

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



**DER EINFLUSS DES MULCHENS ZUR ZWERGSTRAUCHREDUKTION AUF DIE
TAGFALTER- UND HEUSCHRECKENFAUNA AUF WEIDEN IM
SÖMMERUNGSGEBIET**

Bachelorarbeit

von

Csak Annegret

Bachelorstudiengang UI18

Abgabedatum: 13.01.2022

Studienrichtung Umweltingenieurwesen

Fachkorrektoren:

Riesen Matthias

ZHAW Life Sciences und Facility Management

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Schloss

8820 Wädenswil

Schlegel Jürg

ZHAW Life Sciences und Facility Management

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Schloss

8820 Wädenswil

Impressum

Schlagnorte: Mulchen, Biodiversität, Alpen, Tagfalter, Heuschrecken, Zwergsträucher, Weiden, Weidepflege, Sömmerung

Zitiervorschlag: Csak, A. (2022): Der Einfluss des Mulchens zur Gehölzreduktion auf die Tagfalter- und Heuschreckenfauna auf Weiden im Sömmerungsgebiet, Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil.

Institut: Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Zusammenfassung

Die Alpen gelten als Hotspot der Biodiversität in Europa. Die lange landwirtschaftliche Tradition förderte diesen Artenreichtum durch die Schaffung einer heterogenen Struktur. Alpine und subalpine Weiden gehören aufgrund dessen mit zu den artenreichsten Lebensräumen der Schweiz. Die zunehmende Verbuschung dieser Weiden durch Zwergsträucher kann die Diversität, aber auch den Futterertrag der weidenden Nutztiere verringern. Da der Futterertrag für die Sömmerung ausschlaggebend ist, kommt in Arosa (GR) seit mehreren Jahren der Forstmulcher zur Zwergstrauchreduktion zum Einsatz. Bisher ist noch wenig über die Auswirkungen des Mulchens von Zwergsträuchern auf die darin lebende Kleintierfauna bekannt. Darum wurde dieser Frage in der vorliegenden Arbeit mithilfe von Tagfaltern und Heuschrecken nachgegangen. Insgesamt wurden zwölf Flächen untersucht die in 4 Mulchflächen, 4 Fettweiden und 4 Zwergstrauchheiden gegliedert wurden.

Gesamthaft konnten während der Erhebung 533 Tagfalterindividuen von 47 und Arten aus 5 Familien sowie 749 Heuschreckenindividuen von 11 Arten aus 2 Familien dokumentiert werden. 8 Tagfalter- und 2 Heuschreckenarten tragen den Rote-Liste-Status (CH) potenziell gefährdet. 1 Tagfalterart war ein Neufund in Arosa und 2 Tagfalterarten sind zudem auf der Liste der National prioritären Arten.

Der statistische Vergleich der Flächen untereinander ergab in Bezug auf die Arten-, Individuen-, und Diversitätszahlen keine signifikanten Unterschiede. Der Vergleich der Mulchflächen untereinander zeigte eine Tendenz zu mehr Arten und Individuen, je länger der Mulcheingriff zurück lag, auch wenn dieser nicht signifikant war. Obwohl keine signifikanten Unterschiede zwischen den Flächen festgestellt wurden, ist es nicht ausgeschlossen, dass das Mulchen einen negativen Einfluss auf die Population solcher Kleintiere hat. Daher sollte, mit angepassten Methoden und über einen längeren Zeitraum, weitere Forschung betrieben werden. Der Fund von 47 Tagfalter- und 11 Heuschreckenarten ist, im Angesicht der schwindenden Insektenzahlen, und der schwindenden Biodiversität, ein sehr erfreuliches Resultat, und zeigt die Wichtigkeit dieser Lebensräume für den Erhalt der Biodiversität im Alpenraum.

Abstract

The Alps are considered as hotspot of biodiversity in Europe. The long agricultural tradition promoted this species richness by creating a heterogeneous structure. Therefore, alpine and subalpine pastures are among the most species-rich habitats in Switzerland today. The increasing scrub encroachment of dwarf shrubs on pastures can reduce not only diversity but also the forage yield of grazing livestock. To maintain the forage yield nevertheless, the forest mulcher has been used for dwarf shrub reduction in Arosa (GR) for several years. Since not much is known about the effect of dwarf shrub mulching on the small animal fauna, this was investigated in the present study.

From July 2021 to September 2021, a total of twelve plots were examined for their butterfly and grasshopper fauna. The study areas were divided into four mulched areas, four fat pastures and four dwarf shrub heaths. A total of 533 butterfly individuals of 47 species from 5 families and 749 grasshopper individuals of 11 species from 2 families were documented during the survey. 8 butterfly and 2 grasshopper species have the Red List status (CH) of potentially endangered. 1 butterfly species is a new discovery in Arosa and 2 butterfly species are also on the list of National Priority Species.

The statistical comparison of the plots with each other showed no significant differences in terms of species, individual and diversity numbers. The comparison of the mulched areas with each other showed a tendency towards more species and individuals the longer the mulching intervention was in the past, although this was not significant. Although no significant differences were found between the plots, it cannot be excluded that mulching has a negative influence on the population of such small animals. Therefore, with adapted methods and over a longer period of time, further research should be conducted. The finding of 47 butterfly and 11 grasshopper species is, in the face of dwindling insect numbers and biodiversity, a very pleasing result and shows the importance of these habitats for the conservation of biodiversity in the Alpine region.

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Untersuchte Tiergruppen.....	3
2.1	Tagfalter	3
2.2	Heuschrecken.....	4
3	Material und Methoden.....	5
3.1	Untersuchungsgebiet	5
3.2	Untersuchungsflächen.....	7
3.2.1	Wahl der Flächen	7
3.2.2	Beschreibung der Flächentypen.....	8
3.3	Tagfalter- und Heuschreckenkartierungen	10
3.3.1	Tagfalter (inklusive Dickkopffalter)	10
3.3.2	Heuschrecken	11
2.4	Datenanalyse	12
4	Resultate	13
4.1	Tagfalter	13
4.1.1	Artenspektrum und Individuenzahlen.....	13
4.1.2	Statistischer Vergleich der verschiedenen Flächentypen	15
4.2	Heuschrecken	16
4.2.1	Artenspektrum und Individuenzahlen.....	16
4.2.2	Statistischer Vergleich der verschiedenen Flächentypen	17
5	Diskussion	19
6	Schlussfolgerung.....	23
	Literaturverzeichnis.....	24
	Abbildungsverzeichnis.....	29
	Tabellenverzeichnis	30
	Formelverzeichnis	30
	Anhang 1 – Liste der gefundenen Tagfalterarten mit Anzahl und Fundfläche	
	Anhang 2 – Liste der gefundenen Heuschreckenarten mit Anzahl und Fundfläche.....	
	Anhang 3 – Dielt Karte (Geos GmbH / Plantahof).....	
	Anhang 4 – Dielt Karten Plantahof.....	

1 Einleitung

Gebirge zeichnen sich durch einen hohen Artenreichtum aus, da auf kleinstem Raum viele verschiedene Lebensräume vorkommen können. Möglich machen dies, über kurze Distanzen stark variierende Umweltbedingungen, wie Temperatur und Niederschlag (Gotsch, Flury, & Rieder, 2001). Der Alpenraum profitierte zudem von einer langen landwirtschaftlichen Tradition, und der dadurch entstandenen heterogenen Strukturvielfalt (Bignal & McCracken, 2000). Die Rodung von einst dagewesenen Waldflächen, die extensive Bewirtschaftung durch Beweidung und eine extensive Nutzung von aufkommenden Gehölzen erhöhten ökologische Nischen und förderten dadurch die Artenvielfalt (Lauber et al., 2014; Schley & Leytem, 2004). Heute gelten die Alpen, mit ihren 30`000 Tier- und 5`000 Gefässpflanzenarten, als Hotspot der Biodiversität in Europa (Tasser et al., 2016). Auch in der Schweiz findet sich dieser hohe Artenreichtum in den Berggebieten wieder. Alpine und subalpine Weiden zählen hierzulande zu den artenreichsten Lebensräumen (Lauber et al., 2014). Die Aufgabe dieser, über viele Jahrhunderte bewirtschafteten Alpweiden, kann zur flächigen Verbuschung oder Verwaldung, und zu einem erheblichen Verlust von angepassten Tier- und Pflanzenarten führen (Koch et al., 2013). Besteht jedoch ein Mosaik aus Zwergsträuchern und Offenlandarten kann dies die Biodiversität fördern. So haben Jöhl & Dipner (2019) herausgefunden, dass die Diversität bei einem Strauchanteil von 50 % am höchsten ist. Zudem bieten Sträucher auch Schutz und Lebensraum für verschiedenste Tier- und Pflanzenarten (Koch et al., 2013).

Trotz des Rückgangs der Bewirtschaftung von Alpflächen, ist die Sömmerung in der Schweiz nach wie vor ein wichtiger Wirtschaftszweig. Jährlich ziehen rund 17`000 Äpler und Äplerinnen im Sommer mit ihren Tieren zu Alp (Lauber et al., 2014). Dabei bilden Milchkühe und anderes Rindvieh den Hauptanteil, der in der Sömmerung eingesetzten Nutztiere (BLW, 2021). Obwohl das Rindvieh ein wenig selektives Fressverhalten hat (Imfeld-Mueller, 2013) werden die auf Alpweiden verbreiteten Zwergsträucher selten angefressen (Luick, 2002). Anders als bei Ziegen, die diese Zwergsträucher lieben, drängt das Rindvieh die Gehölze eher wenig, und wenn nur durch Trittschäden zurück (Koch et al., 2013). Bei einer zu hohen Dichte an Zwergsträuchern werden nicht nur Offenlandarten verdrängt und die Diversität verringert, sondern auch der Flächenfütterertrag der Weiden für die Nutztiere gemindert. Um zu verhindern, dass die Gehölze eine zu hohe Dichte erreichen, werden verschiedene Weidepflegemassnahmen angewendet (Meisser et al., 2009).

Das Mulchen ist eine dieser Weidepflegemassnahmen und wird im Vergleich als kostengünstig und arbeitszeitsparend bewertet (Pöllinger & Zentner, 2003). Beim Mulchen wird der oberirdische Aufwuchs der Pflanzen mechanisch abgeschnitten oder abgeschlagen und anschliessend kleingehäckselt. Dies geschieht mit einer rotierenden Walze, welche mit starken Metallhaken

versehen ist (Hermann et al., 1987). Das Mulchgut wird anschliessend auf der Fläche zur Verrottung liegen gelassen. Da herkömmliche, landwirtschaftliche Mulchgeräte Gehölze mit einem Wurzelhalsdurchmesser von maximal drei Zentimetern abschlagen können, wird bei grösseren Durchmessern der Forstmulcher eingesetzt (Wegener, 2011). Der Forstmulcher zerkleinert die gesamte Vegetation, inklusive der Wurzelstöcke und kann je nach Einstellung bis zu 40 Zentimeter in den Oberboden eindringen (Bollmann et al., 2017).

