.00	0.19	0.29	0.12	0.22	0.36	0.30	0.24	0.27	0.17	0.24	0.19
<b>BF1</b>	0.22	0.33	0.33	0.33	0.21	0.25	0.21	0.19	1.00	0.23	0.28	0.30	0.23	0.13	0.09	0.21	0.29	0.25	0.28
<b>BF2</b>	0.45	0.35	0.31	0.39	0.44	0.44	0.34	0.29	0.23	1.00	0.24	0.26	0.30	0.38	0.32	0.34	0.33	0.44	0.27
<b>BF3</b>	0.10	0.37	0.29	0.37	0.19	0.13	0.18	0.12	0.28	0.24	1.00	0.38	0.11	0.09	0.11	0.22	0.16	0.15	0.16
<b>BF4</b>	0.14	0.45	0.41	0.36	0.21	0.21	0.27	0.22	0.30	0.26	0.38	1.00	0.15	0.06	0.20	0.27	0.22	0.24	0.19
<b>BS1</b>	0.55	0.22	0.21	0.19	0.37	0.35	0.20	0.36	0.23	0.30	0.11	0.15	1.00	0.61	0.30	0.29	0.23	0.36	0.25
<b>BS2</b>	0.48	0.20	0.14	0.18	0.41	0.39	0.22	0.30	0.13	0.38	0.09	0.06	0.61	1.00	0.29	0.22	0.21	0.31	0.18
<b>BS3</b>	0.39	0.19	0.22	0.21	0.44	0.32	0.36	0.24	0.09	0.32	0.11	0.20	0.30	0.29	1.00	0.48	0.15	0.27	0.14
<b>BS4</b>	0.36	0.30	0.30	0.27	0.36	0.35	0.38	0.27	0.21	0.34	0.22	0.27	0.29	0.22	0.48	1.00	0.15	0.20	0.13
<b>R1</b>	0.19	0.30	0.27	0.25	0.29	0.27	0.21	0.17	0.29	0.33	0.16	0.22	0.23	0.21	0.15	0.15	1.00	0.51	0.46
<b>R2</b>	0.31	0.30	0.26	0.30	0.29	0.33	0.26	0.24	0.25	0.44	0.15	0.24	0.36	0.31	0.27	0.20	0.51	1.00	0.43
<b>R3</b>	0.27	0.21	0.21	0.17	0.28	0.26	0.20	0.19	0.28	0.27	0.16	0.19	0.25	0.18	0.14	0.13	0.46	0.43	1.00

Übereinstimmung: ● 40 - 49%      ● 50 - 59%      ● > 60%

Der Vergleich der stetigsten Pflanzen auf den NB, B & R Plots für die Stetigkeitsklasse (SK) IV & V zeigten ebenfalls eine hohe Übereinstimmung der Arten zwischen NB & B Plots und eine geringere zu R (Tab. 7). Wobei einzig *Rubus fruticosus* auf allen 19 Plots vorkam. R wies insgesamt 33 Arten (Anhang C) der SK IV oder V auf, dargestellt sind nur jene aus SK V (Tab. 7).

Tab. 7 Vergleich der Arten der beiden höchsten Stetigkeitsklassen (IV & V) für NB, B & R. Grau hinterlegt, Arten welche nur in einer Gruppe innerhalb dieser Stetigkeitsklasse (SK) vorkamen. SK V: «Hochstete Arten», mit Stetigkeit (S) > 80 -100 % / SK IV: «Sehr stete Arten» mit S > 60 – 80 %, Frequenz (FQ).

NB Plots					B Plots					R Plots							
	Anzahl	8	FQ	S [%]	SK		Anzahl	8	FQ	S [%]	Sk		Anzahl	3	FQ	SK [%]	Sk
<i>Rubus fruticosus</i> aggr.	8	100	V			<i>Rubus fruticosus</i> aggr.	8	100	V			<i>Ajuga reptans</i> L.	3	100	V		
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	8	100	V			<i>Hedera helix</i> L.	7	87.5	V			<i>Anemone nemorosa</i> L.	3	100	V		
<i>Anemone nemorosa</i> L.	8	100	V			<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	7	87.5	V			<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	3	100	V		
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	8	100	V			<i>Corylus avellana</i> L.	6	75	IV			<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	3	100	V		
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	7	87.5	V			<i>Anemone nemorosa</i> L.	6	75	IV			<i>Carex flacca</i> Schreb.	3	100	V		
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	6	75	IV			<i>Carex flacca</i> Schreb.	6	75	IV			<i>Carex montana</i> L.	3	100	V		
<i>Viola reichenbachiana</i> Boreau	6	75	IV			<i>Fraxinus excelsior</i> L.	6	75	IV			<i>Carex sylvatica</i> Huds.	3	100	V		
<i>Carex flacca</i> Schreb.	6	75	IV			<i>Galium sylvaticum</i> L.	6	75	IV			<i>Cypripedium calceolus</i> L.	3	100	V		
<i>Clematis vitalba</i> L.	6	75	IV			<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	5	62.5	IV			<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	3	100	V		
<i>Stachys sylvatica</i> L.	6	75	IV			<i>Carex sylvatica</i> Huds.	5	62.5	IV			<i>Fragaria vesca</i> L.	3	100	V		
<i>Hedera helix</i> L.	5	62.5	IV			<i>Tamus communis</i> L.	5	62.5	IV			<i>Hedera helix</i> L.	3	100	V		
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	5	62.5	IV			<i>Viola reichenbachiana</i> Boreau	5	62.5	IV			<i>Ligustrum vulgare</i> L.	3	100	V		
<i>Galium sylvaticum</i> L.	5	62.5	IV			<i>Geum urbanum</i> L.	5	62.5	IV			<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	3	100	V		
<i>Lamium galeobdolon</i> ssp. <i>montanum</i> (Pers.) Hayek	5	62.5	IV			<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	5	62.5	IV			<i>Paris quadrifolia</i> L.	3	100	V		
												<i>Rubus fruticosus</i> aggr.	3	100	V		
												<i>Taraxacum officinale</i> aggr.	3	100	V		
												<i>Viola reichenbachiana</i> Boreau	3	100	V		

Einige krautige Arten kamen einzig auf B & NB oder einzig auf R vor (Tab. 8), berücksichtigt wurden je mit Frequenz ≥ 2. Dabei wiesen 47 % der einzig auf B & NB (Tab. 8) vorkommenden Arten eine Nährstoffzahl (N) von 4 - 5 auf und zeigten somit nährstoffreiche Verhältnisse an. Wobei die Nährstoffverhältnisse lokal

variieren, wie das gleichzeitige Vorkommen von *Euphorbia cyparissias* oder *Oxalis acetosella* zeigte, welche nährstoffarme Böden bevorzugen (beide mit N 2). Die einzig auf R vorkommenden Arten (Tab. 8) wiesen hingegen mit Zeigerwerten der Nährstoffzahl 2 & 3 auf nährstoffärmere Standortbedingungen hin.

Tab. 8 Krautige Arten mit Frequenz  $\geq 2$ , welche nur auf B & NB oder nur auf R vorkamen. Daneben ergänzt die Zeigerwerte nach Landolt (Info flora, 2020a).

Nur auf B & NB	Zeigerwerte	Nur auf R	Zeigerwerte
<i>Atropa bella-donna</i> L.	2+ 44-33+2	<i>Carex ferruginea</i> Scop.	3+43-422
<i>Carex pallescens</i> L.	3w+23+333	<i>Carex montana</i> L.	2+w42-334
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	3w+34+33+3	<i>Cypripedium calceolus</i> L.	3w42-33+3
<i>Dactylis glomerata</i> L.	334+ 443	<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.	4+w+43-33+2
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	242-334	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt	3w22-133
<i>Galium album</i> Mill.	3w34-33+3	<i>Sanicula europaea</i> L.	343-23+2
<i>Galium aparine</i> L.	3w35+33+3	<i>Vicia cracca</i> L.	3w+33-33+3
<i>Holcus lanatus</i> L.	3w33-43+3		
<i>Lamium galeobdolon</i> subsp. montanum (Pers.) Hayek	3+33-132		
<i>Origanum vulgare</i> L.	243-33+4		
<i>Oxalis acetosella</i> L.	322-133		
<i>Plantago lanceolata</i> L.	2+w33+433		
<i>Rubus idaeus</i> L.	3w34-333		
<i>Sonchus asper</i> Hill	3+34+43+3		
<i>Veronica officinalis</i> L.	222-333		

Nachfolgend sind die signifikanten Ergebnisse der ANOVAs und der post-hoc Tests (Tukey) für die jeweiligen Umweltvariablen dargestellt. Die Kleinbuchstaben am oberen Grafikrand visualisieren die Gruppenzugehörigkeit (nach Tukey). Die  $p$ -Werte ( $p$  adj) der getesteten Kombinationen sind rechts in der Grafik dargestellt, wobei signifikante Werte mit \* markiert sind. Eine Übersicht der Mittelwerte aller Parameter und deren Testergebnis (ANOVA) befinden sich in Anhang D1.

Die Einfaktorielle ANOVA ergab auf R mit durchschnittlich 35 Arten, eine signifikant höhere und auf BS mit 17 Arten, eine signifikant tiefere Artenzahl im Vergleich zu allen anderen Gruppen. (ANOVA  $F=21.14$ ;  $d.f.=4,14$ ;  $8.18e-06$  \*\*\*). BF, NBF & NBS gehören derselben Gruppe "b" an und wiesen keine wesentlichen Unterschiede auf (Abb. 8).

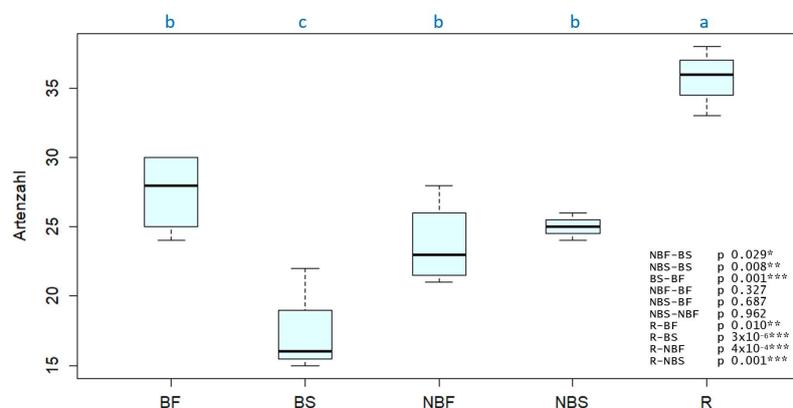


Abb. 8 Der Vergleich der Artenzahl zeigte für R eine signifikant höhere und für BS eine signifikant tiefere Artenzahl als für alle anderen Kleingruppen.

Der Shannon-Index unterschied sich einzig signifikant zwischen NBS und dem um 0.6 höheren Wert von R (Tukey,  $p = 0.033$ ) (Abb. 9).

Der Shannon-Evenness zeigte hingegen für alle Kleingruppen eine hohe Gleichverteilung der Arten ohne signifikante Unterschiede (Anhang D1).

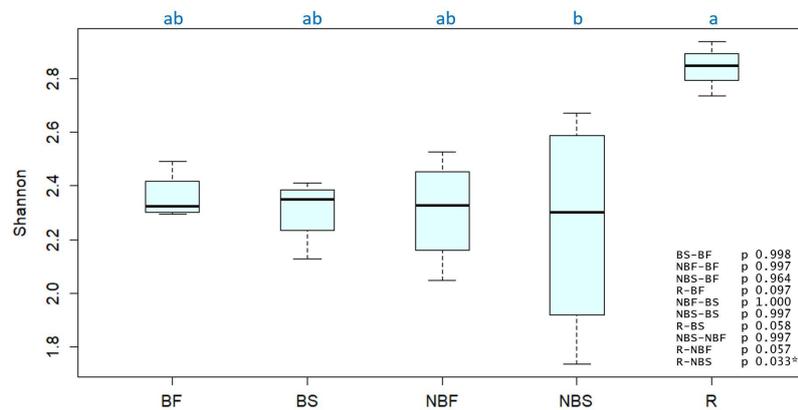


Abb. 9 Der signifikante Unterschied der ANOVA ( $F=3.512$ ;  $d.f.=4,14$ ;  $0.035$  \*) lag im signifikant höheren Shannon Wert von R, im Vergleich zu jenem von NBS.

Bei der Deckung unterschieden sich die Kleingruppen nicht signifikant in der Gesamtdeckung, den offenen Bodenstellen und den Anteilen der Moosdeckung (Anhang D1).

Hingegen zeigte sich bei der Streudeckung ein signifikanter Unterschied zwischen den Werten von BF, welche um 50 % tiefer lagen als jene von BS, mit  $p=0.016$  \* (Tukey) und vorgängiger ANOVA:  $F=5.65$ ;  $d.f.=4,14$ ;  $0.006$  \*\*.

Wie im log10 Boxplot (Abb. 10) ersichtlich lag die Streudeckung der anderen Kleingruppen ebenfalls höher als auf BF. Jedoch mit grosser Streuung um den Mittelwert und deutlich nach unten verlängerten Whiskers, wodurch die Unterschiede der Mittelwerte nicht signifikant ausfielen.

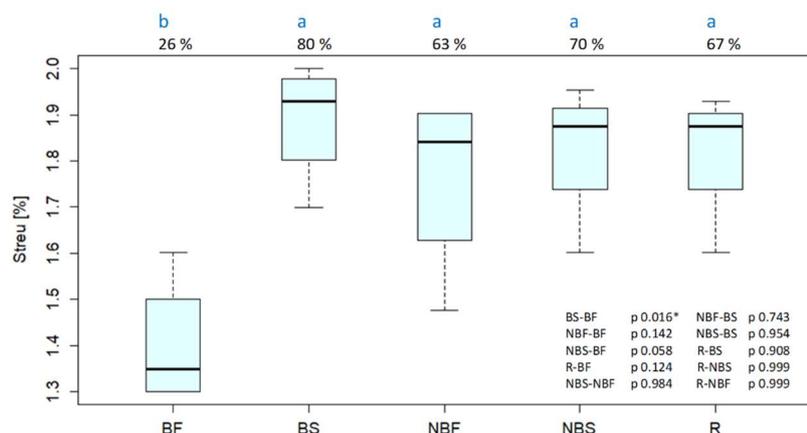


Abb. 10 Ein signifikanter Unterschied der Streudeckung ergab sich einzig zwischen BF & BS. Dies trotz der ebenfalls hohen Mittelwerte der anderen Gruppen, deren Daten jedoch stark nach unten streuten.

Die signifikanten Unterschiede der ANOVA ( $F=5.445$ ;  $d.f.=4,14$ ;  $p=0.0068^{**}$ ) für die Temperaturzahl, sind zwischen R und den steilen Straten der NB & B Plots zu finden (Tukey Test). Auf BS lag die Temperaturzahl um 0.4, auf NBS um 0.3 höher als auf R (Abb. 11), womit für diese Plots eine leicht höhere jährliche Lufttemperatur im Vergleich zu R angezeigt wurde.

