

Vegetationskartierung Gipsgrube Wissbrunn Zeglingen

CAS-Arbeit



Manuela Schmutz

CAS Feldbotanik und Vegetationsanalyse

Abgabedatum 01.11.2024

Fachkorrektor:

Prof. Dr. Jürgen Dengler

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Grüentalstrasse 14, 8820 Wädenswil

Schlagworte

Abbaugelbiet, Gipsgrube, Ruderalgesellschaft, Ruderalflur, Steinbruch, Sukzession, Twinspan, Vegetationsaufnahmen, Vegetationskartierung, Vegetationsklassifizierung, Wissbrunn, Zeigerwerte

Zitiervorschlag

Schmutz M. (2024): Vegetationskartierung Gipsgrube Wissbrunn Zeglingen. CAS-Arbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil.

Institut

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
Department Life Sciences und Facility Management
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen
Grüentalstrasse 14, 8820 Wädenswil

Autorin

Manuela Schmutz
Kaufmann + Bader GmbH, Hauptgasse 48, 4500 Solothurn (Geschäft)
Grundstrasse 3, 4600 Olten, manuela.schmutz@gmx.ch (Privat)

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Einleitung	5
3	Methoden	7
3.1	Untersuchungsgebiet	7
3.2	Vegetationsökologische Datenerhebung	8
3.3	Klassifikation	10
3.4	Kartierung	10
3.5	Statistische Auswertung	10
4	Ergebnisse	11
4.1	Klassifikation	11
4.2	Kartierung	14
4.3	Eigenschaften der Vegetationseinheiten	15
5	Diskussion	18
5.1	Literaturvergleich der beschriebenen Vegetationseinheiten	18
5.2	Eigenschaften und Standorte der Vegetationseinheiten	19
6	Fazit	22
7	Literaturverzeichnis	23

Beilagen

1	Kreuztabelle Vegetationsaufnahmen
2	Synoptische Tabelle
3	Kartierschlüssel
4	Twintable
5	Fotos
6	R-Skript
7	Daten

1 Zusammenfassung

Steinbrüche und Kiesgruben bieten zahlreichen gefährdeten Arten der selten gewordenen Flussauen einen Ersatzlebensraum. Kenntnisse zur Vegetation der im Verlaufe der Sukzession vorkommenden Lebensräume helfen bei der Planung der Pflegemassnahmen ehemaliger Abbaugelände.

In der vorliegenden Arbeit habe ich die Offenland-Lebensräume des Baselbieter Naturschutzgebiets «Gipsgrube Zeglingen» kartiert. Dazu habe ich 31 Vegetationsaufnahmen aufgenommen. Der Twinspan-Algorithmus klassiert diese in sechs Vegetationseinheiten. Anhand von diagnostischen Arten habe ich einen Kartierschlüssel erstellt und die Kartierung vorgenommen. Die Vegetationseinheiten habe ich hinsichtlich aufgenommenen Standortparameter und ausgewählter Zeigerwerte verglichen.

Im Bereich des Grubenbodens sind Mesophile Ruderalfluren verschiedener Ausprägung vorhanden. Auf einem mit Lehm aufgeschütteten Hang kommt eine Huflattichflur mit Weiden vor, während sich in einem regelmässig gemähten Bereich mit humosem Oberboden ein halbruderaler Halbtrockenrasen entwickelt hat, der stellenweise von mesophilen Saumgesellschaften durchsetzt ist.

Die Bodenentwicklung sowie die durchgeführten Pflegemassnahmen haben einen grossen Einfluss auf die vorhandene Vegetation und deren Entwicklung. Sollen die Ruderalfluren im Untersuchungsgebiet langfristig erhalten werden, wird dies auch in Zukunft Pflegemassnahmen erfordern. Die Beschreibung der vorhandenen Vegetation kann helfen, diese zu planen.

2 Einleitung

In Steinbrüchen und Kiesgruben kommen oft grossflächig Ruderalfluren auf Böden mit wenig organischem Material sowie vegetationsfreie Rohböden vor. Diese Standorte dienen vielen gefährdeten Arten der selten gewordenen Flussauen als Ersatzlebensraum. Wo auf eine Auffüllung und Rekultivierung der Abbaugelände verzichtet wird, bleiben die Lebensräume auch nach Abschluss der Abbautätigkeit erhalten. Die Dynamik fällt jedoch weg und die natürliche Sukzession setzt ein. Um die Ruderalflächen langfristig zu erhalten, sind Pflegemassnahmen erforderlich. Für die Planung und das Monitoring der Pflegemassnahmen sind Kenntnisse zur Vegetation ehemaliger Abbaugelände wichtig.

Natürlicherweise kommen vegetationsfreie Rohböden durch Hangrutsche oder in Überschwemmungsgebieten von Flüssen vor. Durch die Kanalisierung und Verbauung vieler Fließgewässer sind offene Rohböden sowie die im Verlauf der Sukzession darauf folgenden Lebensräume in der Schweiz stark zurückgegangen und selten geworden (Verein biodivers, 2022). Die Roten Listen der Lebensräume (Delarze et al., 2016) stufen Ruderalfluren als gefährdet (Einjährige Ruderalflur, Mesophile Ruderalflur) oder stark gefährdet (Trockenwarme Ruderalflur) ein. Ein Viertel der Gefäßpflanzenarten der Ruderalfluren stehen auf der Roten Liste (Bornand et al., 2016) Auch Flusskiespionierfluren, Halbtrockenrasen und Queckenbrachen sind gefährdet (Delarze et al., 2016).

Steinbrüche und Kiesgruben sind schon früh als naturschützerisch wertvolle Ersatzlebensräume für die selten gewordenen Flussauen anerkannt worden (Krebs und Wildermuth, 1976). Sekundäre Pionierstandorte sind beispielsweise von hoher Bedeutung für das Überleben von zahlreichen Arten der Heuschrecken (Monnerat et al., 2007), Bienen (Müller et al., 2024) und Landschnecken (Rüetschi et al., 2012). Nebst Ruderalstandorten sind in ehemaligen Abbaugeländen meist weitere wertvolle Habitats wie Tümpel, Felswände, Höhlen, Gebüsche und lichte Wälder vorhanden (Krebs und Wildermuth, 1976). Diese bieten beispielsweise Amphibien (Schmidt et al., 2023) und Vögeln (Knaus et al., 2021) wertvolle Lebensräume.

Die Qualität und «Lebensdauer» der Ersatzlebensräume hängt stark von der Art und Dauer des Abbaus und der Nachnutzung ab. Während dem Abbau realisieren die Grubenbetreiber meist Wanderbiotope als ökologische Ausgleichsmassnahmen (Schwaller et al., 2016). Nach dem Abbau werden viele Gruben mit sauberem Material aufgefüllt und anschliessend rekultiviert, d.h. mit Oberboden überdeckt und wieder land- oder forstwirtschaftlich genutzt. Als Ersatz für den Verlust der Ruderalflächen und Wanderbiotope wird manchmal auch teilweise auf eine Rekultivierung verzichtet oder es werden auf der rekultivierten Grube Dauerbiotope angelegt (Schwaller et al., 2016).

Wo zugunsten des Naturschutzes auf eine Rekultivierung verzichtet wird, setzt aufgrund der wegfallenden Abbautätigkeit eine natürliche Sukzession ein. Auf dem zunächst völlig nackten Rohboden siedeln sich zuerst vorwiegend einjährige Pionierpflanzen an. Wird die Pflanzendecke nicht durch äussere Einwirkung wieder zerstört, können sich mehrjährige, ausdauernde Ruderalfluren entwickeln (Manderbach et al., 2024). Mit weiter fortschreitender Sukzession entwickeln sich Grasbrachen oder Gebüsche (Delarze et al., 2015).

Ausdauernde Ruderalgesellschaften gehören zu den am wenigsten erforschten Pflanzengesellschaften der Schweiz (Vogt, 2024). Die Art der Ruderalvegetation hängt stark von der Nährstoffverfügbarkeit ab (Ellenberg und Leuschner, 2010). Heinze und Fiedler (1984) untersuchten die physikalischen Eigenschaften von Gipsböden und deren Bedeutung für das Pflanzenwachstum. Sie zeigten, dass Gipsböden im Vergleich zu Silikat- oder Carbonatböden deutlich nährstoffärmer sind.

Die Vegetation von Gipsgruben ist in der Schweiz bisher wenig untersucht. Das Rohstoffinformationssystem der Schweiz (RIS) verzeichnet in der Schweiz 10 stillgelegte Gipsgruben, darunter

vier in der Nordwestschweiz (Zeglingen, Bärschwil, Kienberg und Full-Reuenthal), sowie vier aktive Gipsabbaugebiete in den Voralpen und Alpen (Fachgruppe Georessourcen Schweiz, 2024). Gemäss Geologischem Atlas gibt es im Oberbaselbiet weitere kleinere stillgelegte Gipsgruben in Läfelfingen, Oberdorf, Liedertswil, Wintersingen und Buus (Bläsi et al., 2018 und Pfirter et al., 2019). Folgende ehemalige Gipsgruben in der Nordwestschweiz stehen heute unter kantonalem Naturschutz: Gipsgrube Zeglingen (Regierungsrat BL, 1997), Gipsgrube Oberdorf (Regierungsrat BL, 2010) und Gipsgrube Kienberg (ARP SO, 2024). In der nur ca. 0.5 ha grossen Gipsgrube am Edlisberg in Oberdorf wurden 1987 auf relativ kleiner Fläche 112 Pflanzenarten nachgewiesen. Gasser (2016) untersuchte die Vegetation der seit 2005 extensiv mit Ziegen beweideten Gipsgrube in Kienberg SO. Die Sukzession ist dort bereits mehr oder weniger weit fortgeschritten, sodass nur noch einzelne Ruderalarten vorkommen. Hingegen sind Mager- und Fettwiesenarten sowie auch Waldarten und teilweise Felspflanzen gut vertreten. Die Artenzahlen sind mit 51 bis 62 Arten pro Untersuchungsfläche (300m²) eher hoch. Es kommen drei gemäss roten Listen gefährdete Arten vor (*Ophrys apifera*, *Gentiana cruciata*, *Centaureum pulchellum*), wobei die Kreuzenziane angepflanzt worden sind.

Im Gegensatz zur Gipsgrube Kienberg wird die Gipsgrube in Zeglingen nicht beweidet. Es finden jedoch periodisch Pflegemassnahmen zur Zurücksetzung der Sukzession oder zum Unterhalt oder der Sanierung von Tümpeln statt. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit habe ich die Vegetation des offenen Grubenareals der ehemaligen Gipsgrube in Zeglingen anhand von 31 Vegetationsaufnahmen untersucht. Nebst der Deckung der Gefässpflanzen habe ich dazu auch einige Standortparameter aufgenommen. Anhand eines mittels pflanzensoziologischer Analyse hergeleiteten Kartierschlüssels habe ich die Vegetation des Untersuchungsgebiets flächendeckend kartiert. Die erhobenen Daten sollen Antworten auf folgende Fragestellungen liefern:

- Welche Vegetationseinheiten kommen im Untersuchungsgebiet vor und wie sind sie verbreitet?
- Welchen in der Literatur beschriebenen Pflanzengesellschaften lassen sich die lokalen Vegetationseinheiten zuordnen?
- Wie lassen sich die Vegetationseinheiten hinsichtlich Artenzusammensetzung, Diversität und Umweltparametern charakterisieren?