In den Sömmerungsgebieten der Churer Alpen, die geografisch zu Arosa (GR) gehören, wurde in den vergangenen Jahren, auf einer Gesamtfläche von ungefähr elf Hektaren der Forstmulcher zur Gehölzreduktion eingesetzt. Die Eingriffe dienten der Entfernung der Zwergsträucher *Juniperus sp.*, *Rhododendron sp.*, und *Vaccinium sp.*. Bisher ist noch wenig bekannt, welchen längerfristigen Einfluss das Mulchen der Zwergsträucher auf verschiedene Insektenpopulationen hat. Aufgrund der Tatsache, dass Insekten einen sehr wichtigen Teil der Ökosysteme ausmachen (Koch et al., 2013), und die Insektenwelt generell stark bedroht ist (Akademien der Wissenschaften Schweiz, 2019; Widmer et al., 2021) besteht hier dringender Untersuchungsbedarf. Bekannt ist bisher, dass die mechanische Zerstörung der Pflanzen akut auch viele Insekten, deren Larven, Raupen und Eier zerstört (Maas et al., 2002). Zudem werden die Tiere einer plötzlich veränderten Struktur und einem veränderten Mikroklima ausgesetzt werden (Schreiber et al., 2009) und können so auch schneller von Prädatoren entdeckt werden.

In der vorliegenden Arbeit wurden der Einfluss des Mulchens von Zwergsträuchern auf die Organismengruppen der Tagfalter und Heuschrecken untersucht. Diese Insektengruppen eignen sich besonders für solche Vergleiche, da sie auch in höheren Lagen vorkommen (Koch et al., 2013) und sie im Vergleich zu anderen Insekten leichter zählbar sind. Zudem werden sie in vielen wissenschaftlichen Studien angewendet (Van Swaay et al., 2019) und reagieren schnell auf sich ändernde Umweltbedingungen (Kruess & Tscharrntke, 2002; Stettmer et al., 2011).

2 Untersuchte Tiergruppen

2.1 Tagfalter

Systematik

Die artenreiche Ordnung der Schmetterlinge (*Lepidoptera*) gehört zur Klasse der Insekten (*Insecta*), (Ferretti, 2012) und zählt heute in der Schweiz geschätzt 2750 Arten (Bühler-Cortesi, 2019). Sie ist nach den Käfern (*Coleoptera*) weltweit die zweitgrösste Insektenordnung (Deflorin & Poncet, 2017).

Da Schmetterlinge zu unterschiedlichen Zeiten aktiv sind, werden die Tiere in Tag- und Nachtfalter unterschieden (Deflorin & Poncet, 2017). Hier sei erwähnt, dass sich diese Unterteilung in der Praxis zwar bewährt hat, aber nicht wissenschaftlich anerkannt ist (Bühler-Cortesi, 2019). Trotzdem wird es in dieser Arbeit, der Vergleichbarkeit halber weitergeführt. In der Schweiz werden von den 2750 Schmetterlingsarten 250 den Tagfaltern und 2500 den Nachtfaltern zugeordnet (Bühler-Cortesi, 2019).

Die Tagfalter werden weiter in echte Tagfalter (früher *Rhopalocera*) und unechte oder breittköpfige Tagfalter (*Grypocera*) unterschieden. Zu den echten Tagfaltern zählen die Familien: Ritterfalter (*Papilionidae*), Weisslinge (*Pieridae*), Edelfalter (*Nymphalidae*), Augenfalter (*Satyridae*), Schnauzenfalter (*Libytheidae*) und Bläulinge (*Lycaenidae*). Die Gruppe der unechten bilden die Dickkopffalter (*Hesperidae*), (Lepidopteren-Arbeitsgruppe, 1987). Viele Tagfalterkartierungen integrieren zu den echten Tagfaltern auch die Dickkopffalter und die Widderchen (*Zygaenidae*). Beide gehören zwar verwandtschaftlich Nachtfaltern an, sind jedoch tagaktiv (Rey, 2020).

Entwicklung

Der Lebenszyklus beginnt mit dem Ei, welches das Weibchen meist direkt auf der Futterpflanze der Raupen ablegt (Bühler-Cortesi, 2019). Einige Raupen sind auf eine einzige Futterpflanze spezialisiert (Spezialisten), die meisten Arten haben jedoch mehr als eine (Generalisten), (Ferretti, 2012). Für alle Schmetterlingsarten gilt jedoch gleichermassen; wenn die Raupenfutterpflanze fehlt, ist eine Entwicklung zum Falter nicht möglich, und hier haben die Generalisten klar einen Vorteil. Viele Arten überwintern als Raupe und setzen ihren Zyklus im Frühling fort (Chinery, 2004). Je nach Art (besonders bei Arten der alpinen Stufe) kann es mehrere Jahre dauern, bis sie sich verpuppt (Rey, 2020).

Feinde und Gefahren

Schmetterlinge haben in allen Stadien des Lebenszyklus viele Feinde zu denen Vögel, Raubinsekten, Fledermäuse, Spitzmäuse und andere Organismen gehören (Embacher et al., 2011). Kumulierend zu den natürlichen Gefahren, die das Ökosystem im Gleichgewicht halten, kommen anthropogene Faktoren wie Pestizideinsatz, Monokulturen und Lebensraumverlust hinzu (Lepidopteren-Arbeitsgruppe, 1987).

Lebensräume

Die meisten Schmetterlingsarten bewohnen innerhalb ihres Verbreitungsgebietes nur Teilgebiete, die ihnen die richtigen Voraussetzungen für ihre Fortpflanzung und Entwicklung, sowie Schutz und Nahrung bieten (Lepidopteren-Arbeitsgruppe, 1987). Die Lebensraumnutzung der Schmetterlinge ist je nach Art sehr unterschiedlich. Viele brauchen für die verschiedenen Lebenszyklen (Ei, Raupe, Puppe, Falter) ganz unterschiedliche Lebensräume. Dabei muss, unabhängig vom Lebensraumtyp, eine kleinräumige und vielfältige Vegetationsstruktur gegeben sein (Rey & Wiedemeier, 2004).

Schmetterlinge kommen in der Schweiz, abgesehen von der Schneestufe auf allen Höhenstufen vor. Zu den wichtigsten Lebensräumen zählen Wiesen, Weiden, Ruderalgesellschaften, Strauchgesellschaften, Feuchtgebiete, Bachufer, Quellfluren und Wälder (Lepidopteren-Arbeitsgruppe, 1987).

2.2 Heuschrecken

Systematik

Die Ordnung der Heuschrecken (*Orthoptera* = Geradflügler) gehört, wie die Schmetterlinge, der Klasse der Insekten (*Insecta*) an. In der Schweiz gibt es 106 Heuschreckenarten (Baur et al. 2006), die in die beiden Unterordnungen der Langfühlerschrecken (*Ensifera*) und der Kurzfühlerschrecken (*Cansifera*) eingeteilt werden (Landmann, 2017). Zu den Langfühlerschrecken zählen die Laubheuschrecken (*Tettigonioidea*), Höhlenschrecken (*Rhaphidophoroidea*) und Grillen (*Grilloidea*). Zu den Kurzfühlerschrecken gehören die Dornschröcken (*Tetrigoidea*) und Feldheuschrecken (*Acridoidea*) (Baur et al., 2006; Bellmann, 2006).

Entwicklung

Die meisten Arten sind einjährig und überwintern als Ei. Die Nymphen schlüpfen, abhängig von der Höhenstufe, zwischen Frühling und Sommer. So sind die ausgewachsenen Tiere erst im Sommer oder im Herbst zu finden. Einzig Grillen (*Gryllidae*) und Dornschröcken (*Tetrigidae*) überwintern als Nymphe oder als adultes Tier und können somit schon früh im Jahr gesichtet werden (Detzel et al., 2017).

Feinde und Gefahren

Wie die meisten Insekten haben auch Heuschrecken viele Feinde. Zu Ihnen gehören Vögel, Spinnen, andere Insektenfresser, Würmer oder Pilze (Bellmann, 2006). Zu diesen natürlichen Feinden und Prozessen gesellen sich auch hier die anthropogenen Hürden wie Lebensraumverlust und Vegetationsverdichtung durch Eutrophierung hinzu (Landmann, 2017).

Lebensräume

Heuschrecken sind in der Schweiz bis in Höhen von 4000 m ü. M. vertreten und besiedeln Lebensräume wie extensive Wiesen, Weiden, Brachen, Rebberge, Wälder, Feuchtgebiete und Flussauen (Baur et al., 2006; Detzel et al., 2017). Bei den Heuschrecken spielt das Mikroklima, beeinflusst durch Höhe und Dichte der Vegetation, Temperatur und Feuchtigkeit, eine grössere Rolle bei der Habitatwahl, als die Pflanzengemeinschaften selbst (Detzel et al., 2017). Ihre Nahrung ist sehr vielfältig und besteht aus verschiedenen Pflanzen und Insekten (Baur et al., 2006; Detzel et al., 2017). Während für die Eientwicklung vor allem eine hohe Bodenfeuchtigkeit wichtig ist, sind die adulten Tiere meist ausgesprochen thermophil (Ingrisch & Köhler, 1998). Auch hier sind Lebensräume mit einer Vielfalt an Strukturen meist artenreicher als jene ohne (Radlmair & Dolek, 2002).

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Sömmerungsgebiet der „Churer Alpen“ und ist geografisch der Gemeinde Arosa zuzuordnen (Abb. 1). Die Gemeinde umfasst eine Gesamtfläche von 15`472 ha (Gemeindeverwaltung Arosa, 2021) . Arosa hat eine Jahresmitteltemperatur von 2.1 °C (Stand 2020) und einen Jahresniederschlag von 1442 mm (meteoblue, 2021). Die besuchten Flächen befinden sich in der subalpinen bis alpinen Höhenstufe und reichen über die drei Alpen Prätsch, Maran und Sattel (Abb. 2). Alle drei Alpen gehören der Bürgergemeinde Chur und werden seit 1874 von der Stadtgemeinde Chur bewirtschaftet (Trebs, 2009). Im Sommer werden die Alpen hauptsächlich mit Churer Rindvieh bestossen (Tab. 1).