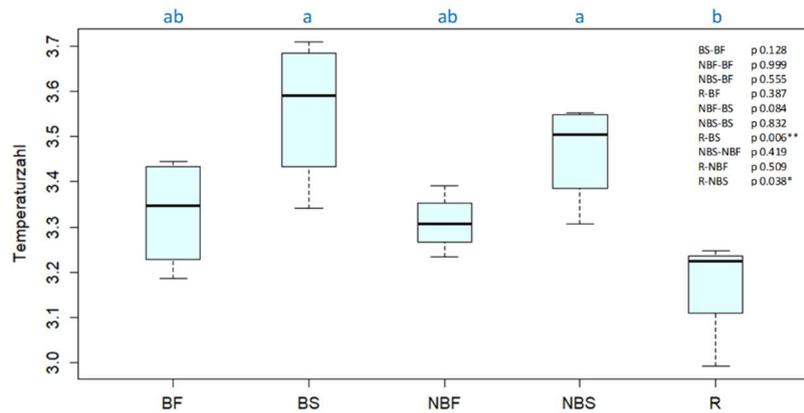


Abb. 11 Die Temperaturzahl der steilen Straten (BS & NBS) wiesen eine signifikant höhere Temperaturzahl als R auf, dessen Standortverhältnisse kühler ausfielen als auf den restlichen Plots.

Die ANOVA für die Konkurrenzzahl ( $F=3.637$ ;  $d.f.=4,14$ ;  $p=0.031^*$ ) ergab einen signifikanten Unterschied zwischen BS & NBS (Tukey Test). Die mittlere Konkurrenzzahl von BS betrug das 1.5 fache jener von NBF. Die weiteren Kleingruppen unterschieden sich nicht signifikant (Abb. 12).

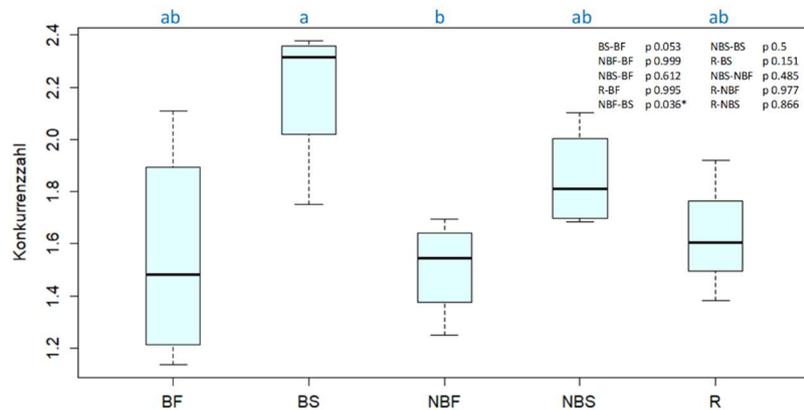


Abb. 12 Die Konkurrenzzahl wies einzig zwischen BS & NBF einen signifikanten Unterschied auf. Somit wuchsen mehr konkurrenzstarke Arten auf BS als auf NBF.

Dagegen lag der Mittelwert der Ruderalzahl von NBF 2.3 x höher als jene von BS. Somit kamen signifikant mehr Ruderalpflanzen auf NBF ( $p=0.027$ ; Tukey) vor (Abb. 13). Die restlichen Kleingruppen wiesen keine signifikanten Unterschiede auf.

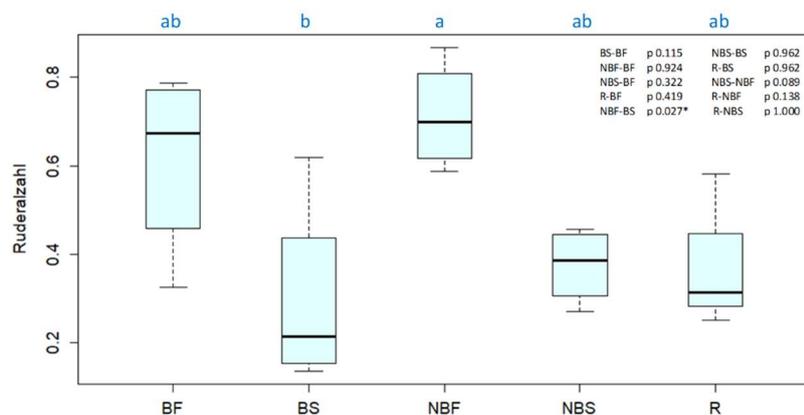


Abb. 13 Auch für die Ruderalzahl wiesen einzig BS & NBF einen signifikanten Unterschied auf. Die Anzahl Ruderalpflanzen auf NBF betrug das 2.3 fache jener von BS.

Ausgangstest: ANOVA ( $F=4.266$ ;  $d.f.=4,14$ ;  $p=0.018^*$ )

Gemäss ANOVA ( $F=4.968$ ;  $d.f.=4, 14$ ;  $p=0.01^{**}$ ) lag der Wert der mittleren Leitfähigkeit von R signifikant höher als jene der flachen Straten BF & NBF (Abb. 14), wobei insbesondere die Plots von NBF eine starke Streuung der Daten um den Mittelwert aufwiesen.

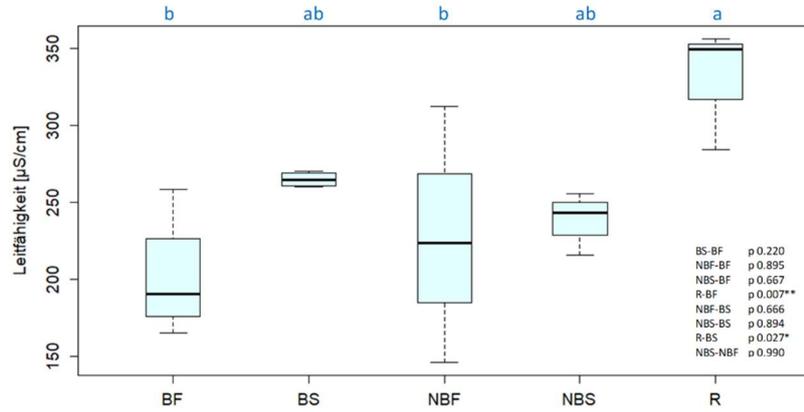


Abb. 14 Im Vergleich zu den flachen Straten BF & NBF wies R eine signifikant höhere Leitfähigkeit auf.

Der Tukey Test ermittelte einen sehr signifikanten Unterschied der standardisierten Krautschichthöhe zwischen BS (53.5 cm) und allen anderen Kleingruppen (Abb. 15). Der signifikanteste Unterschied lag zwischen BS und dem 15 x tieferen Mittelwert von R mit 3.6 cm (Abb. 15).

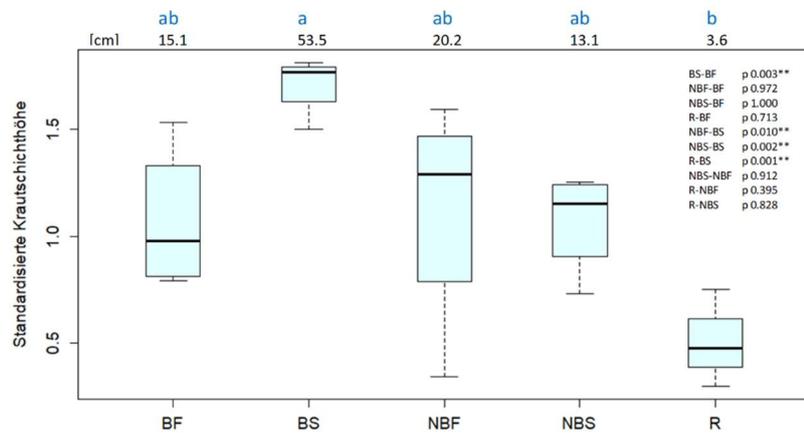


Abb. 15 Die logarithmierte Darstellung der standardisierten Krautschichthöhe macht den signifikanten Unterschied zwischen BS und allen anderen Kleingruppen sichtbar. Die Daten von NBF zeigten eine grosse Streuung um den Mittelpunkt und damit lokal sehr variable Krautschichthöhen. Die Mittelwerte der Krautschichthöhe sind unter der Gruppenzugehörigkeit (blau) ersichtlich.

Ausgangstest: ANOVA ( $F=5.602$ ;  $d.f.=4, 14$ ;  $p=0.007^{**}$ ),

**Fazit:**

Signifikante Unterschiede traten am häufigsten zwischen B und den restlichen Gruppen auf, gefolgt von R zu den restlichen Gruppen. Innerhalb der Straten wies BS die höchste Frequenz an Unterschieden zu den anderen Kleingruppen auf (Tab. 9). Dagegen traten kaum Unterschiede innerhalb der nicht beweideten Flächen (NB) sowie innerhalb der NB & B Plots gleicher Stratifizierung auf (Tab. 9). Somit waren die Unterschiede zwischen NB & B und der Referenzfläche grösser als zwischen den beweideten und den nicht beweideten Flächen.

Tab. 9 Übersicht zur Häufigkeit vorkommender signifikanter Unterschiede (rechts) innerhalb der Gross- und Kleingruppen.

NB zu Rest	8
B zu Rest	11
R zu Rest	10
NB-NB	1
B-B	3
B-NB	5
R-NB	3
R-B	6
BS zu Rest	12
BF zu Rest	5
NBS zu Rest	5
NBF zu Rest	6
NBF-BF	0
NBS-BS	1

Um die Korrelation der signifikanten Variablen aus den ANOVAs zueinander und zu den vorkommenden Pflanzengesellschaften in Beziehung zu bringen wurde nachfolgend eine Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA) durchgeführt. Diese zeigt die Lage der Aufnahmeflächen entlang der Umweltgradienten, dabei stellen die Achsen jene Gradienten dar, welche für den grössten Teil der Varianz innerhalb der Pflanzenszusammensetzung sorgen (Abb. 16).

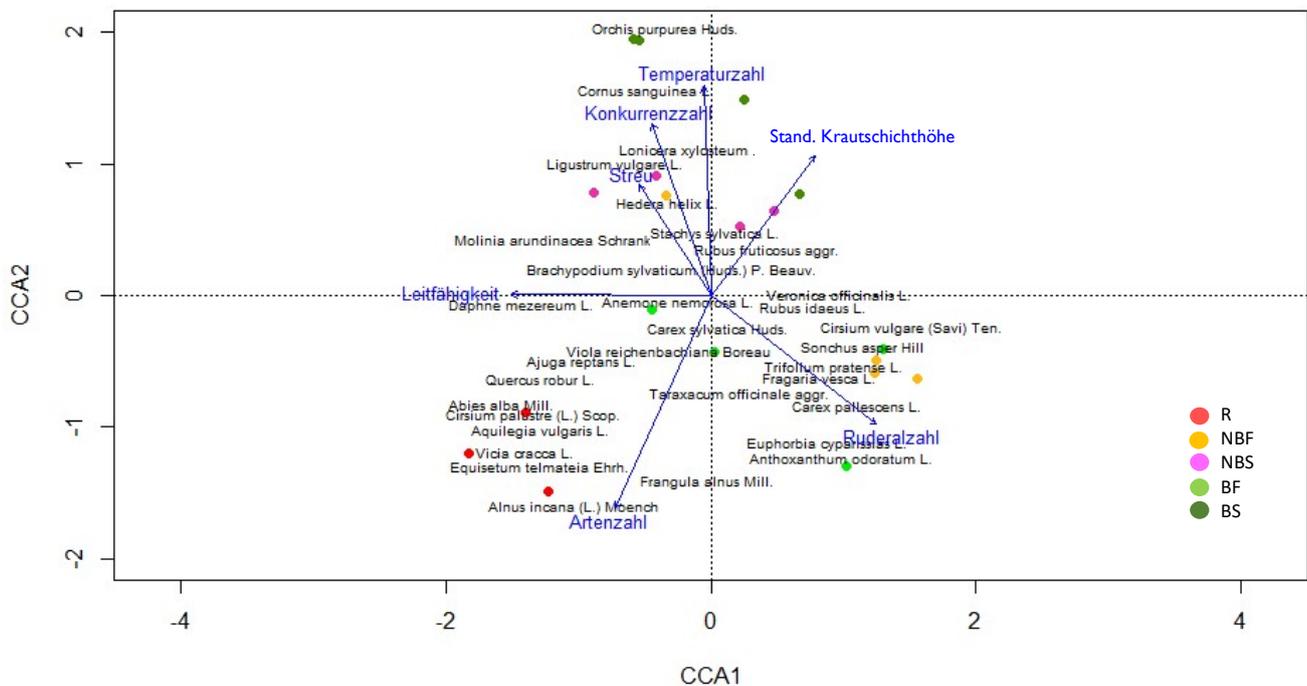


Abb. 16 Die CCA zeigt die multivariaten Beziehungen der Artenzusammensetzung auf den Plots entlang der Umweltvariablen (blau). Dabei ist CCA1 negativ mit der Leitfähigkeit korreliert. CCA2 hingegen positiv mit der Temperatur- und Konkurrenzzahl, der Streudeckung und der standardisierten Krautschichthöhe sowie negativ mit der Artenzahl. Die Pflanzenarten, welche die jeweiligen Standorte charakterisieren, sind mit lateinischem Namen angegeben.

Die CCA (Abb. 16) zeigte für die Achse CCA1 eine starke negative Korrelation mit der Leitfähigkeit. Wohingegen CCA2 positiv mit der Temperatur- und Konkurrenzzahl, der Streudeckung und der standardisierten Krautschichthöhe sowie negativ mit der Artenzahl korrelierte. Diese Umweltvariablen sind somit für die grösste Variation der Pflanzenszusammensetzung innerhalb der Aufnahmeflächen in Zuckenriet verantwortlich. Es zeigte sich eine klare Absetzung der Plots der Referenzfläche (R) zu NB & B. Womit die hohe Leitfähigkeit der Standorte von R eine massgebende Rolle für die vorkommende Artenzusammensetzung spielte. Diese Standorte wiesen sich ausserdem durch eine hohe Artenzahl bei geringer standardisierter Krautschichthöhe aus. Zwischen NB & B fand hingegen mehrheitlich eine Unterteilung entlang der CCA2-Achse statt, nicht aufgrund ihrer Bewirtschaftung sondern aufgrund gleicher Stratifizierung. Die flachen Standorte von NBF & BF wiesen eine hohe Ruderalzahl bei geringer Streudeckung auf. Wohingegen die Pflanzengesellschaften auf NBS & BS charakterisiert waren durch eine hohe Temperatur- & Konkurrenzzahl, bei hoher Streudeckung und Krautschichthöhe und einer geringen Artenzahl. Dabei zeigten die BS Plots eine höhere Korrelation zu den genannten Umweltvariablen als die NBS Plots.

### 3.2 Eignung der stratifizierten, beweideten und nicht beweideten Flächen des Untersuchungsperimeters für *Cypripedium calceolus*

Die statistischen Tests ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zeigerwerten von *Cypripedium calceolus* und den Zeigerwerten von NBF, NBS, BF & BS für die Temperatur-, Kontinental-, Licht-, Feuchte-, Wechselfeuchte-, Reaktions-, Nährstoff-, Humus- und Durchlüftungszahl (Anhang D2). Damit erfüllen alle Standorte hinsichtlich der Zeigerwerte die Bedingungen für das Vorkommen der Schirmart *Cypripedium calceolus*. Auch bei der Konkurrenz- (Abb. 12) und Ruderalzahl (Abb. 13) traten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Referenzfläche und den beweideten Plots auf. Einzig die Leitfähigkeit der beweideten Plots fiel signifikant tiefer aus als jene von R (Abb. 14). Zudem wies BS eine signifikant höhere standardisierte Krautschichthöhe als R auf (Abb. 15).