3 Methoden

3.1 Untersuchungsgebiet

Die Gipsgrube «Wissbrunn» liegt südöstlich des Dorfes Zeglingen im Oberbaselbieter Jura auf einer Höhe von 630 bis 750 Meter über Meer. Sie befindet am Nordwesthang des «Staubchopf» und des «Sodchopf» im Übergangsbereich zwischen Falten- und Tafeljura. Der abgebaute Gips und Anhydrit befindet sich im Kern einer nach Norden über den Tafeljura überschobenen Jura-falte der Zeglingenformation aus mittlerem Muschelkalk (Suter, 1944).

Erste Belege des Gipsabbaus stammen aus dem 15. Jahrhundert (Hofmann, 2011). Von 1904 bis 1983 baute die Gips-Union AG im Tag- und Stollenbau in Zeglingen Gips ab und transportierte ihn mit einer 4.5 Kilometer langen Luftseilbahn in die Gipsfabrik nach Läuelfingen (Suter, 1944; Hofmann, 2011 und Wunderlin, 2014). Mit dem Aufkommen von maschinellen Abbaugeräten und der Hochkonjunktur Mitte des 20. Jahrhunderts dehnte sich das Abbauggebiet massiv aus und es entstanden deutlich sichtbare Bruchflächen und Terrassen. Von den 1980er Jahren bis 2003 wurde Anhydrit für die Zementindustrie abgebaut (Stutz et al., 2017). Der ehemals ebene Grubenboden ist infolge Anhydritquellung bucklig geworden (Bläsi et al., 2018).

Durch den Gipsabbau entstanden offene Standorte mit unterschiedlichen Stadien der Vegetationsentwicklung (Pioniervegetation, orchideenreiche Magerwiesen, Pionierwald). Weiher mit Verlandungsvegetation sowie Gebüsche und Aufforstungsflächen ergänzen das Spektrum der vorhandenen Lebensräume. Der Kanton Basel-Landschaft hat den grossen Wert der Lebensräume für die Biodiversität erkannt und das Grubenareal beim «Staubchopf» sowie die umliegenden Wälder im Jahr 2010 ins kantonale Inventar der geschützten Naturobjekte aufgenommen (Regierungsrat BL, 2010). Der Perimeter des Naturschutzgebiets umfasst neben dem ehemaligen Grubenboden und der Felswand eine Aufschüttungsfläche, Wälder und Gehölze, Wiesen/Weiden sowie Weiher (vgl. Abbildung 1). Im Beschluss zur Unterschutzstellung werden als schützenswerte Pflanzenarten insbesondere die Pionierpflanzen *Epilobium dodonaei*, *Anthyllis vulneraria* und *Centaureum pulchellum* sowie die in den Magerwiesen und lichten Wäldern vorkommenden Orchideen *Ophrys apifera*, *Himantoglossum hircinum*, *Dactylorhiza maculata*, *Cephalanthera damasonium* und *Listera ovata* genannt. Das Gebiet ist auch für Amphibien (Geburtshelferkröte), Reptilien (Zauneidechse) sowie Insekten (Bergzikade, Beilfleck-Widderchen, Grosser Schillerfalter) von grosser Bedeutung (Regierungsrat BL, 2010). Das Grubenareal beim «Sodchopf» wird als Deponie genutzt und mit Aushub aufgefüllt.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit habe ich den Grubenboden sowie die Aufschüttungsfläche im Nordosten des Staubchopfs kartiert (abgegrenzt bei Wegen, ohne steinschlaggefährdetes Gebiet unterhalb der Felswand, ohne Gebiet «Muus»). Das Untersuchungsgebiet umfasst somit eine Fläche von 1.75 Hektaren, befindet sich auf einer Höhe von 630 bis 680 m ü. M. und weist eine Hangneigung von 0 bis ca. 40 Prozent auf.

H. Rutishauser zufolge wurden innerhalb des Untersuchungsgebiets in den letzten Jahren die in Abbildung 1 dargestellten Pflegemassnahmen ausgeführt (Persönliche Kommunikation, 16.10.2024). Die Fläche rund um die beiden eingewachsenen Weiher A im Norden wird jährlich gemäht. Der untere Bereich der Aufschüttungsfläche wurde im Winter 2023 entbuscht, der Boden abgeschürft und die Steine gebrochen. Im Herbst 2024¹ wird auf der Fläche Schnittgut vom lichten Wald im Gebiet «Bogeraï» ausgebracht. Die Weiher B wurden im Herbst 2022 saniert.

¹ Allenfalls auch bereits im Herbst 2023 erfolgt.

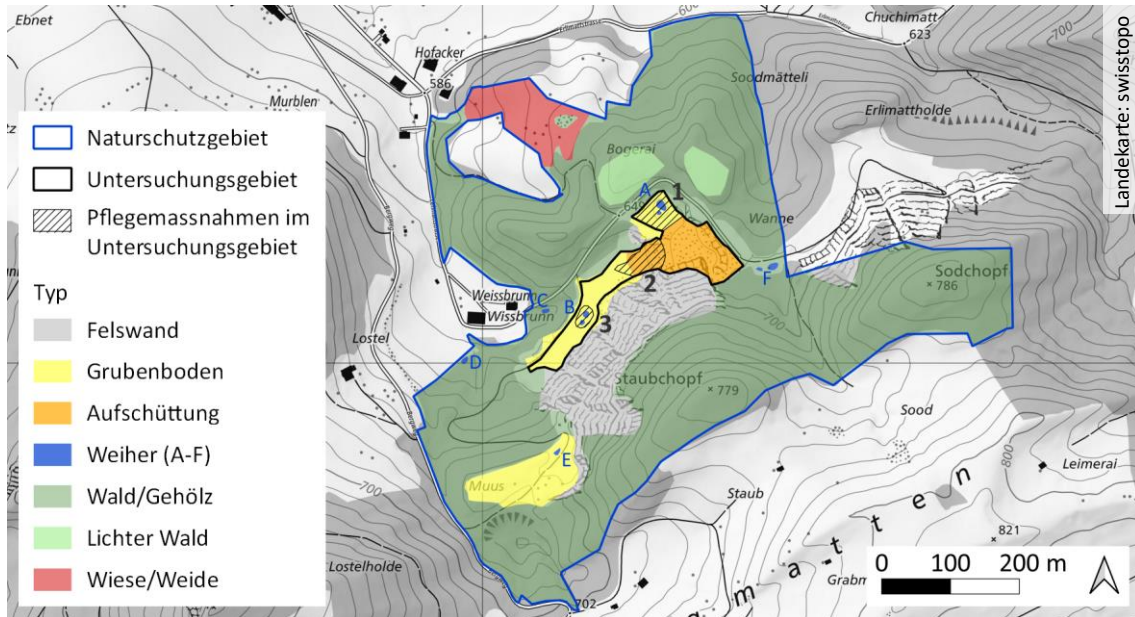


Abbildung 1: Naturschutzgebiet Gipsgrube Zeglingen mit Untersuchungsgebiet und Pflegemassnahmen (1 = jährliche Mahd, 2 = Abschürfen 2023, 3 = Weiheranierung 2022).

3.2 Vegetationsökologische Datenerhebung

Als Grundlage für die Vegetationskartierung habe ich 31 Vegetationsaufnahmen durchgeführt (vgl. Abbildung 2). Die Aufnahmeflächen sind nach der Methode von Wildi (1986) stratifiziert-zufällig angeordnet. Nach einer subjektiven Grobansprache der Vegetation habe ich das Untersuchungsgebiet in drei Teilflächen unterteilt und die Anzahl Vegetationsaufnahmen pro Teilfläche bestimmt (A: 20, B und C: 4). Dies soll helfen, dass alle Vegetationseinheiten genügend repräsentiert sind, um eine Klassifikation zu erlauben. Die 10 Quadratmeter grossen, quadratischen Aufnahmeflächen habe ich in QGIS zufällig platziert. Der Mindestabstand zu Nachbarflächen beträgt zwei Meter, der Mindestabstand zum Perimeterrand ein Meter. Weitere 28 zufällig platzierte Aufnahmeflächen dienten als Reserve. Bei atypischer Vegetation (z.B. Weg, Gewässer, Feuchtvegetation, Gebüsch) habe ich jeweils die nächstgelegene Reservefläche aufgenommen. Im Anschluss an die 28 Vegetationsaufnahmen habe ich vor Ort drei weitere Aufnahmeflächen festgelegt, um die Bandbreite der erfassten Vegetation zu ergänzen.

Die Vegetationsaufnahmen fanden im Zeitraum vom 6.–26. Juni 2024 statt. Dazu habe ich die Aufnahmeflächen anhand von Tablet-GPS und Orthofoto (Swisstopo, 2021) lokalisiert und die Deckungsgrade aller Gefässpflanzen-Arten in Prozent in der FlorApp (InfoFlora, 2024) erfasst. Die Gefässpflanzen habe ich anhand folgender Werke bestimmt: Flora Helvetica App (Haupt Verlag, 2022), Flora Vegetativa (Eggenberg und Möhl, 2020), Weiden – Wildarten (Mastel, 2019) und PI@ntNet (CIRAD et al., 2024). Zusätzlich aufgenommene Parameter sind die Gesamtdeckung der Vegetation und die Deckung der Strauch-, Kraut- und Moosschicht. Ich habe gemäss der Methode «shoot presence» (Dengler, 2008) jeweils alle Arten erfasst, welche innerhalb der Aufnahmefläche sichtbar waren.

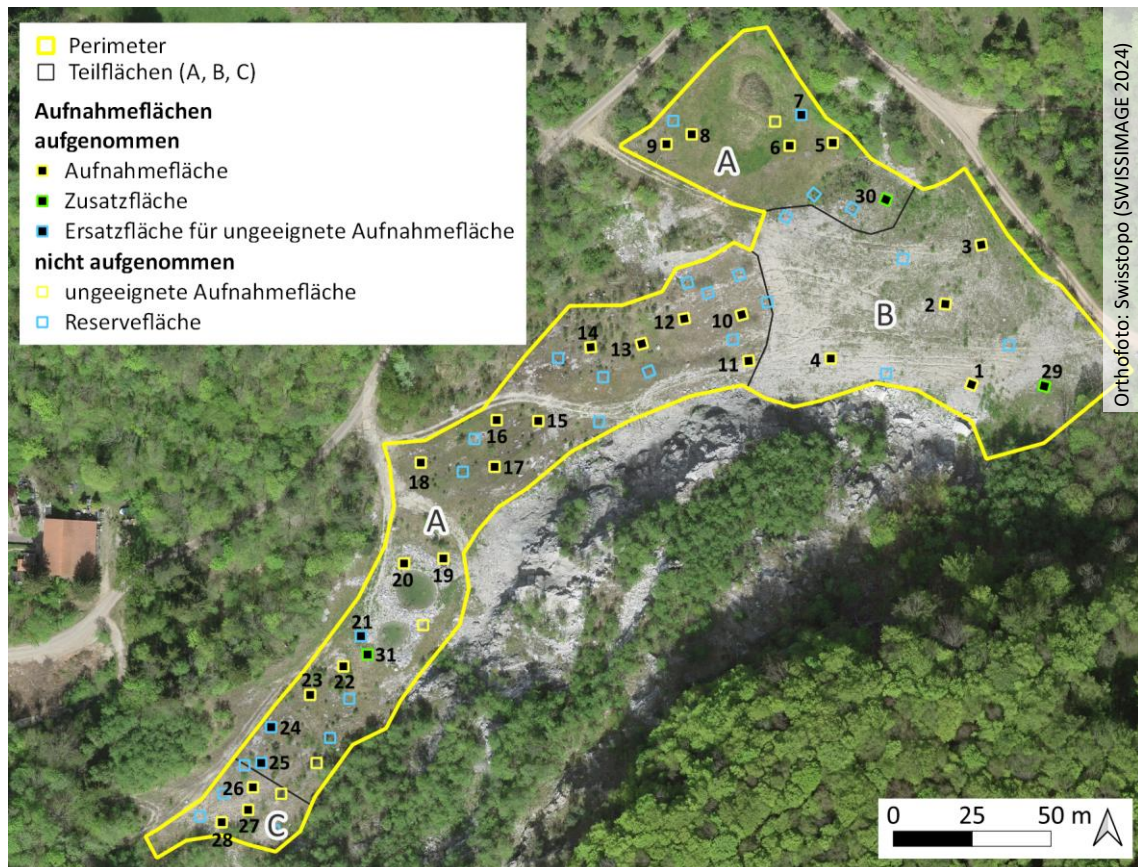


Abbildung 2: Lage der 31 durchgeführten Vegetationsaufnahmen (schwarze, nummerierte Quadrate)