Tabelle 1: Übersicht der Alpen im Untersuchungsgebiet mit Gesamtfläche und Bestossung, (Trebs, 2009)

Alpname	Gesamtfläche	Bestossung
Alp Prätsch	250 ha	100 Kühe
Alp Maran	120 ha	60 Kühe
Alp Sattel	240 ha	120 Kühe

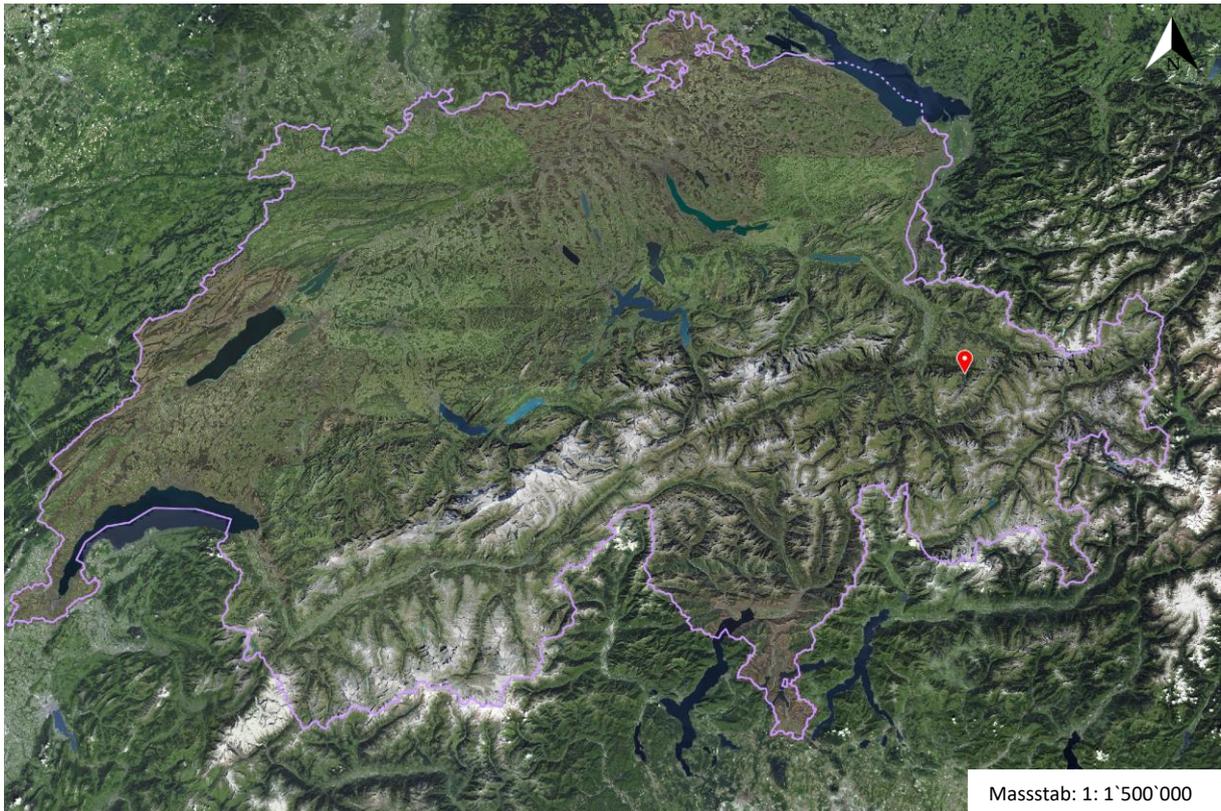


Abbildung 1: Lage von Arosa in den Schweizer Alpen, Landesgrenze Schweiz (violett), Hintergrundkarte: map.geo.admin.ch

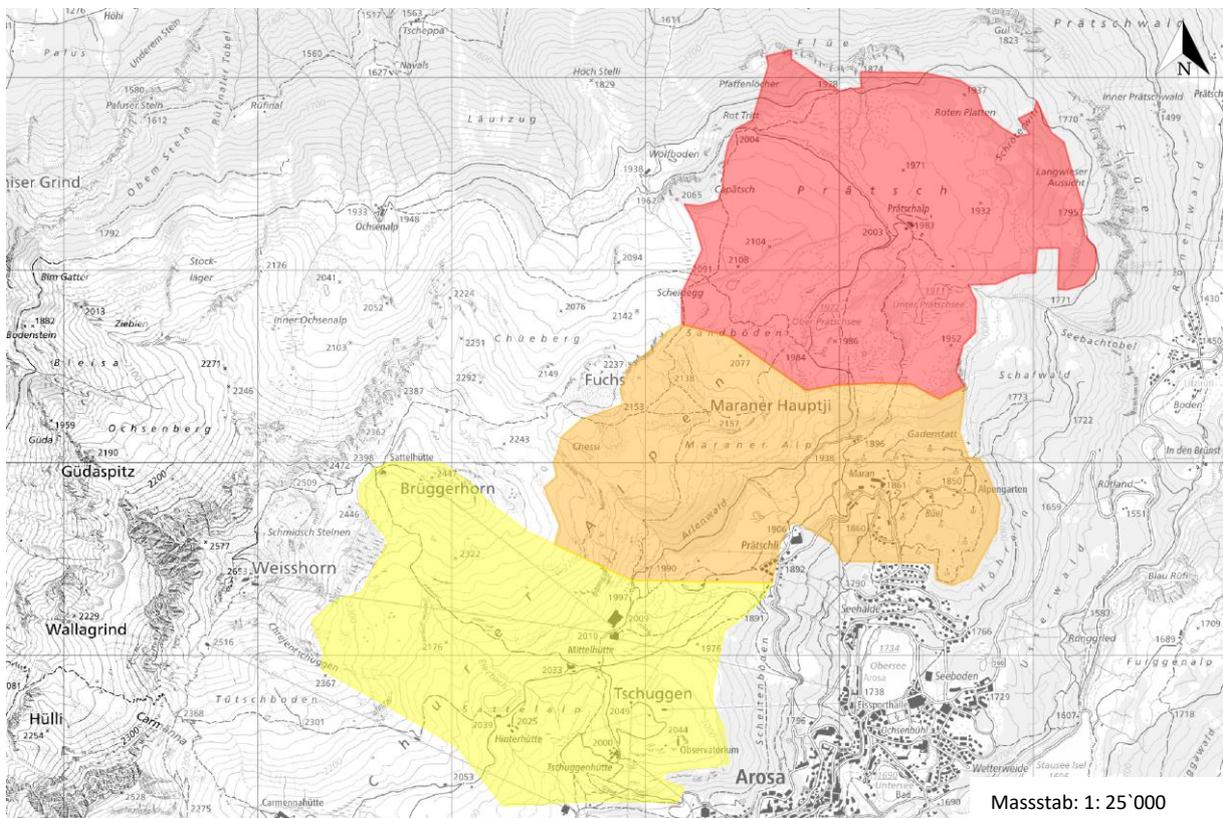


Abbildung 2: Ansicht der einzelnen Alpen Prättsch (rot), Maran (orange), Sattel (gelb); Quelle: Toni Jäger, Leiter Wald und Alpen, Stadt Chur; Hintergrundkarte: maps.geo.admin.ch

3.2 Untersuchungsflächen

3.2.1 Wahl der Flächen

Für die Untersuchung der Tagfalter und Heuschrecken wurde eine quadratische Flächengröße von 40 x 40 Metern bestimmt. Das Quadrat hat gegenüber dem Transekt den Vorteil, dass Randeffekte weniger ins Gewicht fallen (M. Riesen, 2021).

Die Ausgangslage für die Wahl der Flächen bildeten die Perimeter der gemulchten Flächen (Anhang 3) sowie die Kartierungen der Churer Alpen nach Dietl (1981) (Anhang 3,4), (Tab. 2).

Tabelle 2: Datengrundlage für die Wahl der Untersuchungsflächen

Datenformat	Inhalt	Quelle
GIS-Daten, digital	Dietl-Kartierung der Churer Alpen	Plantahof Landquart, Helene Brändli
Karte, Papierform	Dietl-Kartierung der Churer Alpen	Plantahof Landquart, Helene Brändli
Karte, digital	Perimeter der vier Mulchflächen mit Mulchjahr	Stadt Chur, Toni Jäger

Das Untersuchungsdesign bestand aus gesamthaft zwölf Flächen, die alle während jedem Kartierfenster untersucht wurden (Kapitel 3.3). Davon waren vier Flächen gemulcht, vier Flächen Fettweiden und vier Flächen mit Zwergstrauchheiden bewachsen. Die Flächen der Fettweiden und Zwergstrauchheiden dienten als Vergleichsflächen und sollten den Zustand vor dem Mulchen (Zwergstrauchheide) sowie den Zielzustand der Alpbewirtschafteter (Fettweide) repräsentieren. Jeweils drei Flächen wurden zu einem Trio zusammengefasst (Tab. 3).

Zwischen den Flächen wurde ein Mindestabstand von 100 Metern eingehalten, sodass die Gefahr einer Doppelzählung der Tagfalterindividuen verringert wurde. Weiter wurde darauf geachtet, dass die Vegetation innerhalb der Flächen möglichst homogen ist (z.B. keine Bäume und Sträucher in der Wiese) und die Zwergstrauchheide einen Deckungsgrad von mindestens 60% hatten.

Tabelle 3: Untersuchungsdesign: Übersicht der einzelnen Trios mit Alpname, Mulchjahr, Flächentypen und Triokürzel

Alname	Mulchjahr Fläche	Flächentypen inklusive Flächenkürzel	Triokürzel
Alp Prätsch	2015	Gemulcht (G), Fettweide (F), Zwergstrauchheide (Z)	P2
Alp Prätsch	2018	Gemulcht (G), Fettweide (F), Zwergstrauchheide (Z)	P1
Alp Maran	2010	Gemulcht (G), Fettweide (F), Zwergstrauchheide (Z)	M
Alp Sattel	2017	Gemulcht (G), Fettweide (F), Zwergstrauchheide (Z)	S

Die zu untersuchenden Flächen wurden anschliessend auf einer Karte des Kartenservers maps.geo.admin.ch eingezeichnet (BAFU, 2021) und für die spätere Kartierung als Orientierungshilfe abgespeichert (Abb. 3).

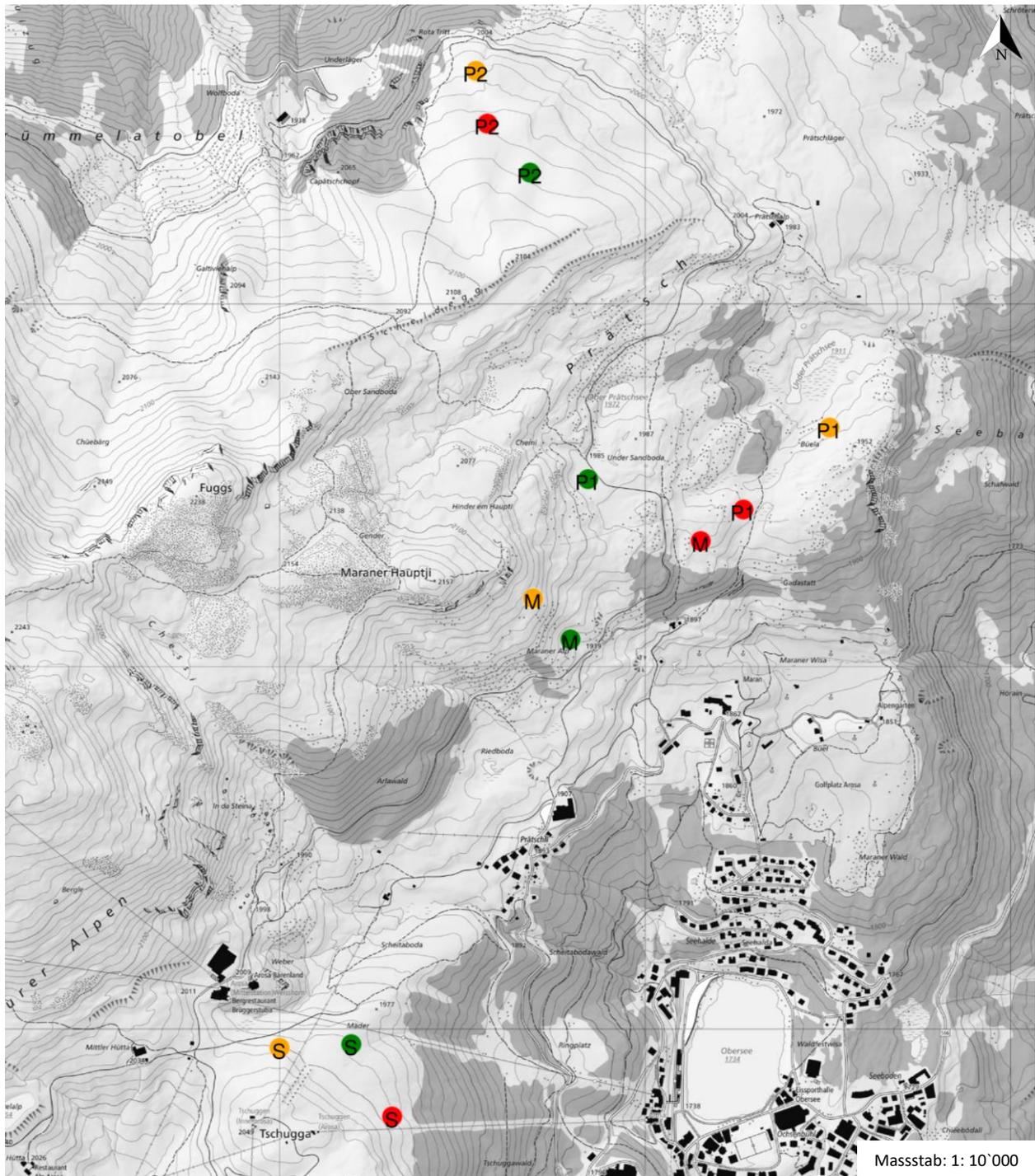


Abbildung 3: Übersicht aller Untersuchungsflächen: Gemulcht (gelb), Zwergstrauchheide (rot), Fettweide (grün); Kürzel: S (Sattel 2017), M (Maran 2010), P1 (Prätsch 2018), P2 (Prätsch 2015); Hintergrundkarte: maps.geo.admin.ch