### 3.3 Direkter Einfluss der Ziegenbeweidung

Infolge der Ziegenbeweidung erfolgte auf den Aufnahmeflächen eine Abnahme der prozentuellen Streu- und Moosdeckung und eine Zunahme der offenen Bodenstellen um  $\geq 25\%$  (Tab. 10). Wobei die Veränderungen in der Fläche insbesondere bei Moos und offenen Bodenstellen stärker ausfielen als am Hang.

Tab. 10 Veränderung der Deckung infolge der Ziegenbeweidung.

	BF v.	BF n.	BS v.	BS n.	Diff. BF	Diff. BS
Streu [%]	26	19	80	73	-8	-8
Moos [%]	83	33	25	23	-51	-2
Offene Bodenstellen [%]	3	35	1	26	33	25

v: vor Beweidung n: nach Beweidung Diff.: Differenz

Die Zweiterfassung der Arten auf den beweideten Plots erfolgte nach den Kriterien "präsent" / "absent", worauf die veränderten Artvorkommen anschliessend als Abnahme des absoluten Vorkommens angegeben wurden. Am stärksten verbissen wurden *Anemone nemorosa*, *Acer pseudoplatanus* und *Galium sylvaticum* (Tab. 11). Kein Verbiss erfolgte nach 12-tägiger Beweidung nur an sehr wenigen Arten (Tab. 12). Das absolute Vorkommen von Problempflanzen, wie *Pteridium aquilinum* oder *Rubus fruticosus*, konnte durch die Beweidung um 13 % verringert werden (Tab. 13). Die Einzelvorkommen von *Orchis purpurea* und *Listera ovata* waren nach der Beweidung nicht mehr sichtbar (Tab. 13). Die Gesamtliste der Abnahme des absoluten Vorkommens infolge der Beweidung befindet sich in Anhang E. Die Fotovergleiche ausgewählter Aufnahmeflächen vor und nach der Beweidung, stellen den direkten Einfluss der Ziegenbeweidung visuell dar (Tab.15).

Tab. 11 Abnahme des absoluten Vorkommens der Arten in den Plots, als Folge der Beweidung. Berücksichtigt wurde Arten mit Frequenz  $\geq 2$  und einer Abnahme  $\geq 25\%$ . Gehölzarten sind grau hinterlegt.

Art	Absolutes Vorkommen [%]
Anemone nemorosa L.	-75
Acer pseudoplatanus L.	-63
Galium sylvaticum L.	-63
Corylus avellana L.	-50
Hedera helix L.	-50
Cirsium arvense (L.) Scop.	-38
Fraxinus excelsior L.	-38
Geum urbanum L.	-38
Holcus lanatus L.	-38
Lamium galeobdolon ssp. montanum (Pers.) Hayek	-38
Polygonatum multiflorum (L.) All.	-38
Sonchus asper Hill	-38
Tamus communis L.	-38
Taraxacum officinale aggr.	-38
Cornus sanguinea L.	-25
Eupatorium cannabinum L.	-25
Galium aparine L.	-25
Paris quadrifolia L.	-25
Phyteuma spicatum L.	-25
Viola alba Besser	-25

Tab. 12 An den untenstehenden Pflanzen konnte in den Plots kein Verbiss festgestellt werden. Berücksichtigt wurden Arten mit Frequenz  $\geq 2$ .

Keine Abnahme
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.
Carex sylvatica Huds.
Fragaria vesca L.
Ligustrum vulgare L.
Viburnum opulus L.

Tab. 13 Im oberen Tabellenteil der Verbiss der problematischen Pflanzen. Unten der Verbiss der Einzelvorkommen von Orchideen in den Plots.

Pflanzen von besonderem Interesse	Abs. Vorkommen [%]
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn	-13
Rubus fruticosus aggr. (Rubus idaeus L.)	-13
Listera ovata (Einzelvorkommen)	-100
Orchis pupurea Huds. (Einzelvorkommen)	-100

In der qualitativen Erfassung des Gehölz-Verbisses durch die Ziegen zeigte sich ein artspezifischer, mittlerer bis starker Verbiss aller auf der Weidefläche vorkommender Gehölze (Tab. 14) sowie eine erhebliche Schälung der Rinde (Abb. 17). Einzig *Ilex aquifolium* wurde nicht verbissen.

Tab. 14 Qualitative Erfassung des Gehölz-Verbisses durch die Ziegen, auf der gesamten Weidefläche.

Gehölz Art	Schäden	Schäden an...				Für das Gehölz...		Fazit Verbiss		
	Ja / nein	Knospen	Blätter	Zweigen	Rinde	verkrafftbar	letal	Stark	Mittel	Kein
Acer campestre L.	Ja	x	x ***	x	x	x				
Acer pseudoplatanus L.	Ja	x	x	x	x **	x				
Cornus sanguinea L.	Ja	x	x ***	x	x ***	x	x			
Corylus avellana L.	Ja	x	x ***	x	x ***	x				
Crataegus monogyna aggr.	Ja	x	x	x		x	x			
Fraxinus excelsior L.	Ja		x	x	x **	x				
Ilex aquifolium L.	nein									
Juglans regia L.	Ja / nein				x **	x				
Pyrus communis L.	Ja		x		x	x				
Alnus glutinosa	Ja	x	x	x	x	x				
Ligustrum vulgare L.	Ja	x	x	x			x			
Lonicera xylosteum L.	Ja	x	x	x		x	x			
Picea abies (L.) H. Karst.	Ja	x	x	x	x ***	x				
Rosa arvensis Huds.	Ja	x	x **	x		x				
Rubus fruticosus aggr.	Ja	x	x ***	x		x				
Rubus idaeus L.	Ja	x	x	x		x				
Sambucus nigra L.	Ja	x	x **	x *	x	x				
Ulmus glabra Huds.	Ja		x							
Viburnum lantana L.	Ja	x	x	x	x	x				

x Schaden      \*\* starker Verbiss      \*\*\* sehr starker Verbiss



Abb. 17 Durch die Ziegen geschälter Stamm eines *Acer pseudoplatanus*.

Tab. 15 Auf den Fotovergleichen der Aufnahme­flächen vor und nach der Beweidung ist der direkte Einfluss der 12-tägigen Ziegenbe­weidung auf die Vegetation erkennbar.



## 4. Diskussion

### 4.1 Unterschiede zwischen den 2018 beweideten B, den NB und den R Flächen

Bei den floristischen Untersuchungen der B & NB Flächen der Parzelle 1063 in Zuckenriet sowie der Referenzfläche auf Parzelle 1057 wurden insgesamt 104 Arten erfasst. 70 auf NB, 65 auf B und 56 auf R, wobei B eine leicht höhere Heterogenität der untersuchten Pflanzenökologischen Gruppen sowie im Vergleich zu NB einen geringfügig höheren Anteil wertvoller und geschützter Arten zeigte (Tab. 4). R wies insbesondere in der näheren Umgebung der Plots zahlreiche weitere Arten dieser Kategorie auf und kann damit als artenreicher als B & NB gewertet werden. Alle Untersuchungsflächen waren durch über 50 % Waldpflanzen und  $\leq 10$  % an Fettwiesenarten geprägt. Im Vergleich zu R wies B doppelt, NB gar das 2.5-fache an Fettwiesenarten auf. Zudem kamen auf B geringfügig mehr Ruderalarten als auf NB vor sowie ein erster Zeiger der Magerwiesen mit grösseren Vorkommen von *Euphorbia cyparissias*. Hingegen konnte ein weiterer Magerwiesenzeiger *Briza media*, welcher im Bericht von Schneider (2017) erwähnt wurde, nicht nachgewiesen werden. Eine vergleichbare Artenzahl auf den NB & B Flächen, eine leicht höhere Zahl der Roten Liste Arten auf den extensiv beweideten Flächen sowie der Anteil der unterschiedlichen ökologischen Pflanzengruppen decken sich mit Ergebnissen eines beweideten Orchideen-Buchelwaldes in AG (Dambach et al., 2013). Hingegen sind Magerwiesenarten in Zuckenriet im Vergleich dazu noch deutlich untervertreten. Das Vorkommen erster Magerwiesenarten sowie der im Vergleich zu R ähnliche Shannon und Evenness, wie auch das Vorkommen von *Orchis pupurea* (auf B & NB), 2 *Cephalanthera longifolia* (auf B) und mehrerer *Listera ovata* (auf B & NB) deuten jedoch auf eine erfolgreiche Aushagerung der Gesamtfläche und auf eine Entwicklung in die gewünschte Richtung hin. Zudem bestätigen die vergleichbaren Evenness-Werte aller Gruppen eine hohe Gleichverteilung der Arten. Ehemals dominant auftretende Pflanzen, wie *Pteridium aquilinum* und *Cirsium arvense* (Schneider, 2017), treten lokal nach wie vor auffallend in Erscheinung, überwuchern die Fläche jedoch nicht mehr. Andere wie *Impatiens glandulifera* konnten 2020 nicht mehr festgestellt werden.

Insgesamt hat der Vergleich der pflanzlichen Zusammensetzung und der Standortbedingungen der untersuchten Flächen grössere Unterschiede zwischen NB-B zu R als zwischen den Bewirtschaftungsformen NB & B gezeigt. Beim Vergleich der Kleingruppen weist die Stratifizierung einen grösseren Einfluss auf die Standorte und die Pflanzenzusammensetzung auf als die Bewirtschaftungsform. Das heisst NBF-BF sowie NBS-BS sind sich ähnlicher als z.B. NBF-NBS. Auch fallen die Unterschiede zwischen den Straten grösser aus als im Vergleich zu R. Demnach treten nach einmaliger Beweidung noch keine wesentlichen Unterschiede zur mechanisch bearbeiteten Fläche (NB) auf. Eine allmähliche Verschiebung der Artenzusammensetzung ist erst nach mehrmaliger Beweidung zu erwarten (Witzig, 2020).

Werden die stratifizierten Kleingruppen verglichen, weist nun R eine signifikant höhere Artenzahl als alle anderen Kleingruppen auf, BS eine signifikant tiefere (Abb. 8). Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass

ältere, kontinuierlich gepflegte Flächen, wie dies für R zutrifft, eine höhere Artenvielfalt aufweisen (Bollens & Lauber, 2014). Zudem musste die eutrophierte Parzelle 1063 nach der Auflichtung erst allmählich durch Abtransport von Schnittgut und Biomasse ausgehagert werden (Schneider, 2017). Erfolgreich, wie der Vergleich der Nährstoffzahlen zeigt, welche sich nicht signifikant von R unterscheiden. Denn erst mit sinkendem Nährstoffniveau steigt auch die Artenzahl (Rupp, 2013). Die tiefere Artenzahl von BS kann hingegen daher stammen, dass es sich um stark wüchsige, reine Waldstandorte handelt, im Gegensatz zu den anderen B & NB Flächen, welche sich auf Wiesen- und Übergangstandorten befinden. Diese weisen durch die Verzahnung zweier Lebensräume tendenziell eine höhere Anzahl Gefässpflanzen auf (WSL, 2005).

Wie mit der CCA (Abb. 16) gezeigt werden konnte, korrelieren die flachen Straten NBF & BF mehrheitlich mit einer höheren Ruderalzahl, einer tieferen Konkurrenzzahl und einer geringeren Streudeckung (Abb. 10, 12, 13). Dabei weist BF den geringsten Deckungsgrad an Streu auf, was bereits die Folge einer bei Ziegenbeweidung mehrfach nachgewiesenen Streureduktion durch Huftritte darstellen kann (Elias et al., 2019). Ein wichtiger Faktor der zusammen mit Frass das Entstehen von Vegetationslücken begünstigt und damit zur Keimung und Etablierung schwachwüchsiger Trockenrasen- (Elias et al., 2019) und Ruderalarten beiträgt (Klotz & Kühn 2002; Schmid 2003). Die steileren Straten der Aufnahmeflächen liefern heterogenere Ergebnisse. Zwar sind sowohl BS wie auch FBS durch eine hohe Konkurrenz- und Temperaturzahl geprägt und weisen mehrheitlich eine höhere standardisierte Krautschichthöhe auf (Abb. 11, 12, 15), jedoch wird BS stärker durch die genannten Umweltvariablen beeinflusst. Die hohe Konkurrenzzahl auf den steilen Aufnahmeflächen lässt sich durch den erheblichen Anteil darauf wachsender Sträucher und Bäume erklären, welche als Pflanzengruppe zu den Konkurrenzstrategen gehören (Klotz & Kühn, 2002). Zudem tragen aufkommende Gehölze und Brombeergestrüppe zur erheblichen Vegetationshöhe der wüchsigen Hänge bei, diese erwärmen sich durch die Neigung stärker was zu einer höheren Temperaturzahl der Standorte führt (Pott & Hüppe, 2007).

Die Umweltvariablen mit dem grössten Einfluss auf die Pflanzengesellschaft der R Flächen stellt die Leitfähigkeit dar welche mit der signifikant hohen Artenzahl dieser Flächen korreliert (Abb. 16). Ein Widerspruch, da mit sinkender Nährstoffverfügbarkeit die Artenzahl allgemein steigt (Rupp, 2013). Zwischen der Konzentration eines Nährstoffes in der Bodenlösung und deren Verfügbarkeit für die Pflanze muss jedoch keine Beziehung bestehen (Bohner, 2014), was sich bei der Betrachtung der durchschnittlichen Nährstoffzahl der R Flächen bestätigt welche gar tiefer ausfällt als für NB & B (Anhang D1).

Fazit: R unterscheidet sich von NB-B lediglich durch eine höhere Leitfähigkeit und Artenzahl, womit die Standortbedingungen der NB & B Flächen grösstenteils mit R übereinstimmen und zusammen mit der positiven Entwicklung der Flächen bezüglich der Pflanzensammensetzung gute Voraussetzungen bieten für die Rückführung der Parzelle 1063 zu einem Orchideenwald. Jedoch handelt es sich um einmalige Messungen, welche bei künftigen Erfolgskontrollen wiederholt werden sollten, um repräsentative Ergebnisse zu erzielen.

## 4.2 Eignung der stratifizierten, beweideten und nicht beweideten Flächen des Untersuchungsperimeters für *Cypripedium calceolus*

Alle beweideten und nicht beweideten Standorte erfüllen, hinsichtlich der Zeigerwerte nach Landolt sowie der restlichen untersuchten Parameter, die Voraussetzungen für das Vorkommen der Schirmart *Cypripedium calceolus* und damit auch für das Vorkommen anderer Lichtwaldarten, wie *Aquilegia vulgaris*, *Cephalanthera sp.* oder *Vincetoxicum hirundinaria*. Einzig die geringen Werte der Leitfähigkeit fallen signifikant zu der höheren Artenzahl von R aus, was gemäss Kap. 4.1 nicht von Bedeutung sein muss. Jedoch kann die signifikant höhere standardisierte Krautschichhöhe von BS ein limitierender Faktor für das Vorkommen des konkurrenzschwachen *Cypripedium calceolus* darstellen (Brunzel & Sommer, 2016). Daher sollte eine regelmässige Beweidung der BS Standorte ins Auge gefasst werden, welche zu einer positiven Verringerung der Konkurrenz für licht- und wärmeliebende Arten durch hohe Pflanzen und Verbuschung führt (Ende Kap. 4.3).