Zusätzlich zur Vegetation habe ich einige Standortparameter aufgenommen:

- Deckungsgrade von Streu, offenem Boden und Stein (in Prozent)
- Neigung und Exposition
- Ausgewählte Bodenparameter gemäss AfU SO (2024):
 - pH Unterboden (mit Hellige pH-Indikator gemessen)
 - freier Kalk Unterboden (mit Salzsäure gemessen)
 - Tiefe Oberboden (max. Messtiefe 12cm)
 - Feinerdekörnung Unterboden (anhand Fühlprobe – Agroscope, 2020)
 - Skelettgehalt (geschätzt, nach AfU SO, 2024)

Die Artdaten habe ich in VEGEDAZ (Küchler, 2023) nachbearbeitet und gemäss Nomenklatur der Checklist 2017 (Juillerat et al., 2017) bereinigt. Unsichere Bestimmungen sind wo möglich und sinnvoll einer sicher bestimmten Art zugeordnet oder wo sehr unsicher entfernt (vgl. Beilage 1). Unterschiedlich genau erfasste Arten sind auf der nächsthöheren syntaxonomischen Stufe zusammengefasst.

3.3 Klassifikation

Die Klassifikation erfolgte angelehnt an die von Pachlatko et al. (2019), Seiler (2021) und Bellwald (2022) eingesetzte Methodik. Im Sinne eines «unsupervised» Klassifikationsverfahren habe ich für das Untersuchungsgebiet ein neues Klassifikationssystem anhand einer hierarchisch-divisiven Cluster-Analyse erzeugt. Dazu habe ich die Vegetationsaufnahmen mit dem im R-Package «twinspan» (Oksanen, 2019) implementierten TWINSPAN-Algorithmus von Hill (1979) klassiert. Dazu habe ich die Artdaten zu Präsenz-Absenz-Daten vereinfacht, was floristisch besser abgegrenzte Vegetationseinheiten lieferte als die Verwendung der Deckungsgradschätzungen mit «Pseudospecies cut levels». Die minimale Gruppengröße, bei der der Algorithmus eine weitere Unterteilung vornimmt, habe ich auf 8 Vegetationsaufnahmen festgelegt.

Pachlatko et al. (2019), Seiler (2021) und Bellwald (2022) haben hingegen den modifizierten TWINSPAN-Algorithmus von Roleček et al. (2009) mit der Software JUICE (Tichý, 2002) verwendet und die Deckungsgrade der Arten anhand von «Pseudospecies Cut Levels» berücksichtigt.

Die aus der Klassifikation resultierende «twintable» habe ich ins Excel exportiert. Im Excel habe die phi-Werte nach Chytrý et al. (2002) berechnet und anhand der von Chytrý et al. (2007) vorgeschlagenen Schwellenwerte die diagnostischen ($\Phi=0.25$) und hoch diagnostischen ($\Phi=0.5$) Arten der Vegetationseinheiten bestimmt. Die Berechnung der phi-Werte basiert ebenfalls auf den Präsenz-Absenz-Daten der Vegetationsaufnahmen und ist somit konsistent zum Klassifikationsverfahren. Die diagnostischen Arten habe ich in einer synoptischen Tabelle nach der Methode von Chytrý et al. (2002) dargestellt. Weitere in der synoptischen Tabelle ausgewiesene Treuemasse sind die Stetigkeit (Anteil der Vegetationsaufnahmen pro Gruppe in der die Art vorkommt) sowie die Anteile der Vegetationsaufnahmen pro Gruppe in der die Art eine hohe Deckung (mind. 5%) aufweist.

Die aus der Klassifikation resultierenden Vegetationseinheiten habe ich mit der Syntaxonomie Süddeutschlands (Oberdorfer, 1993a und Oberdorfer, 1993b) und Österreichs (Mucina et al., 1993) sowie der Lebensraumtypologie der Schweiz (Delarze et al., 2015) verglichen.

3.4 Kartierung

Anhand der synoptischen Tabelle habe ich einen Kartierschlüssel erstellt. Dazu habe ich konstante (Stetigkeit \geq 75%) oder dominante (Deckung \geq 5% in \geq 50% der Aufnahmen), (hoch) diagnostische ($\phi\geq$ 0.5/ \geq 0.25) Arten als Kenn- oder Trennarten verwendet. Dabei habe ich darauf geachtet, Arten zu verwenden, welche im Feld einfach erkennbar sind. Am 25. September 2024 habe ich die Kartierung vorgenommen. Dazu habe ich den Untersuchungsperimeter im Zickzack abgelaufen und die Grenzen zwischen den Vegetationsgruppen auf einem Orthofoto eingezeichnet (in Sketchbook, Autodesk Inc., 2024). Da sich der Zustand der Vegetation seit den Aufnahmen im Juni stark verändert hat, habe ich den Kartierschlüssel im Feld an die tatsächlich leicht erkennbaren Kenn- und Trennarten angepasst.

3.5 Statistische Auswertung

In Vegedaz (Küchler, 2023) habe ich anhand der Vegetationsdaten Diversitätsindizes (Artenzahl, Shannon Evenness), linear gewichtete Zeigerwerte (Feuchte, Wechselfeuchte, Licht, Nährstoffe, Reaktion – nach Landolt et al., 2010) sowie mittlere Strategietypen (Konkurrenz, Ruderal, Stress – nach Landolt et al. 2010) berechnet.

In R Studio habe ich die Kopfdaten der Vegetationsaufnahmen statistisch ausgewertet. Um Unterschiede zwischen den Vegetationseinheiten zu detektieren, habe ich einfaktorische Varianzanalysen (ANOVA) sowie anschliessend Tukey's post-hoc-Tests ($\alpha=0.05$) durchgeführt.

4 Ergebnisse

Insgesamt habe ich bei den Vegetationsaufnahmen 109 Gefässpflanzenarten erfasst. Die Kreuztabelle der Vegetationsaufnahmen findet sich in Beilage 1.

4.1 Klassifikation

Die Klassifikation mit dem TWINSpan-Algorithmus ergab eine Einteilung in sechs Vegetationseinheiten (vgl. Abbildung 3 sowie Beilage 2 und 6).

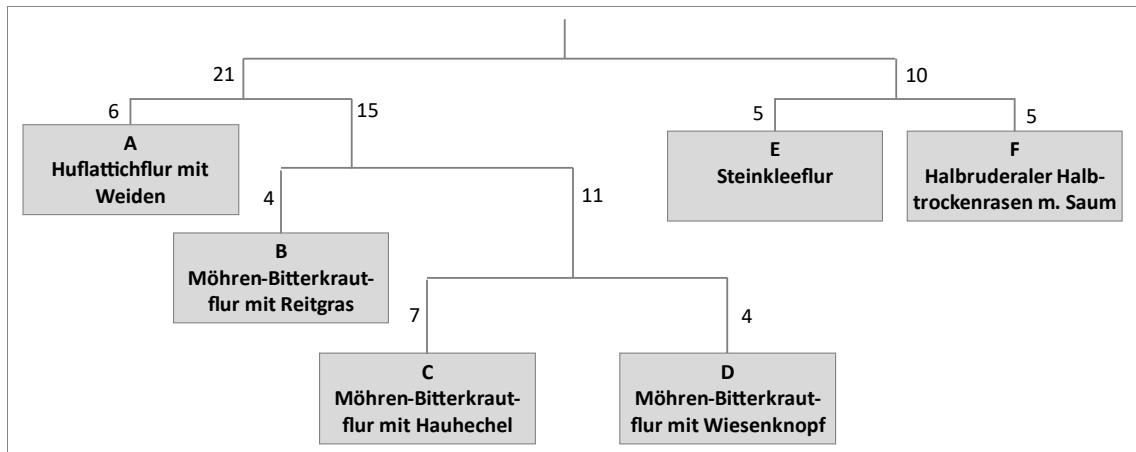


Abbildung 3: Dendrogramm der Vegetationsklassifikation mit dem TWINSpan-Algorithmus (Nummern = Anzahl Vegetationsaufnahmen).

Die Vegetationsaufnahme Nr. 15 habe ich nach der Kartierung von Gruppe D nach Gruppe C umgeteilt, da sie bezüglich der im Feld gut erkennbaren, diagnostischen Arten besser in diese Gruppe passt.

Die synoptische Tabelle ist in vereinfachter Form in Tabelle 2 und in vollständiger Form in Beilage 3 ersichtlich. Die Vegetationseinheiten sind in Tabelle 1 kurz beschrieben (weitere Fotos siehe Beilage 4).

Die Möhren-Bitterkrautflur mit Reitgras (B), Hauhechel (C) und Wiesenknopf (D) weisen eine hohe Ähnlichkeit auf (Jaccard-Index: BC 53%, BD 50%, CD 48%). Eindeutige Kenn- oder Trennarten fehlen. Auch die Steinklee flur (E) und der halbruderale Halbtrockenrasen mit Saum (F) sind einander gemäss Jaccard-Index (48%) sehr ähnlich, verfügen aber über eine klare Trennart (*Tus-silago farfara*).

Einige Arten weisen in allen Vegetationseinheiten eine hohe Stetigkeit auf: *Daucus carota*, *Poa compressa*, *Medicago lupulina*, *Lotus corniculatus*, *Picris hieracioides* und *Galium mollugo aggr.*

Tabelle 1: Kurzbeschreibung der kartierten Vegetationseinheiten

**A Huflattichflur mit Weiden**

Hohe Dominanz und Stetigkeit von *Tussilago farfara*.

Stete Begleiter: *Hieracium piloselloides*, *Salix purpurea*, *Salix alba*, *Salix caprea* und *Ononis spinosa*.

**B Möhren-Bitterkrautflur mit Reitgras**

Hohe Dominanz und Stetigkeit von *Calamagrostis varia*, Absenz von *Ononis spinosa*.

Stete Begleiter: *Polygala amara* aggr., *Anthyllis vulneraria* subsp. *carpatica*, *Salix purpurea* und *Salix caprea*.