3.2.2 Beschreibung der Flächentypen

Nach der Festlegung der Positionen der Flächen wurde der jeweilige Lebensraum anhand der gefundenen Pflanzenarten und mithilfe der Literatur von Delarze et al. (2015) auf das Niveau des Lebensraumtyps bestimmt (Tab. 4). Zum Zeitpunkt der ersten Aufnahmen waren, bis auf die Fläche FM, bereits alle Flächen mit Rindvieh bestossen.

Tabelle 4: Übersicht aller Untersuchungsflächen mit Mulchjahr, Höhe, Exposition, LR nach Delarze (2015), charakteristischen Pflanzenarten, geschätzter Vegetationshöhe, geschätztes Blütenangebot und weiteren Informationen zum Beschrieb der Flächen; die Pflanzennamen sind aus Platzgründen gekürzt, jedoch so, dass keine Verwechslungen mit anderen Arten entstehen können

Parameter Probefläche	Mulch- jahr	Höhe (m ü.M.)	Exposition	Lebensraumtyp nach Delarze	Charakteristische Pflanzenarten	Geschätzte Pflanzendeckung (%)	Geschätzte Vegetationshöhe (cm)	Geschätztes Blütenangebot (%)	Weiteres
FP1	2018	1984	Nord-Ost	Nardion (4.3.5) zu Poion alpinae (4.5.4)	Lotus sp., Achillea m., Trollius e., Poa a.	80	10	30	Eher magerer Standort, fließender Übergang zu Fettweide
GP1		1945	Nord-Ost	Nardion (4.3.5)	Biscutella leav., Anthyllis vuln. ssp. alp., Lotus alp., horstbildene Gräser	55	6	30	Trockene Stellen, nahe nat. FM-767 „Unter Prättschsee“ (Kanton Graubünden, 2021).
ZP1		1932	Nord-Ost	Juniperon nanae (5.4.4)	Juniperus sp., Nardus stricta, Arnica montana, Geum montanum	80 (Zwergstrauch)	40	20	Nardion im Mosaik mit Juniperon (Delarze et al., 2015)
FP2	2015	2069	Nord	Poion alpinae (4.5.4)	Poa alp., Phleum rhaet., Trifolium prat. ssp. niv., Ranunculus mont.	80	<5	10	Fläche sehr exponiert
GP2		2056	Nord	Poion alpinae (4.5.4)	Poa alp., Phleum rhaet., Trifolium prat. ssp. niv., Ranunculus mont.	80	<5	10	Fläche sehr exponiert
ZP2		2032	Nord	Juniperon nanae (5.4.4)	Juniperus sp., Arnica mont.	70 (Zwergstrauch)	40	15	Fläche sehr exponiert
FM	2010	1957	Süd-Ost	Nardion (4.3.5) zu Poion alpinae (4.5.4)	Acinos alp., Hieranthemum num. ssp. und grand. und Gentiana clusii, Leucanthemum vern., Knautia sp., Trollius europ., Cirsium a., Briza m., Tymus sp.	85	20	50	Eher magerer Standort, fließender Übergang zu Fettweide
GM		1956	Süd-Ost	Nardion (4.3.5)	Viola calc., Geum mont., Lotus alp., Trifolium sp., Nardus s., Carex sp.	85	15	40	Geschützte Hanglage
ZM		2040	Süd-Ost	Juniperon nanae (5.4.4)	Juniperus sp., Calluna v., Carex sp., Poa sp., Potentilla gran. L., Knautia sp., Leucanthemum v.	65 (Zwergstrauch)	40	30	Relativ viele Blüten zwischen den Zwergsträuchern
FS	2017	1988	Nord-Ost	Poion alpinae (4.5.4)	Trollius e., Alchemilla sp., Crepis a., Plantag alp., Arnica m., Pinguicula a., Veratrum album ssp. L.,	80	15	30	Viel Trollius e., Feuchtes Bodenklima, neben reg. FM-14569 „Mäder Ost“ (Kanton Graubünden, 2021)
GS		1990	Nord-Ost	Poion alpinae (4.5.4)	Fetsuca r., Phleum pr., Crepis a., Leucanthemum v., Trifolium b., T. pratense ssp n., Dianthus sub., Parnassia p.	80	8	20	Feuchtes Bodenklima, neben reg. FM-14569 „Mäder Ost“ (Kanton Graubünden, 2021)
ZS		2007	Nord-Ost	Rhododendron- Vaccinion (5.4.5)	Vaccinium m., Rhododendron f.	70 (Zwergstrauch)	40	20	grosse Löcher (Viehwege)

3.3 Tagfalter- und Heuschreckenkartierungen

3.3.1 Tagfalter (inklusive Dickkopffalter)

Vorgehen im Feld

Aufgrund des sehr kühlen und regenreichen Sommers 2021 (Meteo News AG, 2021) konnte die erste Begehung für die Tagfalterkartierung erst Ende Juni durchgeführt werden. Da bei Regen, starker Bewölkung oder Temperaturen unter 13 Grad kaum Tagfalter fliegen (Birrer, 2020) waren zudem nur drei anstatt vier Begehungen möglich. Die gewählten Flächen wurden in einem Abstand von jeweils drei Wochen besucht (Tab. 5). Die Flächen wurden zickzackförmig, in langsamem Schrittempo und nur in eine Richtung durchlaufen. Die Begehung dauerte pro Fläche jeweils 45 Minuten.

Tabelle 5: Übersicht der einzelnen Tagfalterbegehungen der Trios mit jeweiliger Witterung

Trio	1. Begehung	Witterung	2. Begehung	Witterung	3. Begehung	Witterung
M	28.06.2021	17°C, sonnig	22.07.2021	18°C, 10% Bewölkung	12.08.2021	22°C, sonnig
P2	28.06.2021	17°C, sonnig	21.07.2021	20°C, sonnig	13.08.2021	19°C, 10% Bewölkung
P1	03.07.2021	19°C, 15% Bewölkung	21.07.2021	20°C, sonnig	13.08.2021	19°C, 10% Bewölkung
S	03.07.2021	19°C, 15% Bewölkung	22.07.2021	18°C, 10% Bewölkung	12.08.2021	22°C, sonnig

Tagfalterbestimmung

Bei Sichtung eines Tagfalterindividuums, wurde das Tier mit einem Netz (Kescher) gefangen und in die Betrachtungsbox überführt. Dort wurde es fotografiert und mithilfe der Bestimmungsliteratur „Tagfalter der Schweiz bestimmen - ein Feldführer“ von V. und M. Baudraz (2020) auf Artniveau bestimmt, und anschliessend mit der Smartphone App iObs festgehalten.

Schnell vorbeiziehende Tagfalter oder solche die in Sichtkontakt, aber nicht fangbar waren, wurden wenn möglich zumindest auf Familienniveau (z.B. Weissling) bestimmt. Nach Beendigung der jeweiligen Fläche wurden diese unsicheren Arten den meistgefundenen, am nächsten verwandten Arten zugeordnet. Bei sehr auffälligen Arten wie *Vanessa atalanta* oder *Lysandra coridon* wurde nach mehrmaligem Wiederfang und der sicheren Bestimmung aus der Nähe auf das Fangen verzichtet und die Arten direkt notiert.

Für die zusätzliche Ermittlung der Tagfalter Lebensräume wurde auf das Unterrichtsmaterial des Moduls „Arten und Biodiversität: Vertiefung Tagfalter“ der ZHAW (Schlegel, 2021) und das Werk „Schmetterlinge. Tagfalter der Schweiz“ von T. Bühler-Cortesi (2019) zurückgegriffen.

3.3.2 Heuschrecken

Vorgehen im Feld

Da gemäss Thorens & Nadig (1997) in den Monaten August und September die besten Bedingungen für die Heuschreckenkartierung herrschen, wurde diese an zwei Daten im September 2021 durchgeführt (Tab. 6). Die Heuschreckenkartierung erfolgte auf den selben Flächen wie die Tagfalterkartierung. Die Flächen wurden ebenfalls während 45 Minuten in langsamem Schrittempo und zickzackförmig in eine Richtung durchlaufen. Zudem wurde darauf geachtet, dass bei den Begehungen eine maximale Bewölkung von 10% und eine Mindesttemperatur von 14 Grad herrschten.

Tabella 6: Übersicht der einzelnen Heuschreckenbegehungen der Trios mit jeweiliger Witterung

Trio	1. Begehung	Witterung	2. Begehung	Witterung
Alp Maran 2010	26.08.2021	18°C, 10% Bewölkung	26.09.2021	16°C, 20% Bewölkung
Alp Prätsch 2015	25.08.2021	19°C, sonnig	25.09.2021	17°C, 10% Bewölkung
Alp Prätsch 2018	25.08.2021	19°C, sonnig	25.09.2021	17°C, 10% Bewölkung
Alp Sattel 2017	26.08.2021	18°C, 10% Bewölkung	26.09.2021	16°C, 20% Bewölkung

Heuschreckenbestimmung

Die Bestimmung der Tiere erfolgte zu Beginn über ihren Gesang. Nach jeweils zehn Schritten wurde innegehalten, gehorcht und die Arten in die Smartphone APP iObs eingetragen. Zur Bestimmung der Gesänge können beispielsweise „Die Stimmen der Heuschrecken“ inklusive einer Stimmen-DVD (Roesti & Keist, 2009) oder die Smartphone APP Orthoptera (ZHAW IUNR et al., 2015) verwendet werden. Die APP bietet den Vorteil, dass Gesänge und Gesangsvarianten der einzelnen Arten im Feld adhoc verglichen werden können.

Nach Bestimmung der Arten anhand der Stimmen, wurde im selben Plot die Vegetation an zehn verschiedenen, zufälligen Punkten nach weiteren Arten abgesucht. Da nicht alle Heuschrecken singen (Roesti & Keist, 2009) können solche nur mit dieser Methode erfasst werden. Für die Bestimmung wurde das Bestimmungsbuch „Heuschrecken der Schweiz“ verwendet (Baur et al., 2006). Aufgrund der schweren Bestimmung der Larven, wurden nur Adulte Tiere in die Zählung mit einbezogen.