## 4.3 Direkter Einfluss der Ziegenbeweidung

Infolge der Ziegenbeweidung fand auf den beweideten Aufnahmeflächen eine Abnahme der Streu- und insbesondere der Moosdeckung sowie eine Zunahme der offenen Bodenstellen um  $\geq 25\%$  statt, was sich gemäss Studien langfristig positiv auf die Entwicklung von Magerrasenarten auswirkt (Kapitel 4.1). Als Folge der reduzierte Streuschicht wird die Diasporenbank im Boden aktiviert und das Keimlingsaufkommen vieler Arten gefördert (Elias et al., 2019).

Bei der Zweiterhebung der beweideten Aufnahmeflächen ergab sich zudem ein Verbiss von 86 % aller in den Plots vorkommenden Arten. Wobei blühende und höhere krautige Pflanzen von oben her gefressen wurden. So standen von *Eupatorium cannabinum*, *Rosa arvensis* und *Rubus fruticosus* teilweise nur noch die Stängel. Blühende Pflanzen waren kaum mehr vorhanden, jedoch kompensieren viele Pflanzen ausser Orchideen den Verlust, indem sie nach der Beweidung ein zweites Mal blühen und damit die Samenproduktion sicherstellen (Zahn 2014a; Bollen 2016). Einige Orchideen, wie *Orchis tridentata*, reagieren bei Verbiss mit einer vegetativen Vermehrung und bilden im Folgejahr mehrere Blütenstände (Lohr & Grawe, 2005). Die meisten einheimischen Orchideen sind jedoch auf eine generative Vermehrung mittels Samen angewiesen (Töpfer, 2005). Für den beweideten lichten Wald, kann gemäss vergleichbarer Weideprojekte bei einer künftig jährlichen extensiven Ziegenbeweidung, mit einer Zunahme der Artenzahl (Flora & Fauna) und der Krautschicht gerechnet werden (Zingg & Kull 2006; Rupp 2013; Andres et al. 2014; Bollens 2016). Dabei beruht die Zunahme der Artenzahl insbesondere auf Auflichtung (Andres et al., 2014) und Störung (Rupp, 2013). Denn durch Huftritt und Frass entsteht ein vielfältiges Mosaik unterschiedlicher, dynamischer und strukturreicher Habitate mit unterschiedlichen Nährstoffniveaus, von denen verschiedenste Arten der Flora und Fauna profitieren (Rupp 2013; Elias et

al. 2019). Tendenzen dazu zeigen sich auf BF welches eine leicht höhere Artenzahl aufweist als die anderen B und NB Plots, ob sich diese jedoch gegenüber den nicht beweideten signifikant erhöhen wird, werden künftige Erfolgskontrollen zeigen müssen.

Wenig bis kaum verbissen wurde das für die Ziegen leicht giftige *Ligustrum vulgare*, was sich mit Beobachtungen anderer Beweidungsprojekte deckt (Dambach et al., 2013). Die Brombeergestrüppe wurden dagegen gut verbissen, trotz einer geringen Abnahme des absoluten Vorkommens, was jedoch mit der Erhebungsmethode zusammenhängt, da *Rubus fruticosus* nur auf einer Fläche nach der Beweidung gar nicht mehr vorhanden war. Dank guter Verbissleistungen der Ziegen, sowohl an *Rubus fruticosus* wie auch an *Rubus idaeus*, können grosse Bestände zurückdrängt werden, welche bei länger ausbleibender Beweidung jedoch schnell wieder zunehmen (Rahmann 2008; Dambach et al. 2013). Auch *Cirsium arvense* und *Sonchus asper* wurden erfolgreich verbissen. Damit haben die Ziegen zur Reduktion von lokalen Dominanzstrukturen beigetragen und schaffen Raum für das Aufkommen einer diverseren Vegetation (Zahn 2014b). Hingegen wurde das für Ziegen ebenfalls leicht giftige *Pteridium aquilinum* kaum gefressen, in Kombination mit einer wiederholten Mahd können die Bestände jedoch ebenfalls zurückgedrängt werden (Rahmann 2008; Zahn 2014b).

Bei der qualitativen Erfassung des Gehölz-Verbisses durch die Ziegen zeigte sich ein mittlerer bis starker Verbiss aller auf der Weidefläche vorkommender Gehölzarten. Verschont wurde einzig *Illex aquifolium*.

Besonders ins Auge fielen die teils grossflächigen Schäden durch Schälung der Rinde, insbesondere bei *Picea abies*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna* und *Acer pseudoplatanus*. Die von den Ziegen niedergedrückten Äste von *Acer campestre* waren vollständig entblättert, jene von *Sambucus nigra* brachen teilweise ab. Trotz starkem Verbiss sind die Schäden für die meisten Gehölze verkraftbar (Zingg & Kull, 2006). Jedoch befinden sich mehrere abgestorbene *Picea abies* (< 3 m) und *Sambucus nigra* auf der bereits 2018 beweideten Fläche, diese sind möglicherweise als Folge der Schälung der vergangenen Beweidungsperiode abgestorben. Auch für Schösslinge oder kleine Sträucher kann die Beweidung letal sein. In Zuckenriet wurden durch die Beweidung insbesondere die steilen, üppigen Flächen erfolgreich aufgelichtet, an einigen Stellen der Hanglage an denen sich die Ziegen oft aufhielten, wurden sowohl die Strauch- wie auch die Krautschicht komplett entfernt. Während junge Sträucher wirksam zurückgedrängt wurden, werden zur Eindämmung grösserer Gebüsche und Stockaustriebe langfristig gelegentliche forstliche Eingriffe nötig sein. Alternativ bietet sich eine sehr kurze intensive Winterweide an, bei welcher der Verbissdruck auf die Gehölze höher ausfällt als zu anderen Jahreszeiten (Bollens & Lauber 2014; Zahn 2014a). Jedoch ist aus Sicht des Tierwohls aufgrund eines ungenügenden Nahrungsangebots von einer längeren Winterweide abzuraten (Witzig, 2020). Infolge des schlechten Wetters waren die Tiere in Zuckenriet nach 12-tägiger Beweidung noch nicht in alle Teile der überwucherten Hanglage vorgedrungen, damit blieb die Aufnahmefläche BS3 unberührt.

Da nach der Beweidung nichts mehr zu sehen war von den davor auf B vorgefundenen *Cephalanthera longifolia*, den beiden *Listera ovata* und der *Orchis purpurea*, stellte sich die Frage ob Ziegenbeweidung für die Förderung von Orchideen empfohlen werden kann. In Thüringen wird die Beweidung von Orchideenbiotopen des Offenlandes seit vielen Jahren mit positiven Ergebnissen praktiziert (Töpfer, 2005). Auch nach 7 jähriger Ziegen-Waldweide in Schenkenberg AG können alle acht Orchideenarten weiterhin nachgewiesen werden (Dambach et al., 2013), ebenso in einer Ziegen-Waldweide bei Ehrendingen. Dort hingegen nicht mehr in grösseren Populationen wie von älteren Generationen beschrieben (Bollens & Lauber, 2014). Der Erfolg der Beweidung ist dabei stark abhängig von einer geeigneten Besatzdichte, dem Beweidungsrhythmus und dem Weidezeitpunkt, welcher auf die Zielarten abgestimmt sein muss (Brunzel & Erber, 2020). Für die Förderung von *Cypripedium calceolus* empfehlen Brunzel & Sommer (2016) eine Beweidung zwischen September und Ende März. Eine Zusammenstellung der optimalen Mahd- und Beweidungsmonate nach Töpfer (2005), für weitere mögliche künftige Orchideenvorkommen in Zuckenriet, finden sich in Anhang F. Da die Flächen in Zuckenriet heterogen gestaltet sind und sowohl Wald- wie auch künftige Magerwiesen Standorte beinhalten, sollte der Beweidungszeitpunkt auf Orchideen beider Lebensräume abgestimmt werden (Kap. 4.4). Jedoch bevorzugen und benachteiligen konstante Weidefenster stets dieselben Arten. Daher sollte bei einer künftig jährlichen Beweidung auf variierende Beweidungszeitpunkte geachtet werden, damit unterschiedliche Pflanzen zur Blüte und Samenreife gelangen und damit zu einer höheren Vielfalt beitragen können (Dietiker 2008; Witzig 2020). Ein Beispiel für variierende Beweidungszeitpunkte in Waldweiden findet sich in Anhang G.

#### 4.4 Empfehlung für den Naturschutz

Fazit: Die Waldweide mit Ziegen stellt eine nachhaltige und ökologisch wertvolle Pflegemassnahme zur Schaffung und Erhaltung lichter Wälder dar, von der insbesondere licht- und wärmeliebende Arten (Anhang B), unter anderem Orchideen, besonders profitieren (Dietiker, 2008). Ob die Rückführung der Parzelle 1063 zu einem Orchideenwald, anhand der Beweidung mit Ziegen auch in Zuckenriet gelingt, kann nach einmaliger Beweidung noch nicht festgestellt werden. Jedoch zeigt die Waldparzelle 1063 eine positive Entwicklung bezüglich abnehmender Nährstoffverhältnisse, ausgeglichener Artenvorkommen und einer langsamen Verschiebung der Vegetation mit ersten Magerwiesenzeiger und Spontanansiedlungen von bereits drei unterschiedlichen Orchideenarten. Für die weitere Pflege der Parzelle werden folgende Empfehlungen gemacht:

- Um die Verbuschung im Zaum zu halten und die Streudeckung weiter zu verringern sollte eine jährliche Ziegenbeweidung in Betracht gezogen werden. Um Aufwand und Kosten zu minimieren, möglichst mit Ziegen (Robustrassen) aus der Region.
- Gelegentliche mechanische Nachpflege wo notwendig, sowie eine zusätzliche jährliche Mahd des *Pteridium aquilinum* Bestandes.
- Für eine weitere Auflichtung der NB Hanglagen und zur Reduktion der mechanischen Pflegemassnahmen in anspruchsvollem Gelände bietet sich eine Erweiterung der Weide an (Plan Anhang I). Die Mahd der leichter zugänglichen NBF Flächen eignet sich zur Förderung trittempfindlicher Orchideen.
- Für die Förderung von Orchideen und Lichtwaldarten, wie *Lilium martagon* sollte die Beweidung möglichst vor der Blüte und nach der Absamung stattfinden. Der Weidezeitpunkt sollte daher auf (Jan./Feb.) oder auf Sept./Okt. verlegt werden (Anhang F). Damit stehen den Insekten auch im Sommer blühende Pflanzen zur Verfügung, womit der Artenreichtum der Insektenfauna gefördert werden kann (LLUR 2010; Bollens 2016). Alternierend sollten jedoch auch frühere Beweidungszeitpunkte, wie im Beispiel Anhang G, gewählt werden (Kap. 4.3).
- Strukturreiche Waldinnensäume am Lichtungsrand fördern, als möglicher Lebensraum für Waldorchideen wie *Cypripedium calceolus* und anderen Lichtwaldarten sowie zur Förderung der Fauna. Dazu ausgewählte Bereiche und Hecken ausäunern (Anhang I).
- Abführen des Schnitt- und Mahdguts, kein Befahren der Flächen zur Verhinderung von Verdichtung

## 5. Quellenverzeichnis

- AGEO. (2020a). *Cephalanthera longifolia* Einheimische Orchideen Schweiz. Zugriff am 18.8.2020. Verfügbar unter: [https://www.ageo.ch/ageo\\_orchideen.php?page=longifolia](https://www.ageo.ch/ageo_orchideen.php?page=longifolia)
- AGEO. (2020b). *Orchis purpurea* - Einheimische Orchideen Schweiz. Zugriff am 18.8.2020. Verfügbar unter: [https://www.ageo.ch/ageo\\_orchideen.php?seite=uebersicht&page=purpurea](https://www.ageo.ch/ageo_orchideen.php?seite=uebersicht&page=purpurea)
- AHO-Bayern. (o. J.). Schwertblättriges Waldvögelein *Cephalanthera longifolia*. Zugriff am 18.8.2020. Verfügbar unter: [http://www.aho-bayern.de/taxa/ce\\_longi.html](http://www.aho-bayern.de/taxa/ce_longi.html)
- ALN ZH. (2005a). Aktionsplan Lichter Wald im Kanton Zürich. Amt für Landschaft und Natur Abteilung Wald Fachstelle Naturschutz. Zugriff am 27.3.2020. Verfügbar unter: [https://aln.zh.ch/internet/audirektion/aln/de/naturschutz/biotopfoerderung/liwa/\\_jcr\\_content/contentPar/downloadlist/downloaditems/100\\_1290522893273.spooler.download.1460041902204.pdf/AP\\_Lichter\\_Wald.pdf](https://aln.zh.ch/internet/audirektion/aln/de/naturschutz/biotopfoerderung/liwa/_jcr_content/contentPar/downloadlist/downloaditems/100_1290522893273.spooler.download.1460041902204.pdf/AP_Lichter_Wald.pdf)
- ALN ZH. (2005b). Lichter Wald. Amt für Landschaft und Natur ZH . Zugriff am 27.3.2020. Verfügbar unter: <https://aln.zh.ch/internet/audirektion/aln/de/naturschutz/biotopfoerderung/liwa.html>
- Amelung, W., Blume, H.-P., Fleige, H., Horn, R., Kandeler, E., Körgel-Knabner, I. et al. (2018). *Lehrbuch der Bodenkunde Scheffer/Schachtschabel* (17.). Berlin: Springer Spektrum.
- Andres, F., Frey, D. & Federspieler, R. (2014). Veränderung der Artenvielfalt in verbuschten Trockenrasen nach Auflichtungen und 6-jähriger Beweidung mit Ziegen und Dexterkühen Auswertung von Vegetationsaufnahmen in Dauerbeobachtungsflächen vor und 6 Jahre nach den Auflichtungsarbeiten. *Jber. Natf. Ges. Graubünden*, (117), 19–32.
- Anthura. (2019). *Cypripedium calceolus* - Anthurinfo - 2019. Zugriff am 31.3.2020. Verfügbar unter: <http://anthura-unlimited.anthura.nl/anthurinfo-2019-june/cypripedium-calceolus/>
- BAFU. (2015). Nährstoffangebot im Boden - Basisdaten aus dem Biodiversitäts - Monitoring Schweiz BDM E 6. Bundesamt für Umwelt. Zugriff am 16.4.2020. Verfügbar unter: [https://www.biodiversitymonitoring.ch/fileadmin/user\\_upload/documents/daten/basisdaten\\_dt/1360\\_E6\\_Basisdaten\\_2015\\_V1.pdf](https://www.biodiversitymonitoring.ch/fileadmin/user_upload/documents/daten/basisdaten_dt/1360_E6_Basisdaten_2015_V1.pdf)

- BAFU. (2017a). Liste der National Prioritären Arten. Zugriff am 5.3.2020. Verfügbar unter: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/liste-national-prioritaeren-arten.html>
- BAFU. (2017b). Auftragnehmer Biodiversitäts-Monitoring Schweiz - Anleitung für die Feldarbeit zum Indikator «Z9-Gefässpflanzen». Bundesamt für Umwelt, Bern. Zugriff am 2.10.2019. Verfügbar unter: [https://www.biodiversitymonitoring.ch/fileadmin/user\\_upload/documents/daten/anleitungen/1440\\_Anleitung\\_Z9-Pflanzen\\_v13.pdf](https://www.biodiversitymonitoring.ch/fileadmin/user_upload/documents/daten/anleitungen/1440_Anleitung_Z9-Pflanzen_v13.pdf)
- BAFU, B. für U. & Meteotest. (2015). Karten Jahreswerte Stickstoff - Deposition. Zugriff am 11.3.2020. Verfügbar unter: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-luft/luft--daten--indikatoren-und-karten/luftbelastung--daten/luftbelastung--historische-daten/karten-jahreswerte.html>
- Baumann, K. (2010). Der Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*) – Orchidee des Jahres 2010. Zugriff am 13.3.2020. Verfügbar unter: [ojs.ub.uni-frankfurt.de](https://ojs.ub.uni-frankfurt.de)
- Bauschmann, G. (2004). *Ziegen als Landschaftspfleger Den Bock zum Gärtner machen - NHZ Akademie Berichte 4*. Wetzlar: Naturschutz-Zentrum Hessen NHZ.
- BFN. (2020). BfN Anhang-IV-Arten: Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*). Zugriff am 13.3.2020. Verfügbar unter: <https://ffh-anhang4.bfn.de/arten-anhang-iv-ffh-richtlinie/farn-und-bluetenpflanzen/frauenschuh-cypripedium-calceolus.html>
- Binz, A. & Heitz, C. (1990). *Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz mit Berücksichtigung der Grenzgebiete* (19. Auflage). Basel: Schwabe.
- Birkhofer, K. & Wolters, V. (2010). Modellierung und Kartierung räumlich differenzierter Wirkungen von Stickstoffeinträgen in Ökosysteme im Rahmen der UNECE-Luftreinhaltekonvention. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktionssicherheit. Zugriff am 11.6.2020. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/3911.pdf>
- Bohner, A. (2014). Faktoren der Nährstoffverfügbarkeit im Boden des Dauergrünlandes. *Fachtagung für biologische Landwirtschaft*.