**C Möhren-Bitterkrautflur mit Hauhechel**

Hohe Dominanz und Stetigkeit von *Ononis spinosa*. *Calamagrostis varia* fehlt meist.

**D Möhren-Bitterkrautflur mit Wiesenknopf**

Hohe Dominanz und Stetigkeit von *Calamagrostis varia*

Stete Begleiter: *Sanguisorba minor*, *Achillea millefolium*, *Bupthalmum salicifolium*

**E Steinklee flur**

Hohe Dominanz und Stetigkeit von *Melilotus albus* und/oder *Vulpia myuros*.

Trennarten gegenüber A: *Dipsacus fullonum* und *Agrostis stolonifera*.

Trennart gegenüber F: *Tussilago farfara*.

**F Halbruderaler Halbtrockenrasen mit Saum**

Hohe Dominanz und Stetigkeit von *Elymus repens*, *Brachypodium pinnatum*, *Vicia sativa* und *Rubus* sp.

Stete Begleiter: *Potentilla reptans*, *Dactylis glomerata*, *Cirsium arvense*, *Poa angustifolia*, *Senecio erucifolius* und *Erigeron annuus*

Tabelle 2: Vereinfachte synoptische Tabelle der sechs Vegetationseinheiten mit Stetigkeitswerten (in %, ** = phi-Wert ≥ 0.5 , * = phi-Wert ≥ 0.25 , ° = Deckung von $\geq 5\%$ in $\geq 50\%$ der Aufnahmen. Es sind nur Arten mit ** oder ° oder Stetigkeit ≥ 0.75 dargestellt).

Vegetationseinheit	A	B	C	D	E	F
Anzahl Vegetationsaufnahmen	6	4	8	3	5	5

Huflattichflur mit Weiden (A)

<i>Salix alba</i>	67**	25	-	-	-	-
<i>Tussilago farfara</i>	100**°	25	-	-	80**°	-
<i>Epilobium dodonaei</i>	33**	-	-	-	-	-
<i>Leucanthemum adustum</i>	33**	-	-	-	-	-
<i>Hieracium piloselloides</i>	100*	100*	75	100	-	40

Möhren-Bitterkrautflur mit Reitgras (B)

<i>Polygala amara</i> aggr.	-	100**	-	33	-	-
<i>Linum catharticum</i>	-	50**	-	-	-	-
<i>Alnus incana</i>	17	50**	-	-	-	-
<i>Calamagrostis varia</i>	33	100**°	25	100**°	-	-
<i>Salix purpurea</i>	83*	100*	25	-	20	20
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>carpatica</i>	-	75*	38	67*	-	-
<i>Salix caprea</i>	67	75*	50	33	20	-

Möhren-Bitterkrautflur mit Hauhechel (C)

<i>Hieracium murorum</i> aggr.	-	25	100**	100*	20	-
<i>Ononis spinosa</i> aggr.	67	-	100**°	67	40	20
<i>Taraxacum officinale</i> aggr.	67	25	88*	-	60	60

Möhren-Bitterkrautflur mit Wiesenknopf (D)

<i>Sanguisorba minor</i>	-	25	25	100**	-	-
<i>Hieracium pilosella</i>	-	-	-	33**	-	-
<i>Rosa canina</i>	-	-	-	33**	-	-
<i>Achillea millefolium</i>	-	50	25	100**	-	40
<i>Bupthalmum salicifolium</i>	-	75*	50	100*	-	-
<i>Prunella vulgaris</i>	-	50	63	100*	80*	20
<i>Acer pseudoplatanus</i>	67	50	38	100*	60	20

Steinkleeflur (E)

<i>Plantago major</i>	-	25	-	-	80**	-
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	-	-	-	-	80**	20
<i>Dipsacus fullonum</i>	-	-	-	-	80**	20
<i>Crepis pulchra</i>	-	-	-	-	60**	-
<i>Euphorbia stricta</i>	-	-	-	-	60**	-
<i>Geranium pusillum</i>	-	-	-	-	60**	-
<i>Matricaria chamomilla</i>	-	-	-	-	60**	-
<i>Sonchus asper</i>	33	-	-	25	100**	-
<i>Poa pratensis</i>	-	-	-	-	80**	40
<i>Vulpia myuros</i>	17	-	-	25	100**	60*
<i>Bromus hordeaceus</i> subsp. <i>hordeaceus</i>	-	-	-	-	40**	-
<i>Geranium dissectum</i>	-	-	-	-	40**	-
<i>Melilotus albus</i>	17	-	75	100*	100**°	60°

Halbruderaler Halbtrockenrasen mit Saum (F)

Vegetationseinheit	A	B	C	D	E	F
<i>Cirsium arvense</i>	-	-	-	-	20	100**
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	-	-	20	100**
<i>Potentilla reptans</i>	-	-	-	-	20	100**
<i>Rubus sp.</i>	-	-	-	-	40	100**°
<i>Vicia sativa</i>	-	-	13	25	20	100**°
<i>Poa angustifolia</i>	-	-	13	-	-	80**
<i>Brachypodium pinnatum</i>	-	50	13	-	20	100**°
<i>Erigeron annuus</i>	17	-	25	-	40	100**
<i>Galium aparine</i>	-	-	-	-	-	40**
<i>Elymus repens</i>	17	-	-	50	60	100**°
<i>Holcus lanatus</i>	-	25	-	25	40	80**
<i>Vicia sepium</i>	-	-	-	25	20	60**
<i>Senecio erucifolius</i>	-	25	63	100*	60	100*

Dominante Begleitarten

<i>Festuca arundinacea</i> ¹	33	75	63	100	100*	100*
<i>Lotus corniculatus</i> ¹	50	100	100*	100	60	100
<i>Medicago lupulina</i>	100	75	88	100	100	100
<i>Poa compressa</i>	100	100	100	100	80	100
<i>Galium mollugo aggr.</i>	33	100	88	100	80	80
<i>Picris hieracioides</i>	83	50	88	100	100	80
<i>Pinus sylvestris</i>	67	75	38	50	20	20
<i>Daucus carota</i>	100	100	100	100	100	100

¹bei den Begleitarten eingeteilt, da in mind. 3 Vegetationseinheiten hohe phi-Werte und überall hohe Stetigkeit.

4.2 Kartierung

Abbildung 4 zeigt die anhand des erstellten Kartierschlüssels (Beilage 5) durchgeführte Kartierung.

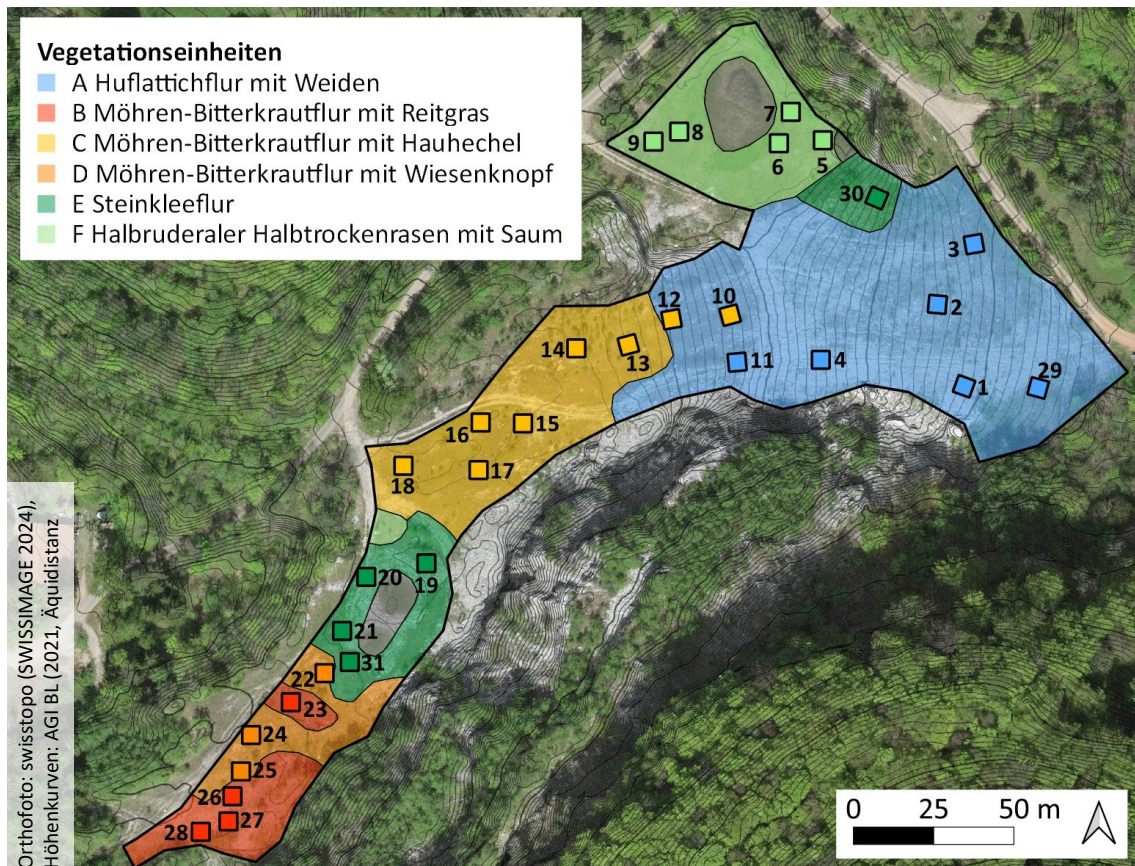
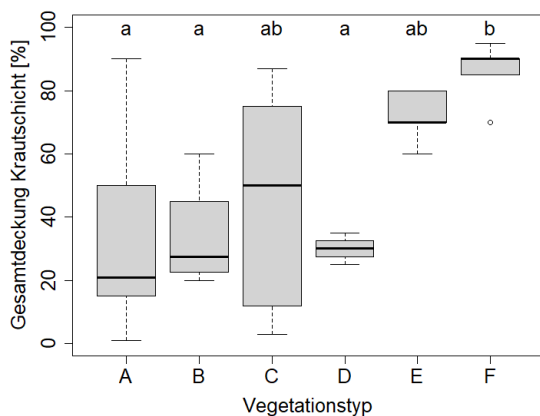


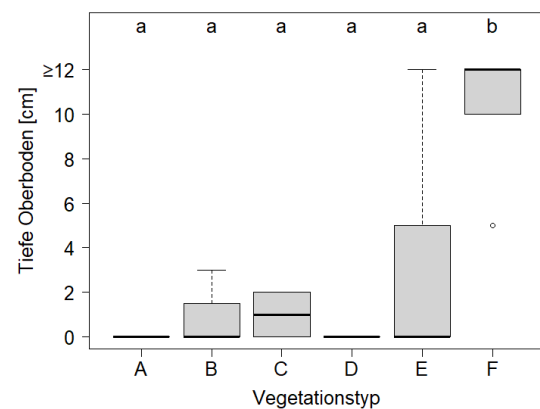
Abbildung 4: Anhand des Kartierschlüssels erstellte Vegetationskarte mit den Vegetationsaufnahmen.