2.4 Datenanalyse

Für die Vergleichbarkeit der einzelnen Flächen wurden zu Beginn sowohl für die Tagfalter als auch für die Heuschrecken die Parameter: maximale Artenzahl, die Gesamtindividuenzahl sowie die Diversität pro begangene Fläche errechnet. Dies ergab für beide Tiergruppen jeweils 4 Datenpunkte pro Flächentyp und 12 Datenpunkte pro Parameter.

Für die Berechnung der α -Diversität der einzelnen Flächen wurde der Shannon-Index verwendet (Formel 1). Dieser vereint die Parameter Anzahl Arten und Abundanz und berechnet die Ungewissheit mit welcher ein Individuum einer bestimmten Art angehört (Kiernan, 2018). Der Shannon- Index liegt meist zwischen 1 – 3.5, wobei er nach oben offen ist. Ab dem Wert 2 kann von einer hohen Diversität gesprochen werden (Gerss, 2018).

Formel 1: Berechnung des Shannon Index

$$H = \sum p_i \cdot I(p_i) = -\sum p_i \cdot \ln(p_i) \quad \text{mit } p_i = \frac{\text{Häufigkeit}^{\wedge} \text{ von Taxon } i}{\text{Summe der Häufigkeit}^{\wedge} \text{ aller Taxon}}$$

[^]Häufigkeit als Individuenzahlen oder Deckungsgrad

Für den Vergleich der Arten-, Individuen- und Diversitätszahlen der Tagfalter und Heuschrecken der jeweiligen Flächentypen wurde aufgrund der fehlenden Normalverteilung der Kruskal-Wallis-Rangsummentest durchgeführt (Universität Zürich (2020)). Dabei wurde das Signifikanzniveau von $\alpha=0.05$ gewählt. Die Normalverteilung wurde zuvor mit einem Shapiro-Wilk-Test ermittelt (Hanuz et al., 2016). Zusätzlich wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt um mögliche Tendenzen zwischen Mulchjahr, sowie Arten- und Individuenzahlen zu ermitteln. Der Korrelationskoeffizient wurde nach Pearson berechnet. Dabei gilt $|r|=1$, starker Zusammenhang, $|r| = 0$, kein Zusammenhang (Kalisch et al., 2015).

4 Resultate

4.1 Tagfalter

4.1.1 Artenspektrum und Individuenzahlen

Gesamthaft konnten während der Tagfaltererhebung 533 Individuen von 47 Arten aus 5 Familien gezählt werden. Auf allen Flächen zeigte sich das gleiche Muster in der Familienverteilung. Am meisten Individuen wiesen jeweils die Edelfalter (*Nymphalidae*), dann die Bläulinge (*Lycaenidae*), Weisslinge (*Pieridae*), Dickkopffalter (*Hesperiidae*) und die Ritterfalter (*Papilionidae*) auf (Abb. 4). Der Fund von 47 Tagfalterarten entspricht knapp 40% der in der Gemeinde Arosa vorkommenden Arten (info fauna, 2021). Von 12 Arten wurde jeweils nur ein Individuum gefunden, davon kamen 9 ausschliesslich im Flächentyp Fettweide vor. 8 Arten besitzen den Rote-Liste-Status NT (potenziell gefährdet), (Wermeille et al., 2014) wovon der Hochmoorgelbling (*Colias palaeno*) wie auch der Schwarzgefleckte Ameisenbläuling (*Phengaris arion*) zusätzlich zu den National Prioritären Arten (Priorität = mittel) gehören, und der Grosse Wundkleebläuling (*Polyommatus dorylas*) bisher noch nicht in Arosa dokumentiert wurde (info fauna, 2021). Die gefundenen Arten sind Tabelle 7 systematisch aufgeführt. Der Flächentypcode steht für den jeweiligen Flächentyp in welchem die Art gefunden wurde. Dabei gilt: Fettweide (1), Zwergstrauchheide (2) und Gemulcht (3).

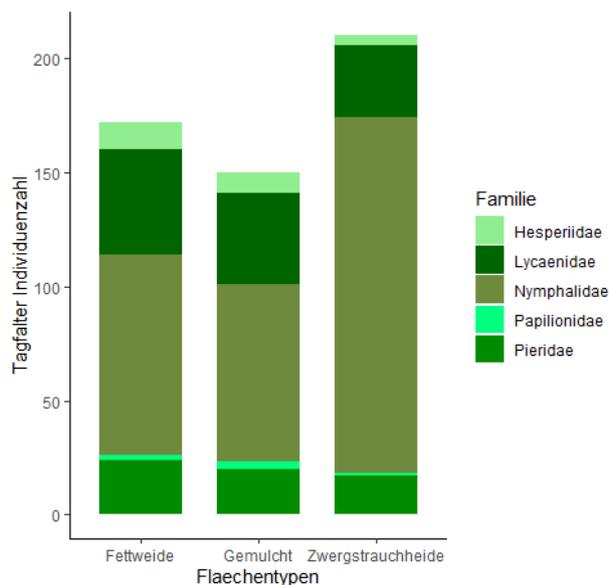


Abbildung 4: Anteil der Tagfalterfamilien gemessen an der Individuenzahl, verteilt auf die Flächentypen

Tabelle 7: Übersicht der gefundenen Tagfalterarten mit Anzahl, Lebensraum nach Bühler- Cortesi (2019), Rote Liste Status Schweiz (RL) und Flächentypcode: Fettweide (1), Zwergstrauchheide (2) und Gemulcht (3)

Art	Anz.	Lebensraum	RL	FTYP code		
				1	2	3
<i>Aglais urticae</i>	13	verschiedenste Lebensräume des Offenlandes	LC	X	X	X
<i>Aporia ctrataegi</i>	3	Südhänge, halboffenes Kulturland	NT			X
<i>Aricia artaxerxes</i>	10	Ruderalflächen und Magerwiesen	LC	X		X
<i>Boloria euphrosyne</i>	23	Waldränder, Lichtungen, Weiden	LC	X	X	X
<i>Boloria pales</i>	4	Offenland, oberhalb Waldgrenze	LC	X	X	X
<i>Boloria selene</i>	18	Feuchte Wiesen	NT	X	X	X
<i>Boloria titania</i>	2	Feuchte, blütenreiche Waldränder und -lichtungen	LC			X
<i>Callophrys rubi</i>	9	Unterschiedliche, extensiv genutzte Lebensräume	LC		X	
<i>Coenonympha gardetta</i>	21	Bergwiesen	LC	X	X	X
<i>Colias palaeno</i>	8	Moorgebiete	NT	X	X	X
<i>Colias phicomone</i>	20	Alpwiesen- und Weiden	LC	X	X	X
<i>Cupido minimus</i>	58	Magerrasen	LC	X	X	X
<i>Cyaniris semiargus</i>	26	Blütenreiche Wiesen	LC	X	X	X
<i>Erebia epiphron</i>	1	Zwergstrauchregion über Waldgrenze	LC	X		
<i>Erebia eruyale</i>	41	Wälder und Waldwege	LC	X	X	X
<i>Erebia manto</i>	20	Langrasige Waldweiden	LC	X	X	X
<i>Erebia medusa</i>	2	Feuchtwiesen, Trockenwiesen	NT	X		
<i>Erebia melampus</i>	9	Trockenrasen bis Feuchtwiesen	LC	X	X	X
<i>Erebia oeme</i>	6	Feuchte und trockene, extensive, hochgrasige Wiesen	LC	X	X	X
<i>Erebia pandrose</i>	11	Kurzgrasige Wiesen mit Borstgras und Kleinsträuchern	LC	X	X	X
<i>Erebia pharte</i>	70	Besonnte, blumenreiche Hänge	LC	X	X	X
<i>Erebia pronoe</i>	10	Besonnte, trockene, felsige Hänge	LC	X	X	X
<i>Erebia tyndarus</i>	11	Stark besonnte Wiesen und Weiden mit Felsen oder Erdabbrissen	LC	X	X	X
<i>Erynnis tages</i>	3	Feuchte bis trockene, extensiv genutzte Flächen	LC	X		
<i>Fabriciana niobe</i>	27	Extensives Grünland	LC	X	X	X
<i>Hesperia comma</i>	1	Trockenrasen und -weiden	LC			X
<i>Leptidea sinapis</i>	1	Waldränder und -wege, Lichtungen, z.T. auf Trockenwiesen	LC			X
<i>Lycaena hippothoe eurydame</i>	4	frische und feuchte, blütenreiche Wiesen, Hochmoor-Ränder, gelegentlich auch trockene Wiesen	LC	X		X
<i>Lycaena tityrus subalpinus</i>	3	Blumenreiche, eher feuchte Wiesen	LC			X
<i>Lysandra bellargus</i>	1	Trockene, blütenreiche Magerwiesen	LC	X		
<i>Lysandra coridon</i>	13	Trockenwiesen	LC	X		X
<i>Melitaea athalia</i>	1	Magere und auch feuchte Wiesen	LC	X		
<i>Melitaea diamina</i>	5	Streuwiesen, Moorränder	NT	X	X	
<i>Melitaea phoebe</i>	1	Blumenwiesen	NT	X		
<i>Ochlodes sylvanus</i>	1	Waldränder und Hecken mit viel Blütenangebot	LC	X		
<i>Oeneis glacialis</i>	3	Trockene, stark besonnte Hänge	LC		X	X
<i>Papilio machaon</i>	6	Extensiv bewirtschaftete Gebiete (Wanderfalter)	LC	X	X	X
<i>Phengaris arion</i>	10	trockenwarme, extensiv genutzte Weiden und Wiesen	NT	X	X	X
<i>Pieris bryoniae</i>	20	besonnte, felsige, blumenreiche Hänge	LC	X	X	X
<i>Pieris rapae</i>	1	Kulturfolger, Wanderfalter	LC	X		
<i>Polyommatus dorylas</i>	1	Warme, steinige Standorte	NT	X		
<i>Polyommatus eros</i>	2	Sonnige, blumige Rasen	LC	X		
<i>Pyrgus alveus</i>	1	Südexponierte, flachgründige Weiden und Felsensteppen	LC	X		
<i>Pyrgus malvoides</i>	17	Lückig bewachsene Magerwiesen und Weiden	LC	X	X	X
<i>Pyrgus serratulae</i>	2	Lückig bewachsene südexponierte, blumenreichen Trockenstandorte	LC	X		
<i>Speyeria aglaja</i>	13	In Alpen Trockenwiesen und Moore	LC	X	X	X
<i>Vanessa atalanta</i>	1	Blumenreiche Gebiete	LC		X	

4.1.2 Statistischer Vergleich der verschiedenen Flächentypen

Zwischen den verschiedenen Flächentypen konnte mit dem Kruskal-Wallis-Rangsummentest kein signifikanter Unterschied bei den Artenzahlen festgestellt werden ($p\text{-value} = 0.985$), (Abb.5). Ebenso konnte keine Signifikanz zwischen den Flächentypen und den Individuenzahlen ($p\text{-value} = 0.734$), (Abb. 6) sowie dem Shannon- Index ($p\text{-value} = 1$), (Abb. 7) ermittelt werden. Die Werte des Shannon-Index wiesen bei fast allen Flächen Werte >2 auf.