- Bollens, U. (2016). Geissen sorgen für Licht im Orchideenwald. *Umwelt Aargau*, (71), 6.
- Bollens, U. & Lauber, S. (2014). Wirkungskontrolle Waldweide Gipsgrube Ehrendingen. Planikum GmbH.
- Bollmann, K. (2011). Naturnaher Waldbau und Förderung der biologischen Vielfalt im Wald. *Forum für Wissen* 2011, 11.
- Brunzel, S. & Erber, K. (2020). Weideprojekte Hessen: Grundlagen – Flächeneignung - Vegetationstypen. Zugriff am 19.7.2020. Verfügbar unter: <http://www.weideprojekte-hessen.de/grundlagen/flaecheneignung/vegetationstypen/>
- Brunzel, S. & Sommer, M. (2016). Schutzmaßnahmen für den Frauenschuh. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 8.
- Bütler, L., Dietschi, T., Frehner, M., Frey, H.-U. & Veneziani, M. (2016). *Waldstandorte St.Gallen*. St.Gallen: Ostschweiz Druck.
- BUWAL, SKEW, ZDSF & Pronatura. (1999). Merkblätter Artenschutz – Blütenpflanzen und Farne; *Cypripedium calceolus*.
- Childs, Z. D. (2018). APS 240: Data Analysis and Statistics with R. Zugriff am 14.7.2020. Verfügbar unter: <https://dzchilds.github.io/stats-for-bio/multiple-comparison-tests.html>
- Dambach, T., Lüthi, R. & Witzig, U. (2013). Erfolgskontrolle Beweidung Schenkenberg. CreaNatira AG.
- Delarze, R., Gonseth, Y., Eggenberg, S. & Vust, M. (2015). *Lebensräume der Schweiz - Ökologie - Gefährdung - Kennarten* (3., vollständig überarbeitete Auflage.). Bern: Ott der Sachbuchverlag.
- Dietiker, F. (2008). Waldweide – Tradition unter veränderten Vorzeichen. *Umwelt Aargau*, (41), 4.
- Dipner, M., Durrer, S. & Jöhl, R. (2016). Leitfaden für die Aufwertung von brachliegenden Trockenstandorten durch Beweidung - Allegra Geissenpeter. Pro Natura. Zugriff am 2.2.2020. Verfügbar unter: [https://www.pronatura.ch/sites/pronatura.ch/files/2017-11/leitfaden\\_fuer\\_die\\_aufwertung\\_von\\_brachliegenden\\_trockenstandorten\\_durch\\_beweidung-beitraege\\_zum\\_naturschutz\\_in\\_der\\_schweiz\\_nr\\_37-2016\\_highres.pdf](https://www.pronatura.ch/sites/pronatura.ch/files/2017-11/leitfaden_fuer_die_aufwertung_von_brachliegenden_trockenstandorten_durch_beweidung-beitraege_zum_naturschutz_in_der_schweiz_nr_37-2016_highres.pdf)
- Eggenberg, S. & Möhl, A. (2013). *Flora Vegetativa* (3., ergänzte und überarbeitete Auflage.). Bern: Haupt.

- Elias, D., Mann, S., Necker, M. & Tischew, S. (2019). Praxisleitfaden Ziegenbeweidung - Einsatz von Ziegen zur Beweidung verbuschter Trockenstandorte im Unteren Saaletal. Zugriff am 7.4.2020. Verfügbar unter: [https://www.researchgate.net/publication/336613545\\_Praxisleitfaden\\_Ziegenbeweidung\\_-\\_Einsatz\\_von\\_Ziegen\\_zur\\_Beweidung\\_verbuschter\\_Trockenstandorte\\_im\\_Unteren\\_Saaletal](https://www.researchgate.net/publication/336613545_Praxisleitfaden_Ziegenbeweidung_-_Einsatz_von_Ziegen_zur_Beweidung_verbuschter_Trockenstandorte_im_Unteren_Saaletal)
- Elias, D., Mann, S. & Tischew, S. (2010). Landschaftspflege mit Ziegen - Wiederherstellung und Pflege von Trocken- und Halbtrockenrasen im Unteren Saaletal. Zugriff am 6.1.2020. Verfügbar unter: [https://www.researchgate.net/publication/308073194\\_Landschaftspflege\\_mit\\_Ziegen\\_-\\_Wiederherstellung\\_und\\_Pflege\\_von\\_Trocken-\\_und\\_Halbtrockenrasen\\_im\\_Unteren\\_Saaletal](https://www.researchgate.net/publication/308073194_Landschaftspflege_mit_Ziegen_-_Wiederherstellung_und_Pflege_von_Trocken-_und_Halbtrockenrasen_im_Unteren_Saaletal)
- Fourie, M. (2020). What can electrical conductivity tell us about our soil? – Trace and Save. Zugriff am 26.6.2020. Verfügbar unter: <http://traceandsave.com/what-can-electrical-conductivity-tell-us-about-our-soil/>
- Gasser, M. (2012). Liste der Aargauer Pflanzenarten. Ddepartement Bau, Verkehr und Umwelt AG. Zugriff am 17.7.2020. Verfügbar unter: [https://www.ag.ch/media/kanton\\_aargau/bvu/dokumente\\_2/umwelt\\_\\_natur\\_\\_landschaft/naturschutz\\_1/biodiversitaet\\_1/Liste\\_Aargauer\\_Pflanzenarten-Meldestatus\\_Feb\\_2012.pdf](https://www.ag.ch/media/kanton_aargau/bvu/dokumente_2/umwelt__natur__landschaft/naturschutz_1/biodiversitaet_1/Liste_Aargauer_Pflanzenarten-Meldestatus_Feb_2012.pdf)
- Gebauer, G., Preiss, K. & Gebauer, A. C. (2016). Partial mycoheterotrophy is more widespread among orchids than previously assumed. *New Phytologist*, 211(1), 11–15. <https://doi.org/10.1111/nph.13865>
- Geoportal. (2020a, Juni). Layer - Waldgesellschaften geschützt nach NHG Kt SG - Geoportal. Zugriff am 16.6.2020. Verfügbar unter: <https://www.geoportal.ch/ktsg/map/234?y=2729366.36&x=1260983.61&scale=589&rotation=0>
- Geoportal. (2020b). *Geoportal Kanton St. Gallen*. Verfügbar unter: <https://www.geoportal.ch/iggis/map/>
- Giger, B. (2020). Frauenschuhe in Zuckenriet.
- Gnägi, C. (2018). Ökologische Pflege der Verkehrsbegleitflächen im Kanton Bern und ihre Bedeutung für die Erhaltung der wildwachsenden Orchideen. *Orchis 1/2018*, (1), 23–31.
- Hanna Instruments. (o. J.). Hanna Instruments HI 991300 Bedienungsanleitung. Zugriff am 21.7.2020. Verfügbar unter: <https://www.manualslib.de/manual/349272/Hanna-Instruments-Hi-991300.html#manual>

- Hein, C. & Meysel, F. (2010). Verbreitung, Ökologie, Gefährdung und Management des Frauenschuh (*Cypripedium calceolus* L., Orchidaceae) in Sachsen-Anhalt, 45.
- Heinrich, W. & Dietrich, H. (2008). Heimische Orchideen in urbanen Biotopen. *Feddes Repertorium*, 119(5–6), 388–432. <https://doi.org/10.1002/fedr.200811172>
- Info Flora. (2017). Checklist 2017. Zugriff am 9.6.2020. Verfügbar unter: <https://www.infoflora.ch/de/flora/taxonomie/checklist.html>
- infoflora. (2020a). Info flora - Das nationale Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora. Zugriff am 12.6.2020. Verfügbar unter: <https://www.infoflora.ch/de/>
- infoflora. (2020b). 6.2.1. Orchideen-Buchenwald - Cephalanthero-Fagenion. *TypoCH Klassifikation*. Zugriff am 16.6.2020. Verfügbar unter: <https://www.infoflora.ch/de/lebensraeume/typoch/6.2.1-orchideen-buchenwald.html>
- Jäger, E. J., Müller, F., Ritz, C. M., Welk, E. & Hesche, K. (2017). *Rothmaler Exkursionsflora von Deutschland Gefässpflanzen: Atlasband (13.)*. Berlin: Springer Spektrum.
- Kantonsforstamt SG. (2012). Katalog der Standortstypen - Kantonsforstamt St.Gallen. Kanton St.Gallen.
- Kasper, P. (2003). *Entwicklung eines mediendidaktischen Konzepts zur Erstellung eines internetgestützten Lernprogramms über Struktur und Funktion der Orchideenmykorrhiza - Fachwissenschaftliche Analyse, didaktische Aufbereitung und mediale Umsetzung*. Dissertaton. Universität Passau. Zugriff am 14.4.2020. Verfügbar unter: <https://www.researchgate.net/>
- Klotz, S. & Kühn, I. (2002). Ökologische Strategietypen. *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, (H.38 197-201), 5.
- Klüber, M. (2015). Orchideen in der Rhön und ihre Lebensräume schützen – pflegen – bewahren. UNESCO Biosphärenreservat Rhön. Zugriff am 12.3.2020. Verfügbar unter: [https://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/fileadmin/media/publikationen/pdf/orchideen\\_der\\_rhoen\\_2015\\_web1.pdf](https://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/fileadmin/media/publikationen/pdf/orchideen_der_rhoen_2015_web1.pdf)
- Krüsi, B. O., Tenz, R., Hepenstrick, D., Kindle, E. & Müller, M. (2014). *iGräser*. ZHAW Wädenswil.
- Küchler, M. (2019). *VEGEDAZ*. WSL. Verfügbar unter: <https://www.wsl.ch/de/services-und-produkte/software-websites-und-apps/vegedaz.html>

- Kull, T. (1999). *Cypripedium calceolus* L. *Journal of Ecology*, 87(5), 913–924. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.1999.00407.x>
- Landolt et. al., E. (2010). *Flora indicativa Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen* (2.). Ber, Stuttgart, Wien: Haupt.
- Langner, S. (2018). Die Leitfähigkeit von Boden bestimmen. Zugriff am 26.6.2020. Verfügbar unter: <https://info.hannainst.de/anwendungen/die-leitfaehigkeit-von-boden-bestimmen>
- Lauber, K., Wagner, G. & Gyga, A. (2018). *Flora Helvetica - Illustrierte Flora der Schweiz* (6., vollständig überarbeitete.). Bern: Haupt.
- Leyer, I. & Wesche, K. (2007). *Multivariate Statistik in der Ökologie*. Berlin: Springer.
- LLUR (Hrsg.). (2010). *Beweidung von Offen- und Halboffenbiotopen: Eine adäquate Pflegemethode unter besonderer Berücksichtigung der FFH-Lebensraumtypen und Arten* (Schriftenreihe Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) SH Natur). Flintbek: LLUR.
- Lohr, M. & Grawe, F. (2005). Das Dreizählige Knabenkraut (*Orchis tridentata*) im Kreis Höxter. Zugriff am 17.8.2020. Verfügbar unter: [https://www.researchgate.net/publication/258441564\\_Das\\_Dreizahlige\\_Knabenkraut\\_Orchis\\_tridentata\\_im\\_Kreis\\_Hoexter](https://www.researchgate.net/publication/258441564_Das_Dreizahlige_Knabenkraut_Orchis_tridentata_im_Kreis_Hoexter)
- Louis, B. (2015). Landschaften im Kanton St.Gallen Themenbericht 9 der Raumbewertung St.Gallen. Amt für Raumentwicklung und Geoinformatik SG. Zugriff am 10.6.2020. Verfügbar unter: [https://www.sg.ch/content/dam/sgch/kanton-stgallen/statistik/b02/Themenbericht\\_9-2015\\_Internet.pdf](https://www.sg.ch/content/dam/sgch/kanton-stgallen/statistik/b02/Themenbericht_9-2015_Internet.pdf)
- Meteoblue. (2020). Klima Wil SG. *Meteoblue*. Zugriff am 19.8.2020. Verfügbar unter: [https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/wil-sg\\_schweiz\\_2657996](https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/wil-sg_schweiz_2657996)
- Nicolè, F., Brzosko, E. & Till-Bottraud, I. (2005). Population viability analysis of *Cypripedium calceolus* in a protected area: longevity, stability and persistence. *Journal of Ecology*, 93(4), 716–726. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01010.x>

- Opitz, A., Müller, C. M., Gemeinholzer, B. & Wissemann, V. (2018). Populationsgenetische Untersuchungen an hessischen Populationen von *Cypripedium calceolus*. Zugriff am 14.2.2020. Verfügbar unter: <http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/opus4/frontdoor/index/index/year/2019/docId/48635>
- Pott, R. & Hüppe, J. (2007). *Spezielle Geobotanik Pflanze-Klima-Boden*. Heidelberg, Berlin: Springer.
- Presser, H. (2002). *Orchideen - Die Orchideen Mitteleuropas und der Alpen* (2.). Hamburg: Nikol Verlagsgesellschaft.
- Rahmann, G. (2000, Januar 1). Biotoppflege als neue Funktion und Leistung der Tierhaltung. Zugriff am 2.4.2020. Verfügbar unter: [https://www.researchgate.net/publication/279497987\\_Biotoppflege\\_als\\_neue\\_Funktion\\_und\\_Leistung\\_der\\_Tierhaltung](https://www.researchgate.net/publication/279497987_Biotoppflege_als_neue_Funktion_und_Leistung_der_Tierhaltung)
- Rahmann, G. (2008). Naturschutz mit Schafen und Ziegen. *Praxis trifft Forschung - Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2008* (S. 16). Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut - Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI).
- Rupp, M. (2013). „*Beweidete lichte Wälder in Baden-Württemberg: Genese, Vegetation, Struktur, Management*“. Dissertation, Universität Freiburg i.Brsg. Verfügbar unter: <https://freidok.uni-freiburg.de/fedora/objects/freidok:9436/datastreams/FILE1/content>
- Rupp, M. & Werwie, F. (2018). Maßnahmen zum Erhalt lichter Wälder. *Waldwissen*. Zugriff am 24.6.2020. Verfügbar unter: [https://www.waldwissen.net/wald/naturschutz/arten/fva\\_massnahmen\\_lichte\\_waelder/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/wald/naturschutz/arten/fva_massnahmen_lichte_waelder/index_DE)
- Schmid, Dr. W. (2003). Themenbericht extensive Weiden Praxis und Forschung für Natur und Landschaft. Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Verfügbar unter: [https://www.poel.ch/pdf/Weidebericht\\_relais.pdf](https://www.poel.ch/pdf/Weidebericht_relais.pdf)
- Schneider, R. (2010). Wiederansiedlung von *Cypripedium calceolus* (einheimischer Frauenschuh) im Schlipf, Zuckenriet (SG). Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen in Wädenswil.
- Schneider, R. (2012). Vegetationsjahr 2011 *Cypripedium* Gebiet, Zuckenriet SG - Erster Zwischenbericht. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil.