4.3 Eigenschaften der Vegetationseinheiten

Der halbruderales Halbtrockenrasen mit Saum (F) weist mit durchschnittlich 86 Prozent eine signifikant höhere Deckung der Krautschicht auf als die Huflattichflur mit Weiden (A, 33%) und die Möhren-Bitterkrautflur mit Reitgras (B, 34%) bzw. Wiesenknopf (D, 30%, vgl. Abbildung 5). Auch die Gesamtdeckung der Vegetation und die Deckung der Moosschicht sind beim halbruderalen Halbtrockenrasen mit Saum am höchsten, währenddem die Deckung von Stein besonders tief ist (vgl. Tabelle 3). Beim halbruderalen Halbtrockenrasen mit Saum (F) ist bei allen Vegetationsaufnahmen ein mind. 5cm tiefer humoser Oberboden vorhanden, auf 3 von 5 Flächen ist dieser mächtiger als 12cm (vgl. Abbildung 6). Somit ist die Tiefe des Oberbodens signifikant höher als bei den Vegetationseinheiten A-D (0-3cm).



F-A* p=0.014, Δ =53% F-D* p=0.040, Δ =56%
F-B* p=0.036, Δ =52%



F-A*** p<0.001 F-D*** p<0.001
F-B*** p<0.001 F-E** p=0.003
F-C*** p<0.001

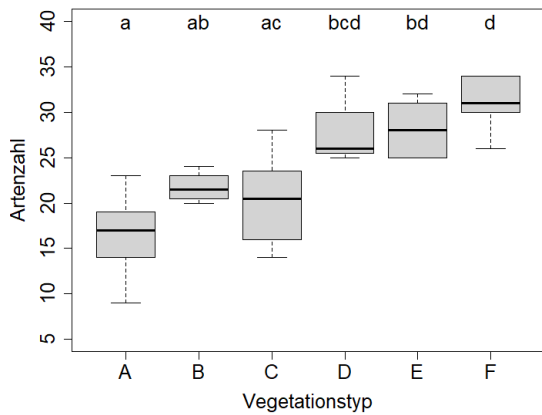
Abbildung 5: Gesamtdeckung Krautschicht (ANOVA: $p=0.005$, $F=4.5$; Tukey Post Hoc Test: siehe oben)

Abbildung 6: Tiefe Oberboden (ANOVA: $p<0.001$, $F=11.9$, Tukey Post Hoc Test: siehe oben)

Die Artenzahl der Vegetationseinheiten unterscheidet sich signifikant (vgl. Abbildung 7). Die höchste Artenzahl pro Vegetationsaufnahme weist der Halbruderales Halbtrockenrasen mit Saum (F) mit 31 Arten auf, gefolgt von der Möhren-Bitterkrautflur mit Wiesenknopf (D) und der Steinklee flur (E) mit je 28 Arten. Die übrigen Vegetationseinheiten sind mit 17 bis 22 Arten deutlich artenärmer. Bei der Huflattichflur mit Weiden ist die Shannon-Evenness mit 76 Prozent am tiefsten (vgl. Tabelle 3).

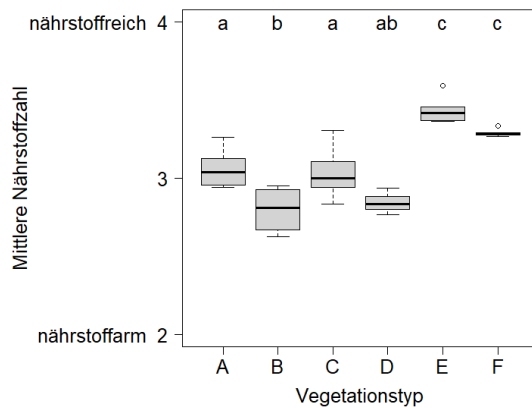
Die Vegetationseinheiten unterscheiden sich signifikant in der mittleren Nährstoffzahl (vgl. Abbildung 8). So sind die Steinklee flur (E) und der halbruderales Halbtrockenrasen mit Saum (F) deutlich nährstoffreicher als die übrigen Vegetationseinheiten. Die Möhren-Bitterkrautflur mit Reitgras (B) ist nährstoffärmer als die Huflattichflur mit Weiden (A) und die Möhren-Bitterkrautflur mit Hauhechel (C).

Die vorkommenden Arten haben durchschnittlich intermediäre Strategietypen (vgl. Abbildung 9). Die mittleren Stress-, Ruderal- und Konkurrenz zahlen unterscheiden sich dennoch signifikant (vgl. Abbildung 10 und Tabelle 3). Die mittlere Ruderalzahl ist bei der Steinklee flur (E) höher als bei den übrigen Vegetationseinheiten (vgl. Abbildung 10). Bei der Möhren-Bitterkrautflur mit Reitgras (B) ist die mittlere Stresszahl höher als bei der Huflattichflur mit Weiden (A), der Steinklee flur (E) und dem halbruderalen Halbtrockenrasen mit Saum (F, vgl. Tabelle 3). Die mittlere Konkurrenz zahl ist hingegen bei der Huflattichflur mit Weiden (A) etwas höher als bei der Steinklee flur (E, vgl. Tabelle 3).



F-A***	p<0.001, Δ=15	E-C*	p=0.026, Δ=8
E-A**	p=0.001, Δ=12	F-B*	p=0.028, Δ=9
F-C**	p=0.001, Δ=11		
D-A**	p=0.005, Δ=12		

Abbildung 7: Artenzahl (ANOVA: p<0.001, F=10.0; Tukey Post Hoc Test: siehe oben)



E-A***	p<0.001	F-B***	p<0.001	B-A*	p=0.024
E-B***	p<0.001	F-D***	p<0.001	B-C*	p=0.040
E-C***	p<0.001	F-C**	p=0.009		
E-D***	p<0.001	F-A*	p=0.040		

Abbildung 8: Mittlere Nährstoffzahl (ANOVA: p<0.001, F=19.3; Tukey Post Hoc Test: siehe oben)

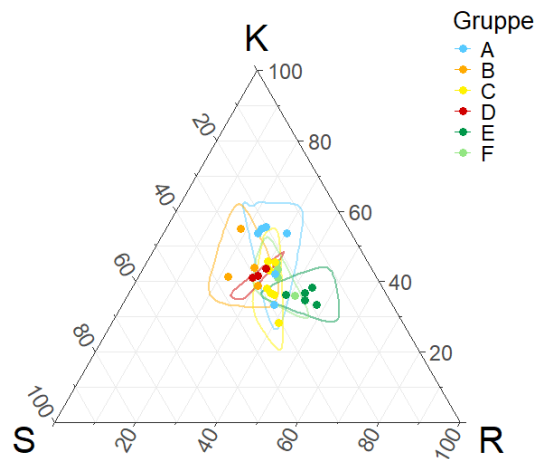
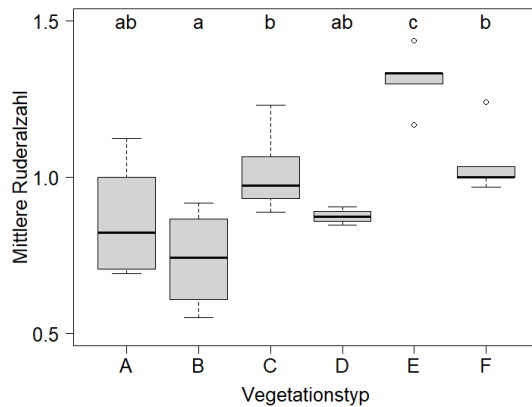


Abbildung 9: Grime's Dreieck der Konkurrenz (C)-, Stress (S) - und Ruderalstrategen (R). 100% entspricht dabei jeweils einem maximalen Zeigerwert mit Wert 3.



E-A***	p<0.001, Δ= 0.5	C-B*	p=0.022, Δ= 0.3
E-B***	p<0.001, Δ= 0.6	F-B*	p=0.015, Δ= 0.3
E-C**	p=0.004, Δ= 0.3	E-F*	p=0.032, Δ= 0.3
E-D**	p=0.001, Δ= 0.4		

Abbildung 10: Mittlere Ruderalzahl (ANOVA: p<0.001, F=11.3; Tukey Post Hoc Test: siehe oben)

Bei der Möhren-Bitterkrautflur mit Reitgras (B) wechselt die Feuchtigkeit stärker als bei der Möhren-Bitterkrautflur mit Hauhechel (C, vgl. Tabelle 3). Die Huflattich- und Steinkleeflur (A, E) weisen höhere mittlere Feuchtezahlen auf als die Möhren-Bitterkrautflur mit Hauhechel (C, vgl. Tabelle 3). Die Neigung der Vegetationseinheiten unterscheidet sich stark (vgl. Tabelle 3). So kommen die Huflattichflur mit Weiden (A), die Möhren-Bitterkraut-Flur mit Hauhechel (C) und lokal auch die Steinkleeflur (E) auch am aufgeschütteten Hang vor, während die übrigen Vegetationseinheiten nur an flachen Standorten vorkommen (0-6 % Neigung). Die mittlere Reaktionszahl ist bei der Huflattichflur mit Weiden leicht höher (bzw. basenreicher) als bei der Möhren-Bitterkrautflur mit Hauhechel (C), der Steinkleeflur (E) sowie dem halbruderalen Halbtrockenrasen mit Saum (F, vgl. Tabelle 3).

Der Unterboden war bei 80 Prozent der Vegetationsaufnahmen lehmig (vgl. Abbildung 11). Beim halbruderalen Halbtrockenrasen mit Saum (F) und der Möhren-Bitterkrautflur mit Reitgras (B) kamen auch die Feinerdekörnungen toniger Lehm, Ton, sandiger Lehm und lehmreicher Sand

vor. Bei rund 80 Prozent der Vegetationsaufnahmen beträgt der Skelettgehalt über 30 Prozent (vgl. Abbildung 12). Bei der Huflattichflur mit Weiden (A), der Möhren-Bitterkrautflur mit Hauhechel (C) und der Steinkleeflur (E) kommen auch Böden mit viel Grobskelett vor, während bei der Möhren-Bitterkrautflur mit Reitgras (B) und dem halbruderalen Halbtrockenrasen mit Saum (F) auch skelettarme bzw. schwach skeletthaltige Böden vorhanden sind.