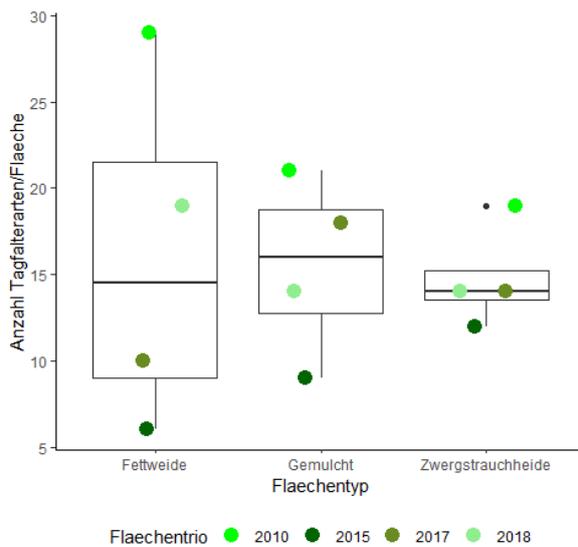


Abbildung 5: Verteilung der Tagfalterarten der jeweiligen Flächen innerhalb der Flächentypen, Kruskal-Wallis-Rangsummentest: ns

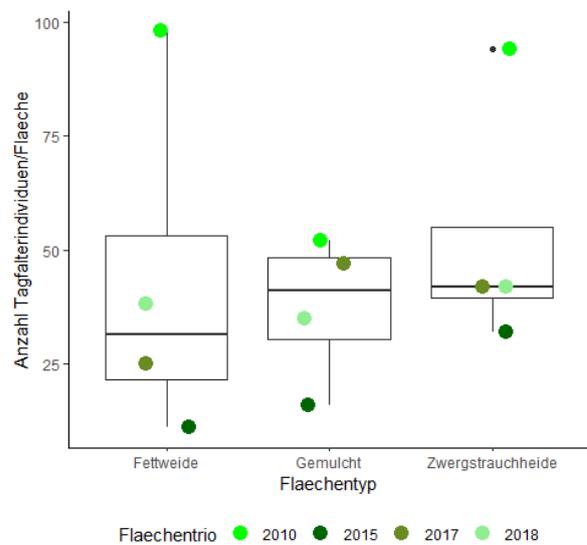


Abbildung 6: Verteilung der Tagfalterindividuen der jeweiligen Flächen innerhalb der Flächentypen, Kruskal-Wallis Rangsummentest: ns

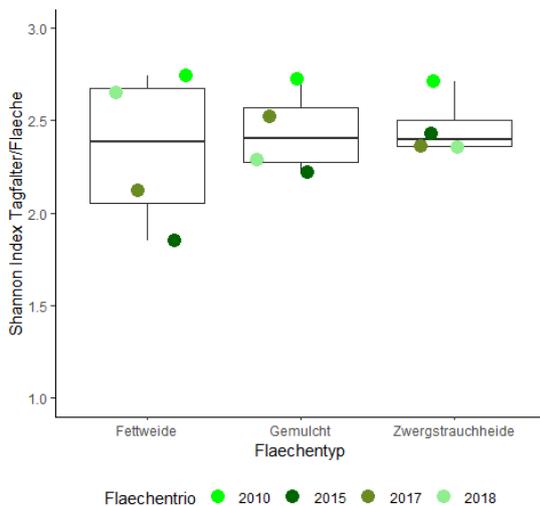


Abbildung 7: Verteilung de Shannon-Index der jeweiligen Flächen innerhalb der Flächentypen, Kruskal-Wallis-Rangsummentest: ns

Zwischen den Artenzahlen und den Mulchjahren konnte mit dem Pearson- Korrelationskoeffizient eine schwache Korrelation festgestellt werden ($|r| = 0.49$, $p\text{-value} = 0.51$), (Abb. 8). Ebenso konnte zwischen den Individuenzahlen und den Mulchjahren eine schwache Korrelation festgestellt werden ($|r| = 0.36$, $p\text{-value} = 0.64$), (Abb. 9). Beide Tendenzen erwiesen sich als nicht signifikant.

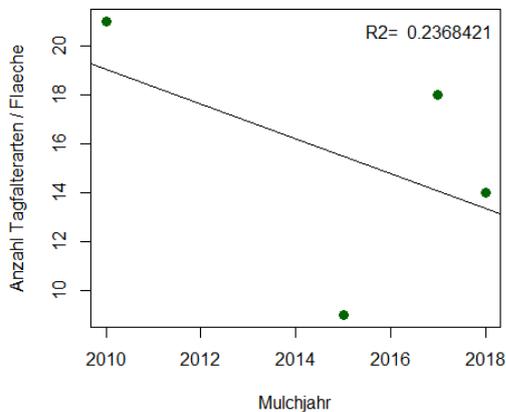


Abbildung 8: Lineare Regression mit Artenzahlen der gemulchten Flächen mit unterschiedlichem Mulchjahr, Pearson- Korrelationskoeffizient: ns

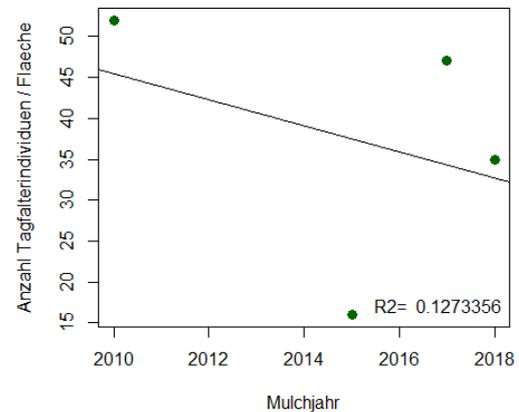


Abbildung 9: Lineare Regression mit Individuenzahlen der gemulchten Flächen mit unterschiedlichem Mulchjahr, Pearson- Korrelationskoeffizient: ns

4.2 Heuschrecken

4.2.1 Artenspektrum und Individuenzahlen

Während der Heuschreckenkartierung konnten insgesamt 749 Individuen von 11 Arten aus 2 Familien bestimmt werden. Bei allen Flächentypen bildete die Familie der Feldheuschrecken (*Acrididae*) die Mehrheit gefolgt von den Laubheuschrecken (*Tettigoniidae*), (Abb. 10). Die 11 gefundenen Arten entsprechen knapp 60% der in Arosa vorkommenden Arten (info fauna, 2021). 2

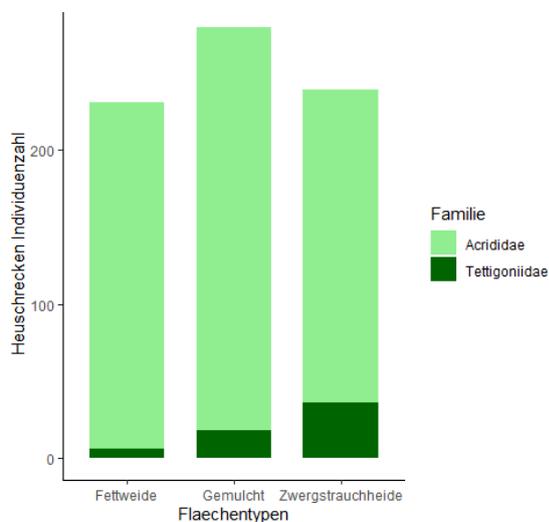


Abbildung 10: Anteil der Heuschreckenfamilien gemessen an der Individuenzahl, verteilt auf die Flächentypen

Arten wurden jeweils nur in einem Flächentypen gefunden. 2 der Arten tragen den Rote-Liste-Status NT (potenziell gefährdet), (Monnerat et al., 2007), beide wurden in allen drei Flächentypen gesichtet. Die gefundenen Arten sind in Tabelle 8 systematisch aufgeführt. Der Flächentypcode steht für den jeweiligen Flächentyp in welchem die Art gefunden wurde. Dabei gilt: Fettweide (1), Zwergstrauchheide (2) und Gemulcht (3).

Tabelle 8: Übersicht der gefundenen Heuschreckenarten mit Anzahl, Lebensraum nach Roesti (2009), Rote Liste Status Schweiz (RL) und Flächentypcode: Fettweide (1), Zwergstrauchheide (2) und Gemulcht (3)

Art	Anz.	Lebensraum	RL	FTYP code		
				1	2	3
Chorthippus apicarius	3	Warme, trockene Sandböden, grasige Wegränder	LC			X
Chorthippus biguttulus	135	Mässig trockene Stellen, Wiesen und Wegränder	LC	X	X	X
Decticus verrucivorus	13	Kurzgrasige Bergwiesen, Feucht- oder Trockenwiesen	NT	X	X	X
Euthystira brachyptera	3	Sumpfige Wiesen oder langgrasige Trockenrasen	LC		X	X
Gomphocerus sibiricus	148	Nur in den Alpen, trockene und vegetationsarme Alpenmatten	LC	X	X	X
Metrioptera brachyptera	45	Feuchte Wiesen, bisweilen auch trockene, langgrasige Wiesen	NT	X	X	X
Miramella alpina	14	Nur in den Alpen, üppige Wiesen und Quellfluren	LC	X	X	X
Omocestus viridulus	138	Mässig feuchte bis trockene Bergwiesen	LC	X	X	X
Pholidoptera aptera	2	Waldlichtungen im montanen Bereich	LC		X	
Pseudochorthippus parallelus	239	Feuchte Wiesen, Trockenrasen, Wegränder, Moore	LC	X	X	X
Stenobothrus lineatus	9	Bevorzugt Trockengebiete	LC	X	X	X

4.2.2 Statistischer Vergleich der verschiedenen Flächentypen

Der Vergleich der verschiedenen Flächentypen in Bezug auf die Artenzahlen ergab keinen signifikanten Unterschied (p-value 0.76), (Abb. 11). Ebenfalls nicht signifikant war der Vergleich der Flächentypen in Bezug auf die Individuenzahlen (p-value 0.74), (Abb. 12). Weiter konnte beim Shannon-Index keine Signifikanz zwischen den Flächentypen ermittelt werden (p-value = 0.91), (Abb. 13). Die Werte des Shannon-Index` lagen bei allen Flächen <2.