- Schneider, R. (2017). Vegetationsjahr 2017 Cypridium-Gebiet, Zuckenriet SG - Zwischenbericht 2017. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil.
- Schneider, R. (2018). Cypridium calceolus Pflanzungen in Zuckenriet.
- Seippel, A. (2007). Waldweide im Kanton Aargau Pilotprojekte von 1997 bis 2006 Entwicklung, Aktueller Stand, Erfahrungen und Ausblick. Seippel Landschaftsarchitekten.
- Seybold, S., Philippi, G., Sebald, O. & Wörz. (1998). *Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs* (Band 8). Stuttgart: Ulmer.
- Shefferson, R. (2009). The evolutionary ecology of vegetative dormancy in mature herbaceous perennial plants. *Journal of Ecology*, 97, 1000–1009. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01525.x>
- Stocker, R., Burger, T., Elsener, O., Liechti, T., Portmann-Orlowski, K. & Zantop, S. (2002). *Die Waldstandorte des Kantons Aargau*. Aarau: Finanzdepartement des Kantons Aargau, Abteilung Wald.
- swisstopo, B. für L. (2020). Swisstopo Geokatalog. *geo.admin.ch*. Zugriff am 16.4.2020. Verfügbar unter: <https://map.geo.admin.ch>
- Töpfer, O. (2005). Ratschläge zur Pflege von Orchideenbiotopen. Uhlstädt-Kirchhasel: Arbeitskreis Heimische Orchideen (AHO) Thüringen e.V.
- Tremp, H. (2005). *Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten*. Stuttgart: Ulmer UTB.
- Trimble. (2012). *Benutzerhandbuch GeoExplorer® 6000 Serie* (Fassung G) (1.00.).
- TU Ilmenau. (2020). *Flora Incognita*. De, Ilmenau.
- Unibas. (2015). Project 2 (2014-): Reintroduction of Cypridium calceolus. Swiss Orchid Foundation Herbarium Jany Renzy. Zugriff am 12.2.2020. Verfügbar unter: [https://orchid.unibas.ch/images/Activities/Cypridium/Project\\_description\\_reintroduction\\_project\\_Switzerland.pdf](https://orchid.unibas.ch/images/Activities/Cypridium/Project_description_reintroduction_project_Switzerland.pdf)
- Wartmann, B. A. (2006). *Die Orchideen der Schweiz - Ein Feldführer*. Feldmeilen: EST Edition Sternenvogel.
- Wartmann, B. A. (2008). *Die Orchideen der Schweiz - Ein Feldführer* (2.). Bern - Stuttgart - Wien: Haupt Verlag.
- Wartmann, B. A. (2019). *Orchideen der Schweiz* (2.). Zürich: BirdLife Schweiz Schweizer Vogelschutz SVS.
- Witzig, U. (2020). Ziegenweide Orchideenwald.

- WSL. (2005). Wald - Vielfalt in der Schweiz. Zugriff am 22.7.2020. Verfügbar unter: [https://www.raonline.ch/pages/edu/pdf3/silv\\_BioVielfalt01.pdf](https://www.raonline.ch/pages/edu/pdf3/silv_BioVielfalt01.pdf)
- Zahn, A. (2014a). Online-Handbuch zur Beweidung im Naturschutz: Grundinformation zur Beweidung mit Ziegen. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL). Zugriff am 18.7.2020. Verfügbar unter: [https://www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/7\\_6\\_ziegenbeweidung.htm](https://www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/7_6_ziegenbeweidung.htm)
- Zahn, A. (2014b). Online-Handbuch Beweidung im Naturschutz: Kontrolle von Problemarten durch Beweidung. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL). Zugriff am 18.7.2020. Verfügbar unter: [https://www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/4\\_kontrolle\\_von\\_problemarten.htm](https://www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/4_kontrolle_von_problemarten.htm)
- Zingg, A. & Kull, P. (2006). Einflüsse der Ziegenweide auf den Wald - WSL. *Wald und Holz*, (11), 41–43.

## Anhang

### A: Gesamtartenliste

ID_Plot	NBF1	NBF2	NBF3	NBF4	NBS1	NBS2	NBS3	NBS4	BF1	BF2	BF3	BF4	BS1	BS2	BS3	BS4	R1	R2	R3
Parzelle	1063	1063	1063	1063	1063	1063	1063	1063	1063	1063	1063	1063	1063	1063	1063	1063	1057	1057	1057
Streu [%]	80	60	30	80	75	90	75	40	20	20	25	40	100	90	50	80	75	85	40
Moos [%]	2	10	5	2	35	10		2	75	90	85			5	90	5	50	20	60
Offene Bodenstellen [%]	2	5			10	2	10	5				10		5					5
<i>Abies alba</i> Mill.																	30	15	
<i>Acer campestre</i> L.	4				4	1	1			1				15					1
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	4					2	4	8	3	0.5	0.5	1	15		1	8		2	1
<i>Aegopodium podagraria</i> L.				1						70	0.5								1
<i>Ajuga reptans</i> L.	1					0.5			1	1							2	3	2
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench																			7
<i>Anemone nemorosa</i> L.	5	2	3	40	8	15	3	10	35	15	0.5	0.5	15	2			8	15	20
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.											3								
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.										2							15	15	20
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. Presl & C. Presl		10																	
<i>Atropa bella-donna</i> L.			15	12															
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	25	5	1	3	40	5	2	2	50	15			10	20		10	3	8	20
<i>Carex ferruginea</i> Scop.																		40	5
<i>Carex flacca</i> Schreb.		2	10	1	20	5		10	20	15	5	3	5	15			5	40	25
<i>Carex montana</i> L.																	30	10	3
<i>Carex pallescens</i> L.			0.5	1							3								
<i>Carex remota</i> L.									2										
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	40	2	15	20	15	5	8	10	25	30	40	5				4	10	5	8
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.		25	3	15			5			4	2	5				10			
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.																		1	
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.		5																	

Clematis vitalba L.		25	2	5		1	5	3		1		5			20	1	1	2		
Clinopodium vulgare L.		0.5	1														10		1	
Cornus sanguinea L.	1											5	20						1	
Corylus avellana L.	2				4			8		8	2		20	20	35	5				
Crataegus laevigata (Poir.) DC.				1																
Crataegus monogyna aggr.	1				2			1					5						1	
Cypripedium calceolus L.																	2	1	1	
Dactylis glomerata L.		2	1	5					10		2									
Daphne mezereum L.						0.5												1		
Dryopteris carthusiana (Vill.) H. P. Fuchs								1												
Equisetum arvense L.									2									2	3	
Equisetum telmateia Ehrh.																		3	10	
Euonymus europaeus L.																			1	
Eupatorium cannabinum L.		25	20	20	1		1	0.5			10	15			20		1	1	2	
Euphorbia cyparissias L.									0.5		40									
Fagus sylvatica L.					1													10		
Fragaria vesca L.		75	40	20					2	2	50	40						1	3	15
Frangula alnus Mill.											1								1	
Fraxinus excelsior L.	2	3		1	4	8	2	3		4	2	0.5		20	1	5				
Galium album Mill.											1	5								
Galium aparine L.	0.5	1										2					1			
Galium rotundifolium L.																		2		
Galium sylvaticum L.		1	1	2	1		1		1	0.5	2	5			20	3	10	4		
Geranium robertianum L.			0.5																	
Geum urbanum L.		5	8	3					1		1	5	1				3			
Glechoma hederacea L.											1				0.5					
Hedera helix L.	5	1			15	2		1	0.5	1		0.5	30	10	5	8	2	3	2	
Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.										3										
Hieracium pilosella L.																		2		
Holcus lanatus L.									2		5					5				
Hypericum perforatum L.											1								0.5	



Rubus fruticosus aggr.	15	10	80	40	3	1	80	80	15	2	0.5	70	12	40	90	48	2	1	1	
Rubus idaeus L.				35				1								48				
Salix caprea L.								1												
Sambucus nigra L.																20				
Sanicula europaea L.																		1	3	
Scirpus sylvaticus L.				4					2											
Solidago virgaurea L.																0.5			1	
Sonchus asper Hill		40	1	15				0.5		0.5	1	1								
Sorbus aria (L.) Crantz							1	1												
Stachys sylvatica L.	6		1	2	10	1		0.5		3					20	15			0.5	
Tamus communis L.					3	2	1			1			30	15	25	2	3	2		
Taraxacum officinale aggr.		2	0.5	3					0.5	1	3	3						1	1	5
Trifolium pratense L.				1																
Tussilago farfara L.																			0.5	
Verbascum spec.		1																		
Veronica officinalis L.							0.5					0.5								
Viburnum lantana L.	0.5				1		2	5				1								
Viburnum opulus L.					8	1	2			30					2		0.5	3	1	
Vicia cracca L.																		1	1	
Viola alba Besser							0.5		1		1	2							1	
Viola reichenbachiana Boreau	30	5	3	1		4		10	5	20	25	1	1				30	20	20	

**B: Auswahl geschützter oder wertvoller Lichtwaldarten auf den Untersuchungsflächen**

1.



2.



3.



1. *Cypripedium calceolus*

2. *Lilium martagon*

3. *Aquilegia vulgaris*

4. *Cephalanthera longifolia*

5. *Orcchis purpurea*

4.



5.



Fotos: Selina Sigrist

**Name:** **CYPRIPEDIUM CALCEOLUS** *Frauenschuh*

**Lebensraum:** Wächst vorzugsweise auf frischen bis mässig trockenen kalk- und basenreichen Lehmböden, in lichten Buchen-, Föhren-, Fichten- oder Eichenwäldern. Bevorzugt halbschattige Standorte auf Waldlichtungen, wärmebegünstigte Säume und Waldrandbereiche.

Höhenlage: Kollin-subalpin

**Status CH:** Status Liste National 2016: Verletzlich  
Status Liste Regional 2019: Im Mittelland verletzlich  
Schutzstatus : Schweizweit geschützt

**Gefährdung:** Verbuschung und Beschattung, Bautätigkeiten (Forststrassen), Beschädigung durch Pflücken, Ausgraben und Fotografieren, kleine isolierte Populationen, intensive Forstwirtschaft

**Förderung:** Bekannte Populations-Standorte entbuschen und auflichten, naturnaher Waldbau fördern, Gemeinden bei Bautätigkeiten über Vorkommen informieren, Naturschutzzonen schaffen, Informationstafel für die Bevölkerung (Fundstellen schützen), periodische Kontrollen der Populationen, Überprüfung der Massnahmen anhand von Erfolgskontrollen



© Selina Sigrist

Quellen:  
(Baumann 2010; BFN 2020; Info flora 2020a; Presser 2002; Wartmann 2006)

**Name:** **LILIUM MARTAGON** *Türkenbund*

**Lebensraum:** Wächst auf frischem, lockerem, nährstoff- und kalkreichem Untergrund. In tieferen Lagen im Halbschatten lichter Wälder, in höheren Lagen auch offen auf Bergwiesen. Bevorzugte Standorte sind Waldschläge und Waldränder

Höhenlage: Kollin-subalpin(-alpin).

**Status CH:** Status Liste National 2016: Nicht gefährdet  
Status Liste Regional 2019: Im Mittelland potentiell gefährdet  
Schutzstatus : In 19 Kantonen vollständig oder teilweise geschützt

**Gefährdung:** Verbuschung und Beschattung, Verbiss der Blütenknospen durch Rehe, Schäden durch das Lilienhähnchen (*Lilioceris lili*), Ausgrabung der Pflanze durch Gartenliebhaber, Trittschäden und Nährstoffanreicherung durch die Naherholung

**Förderung:** Förderung lichter Wälder, Offenhaltung von Lichtungen, Information der Forstämter zu Standort und Bedeutung der Art für den Naturschutz (Verhinderung von Standortbeeinträchtigung durch Forstarbeiten), Akzession mit Samen von Wildpflanzen aus dem Kanton VD, isolierte, kleine, akut gefährdete Bestände vor Wildverbiss schützen



© Selina Sigrist

Quellen:  
(Info flora 2020a; Högge-  
meier & Jagel 2011; Kalk-  
alpen Gmbh 2020; Lan-  
desamt für Umwelt  
Rheinland Pfalz 2020;  
Lawa.lu o. J.; UFZ 2020)

**Name:** **AQUILEGIA VULGARIS** *Gemeine Akelei*



© Selina Sigrist

**Lebensraum:** Lichte Misch- und Buchenwälder, Gebüsche und krautige Waldlichtungen, Waldränder und mesophile Krautsäume, auf mässig trockenen bis frischen, halbschattigen Standorten, bevorzugt kalkhaltige, durchlässige Böden

Höhenlage: Kollin-montan (-subalpin)

**Status CH:** Status Liste National 2016: Nicht gefährdet  
Status Liste Regional 2019: Im Mittelland nicht gefährdet  
in LU potentiell gefährdet  
Schutzstatus: In 13 Kantonen tlw. oder vollständig geschützt

**Gefährdung:** Verdunkelung und Verbuschung der Wälder, verträgt nur eine Mahd

**Förderung:** Förderung lichter Wälder und Wald-Innensäume, extensive Nutzung mit früher Sommermahd (ab 15.6), Schaffung und Erhaltung von Extensivgrünland im Wald und in Waldnähe

Quellen:  
(Info flora 2020a;  
Lawa.lu o. J.; UFZ 2020)

**Name:** **CEPHALANTHERA LONGIFOLIA** *Langblättriges Waldvögelein*

**Lebensraum:** Lichter Wald, Waldlichtungen, Föhrenwälder, Magerwiesen, auf nährstoffarmen, trockenen bis wechsellrockenen Böden, an sonnigen bis halbschattigen Standorten

Höhenlage: kollin-montan

**Status CH:** Status Liste National 2016: Nicht gefährdet  
Status Liste Regional 2019: Im Mittelland potentiell gefährdet  
Schutzstatus: Schweizweit geschützt



© Selina Sigrist

**Gefährdung:** Verbuschung und Beschattung, Konkurrenz, Nährstoffeintrag (insbesondere Stickstoff), Ablagerung von Biomaterial, forstwirtschaftliche Arbeiten