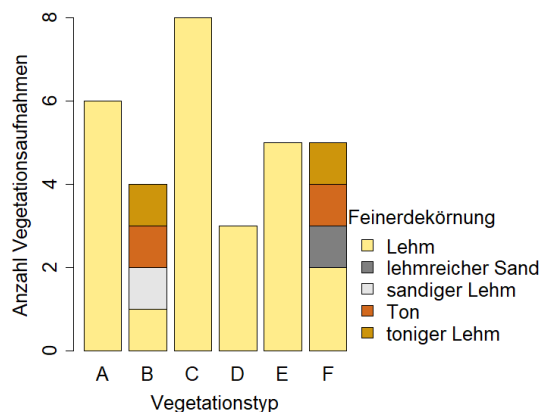


Abbildung 11: Feinerdekörnung des Unterbodens

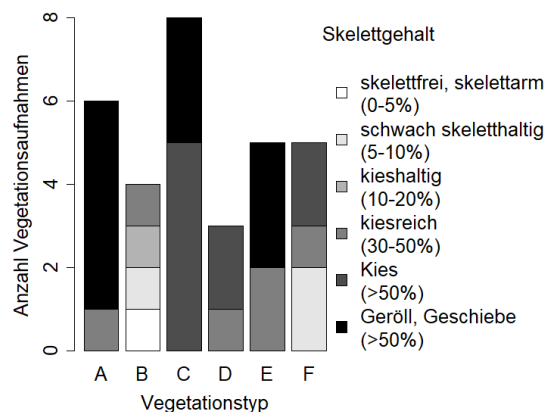


Abbildung 12: Skelettgehalt

Tabelle 3: Weitere signifikante Unterschiede zwischen den Vegetationseinheiten gemäss ANOVA und Tukey Post Hoc Test (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$)

Variable	p-Wert	Signifikante Unterschiede (Mittelwerte der Vegetationseinheiten)
Gesamtdeckung Vegetation**	0.008	F (86%) – B (36%) * F (86%) – D (30%) *
Deckung Moosschicht**	0.001	F (91%) – A (15%) ** F (91%) – B (16%) ** F (91%) – E (15%) ** F (91%) – C (42%) * F (91%) – D (20%) *
Deckung Stein*	0.027	D (37%) – F (4%) *
Shannon Evenness**	0.005	F (90%) – A (76%) ** C (86%) – A (76%) * D (90%) – A (76%) *
Mittlere Feuchtigkeitzahl**	0.003	A (2.8) – C (2.5) ** E (2.8) – C (2.5) *
Mittlere Wechselfeuchtezahl**	0.004	C (1.8) – B (2.2) ***

Variable	p-Wert	Signifikante Unterschiede (Mittelwerte der Vegetationseinheiten)
Neigung***	<0.001	A (17%) – F (0.4%) *** A (17%) – B (2%) ** A (17%) – D (1%) ** A (17%) – E (5%) * C (10%) – F (0%) *
Mittlere Konkurrenz-zahl*	0.026	A (1.5) – E (1.1) *
Mittlere Reaktionszahl**	0.005	A (3.7) – E (3.4) ** A (3.7) – C (3.5) * A (3.7) – F (3.5) *
Mittlere Stresszahl***	<0.001	B (0.9) – E (0.6) *** B (0.9) – A (0.7) ** B (0.9) – F (0.7) * C (0.8) – E (0.6) * D (0.9) – E (0.6) *

Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Vegetationseinheiten habe ich bezüglich dem Deckungsgrad von offenem Boden und Streu, der mittleren Lichtzahl sowie dem gemessenen pH des Unterbodens festgestellt.

5 Diskussion

5.1 Literaturvergleich der beschriebenen Vegetationseinheiten

Die **Huflattichflur mit Weiden (A)** kann grundsätzlich dem *Poo-Tussilaginetum farfarae* nach Oberdorfer (1993b) bzw. dem ähnlichen *Poo compressae-Tussilaginetum* nach Mucina et al. (1993) zugeordnet werden. Nebst der Assoziationskennart *Tussilago farfara* sind die Begleitarten *Poa compressa*, *Equisetum arvense*, *Daucus carota*, *Picris hieracioides* und *Medicago lupulina* vorhanden. Mucina et al. (1993) und Delarze et al. (2015) ordnen diese Assoziation der Mesophilen Ruderalflur (*Dauco-Melilotion*) zu, während Oberdorfer (1993b) eine Zuordnung zum halbruderalen Halbtrockenrasen (*Convolvulo-Agropyron reptantis*) vorschlägt.

In verschiedenen Bereichen kommen auch bereits zahlreiche Weiden (*S. alba*, *S. caprea*, *S. eleagnos*) sowie Erlen auf. Nach Oberdorfer (1993b) wird das *Poo-Tussilaginetum* meist von einem *Epilobio-Salicetum capreae* abgebaut.

Es kommen auch einige typische Arten des *Epilobion fleischeri* vor (*Epilobium dodonaei*, *Hieracium piloselloides* – Delarze et al., 2015).

Die **Möhren-Bitterkrautfluren mit Reitgras (B), Hauhechel (C) und Wiesenknopf (D)** weisen eine hohe Ähnlichkeit auf. Es kommen die Kennarten *Daucus carota* und *Picris hieracioides* sowie die Trennarten *Senecio erucifolius* und *Hypericum perforatum* des *Dauco-Picridetum hieracioidis* (Oberdorfer, 1993b) bzw. des *Dauco-Picridetum* (Mucina et al. 1993) vor. Diese Assoziationen gehören dem Verband der Mesophilen Ruderalflur (*Dauco-Melilotion*) an (Oberdorfer, 1993b; Mucina et al. 1993 und Delarze et al., 2015). Es kommen auch die Verbandskennart *Medicago lupulina* und die Unterklassen-Kennart *Achillea millefolium* vor.

Daneben sind aber auch typische Arten des *Mesobromion erecti* (Oberdorfer, 1993a) bzw. *Bromion erecti* (Mucina et al. 1993) vorhanden. So die Assoziationskennarten *Ononis spinosa* *aggr.* und *Erigeron acris.*, die Klassen-Kennarten *Sanguisorba minor* und *Anthyllis vulneraria* sowie die Begleitarten *Buphthalmum salicifolium* und *Lotus corniculatus* (Oberdorfer, 1993a).

Die teilweise dominierende Art *Calamagrostis varia* (Bereiche B, D) sowie die dort ebenfalls vorkommenden Arten *Pinus sylvestris*, *Polygala amara* *aggr.* und *Carex flacca* sind typische Arten des Pfeifengras-Föhrenwaldes (*Molinio-Pinion* – Delarze et al., 2015).

Die Möhren-Bitterkrautfluren (B, C, D) weisen eine gewisse Ähnlichkeit mit den Vegetationsaufnahmen von Gasser (2016) der 5km nordöstlich gelegenen, beweideten Kiesgrube in Kienberg auf (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Mit Ausnahme von *Hypericum perforatum* und *Calamagrostis varia* sind die obgenannten Arten auch in Kienberg vorhanden. Die Aufnahmen der beiden Gipsgruben sind jedoch nur bedingt vergleichbar, da die Untersuchungsflächen von Gasser (2016) mit 300 m³ deutlich grösser waren.

Tabelle 4: Jaccard-Ähnlichkeit zu ausgewählten Vegetationsaufnahmen der Gipsgrube Kienberg

Vegetationseinheiten Gipsgrube Zeglingen	Gipsgrube Kienberg, Vegetationsaufnahmen von Gasser (2016)	
	Verbrachte Wiesenfläche (1)	Junge Föhren (3)
Möhren-Bitterkrautflur mit Reitgras (B)	41 %	43%
Möhren-Bitterkrautflur mit Hauhechel (C)	36%	44%
Möhren-Bitterkrautflur mit Wiesenknopf (D)	34%	39%

Die **Steinkleeflur (E)** kann dem *Echio-Melilotetum* nach Oberdorfer (1993b) zugeordnet werden. Kennzeichnend ist die hohe Dominanz und Stetigkeit der Assoziationskennart *Melilotus albus*. Daneben kommen die Assoziationstrennart *Hypericum perforatum* sowie typische Begleitarten wie *Poa compressa*, *Tussilago farfara*, *Agrostis stolonifera*, *Lotus corniculatus* und *Equisetum arvense* vor. Das *Echio-Melilotetum* gehört dem Verband der Mesophilen Ruderalflur (*Daucu-Melilotion*) an (Oberdorfer, 1993b; Mucina et al., 1993 und Delarze, 2015). Es kommen die Verbandskennarten *Daucus carota*, *Picris hieracioides*, *Reseda lutea* und *Crepis pulchra* sowie die Verbandstrennarten *Medicago lupulina* und *Echium vulgare* vor.

Der **halbruderales Halbtrockenrasen mit Saum (F)** ist sehr heterogen. Es kommen die Kennarten *Elymus repens*, *Poa angustifolia* und *Poa compressa* des *Convolvulo arvensis-Agropyretum repentis* sowie die Trennart *Potentilla reptans* der Subassoziation mit *Potentilla reptans* vor (Oberdorfer, 1993b). Die Assoziation gehört dem Verband der halbruderalen Halbtrockenrasen (*Convolvulo-Agropyron repentis*) an (Oberdorfer, 1993b; Mucina et al., 1993 und Delarze et al., 2015).

Stellenweise dominieren jedoch auch typische Begleitarten des *Trifolio-Agrimonetum eupatoriae* (Oberdorfer, 1993a) bzw. des *Trifolio medii-Agrimonetum* (Mucina et al., 1993): *Brachypodium pinnatum*, *Securigera varia*, *Dactylis glomerata*, *Origanum vulgare*, *Lathyrus sylvestris*, *Vicia sepium* und *Lotus corniculatus* sowie die Trennart *Potentilla reptans*. Die Assoziationskennart *Agrimonia eupatoria* fehlt hingegen. Oft dominant ist auch die Trennart *Brachypodium pinnatum* der Subassoziationsgruppe mit *Brachypodium pinnatum* (Oberdorfer, 1993a). Beide Assoziationen gehören dem Verband der mesophilen Klee-Saumgesellschaften (*Trifolion medii*) an (Oberdorfer, 1993b; Mucina et al., 1993 und Delarze et al., 2015).

Stellenweise weist auch *Melilotus albus* – Kennart der Steinkleeflur (*Echio-Melilotetum*) – eine hohe Dominanz auf. Durch das Vorkommen der übrigen obgenannten Arten lässt sich der halbruderales Halbtrockenrasen mit Saum in der Gipsgrube Zeglingen jedoch klar von der Steinkleeflur abgrenzen.

5.2 Eigenschaften und Standorte der Vegetationseinheiten

Die **Huflattichflur mit Weiden (A)** kommt auf lehmigen Böden mit viel Grobskelett vor. Es sind stellenweise Fahrspuren sowie Erosionsrinnen sichtbar. Gemäss Orthofotos wurde die Fläche vor wenigen Jahren mit Aushubmaterial aufgeschüttet (vgl. Abbildung 13 bis Abbildung 16). Dies erklärt, dass kein Oberboden vorhanden ist und sich die mittlere Reaktionszahl leicht von den übrigen Vegetationseinheiten unterscheidet. Die vergleichsweise hohe mittlere Feuchtezahl könnte an einer teilweisen oberflächlichen Verdichtung liegen. Der Standort passt gut zu den Litaraturbeschreibungen des *Poo-Tussilaginetum farfarae*: Gemäss Oberdorfer (1993b) kommt dieses auf oberflächlich verdichteten Lehmaufschüttungen vor. Der Deckungsgrad der Krautschicht ist sehr variabel. Dies liegt einerseits daran, dass auf Teilbereichen (Abbildung 17, Nr. 1) der Boden im Winter 2023 abgeschürft wurde. Bei den übrigen Bereichen ist die Vegetation sehr heterogen. Teilweise weist der Huflattich eine sehr hohe Deckung auf, was sich auch in einer tiefen Shannon-Evenness widerspiegelt. Wo die Sukzession bereits weiter fortgeschritten ist, hat sich eine Strauchschicht aus Weiden und Erlen etabliert, während der Deckungsgrad der Krautschicht tiefer ist.

Die unterschiedlichen Ausprägungen der **Möhren-Bitterkrautflur (B, C, D)** sind mässig nährstoffarm bis mässig nährstoffreich. Nach Ellenberg und Leuschner (2010) hängt die Ausprägung der Ruderalfluren stark von der Nährstoffverfügbarkeit ab. Die Möhren-Bitterkrautfluren in Zeglingen werden der Mesophilen Ruderalflur zugeordnet, welche nach Ellenberg und Leuschner (2010) zu den schwach nitrophilen, ausdauernden Ruderalfluren gehört. Gipsböden sind im Vergleich zu Silikat- oder Carbonatböden deutlich nährstoffärmer (Heinze und Fiedler, 1984).