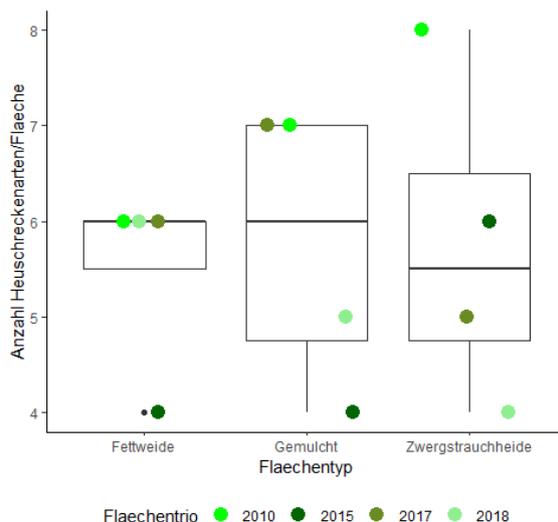


Abbildung 11: Verteilung der Artenzahlen der jeweiligen Flächen innerhalb der Flächentypen, Kruskal-Wallis-Rangsummentest: ns

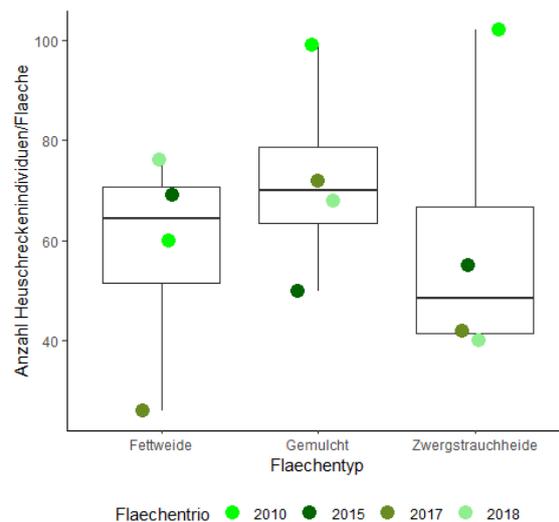


Abbildung 12: Verteilung der Individuenzahlen der jeweiligen Flächen innerhalb der Flächentypen, Kruskal-Wallis-Rangsummentest: ns

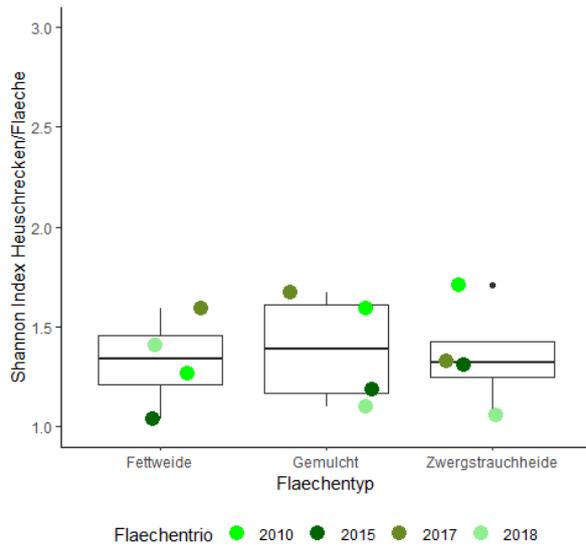


Abbildung 13: Verteilung de Shannon-Index der jeweiligen Flächen innerhalb der Flächentypen, Kruskall-Wallis-Rangsummentest: ns

Zwischen den Artenzahlen der Heuschrecken in den verschiedenen gemulchten Flächen konnte mit dem Pearson-Korrelationskoeffizient eine schwache Korrelation festgestellt ($|r| = 0.37$), (Abb.14). Bei den Individuenzahlen konnte eine mittlere Korrelation ermittelt werden ($|r| = 0.77$), (Abb. 15). Auch hier konnte weder bei den Artenzahlen ($p\text{-value} = 0.63$) noch bei den Individuenzahlen ($p\text{-value} = 0.23$) eine Signifikanz nachgewiesen werden.

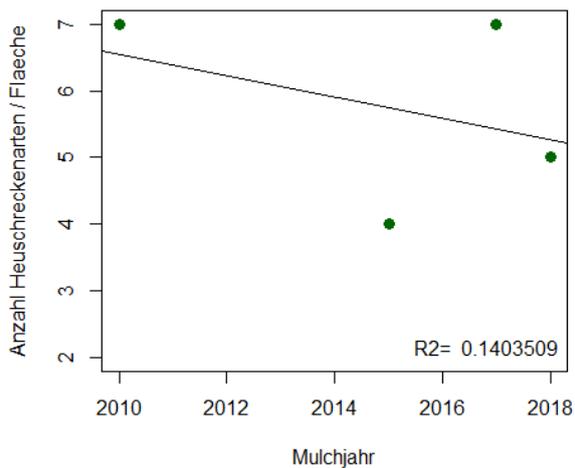


Abbildung 14: Lineare Regression mit Artenzahlen der gemulchten Flächen mit unterschiedlichem Mulchjahr, Pearson- Korrelationskoeffizient: ns

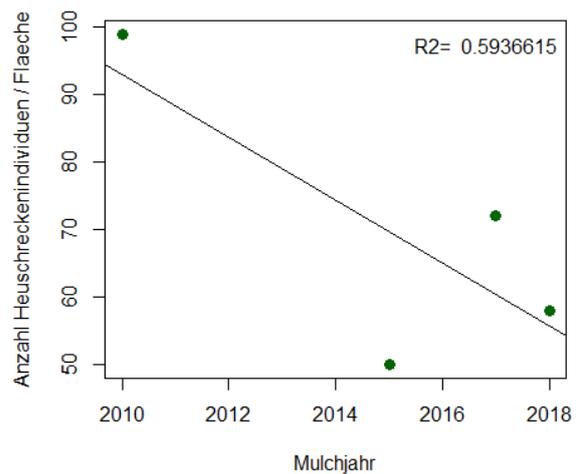


Abbildung 15: Lineare Regression mit Individuenzahlen der gemulchten Flächen mit unterschiedlichem Mulchjahr, Pearson-Korrelationskoeffizient: ns

5 Diskussion

Arten- und Individuenzahlen

Der Fund von 533 Tagfalterindividuen von 47 Tagfalterarten auf einer Gesamtfläche von 1.92 ha wird im Vergleich mit anderen Studien als hoch eingestuft. Hilpold & Stoinschek (2017) fanden in Plotgrößen von 20 x 20 Metern auf Alpweiden zwischen 6 und 23 Arten, und Huemer & Tarmann (2001) zwischen 12 und 58 Arten pro Hektare. Zudem ist der Fund von gleich 8 Rote-Liste Arten im Angesicht des Insekten- und Biodiversitätswund eine erfreuliche Bilanz (Akademien der Wissenschaften Schweiz, 2019). Von diesen 8 Arten gehören der Hochmoorgelbling (*Colias palaeno*) sowie der Schwarzgefleckte Ameisenbläuling (*Phengaris arion*) zusätzlich zu den National Prioritären Arten (Priorität = mittel) und somit zu jenen Arten, die dringend Fördermassnahmen benötigen (BAFU, 2011). Beide Arten sind sehr spezialisiert und aufgrund der Zerstörung Ihrer Lebensräume (Hochmoor und Trockenrasen) stark bedroht (Lepidopteren-Arbeitsgruppe, 1987). Der Fund dieser beiden, hochspezialisierten Arten bestätigt das Vorkommen, wertvoller und noch intakter Lebensräume.

Der Wundklee-Bläuling (*Polyommatus dorylas*) wurde bisher noch nicht in Arosa dokumentiert (info fauna, 2021). Aufgrund seiner Lebensraumsprüche (Bühler-Cortesi, 2019) und dokumentierter Funde im anliegenden Quadrat (5 km x 5 km), (info fauna, 2021) ist es jedoch gut möglich, dass diese Art bis in das Sömmerungsgebiet gewandert ist. Alle anderen Arten, von denen nur ein Exemplar gezählt wurde, wurden bereits in Arosa dokumentiert (info fauna, 2021) und der jeweilige Fundort entspricht deren Lebensraumsprüchen (Bühler-Cortesi, 2019).

Bei der Heuschreckenkartierung wurden mit 749 Individuen und 11 Arten mehr Individuen und weniger Arten als bei den Tagfaltern gefunden. Verglichen mit der Studie von Buschmann und Becker (2004), die im Schnitt 4.16 Arten auf Flächen in Graubünden, die zwischen 1900 und 2300 m ü.M. lagen, ist der Fund von 11 Arten als eher hoch einzustufen. Alle Arten die gefunden wurden, kommen bereits in der Gemeinde Arosa vor (info fauna, 2021). Die beiden potentiell gefährdeten Arten Warzenbeisser (*Decticus verrucivorus*) und Kurzflügelige Beißschrecke (*Metrioptera brachyptera*) (Monnerat et al., 2007) konnten mit jeweils 13 und 45 Individuen, in allen drei Flächentypen nachgewiesen werden. Beide Arten sind bisher noch relativ häufig, und in der Schweiz weit verbreitet, jedoch auf extensive Bewirtschaftung und qualitativ hochwertige Lebensräume angewiesen (Monnerat et al., 2007). Der zählige Fund dieser Arten bestätigt somit eine hohe Qualität der untersuchten Flächen.

Vergleich der Flächentypen

Der statistische Vergleich der einzelnen Flächentypen (Fettweide, Zwergstrauchheide und Gemulcht) ergab bei den Tagfaltern und den Heuschrecken weder bei den Artenzahlen noch bei den Individuenzahlen einen signifikanten Unterschied. Dies, obwohl einige Studien wiedergeben, dass die mechanische Zerstörung von Pflanzen durch Mulchen, gleichzeitig auch die sich darin befindlichen Insekten zerstört (Gorthner et al., 2004).

Mulchflächen

Die Mulchflächen wiesen bei beiden Tiergruppen, ausgenommen bei den Individuenzahlen der Tagfalter, jeweils sogar die höchsten Mittelwerte auf und hatten, bis auf ZP2 bei den Heuschrecken, auch nie die tiefsten Arten- oder Individuenzahlen. Warum die Arten- und Individuenzahlen im Schnitt eher hoch waren, könnte mit dem Abstand des Mulchjahres zum Kartierzeitpunkt, und der bereits fortgeschrittenen Sukzession zusammenhängen. Bei drei von vier Flächen lag der Mulchzeitpunkt bereits mehr als drei Jahre zurück und es konnte ein Deckungsgrad der Vegetation von mindestens 80% und ein Blütenangebot von mindestens 20% ermittelt werden. Aufgrund der vorgefundenen Vegetation wird angenommen, dass die Vegetation bei Mulchflächen, je nach Standortfaktoren nach ungefähr drei Jahren bereits wieder einer Weide gleichen kann.

Auffällig ist, dass nicht die jüngste Mulchfläche GP1, sondern die Fläche GP2 stets diejenige mit den niedrigsten Arten- und Individuenzahlen war. Daher müssen ausser der Abstand zum Mulchjahr noch andere Faktoren mitspielen. Eine mögliche Erklärung hierfür wären die stets kurze Vegetation, die für Heuschrecken wenig Versteckmöglichkeiten bietet (Elias & Thiede, 2008) und das zu geringe Nektarangebot für die Tagfalter (Zöchling & Fiedler, 2015). Die spärliche und blütenarme Vegetation könnte wiederum mit den Standortfaktoren wie der nördlichen und ungeschützten (Wind) Exposition und der Höhenlage (über 2000 m ü.M.) in Verbindung gebracht werden (Thomas, 2018; Spehn, 2001). Beim näheren Vergleich der Mulchflächen untereinander, konnte bei beiden Tiergruppen zwar ein Trend bei den Arten- und Individuenzahlen im Zusammenhang mit dem jeweiligen Mulchjahr festgestellt werden, jedoch war dieser nicht signifikant. Mit verantwortlich ist neben genannten Faktoren vermutlich auch die schlechte Bewertung der Fläche GP2, da sonst bei beiden Tiergruppen im Schnitt mehr Arten- und Individuenzahlen gezählt wurden, je länger der Eingriff zurücklag.