**Förderung:** Förderung lichter Wälder, Schaffung von Lichtzonen, Pflege der Waldrand- und Gebüschzonen

Quellen:  
(AGEO 2020; AHO-Bayern  
o. J.; Info flora 2020a;  
Töpfer 2005 )

**Name:** **ORCHIS PURPUREA** *Purpur-Knabenkraut*

**Lebensraum:** Lichte Laubmischwälder, gebüschreiche Magerwiesen, bevorzugt warme, lichte Standorte mit Einzelgehölzen, auf nährstoffarmen, kalkhaltigen Böden

Höhenlage: kollin(-montan)

**Status CH:** Status Liste National 2016: Verletzlich  
Status Liste Regional 2019: Im Mittelland verletzlich  
Schutzstatus: Schweizweit geschützt

**Gefährdung:** Verbuschung und Beschattung, Schäden durch Forstarbeiten, zu frühes Mähen der Wegränder, Gefährdung durch Wanderwege und Fotografen (zertreten steriler Exemplare), Pflücken und Ausgraben

**Förderung:** Förderung lichter Wälder, Mähen nach dem Absamen der Orchidee, Monitoring kleiner, isolierter Bestände, Verstärkung mit Exsitu-Pflanzen, Beweidung zur Offenhaltung der Standorte, Information der Forstbetriebe und Besucher zur Bedeutung der Art für den Naturschutz



© Selina Sigrist

Quellen:  
(AGEO, 2020b; Info flora  
2020a;Töpfer 2005)

**C: Hochstete und sehr stete Arten der Aufnahmeflächen NB, B & R**

*Links die hochsteten und sehr steten Arten (SK V & IV) der B & NB Plots, welche alle auch in den stetigsten Arten der R Plots (rechts) wiederzufinden sind und somit innerhalb der stetigsten Klassen keine grossen Unterschiede bestehen*

<b>B &amp; NB Plots</b>	Anzahl 16	Frequenz	Stetigkeit [%]	Stetigkeitsklasse	<b>R Plots</b>	Anzahl 3	Frequenz	Stetigkeit [%]	Stetigkeitsklasse
Rubus fruticosus aggr.		15	<b>93.8</b>	V	Ajuga reptans L.		3	<b>100</b>	V
Anemone nemorosa L.		14	<b>87.5</b>	V	Anemone nemorosa L.		3	<b>100</b>	V
Acer pseudoplatanus L.		10	<b>62.5</b>	IV	Aquilegia vulgaris L.		3	<b>100</b>	V
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.		12	<b>75.0</b>	IV	Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.		3	<b>100</b>	V
Carex flacca Schreb.		12	<b>75.0</b>	IV	Carex flacca Schreb.		3	<b>100</b>	V
Carex sylvatica Huds.		12	<b>75.0</b>	IV	Carex montana L.		3	<b>100</b>	V
Fraxinus excelsior L.		12	<b>75.0</b>	IV	Carex sylvatica Huds.		3	<b>100</b>	V
Galium sylvaticum L.		10	<b>62.5</b>	IV	Cypripedium calceolus L.		3	<b>100</b>	V
Hedera helix L.		11	<b>68.8</b>	IV	Eupatorium cannabinum L.		3	<b>100</b>	V
Viola reichenbachiana Boreau		11	<b>68.8</b>	IV	Fragaria vesca L.		3	<b>100</b>	V
					Hedera helix L.		3	<b>100</b>	V
					Ligustrum vulgare L.		3	<b>100</b>	V
					Listera ovata (L.) R. Br.		3	<b>100</b>	V
					Paris quadrifolia L.		3	<b>100</b>	V
					Rubus fruticosus aggr.		3	<b>100</b>	V
					Taraxacum officinale aggr.		3	<b>100</b>	V
					Viola reichenbachiana Boreau		3	<b>100</b>	V
					Viburnum opulus L.		3	<b>100</b>	V
					Abies alba Mill.		2	<b>66.7</b>	IV
					Acer pseudoplatanus L.		2	<b>66.7</b>	IV
					Carex ferruginea Scop.		2	<b>66.7</b>	IV
					Clematis vitalba L.		2	<b>66.7</b>	IV
					Clinopodium vulgare L.		2	<b>66.7</b>	IV
					Equisetum arvense L.		2	<b>66.7</b>	IV
					Equisetum telmateia Ehrh.		2	<b>66.7</b>	IV
					Galium sylvaticum L.		2	<b>66.7</b>	IV
					Maianthemum bifolium (L.) F. W. Schmidt		2	<b>66.7</b>	IV
					Prunus sp.		2	<b>66.7</b>	IV
					Pteridium aquilinum (L.) Kuhn		2	<b>66.7</b>	IV
					Quercus robur L.		2	<b>66.7</b>	IV
					Sanicula europaea L.		2	<b>66.7</b>	IV
					Tamus communis L.		2	<b>66.7</b>	IV
					Vicia cracca L.		2	<b>66.7</b>	IV

**D 1: Übersicht der Mittelwerte und Ergebnisse der ANOVAs aller erhobener Parameter**

Gemittelte Werte	NBF	NBS	BF	BS	R	Ergebnisse ANOVA
Gesamtdeckungen (%)	239.8	144.5	216.6	227.0	205.8	F=2.723; d.f.=4,14; p=0.07
Streu [%]	62.5	70.0	26.3	80.0	66.7	<b>F=5.65; d.f.=4,14; p=0.006 **</b>
Moos [%]	4.8	15.7	62.5	25.0	43.3	F=2.408; d.f.=4,14; p=0.099
Offene Bodenstellen [%]	3.5	6.8	10.0	5.0	5.0	F=1.689; d.f.=4,14; p=0.208
gew_Temperaturzahl	3.3	3.5	3.3	3.6	3.2	<b>F=5.445; d.f.=4,14; p=0.0068**</b>
gew_Kontinentalitaetszahl	2.8	2.7	2.8	2.7	2.7	F=0.782; d.f.=4,14; p=0.555
gew_Lichtzahl	2.7	2.6	2.6	2.8	2.6	F=0.861; d.f.=4,14; p=0.511
gew_Feuchtezahl	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	F=0.343; d.f.=4,14; p=0.845
gew_Wechselfeuchtezahl	1.8	2.0	1.7	1.7	1.7	F=1.444; d.f.=4,14; p=0.271
gew_Reaktionszahl	3.3	3.4	3.2	3.5	3.5	F=2.962; d.f.=4,14; p=0.058
gew_Naehrstoffzahl	3.2	2.9	3.0	3.2	2.8	F=2.4; d.f.=4,14; p=0.1
gew_Humuszahl	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	F=0.354; d.f.=4,14; p=0.837
gew_Durchlueftungszahl	2.4	2.4	2.3	2.6	2.4	F=0.818; d.f.=4,14; p=0.535
gew_Konkurrenzzahl	1.5	1.9	1.6	2.2	1.6	<b>F=3.637; d.f.=4,14; p=0.031*</b>
gew_Ruderalzahl	0.7	0.4	0.6	0.3	0.4	<b>F=4.266; d.f.=4,14; p=0.018*</b>
gew_Oekologische_Gruppe	2.0	1.5	1.9	1.3	1.4	F=1.97; d.f.=4,14; p=0.355
Artenzahl	23.8	25.0	27.5	17.3	35.7	<b>F=21.14; d.f.=4,14; 8.18e-06 ***</b>
Shannon Index	2.3	2.3	2.4	2.3	2.8	<b>F=3.512; d.f.=4,14; 0.035 *</b>
Shannon Equitability	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	F=2.159; d.f.=4,14; p=0.127
pH	6.85	7.37	6.98	7.68	7.37	F=1.459; d.f.=4,14; p=0.267
Leitfähigkeit [µS/cm]	226.3	239.3	200.9	264.8	329.8	<b>F=4.968; d.f.= 4, 14; p=0.01**</b>
Besonnung pro Tag [Min]	168	207	336	68	21	F=2.475; d.f.=4,14; p=0.092
Mittlere Bodentiefe [cm]	19.8	15.9	16.4	23.1	13.2	F=2.374; d.f.=4,14; p=0.127
Stand. Krautschichthöhe [cm]	20.2	13.1	15.1	53.5	3.6	<b>F=5.602; d.f.= 4, 14; p=0.007**</b>

**D 2: Nicht signifikante Ergebnisse der ANOVAs der Zeigerwerte von *Cypripedium calceolus* mit den Zeigerwerten der B & NB Flächen**

Gemittelte Werte	Ergebnisse ANOVA
gew_Temperaturzahl	F=2.91; d.f.=4,12; p=0.068
gew_Kontinentalitaetszahl	F=1.346; d.f.=4,12; p=0.309
gew_Lichtzahl	F=1.279; d.f.=4,12; p=0.332
gew_Feuchtezahl	F=0.741; d.f.=4,12; p=0.582
gew_Wechselfeuchtezahl	F=1.269; d.f.=4,12; p=0.335
gew_Reaktionszahl	F=2.348; d.f.=4,12; p=0.113
gew_Naehrstoffzahl	F=2.941; d.f.=4,12; p=0.066
gew_Humuszahl	F=2.86; d.f.=4,12; p=0.071
gew_Durchlueftungszahl	F=1.715; d.f.=4,12; p=0.211

**E: Abnahme des absoluten Vorkommens der Arten auf den beweideten Plots**

<b>Art</b>	<b>Absolutes Vorkommen [%]</b>	<b>Art</b>	<b>Absolutes Vorkommens [%]</b>
Anemone nemorosa L.	-75	Hypericum perforatum L.	-12.5
Acer pseudoplatanus L.	-62.5	Hypericum tetrapterum Fr.	-12.5
Galium sylvaticum L.	-62.5	Lamium album L.	-12.5
Corylus avellana L.	-50	Listera ovata (L.) R. Br.	-12.5
Hedera helix L.	-50	Lonicera xylosteum L.	-12.5
Cirsium arvense (L.) Scop.	-37.5	Orchis purpurea Huds.	-12.5
Fraxinus excelsior L.	-37.5	Origanum vulgare L.	-12.5
Geum urbanum L.	-37.5	Potentilla sterilis (L.) Garcke	-12.5
Holcus lanatus L.	-37.5	Prunus sp.	-12.5
Lamium galeobdolon subsp. montanum (Pers.) Hayek	-37.5	Pteridium aquilinum (L.) Kuhn	-12.5
Polygonatum multiflorum (L.) All.	-37.5	Ranunculus acris L.	-12.5
Sonchus asper Hill	-37.5	Rubus fruticosus aggr.	-12.5
Tamus communis L.	-37.5	Rubus idaeus L.	-12.5
Taraxacum officinale aggr.	-37.5	Scirpus sylvaticus L.	-12.5
Cornus sanguinea L.	-25	Solidago virgaurea L.	-12.5
Eupatorium cannabinum L.	-25	Stachys sylvatica L.	-12.5
Galium aparine L.	-25	Veronica officinalis L.	-12.5
Paris quadrifolia L.	-25	Viburnum lantana L.	-12.5
Phyteuma spicatum L.	-25	Viola reichenbachiana Boreau	-12.5
Viola alba Besser	-25	Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.	0
Acer campestre L.	-12.5	Carex remota L.	0
Aegopodium podagraria L.	-12.5	Carex sylvatica Huds.	0
Ajuga reptans L.	-12.5	Fagus sylvatica L.	0
Anthoxanthum odoratum L.	-12.5	Fragaria vesca L.	0
Aquilegia vulgaris L.	-12.5	Geranium Robertianum	0
Carex flacca Schreb.	-12.5	Ilex aquifolium L.	0
Carex pallescens L.	-12.5	Juglans regia L.	0
Clematis vitalba L.	-12.5	Ligustrum vulgare L.	0
Crataegus monogyna aggr.	-12.5	Lilium martagon L.	0
Dactylis glomerata L.	-12.5	Plantago major	0
Equisetum arvense L.	-12.5	Polygala vulgaris	0
Euphorbia cyparissias L.	-12.5	Prunella vulgaris	0
Frangula alnus Mill.	-12.5	Rosa arvensis Huds.	0
Galium album Mill.	-12.5	Rosa sp.	0
Glechoma hederacea L.	-12.5	Sambucus nigra L.	0
Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.	-12.5	Viburnum opulus L.	0

## F: Hinweise zu geeigneten Pflegezeitpunkten ausgewählter Orchideen

Es empfiehlt sich für detailliertere Informationen zusätzlich die Webseite zu konsultieren: [https://www.ageo.ch/p/toepfer\\_broschure\\_2005.pdf](https://www.ageo.ch/p/toepfer_broschure_2005.pdf)

Art	Jan.	Feb.	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Gymnadenia conopsea												
Ophrys apifera												
Ophrys insectifera												
Orchis mascula												
Orchis militaris												
Orchis pupurea												
Platanthera bifolia												
Platanthera chlorantha												
Cephalanthera damasonium												
Cephalanthera longifolia												
Cephalanthera rubra												
Cypripedium calceolus												
Epipactis helleborine												
Epipactis muelleri												

keine Nutzung oder Pflege möglich	
Mahd	
Beweidung mit Ziegen	
Bestandspflege	

Quelle: Ratschläge zur Pflege von Orchideenbiotopen, Otmar Töpfer, Arbeitskreis Heimische Orchideen (AHO) Thüringen, 2005

### G: Variierender Beweidungszeitpunkte

Beispiel variierender Beweidungszeitpunkte eines Waldweideprojektes in der Gipsgrube Ehrendingen mit Orchideenvorkommen sowohl auf einer Orchideenwiesen, wie auch im lichten Wald.

Zur Verfügung gestellt vom Geschäftsführer der Creanatira GmbH Ulysses Witzig.