Die **Möhren-Bitterkrautflur mit Reitgras (B)** kommt im südlichsten Bereich des Grubenbodens vor. Der stellenweise tonige, skelettarme Boden widerspiegelt sich in einer leicht erhöhten Wechselfeuchtzahl. Es ist kein bis wenig Oberboden vorhanden und die mittlere Nährstoffzahl ist vergleichsweise tief. Durch die erschwerten Bedingungen aufgrund des wenig entwickelten und teils tonigen Bodens ist die mittlere Stresszahl vergleichsweise hoch. Die Vegetation ist durch eine hohe Dominanz des Bergreitgrases und einen tiefen Deckungsgrad der Krautschicht charakterisiert. Das Bergreitgras ist eine Pionierpflanze niedriger Lagen, welche stark wechselnde Feuchtigkeit anzeigt (Moser et al., 2002 und Landolt et al., 2010).

Die **Möhren-Bitterkrautflur mit Hauhechel (C)** kommt auf im Kontext des Untersuchungsgebietes mittleren Standorten vor, bei denen die Sukzession noch wenig fortgeschritten ist und lehmige, stark skeletthaltige Böden mit wenig bis keinem Oberboden vorhanden sind. Dieser Standort passt zu den Literaturbeschreibungen des *Dauco-Picridetum hieracioides*, welches nach Oberdorfer (1993b) lehmige, schwach bis mässig stickstoffreiche, mehr oder weniger offene Böden besiedelt. Nebst dem nördlichen Bereich des Grubenbodens wurden auch die Vegetationsaufnahmen im unteren Bereich des aufgeschütteten Hangs dieser Vegetationseinheit zugeordnet. Dort hat der Forstbetrieb im Winter 2023 die Sträucher gefällt und den Boden abgeschürft (siehe Abbildung 17, Nr. 1). Im Juni 2024 war der Deckungsgrad der Vegetation auf den Aufnahmeflächen in diesem Bereich (10, 13, teilweise 12) deshalb sehr tief. Die Vegetation dieser Flächen hat sich über den Sommer verändert, sodass ich sie bei der Kartierung Ende September aufgrund des Vorkommens von *Tussilago farfara* teilweise der Huflattichflur mit Weiden (A) zugeordnet habe.

Auch die **Möhren-Bitterkrautflur mit Wiesenknopf (D)** kommt an Orten mit lehmigen, stark skeletthaltigen Böden ohne Oberboden vor. Die ausgewerteten Standortparameter unterscheiden sich nicht signifikant von der Möhren-Bitterkrautflur mit Hauhechel (C). Der Deckungsgrad der Krautschicht ist mit 25-35 Prozent durchwegs tief.

Die **Steinkleeflur (E)** kommt vorwiegend im Bereich der im Jahr 2022 sanierten Weiher B vor (siehe Abbildung 17). Die Böden zeichnen sich dort durch viel Grobskelett und fehlenden Oberboden aus. Eine Ausnahme bildet die Aufnahmefläche 31, bei der viel Oberboden vorhanden ist, da lokal Bodenmaterial aufgeschüttet wurde. Die Sukzession ist auf der Fläche noch relativ wenig fortgeschritten und die mittlere Ruderalzahl entsprechend leicht erhöht. Der Standort passt somit gut zum *Echio-Melilotetum*, welches nach Oberdorfer (1993b) gegenüber den anderen Ruderalgesellschaften deutlich humusärmere, ± rohe Böden besiedelt. Die Krautschicht weist eine hohe Deckung auf und ist mit durchschnittlich 28 Arten/10m² relativ artenreich. Die mittlere Feuchtezahl ist vergleichsweise etwas erhöht, was an einer leichten Bodenverdichtung durch die baulichen Massnahmen (Weiherbau) liegen könnte. Dass auch die mittlere Nährstoffzahl überdurchschnittlich hoch ist, erstaunt. Das *Echio-Melilotetum* besiedelt nach Oberdorfer (1993b) deutlich stickstoffärmere Böden als andere Ruderalgesellschaften. Dies zeigt sich auch an der hohen Dominanz von Leguminosen, welche dank Knöllchenbakterien Luftstickstoff aufnehmen können.

Nebst dem Bereich der im Jahr 2022 sanierten Weiher kommt die Steinkleeflur auch auf der Aufschüttungsfläche, angrenzend an den halbruderalen Halbtrockenrasen mit Saum, vor (siehe Abbildung 17, Nr. 2). Die dortige Ausprägung zeichnet sich durch eine hohe Dominanz der beiden Ruderalpflanzen *Vulpia myuros* und *Equisetum arvense* aus, während *Melilotus albus* nur eine geringe Deckung aufweist. Auf dieser Teilfläche ist ein 5cm mächtiger Oberboden vorhanden.

Der **halbruderalen Halbtrockenrasen mit Saum (F)** kommt im Norden des Untersuchungsgebietes im jährlich gemähten Bereich rund um die Weiher A (vgl. Abbildung 17) vor. Hier ist die Sukzession bereits weiter fortgeschritten und es ist durchwegs ein Oberboden vorhanden. Dies zeigt sich auch in der hohen Deckung von Gesamtvegetation, Kraut- und Moosschicht sowie der überdurchschnittlich hohen Nährstoffzahl. Sowohl der Boden als auch die Vegetation der Fläche sind sehr

heterogen. In unmittelbarer Nähe zu den Weihern ist ein toniger bis tonig-lehmiger, skelettarmer Boden vorhanden. Möglicherweise wurde hier für den Weiherbau Ton ausgebracht. Auf der Fläche Nr. 9 besteht der Unterboden hingegen aus lehmreichem Sand. Die Vegetation kann teilweise als Halbruderaler Halbtrockenrasen, teilweise als Mesophiler Saum charakterisiert werden. Die kalk- und wärmeliebende Saumgesellschaft des *Trifolio-Agrimonetum eupatoriae* wandert oft Halbtrockenrasen ein und leitet die Entwicklung zur Wiederbewaldung ein, wobei sie teilweise der Verbuchung einen grossen Widerstand leistet (Oberdorfer, 1993a). Die zu den halbruderalen Halbtrockenrasen gehörende Subassoziation mit *Potentilla reptans* des *Convolvulo arvensis-Agropyretum repentis* ist auf reichen, kalkhaltigen Böden, welche wiederholt überschüttet werden, verbreitet (Oberdorfer, 1993b). Gemäss Orthofotos waren auf der Fläche bis mind. 1998 die Betriebsanlagen der Anhydritgrube stationiert gewesen (vgl. Abbildung 13). Die Fläche wurde dann bis ins Jahr 2004 rekultiviert. Zwischen 2006 und 2009 wurde ein grosser Weiher angelegt (vgl. Abbildung 14). Auf dem Orthofoto des Jahres 2015 ist die Umgebung des Weihers wieder vegetationsfrei – es wurde also entweder Boden aufgeschüttet oder abgeschürft (vgl. Abbildung 15). Die Weiherfläche ist durch Verlandung im Verlauf der Jahre kleiner geworden (vgl. Abbildung 16). Die Vegetation ist mit durchschnittlich 31 Arten pro Aufnahme­fläche artenreich. Lokal kommt *Ophrys apifera* vor – eine seltene Art des Mesobromion. Eine kleine Fläche angrenzend an die Steinkleeflur bei den Weihern B (Abbildung 17, Nr. 3) habe aufgrund der Dominanz von *Brachypodium pinnatum* ebenfalls dem halbruderalen Halbtrockenrasen mit Saum zugeordnet.



Abbildung 13: Orthofoto 1998



Abbildung 14: Orthofoto 2009



Abbildung 15: Orthofoto 2015



Abbildung 16: Orthofoto 2024

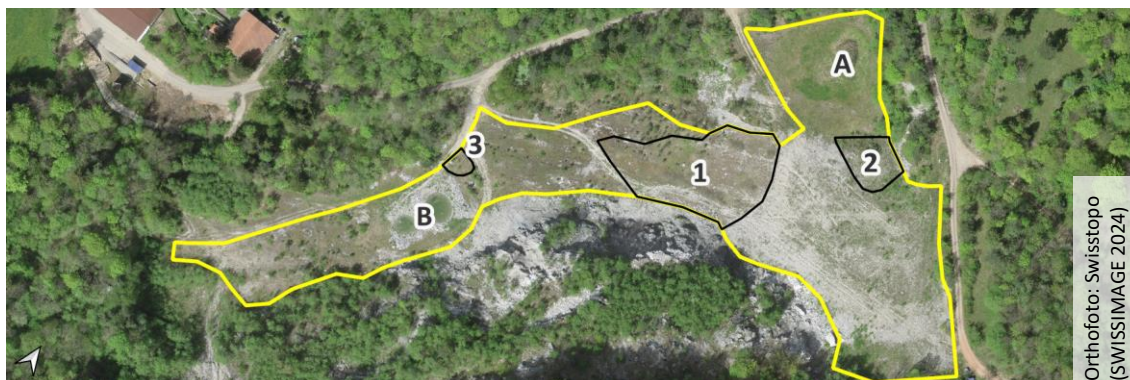


Abbildung 17: Fläche mit abgeschürftem Boden (1), Steinkleeflur E am aufgeschütteten Hang (2), Kleinfläche mit Vegetationseinheit F (3) sowie Weiher A und B.

6 Fazit

Die Vegetation der Gipsgrube Wissbrunn in Zeglingen ist sehr divers. In weiten Bereichen dominieren heute ausdauernde Ruderalfluren unterschiedlicher Ausprägung, welche teilweise von Sträuchern durchsetzt sind. Die Bodenentwicklung sowie die stattfindenden Pflegemassnahmen haben einen grossen Einfluss auf die vorhandene Vegetation und deren Entwicklung. So hat sich im regelmässig gemähten Bereich mit humosem Oberboden ein halbruderaler Halbtrockenrasen entwickelt, der stellenweise von mesophilen Saumgesellschaften durchsetzt ist. Im Bereich der Aufschüttung ist eine ausgedehnte Huflattichflur mit Weiden vorhanden. Auf einer Teilfläche wurde die Sukzession im vergangenen Winter unterbrochen, indem die Gehölze gefällt und der Boden abgeschürft wurden. Die Vegetation hat sich im Verlauf der Vegetationsperiode 2024 bereits stark verändert. Es wäre spannend, zu untersuchen, wie sich die Vegetation dort nach dem Ausbringen von Schnittgut vom Lichten Wald im benachbarten Gebiet «Bogeraï» weiter entwickelt. Auch die 2022 durchgeführte Weihersanierung hat die Vegetation stark beeinflusst. So kommt dort heute eine hochwüchsige Steinklee-Flur vor, welche typischerweise humusärmere ± rohe Böden besiedelt.

Sollen die Ruderalfluren im Untersuchungsgebiet langfristig erhalten werden, wird dies auch in Zukunft Pflegemassnahmen erfordern. Die Beschreibung der vorhandenen Vegetation kann helfen, diese zu planen.

Die 31 durchgeführten Vegetationsaufnahmen erlauben jedoch keine vollständige Erfassung der vorkommenden Pflanzenarten. Verschiedene Pflanzenarten, wie beispielsweise *Cardamine flexuosa*, *Dactylorhiza maculata*, *Erucastrum gallicum*, *Geranium sanguineum*, *Hypochaeris radicata*, *Onobrychis viciifolia*, *Saxifraga tridactylites* und *Tripleurospermum inodorum* sowie auch die potenziell gefährdeten Arten *Anacamptis pyramidalis* und *Inula salicina* befinden sich ausserhalb der Aufnahmeflächen. Für die Planung von Pflegemassnahmen wäre es auch interessant, zu untersuchen, welche gefährdeten Arten vorkommen und was deren Lebensraumanprüche sind.

7 Literaturverzeichnis

Agroscope (2020): Schätzung von Humus-, Ton- und Schluffgehalt (Fühlprobe) an feuchten Bodenproben – Schweizerische Referenzmethoden der Forschungsanstalten Agroscope. Version 2.1

ARP SO (2024): Kantonales Naturreservat 8.1 Alte Gipsgrube - Objektblatt.

<https://geo.so.ch/api/v1/document/Naturreservate?feature=38453&x=2640267.4955848968&y=1253987.5653677098&crs=EPSG%3A2056> [abgerufen am 15.10.2024]

AfU SO (2024): Projekthandbuch zur Bodenkartierung des Kantons Solothurn. 7. Ausgabe. Amt für Umwelt Kanton Solothurn, Solothurn.

Autodesk Inc. (2024): Sketchbook (Version 6.0.7) [Mobile app]. Google Play.

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.adsk.sketchbook&hl=de_CH

Bellwald Z. (2022): Untersuchung der Vegetation im renaturierten Flachmoor Jufplaun (Biosfera Val Müstair). Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wädenswil.

Bläsi H. R., Jordan P., Kälin D., Gnägi C., Burger H., Kiefer S., Tortoli F. und Burkhalter R.

(2018): Blatt 1088 Hauenstein – Erläuterungen zum Geologischen Atlas der Schweiz 1:25'000. Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern.

Bornand C., Gyax A., Juillerat P., Jutzi M., Möhl A., Rometsch S., Sager L., Santiago H. und Eggenberg S. (2016): Rote Liste Gefässpflanzen – Gefährdete Arten der Schweiz. Umwelt-Vollzug Nr. 1612. Bundesamt für Umwelt, Bern und InfoFlora, Genf.

Chytrý M., Tichý L., Holt J. und Botta-Dukát Z. (2002): Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*, 13: 79-90.

Chytrý M., Kočí M., Šumberová K., Sádlo J., Krahulec F., Hájková P., Hájek M., Hoffmann A., Blažková D., [...] und Rozehnal J. (2007): Vegetation of the Czech Republic - 1. Grassland and heathland vegetation. Academia, Prag.

CIRAD, INRAE, IRD, INRIA und Tele botanica (2024): Pl@ntNet (Version 3.20.2b) [Mobile app]. Google Play. https://play.google.com/store/apps/details?id=org.plantnet&hl=de_CH

Delarze R., Eggenberg S., Steiger P., Bergamini A., Fivaz F., Gonseth Y., Guntern J., Hofer G., Sager L. und Stucki P. (2016): Rote Liste Lebensräume – Gefährdete Lebensräume der Schweiz 2016. Aktualisierte Kurzfassung zum technischen Bericht 2013. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Delarze R., Gonseth Y., Eggenberg S. und Vust M. (2015): Lebensräume der Schweiz – Ökologie-Gefährdung-Kennarten. 3. Auflage. hep verlag, Bern.

Dengler J. (2008): Pitfalls in small-scale species-area sampling and analysis. *Folia Geobotanica*, 43: 269-287.

Eggenberg S. und Möhl A. (2020): Flora Vegetativa – Ein Bestimmungsbuch für Pflanzen der Schweiz im blütenlosen Zustand. 4. Auflage. Haupt Verlag, Bern.

Ellenberg H. und Leuschner C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Fachgruppe Georessourcen Schweiz (2024): Rohstoffinformationssystem Schweiz.

<https://map.georessourcen.ethz.ch/> [abgerufen am 01.10.2024]

Gasser M. (2016): Beweidung alte Gipsgrube Kienberg – Kurzbericht Botanische Erfolgskontrolle 2016. Amt für Raumplanung Kanton Solothurn, Solothurn und Pro Natura Solothurn, Solothurn.

Haupt Verlag (2022): Flora Helvetica (Version 2.5.0) [Mobile app]. Google Play.

https://play.google.com/store/apps/details?id=de.haupt.florahelvetica.pro.de&hl=de_CH&pli=1

- Heinze M. und Fiedler H. (1984):** Physikalische Eigenschaften von Gipsböden und ihren Begleitbodenformen im Kyffhäuser-Gebirge. *Hercynia N. F.*, 21: 190-203.
- Hill M. (1979):** TWINSpan – A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca NY.
- Hofmann P. (2011):** Die Gipsgrube zu Zeglingen. Ischlag – Jahresbericht 2010 der Stiftung für Orts- und Flurnamen-Forschung Baselland. Stiftung für Orts- und Flurnamen-Forschung Baselland, Pratteln.
- InfoFlora (2024):** florapp (Version 3.2) [Mobile app]. Google Play.
https://play.google.com/store/apps/details?id=ch.infoflora.florapp&hl=de_CH
- Juillerat P, Bäumler B., Bornand C., Eggenberg S., Gygax A., Jutzi M., Möhl A., Nyffeler R., Sager L. und Santiago H. (2017):** Checklist 2017 der Gefässpflanzenflora der Schweiz. InfoFlora, Genf.
- Knaus P., Antoniazza S., Keller V., Sattler T., Schmid H. und Strebel N. (2021):** Rote Liste der Brutvögel – Gefährdete Arten der Schweiz. Umwelt-Vollzug Nr. 2124. Bundesamt für Umwelt, Bern und Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Krebs A. und Wildermuth H. (1976):** Kiesgruben als schützenswerte Lebensräume seltener Pflanzen und Tiere. *Mitteilungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Winterthur*, 35: 17-73.
- Küchler M. (2023):** VEGEDAZ (Version 2023) [Software]. wsl.ch/de/services-produkte/vegedaz/
- Landolt E., Bäumler B., Erhardt A., Hegg O., Klötzli F., Lämmli W., Nobis M., Rudmann-Maurer K., Schweingruber F. H. [...] und Wohlgemuth T. (2010):** Flora indicativa – Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. 1. Auflage. Haupt Verlag, Bern.
- Manderbach R., Brunzel S., Hering D., Schneider D. und Sommer M. (2024):** Mässig trockene Ruderalflächen mit Wilder Möhre und Steinklee. <https://www.deutschlands-natur.de/lebensraeume/anthropogen/ruderalflaechen-kulturbrachen/> [abgerufen am 30.09.2024]
- Mastel M. (2019):** Weiden Wildarten. 1. Auflage. hep verlag, Bern.
- Monnerat C., Thorens P., Walter T. und Gonseth Y. (2007):** Rote Liste der Heuschrecken der Schweiz. Umwelt-Vollzug Nr. 0719. Bundesamt für Umwelt, Bern und InfoFauna, Neuenburg.
- Moser D., Gygax A., Bäumler B., Wyler N. und Palese R. (2002):** Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Vollzug Umwelt Nr. 9006. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern; Zentrum des Datenverbundnetzes der Schweizer Flora, Chambésy und Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Chambésy.
- Mucina L., Grabherr G. und Ellmauer T. (1993):** Die Pflanzengesellschaften Österreichs – Teil I: Anthropogene Vegetation. 1. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Müller A., Praz C., Herrmann M., Neumeyer R., Bénon D., Bur M. und Gonseth Y. (2024):** Rote Liste der Bienen – Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2022. Umwelt-Vollzug Nr. 2402. Bundesamt für Umwelt, Bern und InfoFauna, Neuenburg.
- Oberdorfer E. (1993a):** Süddeutsche Pflanzengesellschaften – Teil II: Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgras-Gesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstauden-Fluren. 3. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Oberdorfer E. (1993b):** Süddeutsche Pflanzengesellschaften – Teil III: Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften. 3. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Oksanen J. (2019):** R package «twinspan» - Two-Way indicator species analysis (Version 0.9-3). <https://github.com/jarioksa/twinspan>

- Pachlatko J., Wyttenbach M. und Dengler J. (2019):** Alpine grassland vegetation at Gornergrat (Canton of Valais, Switzerland) – Vegetation mapping for environmental planning. *Palaeartic Grasslands*, 43: 23-37.
- Pfirter U., Jordan P., Graf H. R., Burger H., Pietsch J., Huber M., Kiefer S., Grezet C. Maisie C. und Burkhalter R. (2019):** Blatt 1068 Sissach, mit Südteil von Blatt 1048 Rheinfelden – Erläuterungen zum Geologischen Atlas der Schweiz 1:25'000. Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern.
- Regierungsrat BL (1997):** Aufnahme des Gebietes «Edlisberg-Meiersberg», Gemeinden Oberdorf und Waldenburg, in das Inventar der geschützten Naturobjekte. Auszug aus dem Protokoll des Regierungsrates, Nr. 107.
- Regierungsrat BL (2010):** Aufnahme des Gebiets «Gipsgrube Zeglingen», Zeglingen, in das Inventar der geschützten Naturobjekte. Auszug aus dem Protokoll des Regierungsrates, Nr. 0837.
- Roleček J., Tichý L, Zelený D. und Chytrý M. (2009):** Modified Twinspan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*, 20: 596-602.
- Rüetschi J., Stucki P., Müller P., Vincentini H. und Claude F. (2012):** Rote Liste der Weichtiere (Schnecken und Muscheln) – Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Umwelt-Vollzug Nr. 1216. Bundesamt für Umwelt, Bern und InfoFauna, Neuenburg.
- Schmidt B., Mermod M., Zumbach R., Rey E. und Dosch O. (2023):** Rote Liste der Amphibien – Gefährdete Arten der Schweiz. Umwelt-Vollzug Nr. 2319. Bundesamt für Umwelt, Bern und InfoFauna, Neuenburg.
- Schwaller T., Emch N., Schwaller W., Pittet C., Stähli M. und Kissling R. (2016):** Ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen in Kiesgruben – Arbeitshilfe. Bau- und Justizdepartement und Volkswirtschaftsdepartement des Kantons Solothurn, Solothurn.
- Seiler H., Küry D., Billeter R. und Dengler J. (2021):** Regional typology of spring vegetation in Parc Ela (Grisons, Switzerland). *Vegetation classification and survey*, 2: 257-274.
- Suter P. (1944):** Heimatkundliches von der Schafmatt. *Baselbieter Heimatblätter*, 9: 273-291.
- Stutz A., Hänsli F., Winkler K. und Bleiker J. (2017):** Nächster Halt Hauenstein – Kulturlandschaftswandel entlang der Hauenstein-Bahnlinien. Projektarbeit 2. Semester, ETH Zürich D-BAUG, Zürich.
- Tichý L. (2002):** JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13: 451-453.
- Verein biodivers (2022):** Abbaugelände. <https://biodivers.ch/de/index.php/Abbaugelände> [abgerufen am 30.09.2024]
- Vogt S. (2024):** Ausdauernde Ruderalgesellschaften in der Stadt Zürich. Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil.
- Wildi O. (1986):** Analyse vegetationskundlicher Daten – Theorie und Einsatz statistischer Methoden. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, 90.
- Wunderlin D. (2014):** Zeglingen – Historisches Lexikon der Schweiz. <https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/001243/2014-02-03/> [abgerufen am 15.10.2024]