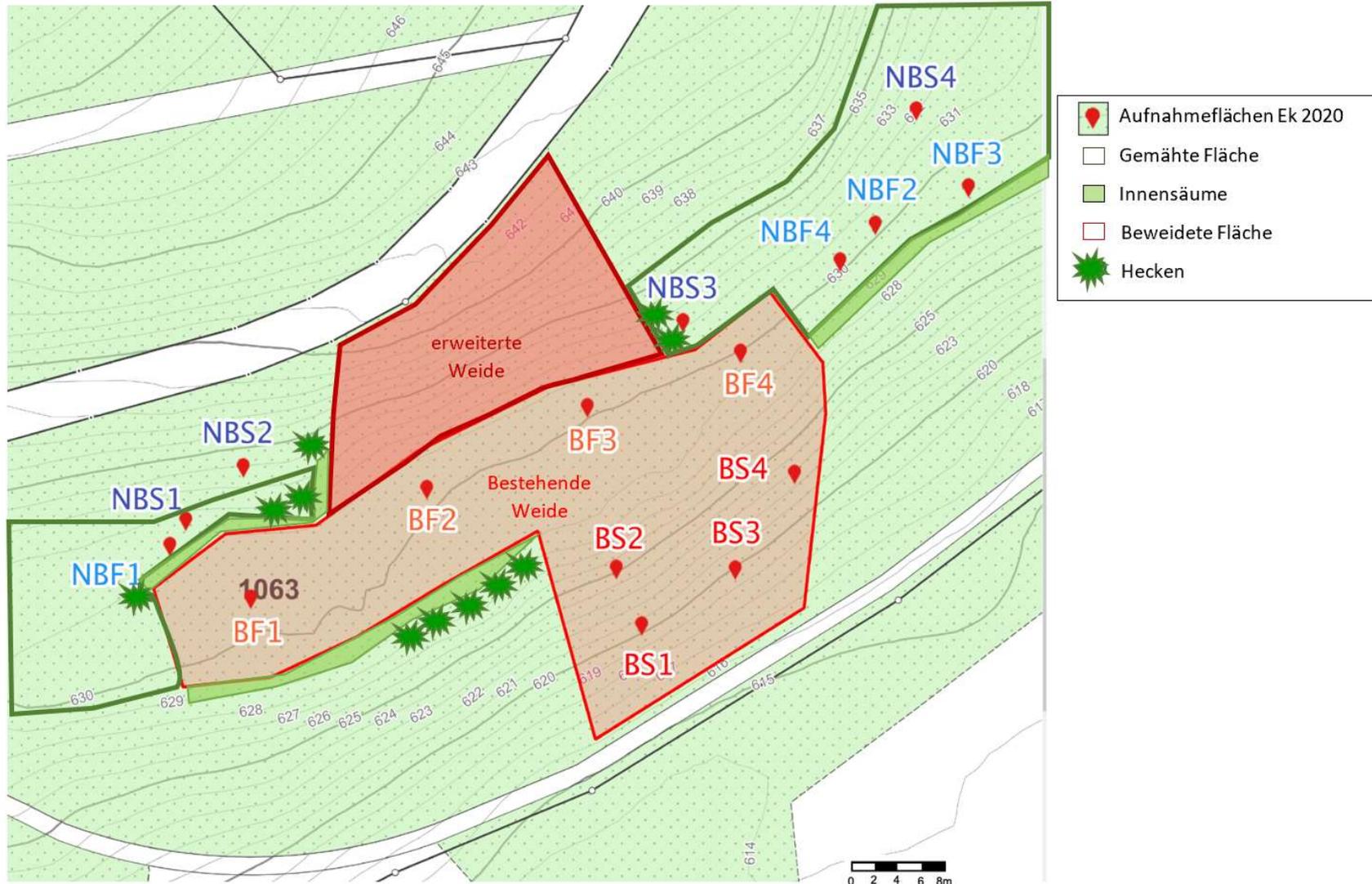
Jahr	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept	Oktober
2002					7.8.		26.10.
2003			31.5.		7.8.		
2004			2.6.		17.8.		
2005				7.7.		12.9.	
2006				16.6.	9.8.		
2007			10.6.		14.8.		
2008					1.8.		3.10.
2009		14.5.		5.7.			

### H: Koordinaten der Aufnahmeflächen der Erfolgskontrolle 2020

Koordinaten der im Mittelpunkt, mit dem GeoExplorer®6000 Series von Trimble, eingemessenen Aufnahmeflächen.

Plot	[N]	[O]
NBF1	1260990.76	2729414.00
NBF2	1261015.79	2729474.38
NBF3	1261018.80	2729482.13
NBF4	1261012.92	2729471.35
NBS1	1260991.15	2729416.35
NBS2	1260994.49	2729421.37
NBS3	1261007.55	2729458.40
NBS4	1261024.75	2729477.81
BF1	1260984.97	2729421.81
BF2	1260993.60	2729436.64
BF3	1261000.72	2729450.32
BF4	1261005.24	2729463.04
BS1	1260982.56	2729454.68
BS2	1260983.63	2729454.37
BS3	1260987.01	2729462.41
BS4	1260995.42	2729467.47
R1	1261015.30	2729360.10
R2	1261014.16	2729359.64
R3	1261014.20	2729354.85

I: Pflegeplan Parzelle 1063 Zuckenriet



Massstab 1: 350  
Koordinaten 2729'420, 1'261'003

Für die Richtigkeit und Aktualität der Daten wird keine Garantie übernommen.  
Es gelten die Nutzungsbedingungen des Geoportals.

24.08.2020

# Eignung der Ziegenbeweidung zur Wiederherstellung eines Orchideenwaldes

## Erfolgskontrolle Zuckenriet

Selina Sigrist  
28.07.2020, UI17, BA



### 1. Einleitung

Als Folge intensiver menschlicher Nutzung des Waldes als Waldweiden, Nieder- & Mittelwälder entstanden lichte, strukturalter und artenreiche Wälder, welche bis im 19. Jahrhundert weit verbreitet waren. Sie boten vielen licht- und wärmelebenden Pflanzen- und Tierarten günstige Lebensbedingungen, darunter vielen heute gefährdeten Orchideenarten (Dietiker, 2008). Seitler wandelten sich die Wälder jedoch sukzessiv zu dichteren und dunkleren Hochwäldern, in deren Beschattung und Konkurrenzdruck das europaweit gefährdete *Cypripedium calceolus* ebenso wie zahlreiche weitere gefährdete Lichtwald-Arten verdrängten (Rupp & Werwie, 2018). So auch auf der ehemals artenreichen, bis 2010 jedoch in der Sukzession weit fortgeschrittenen und überwucherten Parzelle 1063 in Zuckenriet (SG). Nach aufwändigen Pflegearbeiten wurde diese 2018 & 2020 die ersten Male mit Ziegen beweidet (Schneider, 2017). Diese decken bis zu 60 % ihres Futterbedarfs mit Blättern, jungen Gehölztrieben sowie Rinde (Rahmann, 2008), wodurch bei einer Waldweide Stockaustrieb und Verjüngung signifikant reduziert werden (Zingg & Kull, 2006) und allmählich strukturalter Wälder mit einer gut entwickelten Krautschicht entstehen können (Witzig, 2020). Anhand der Erfolgskontrolle wurde überprüft, ob die Rückführung der Parzelle zu einem Orchideenwald mit geeigneten Standortbedingungen für die Schirmart *Cypripedium calceolus* und damit für weitere Lichtwald-Arten (Abb.1) voranschreitet und wie die extensive Ziegenbeweidung diesen Prozess beeinflusst.



© Selina Sigrist

Abb. 2 Auflichtung mit anschließender Waldweiden können zu struktur- & artenreichen lichten Wäldern führen in deren Krautschicht seltene und oft gefährdete Lichtwald-Arten vorkommen.

### 2. Material und Methode

- Flächen & Anzahl Plots**
  - Parzelle 1063: 8 Nicht beweidet (NB) / 8 Beweidet (B) → Zusätzlich stratifiziert in flach (F) / steil (S)
  - Referenzfläche: 3 R. Artenreich mit fehlenden *Cypripedium calceolus* Vorkommen
- Statistischer Vergleich**
  - 19 kreisförmige 10 m<sup>2</sup> große Plots
  - Datenerhebung Vegetationsaufnahmen, Bodenproben, Ermittlung der Standortbedingungen
  - Statistischer Vergleich der Daten der NB, B & R Flächen
- Verbiss**
  - Nach der Beweidung
  - Quantitative Erfassung der Arten der B Plots anhand der Kriterien "Art präsent/absent"
  - Qualitative Erfassung der Schäden an Gehölzen der gesamten Weide

### 3. Resultate

Mit einer Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA) wurden die Korrelationen der signifikanten Variablen aus den ANOVAs zueinander und zu den vorkommenden Pflanzengesellschaften in Beziehung gebracht. Dargestellt sind jene Umweltgradienten, welche die grösste Varianz innerhalb der Pflanzenzusammensetzung hervorriefen (Abb.3). Dabei zeigt sich eine Absetzung der R Plots, welche sich durch hohe Leitfähigkeit & Artenzahl bei geringer standardisierter Krautschichthöhe von den NB & B Plots unterscheiden. Zwischen NB & B findet mehrheitlich eine Unterteilung entlang der CCA2-Achse statt, nicht aufgrund ihrer Bewirtschaftung sondern aufgrund gleicher Stratifizierung. Dabei weisen NBF & BF eine hohe Ruderalzahl bei geringer Streudeckung auf. Die Pflanzengesellschaften auf NBS & BS sind hingegen durch eine hohe Temperatur- & Konkurrenzzahl, bei hoher Streudeckung & Krautschichthöhe sowie einer geringen Artenzahl charakterisiert. Die BS Plots korrelieren dabei stark mit den vorgang genannten Umweltvariablen als die NBS Plots. Insgesamt hat der Vergleich der pflanzlichen Zusammensetzung und der Standortbedingungen der untersuchten Flächen grössere Unterschiede zwischen NB-B zu R als zwischen den Bewirtschaftungsformen NB & B gezeigt. Beim Vergleich der Kleingruppen weist die Stratifizierung einen grösseren Einfluss auf die Standorte und die Pflanzenzusammensetzung auf als die Bewirtschaftungsform.

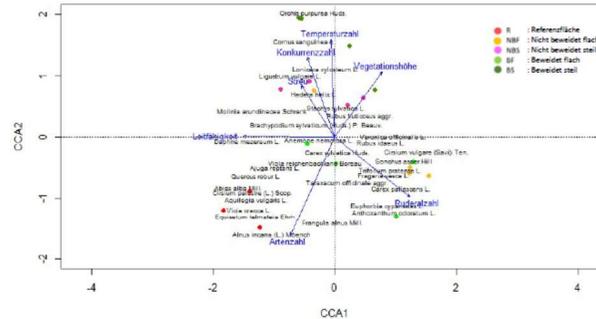


Abb. 3 Die CCA zeigt die multivariaten Beziehungen der Artenzusammensetzung auf den Plots entlang der Umweltvariablen (blau). Die Achse CCA1 ist negativ mit der Leitfähigkeit korreliert. CCA2 korreliert positiv mit der Temperatur- & Konkurrenzzahl, der Streudeckung und der standardisierten Krautschichthöhe sowie negativ mit der Artenzahl. Die Pflanzensorten, welche die jeweiligen Standorte charakterisieren, sind mit lateinischem Namen angegeben.

#### Direkter Einfluss der Ziegenbeweidung

Auf den B Flächen nahmen infolge der Ziegenbeweidung sowohl die Streu- wie auch die Moosdeckung ab, während die offenen Bodenstellen um  $\geq 25\%$  zunahm. Das absolute Vorkommen von leicht dominierenden Pflanzen wie *Pteridium aquilinum*, *Rubus fruticosus* und *Circaea arvensis* konnten um bis zu 38 % verringert werden, die Einzelvorkommen von *Orchis purpurea* und *Listera ovata* waren nach der Beweidung nicht mehr sichtbar. In der qualitativen Erfassung des Gehölz-Verbisses durch die Ziegen zeigte sich ein artspezifischer, mittel bis starker Verbiss aller auf der Weidefläche vorkommender Gehölze (Abb. 4) sowie eine erhebliche Schälung der Rinde. Am stärksten wurden *Acer campestre*, *Cornus stegomyia* und *Corylus avellana* verbissen, das einzige nicht verbissene Gehölz war *Ilex aquifolium*.



Abb. 4 Waldabschnitt in Zuckenriet links vor und rechts nach der Beweidung.

© Selina Sigrist

### 4. Diskussion

Die Waldweide mit Ziegen stellt eine nachhaltige und ökologisch wertvolle Pflegemassnahme zur Schaffung und Erhaltung lichter Wälder dar (Abb.5), von der insbesondere licht- und wärmelebende Arten, unter anderem Orchideen, besonders profitieren (Dietiker, 2008). Ob die Rückführung der Parzelle 1063 zu einem Orchideenwald anhand der Beweidung mit Ziegen auch in Zuckenriet gelingt, kann nach einmaliger Beweidung noch nicht festgestellt werden. Jedoch zeigen die Flächen NB & B eine positive Entwicklung bezüglich abnehmender Nährstoffverhältnisse und ausgeglichener Artenvorkommen. Die B Flächen weisen zudem eine verringerte Streudeckung und eine langsame Verschiebung der Vegetation auf, mit ersten Magerwiesenzeigern wie *Euphorbia cyparissias* und Spontanansiedlungen von mehreren Orchideenarten (*Cephalanthera longifolia*, *Listera ovata*, *Orchis purpurea*). Gemäss vergleichbaren Weideprojekten kann bei einer künftig jährlich extensiven Ziegenbeweidung mit einer Zunahme der Krautschicht und der Artenzahl (Flora & Fauna) gerechnet werden (Zingg & Kull 2006, Rupp 2013, Andres et al. 2014, Bollens 2016). Die Zunahme der Artenzahl beruht dabei insbesondere auf Auflichtung (Andres et al., 2014) Störung und Dynamik (Rupp, 2013).

Gemäss statistischen Auswertungen der Zeigerwerte weisen die beweideten Flächen zudem geeignete Standortbedingungen für das Vorkommen der gefährdeten Schirmart *Cypripedium calceolus* und damit für weitere Lichtwaldarten auf, womit gute Voraussetzungen für die Rückführung zu einem Orchideenwald gegeben sind.



Abb. 5 Darstellung der vielfältigen Einflüsse der Ziegen-Waldweide in Zuckenriet und ähnlichen Beweidungsprojekten. Auswirkungen welche sich in Zuckenriet nicht oder nur teilweise gezeigt haben sind mit \* bzw. (\*) gekennzeichnet. Voraussetzung für eine positive Entwicklung hin zu einem lichten Orchideenwald sind eine geeignete Besatzdichte & Beweidungsintensität sowie ein auf die Zielen angepasster Weidezeitpunkt (Brunzel & Erber, 2020).

#### Auswahl der Empfehlungen für die weitere Pflege der Fläche

- Jährliche Ziegenbeweidung → weitere Verringerung der Verbissung & Streudeckung
- Jährliche Mahd des kaum verbissenen *Pteridium aquilinum* Bestandes
- Gelegentlich mechanische Nachpflege von nicht verbissenen Gehölz
- Verlegung des Weidezeitpunktes auf (Jan./Feb.) oder Sept./Okt. zur Förderung von Orchideen und Lichtwaldarten wie *Lilium martagon* → Beweidung vor der Blüte und nach der Absamung
- Alternierende Weidefenster zwischen Mai & Oktober für die Erhaltung & Förderung eines breiten Artenspektrums
- Förderung strukturalter Waldinnenseite als Lebensraum für Waldorchideen wie *Cypripedium calceolus* und anderen Lichtwaldarten
- Abführung des Schnitt- & Mahdgruts, kein Befahren der Flächen zur Verhinderung von Verdichtung

**K: Erklärung betreffend der selbständigen Verfassung der Arbeit**

**Erklärung betreffend das selbständige Verfassen einer Semesterarbeit im Departement Life Sciences und Facility Management**

Mit der Abgabe dieser Bachelorarbeit versichert die Studierende, dass sie die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst hat.

Die unterzeichnende Studierende erklärt, dass alle verwendeten Quellen (auch Internetseiten) im Text oder Anhang korrekt ausgewiesen sind, d.h. dass die Bachelorarbeit keine Plagiate enthält, also keine Teile, die teilweise oder vollständig aus einem fremden Text oder einer fremden Arbeit unter Vorgabe der eigenen Urheberschaft bzw. ohne Quellenangabe übernommen worden sind.

Bei Verfehlungen aller Art treten Paragraph 39 und Paragraph 40 der Rahmenprüfungsordnung für die Bachelor- und Masterstudiengänge an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften vom 29. Januar 2008 sowie die Bestimmungen der Disziplinarmassnahmen der Hochschulordnung in Kraft.

Ort, Datum:

Unterschrift:

*Uster, 30.08.2020*

*S. Sigrist*.....