Zwergstrauchheiden

Die Zwergstrauchheiden zeigten zwischen den beiden Tiergruppen sehr unterschiedliche Muster, dies könnte mit den unterschiedlichen Lebensraumansprüchen der beiden Tiergruppen zusammenhängen (siehe Kapitel 2). Bei den Tagfalterarten und -individuenzahlen zeigten zwei von vier Flächen die selben Werte. Möglicherweise wird dies durch den fast identischen Deckungsgrad der Zwergsträucher und

dem ähnlichen Blütenangebot hervorgerufen. Die Fläche ZM hatte das grösste Blütenangebot und vermutlich deshalb auch die meisten Tagfalterarten und -individuen (Zöchling & Fiedler, 2015; Alarape et al., 2015). Da die Fläche ZM mit 60% den geringsten Deckungsgrad der Zwergsträucher besass, war folglich auch eine höhere Pflanzendiversität möglich (Jöhl & Dipner, 2019). Zudem herrschte durch die südliche Exposition im Schnitt dort ein wärmeres Klima (Thomas, 2018), welches aufgrund der Thermophilie vieler Tagfalterarten bevorzugt wird (Kunz, 2017). Dem gegenüber steht die Fläche ZP2, die zwar nicht den höchsten Deckungsgrad an Zwergsträuchern hatte, jedoch vermutlich aufgrund der Standortfaktoren (ähnlich wie bei GP2) weniger Blütenangebot, ein allgemein harscheres Klima und somit die geringsten Arten- und Individuenzahlen aufwies. Da die viele Tagfalter auf ihrer täglichen Nahrungssuche verschiedene, räumlich getrennte Habitat aufsuchen (Rey, 2020) sollte immer in Betracht gezogen werden, dass die Tiere auch nur auf der Durchreise sein könnten.

Da Heuschrecken meist weniger mobil als Tagfalter (Detzel et al., 2017; Rey, 2020), und mehr auf die Mikrohabitate angewiesen sind (Detzel et al., 2017; Ingrisch & Köhler, 1998), gibt es im Verhältnis grössere Unterschiede der Arten- und Individuenzahlen in den einzelnen Zwergstrauchflächen. In der Fläche ZM konnten doppelt so viele Arten und mehr als doppelt so viele Individuen, als in der Fläche ZP1 festgestellt werden. Dies könnte damit zusammenhängend, dass die Heuschreckenarten mit zunehmendem Deckungsgrad abnehmen (Prochnow et al., 2004).

Fettweiden

Auch bei den Fettweiden gab es sichtliche Unterschiede bei den Mustern der Resultate der Tiergruppen. Bei der Tagfaltererhebung konnten innerhalb der Fettweiden Unterschiede von über 20 Arten und über 80 Individuen festgestellt werden. Gleich wie bei den Zwergstrauchweiden und den Mulchflächen, konnten bei der Fläche FM die meisten und bei der Fläche FP2 die wenigsten Arten- und Individuenzahlen ermittelt werden. Warum die Unterschiede in den Fettweiden im Vergleich zu den anderen Flächentypen so gross waren, könnte mit dem Lebensraumtyp zusammenhängen. Obwohl alle vier Fettweiden gemäss den Karten des Plantahofs (Anhang 4) als solche ausgewiesen wurden, wurde bei zwei Flächen (FM, FP1) eine Borstgrasweide (*Nardion*) im Übergang zu einer Bergfettweide (*Poion alpinae*) bestimmt. Die Borstgrasweide ist im Vergleich zur Bergfettweide ein magerer Standort und floristisch diverser (Delarze et al., 2015), weshalb ein höheres Nektarangebot und somit mehr Tagfalterarten und -individuen erwartet werden können (Alarape et al., 2015). Da das Nektarangebot aufgrund der Nahrungspräferenzen jedoch weniger Einfluss auf die Heuschrecken hat (Baur et al., 2006), waren die Artenzahlen bei drei von vier Flächen identisch und die Individuenzahlen sehr ähnlich.

Shannon-Index

Auch der Shannon-Index zeigte bei beiden Artengruppen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Flächentypen. Da der Shannon-Index aus Abundanz und Artenzahl berechnet wird (Kiernan, 2018), und bei den Arten- sowie den Individuenzahlen bei beiden Tiergruppen ein sehr ähnliches Muster besteht, ist dies jedoch ein plausibles Resultat. Aufgrund der hohen Individuen- und geringen Artenzahl fielen die Shannon-Index Werte bei den Heuschrecken tiefer aus und die Diversität ist in einem geringen bis mässigen Bereich (Kiernan, 2018). Im Gegenzug war die Diversität der Tagfalter bei fast allen Flächen in einem hohen Bereich.

Methodendiskussion

Generell empfiehlt es sich, die Flächenwahl (wenn keine Vegetationsdaten bestehen) im Jahr vor der eigentlichen Erhebung vorzunehmen (Pascher et al., 2009). So kann bei voller Vegetation besser eingeschätzt werden, ob diese Flächen den gleichen Lebensraumtyp besitzen und aufgrund weiterer Parameter wie Höhenlage oder Exposition gut miteinander vergleichbar sind.

Aufgrund der Mobilität der Tagfalter wurden die einzelnen Mulchflächen nicht in zwei Teilflächen unterteilt. Die Flächen hätten sonst einen zu geringen Abstand und die Gefahr bestünde, Tagfalter könnten doppelt gezählt werden. Um jede der besuchten Flächen dennoch in zwei Teilflächen unterteilen zu können, müsste bei der Kartierung eine andere Methode gewählt werden. Eine Möglichkeit wäre, jedes einzelne Individuum zu fangen und zu hältern (Fartmann et al., 2001), bis beide Teilflächen kartiert wurden. Eine weitere Möglichkeit wäre die Markierung der einzelnen Individuen, sodass bei einem Wiederfang erkannt werden kann, ob dieses Individuum bereits gezählt wurde (Pfeifer, 2005). Beide genannte Methoden sind jedoch sehr zeitaufwändig. Weiter könnten die Teilflächen an jeweils unterschiedlichen Tagen besucht werden um so die Zählung der gleichen Individuen verringern. Generell empfiehlt es sich, Bestandenserhebungen von Arten wenn möglich über mehrere Jahre fortzusetzen, um allfällige Schwankungen in Populationszahlen durch Umwelteinflüsse zu relativieren (Rabl et al., 2020).

In einigen Tagfalter-Studien wurden bereits im April oder Mai die ersten Begehungen durchgeführt (Hock et al., 2018). In alpinen Höhenlagen ist die Vegetationszeit jedoch viel kürzer (Zirfass, 2013) was gerade für die wechselwarmen Tagfalter eine grosse Herausforderung darstellt (Altermatt & Erhardt, 2018). Aus diesem Grund ist die Flugperiode der Tagfalter in alpinen Höhenlagen im Vergleich zu Flachlandarten viel kürzer, und beginnt später (Arce Crespo & Gutiérrez, 2011). Daher ist ein frühzeitiger Beginn in subalpinen und alpinen Gebieten nicht zielführend (Birrer, 2020), zumal in dieser Studie anfangs Juni teilweise noch Schnee lag. Eine Verdichtung der Kartiertage (alle zwei Wochen) innerhalb der Monate Juli, August und September war zudem aufgrund des nassen und kalten Sommers 2021 nicht möglich.

Da sich die Standortfaktoren, insbesondere in den Alpen, auf kurze Distanzen schnell ändern können (Gotsch et al., 2001), wäre es interessant, die Untersuchung auf einem kleinräumigeren Gebiet durchzuführen. Dafür empfiehlt es sich in einer nächsten Studie die Heuschrecken und Tagfalter bereits vor dem Mulchen zu erheben (Achtziger et al., 1999), und die Entwicklung der beiden Tiergruppen nach dem Mulchen, über mehrere Jahre zu beobachten.

6 Schlussfolgerung

Der Fund von 47 Tagfalter- und 11 Heuschreckenarten ist, im Angesicht der schwindenden Insektenzahlen (Akademien der Wissenschaften Schweiz, 2019; Widmer et al., 2021) und der schwindenden Biodiversität (BAFU, 2020; Fischer et al., 2015; Meier et al., 2021) ein sehr erfreuliches Resultat. Da Zwergstrauchheiden im richtigen Verhältnis mit Offenlandarten sehr artenreich sein können (Jöhl & Dipner, 2019; Koch et al., 2013), sollte weder eine Verbuschung zugelassen, noch ein Mulchen zu grosser Flächen angestrebt werden. Eine kleinflächige Entfernung würde die bestmögliche Kombination aus Lebensräumen und Futterertrag generieren. Das Bestehen dieser mosaikartigen Lebensräume und das Potential, dass diese Flächen in der Biodiversitätsförderung haben können, sollte zwingend gefördert werden. Obschon mit der vorliegenden Arbeit die Frage, welchen langfristigen Einfluss das Mulchen und Entfernen der Zwergsträucher auf die Tagfalter- und Heuschreckenfauna hat, nicht abschliessend beantwortet werden kann, wird weitere Forschung nötig sein. Denn auch wenn die Resultate dieser Studie nicht eindeutig sind, so kann davon ausgegangen werden, dass bei dem Eingriff viele, fluchtunfähige Stadien dieser Tiere zerstört werden (Hermann et al., 1987; Hiller & Betz, 2014; Maas et al., 2002), und die Zerstörung vieler Individuen längerfristig einen Einfluss auf die Population und die Artenvielfalt haben kann (Wilbert, 1964).

Literaturverzeichnis

- Achtziger, R., Nickel, H., & Schreiber. (1999). Auswirkungen von Extensivierungsmassnahmen auf Zikaden, Wanzen, Heuschrecken und Tagfalter im Feuchtgrünland. *Academia*, S. 109-131.
- Akademien der Wissenschaften Schweiz. (2019). *Faktenblatt- Insektenschwund in der Schweiz und mögliche Folgen für Gesellschaft und Wirtschaft*, S.7
- Alarape, A. A., Omifolaji, J. K., & Mwansat, G. S. (2015). Butterfly Species Diversity and Abundance in University of Ibadan Botanical Garden, Nigeria. *Open Journal of Ecology*, 5(8), S. 352–360.
- Altermatt, F., & Erhardt, A. (2018). Tag- und Nachtfalter in alpinen Lebensräumen. *Hotspot Furka: Biologische Vielfalt in den Alpen*, S. 36–37.
- Arce Crespo, J. I. D., & Gutiérrez, D. (2011). Altitudinal trends in the phenology of butterflies in a mountainous area in central Spain. *European Journal of Entomology*, 108(4), S. 651–658.
- BAFU. (2011). Liste der Nationalen Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. *Umwelt Vollzug*, (1103), S. 132.
- BAFU. (2021). Swiss Geoportal. Abgerufen am 12.12.2021 von <https://map.geo.admin.ch>
- Baudraz, V., & Baudraz, M. (2020). *Tagfalter der Schweiz bestimmen- ein Feldführer*. Neuchâtel: info fauna.
- Baur, B., Baur, H., Roesti, C., & Roesti, D. (2006). *Die Heuschrecken der Schweiz*. Bern: Haupt.
- Bellmann, H. (2006). *Der Kosmos Heuschrecken Führer*. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlag GmbH & Co.
- Signal, E., & McCracken, D. (2000). The conservation value of European traditional farming systems. *Environmental Reviews*, 8, S. 149–171.
- Birrer, S. (2020). *Biodiversitäts-Monitoring Schweiz, 2020: Anleitung für die Feldarbeit zum Indikator «Z7-Tagfalter»*. S. 26.
- BLW. (2021). *Agrarbericht 2021—Sömmerungsbetriebe*. 3003 Bern: Bundesamt für Landwirtschaft.
- Bollmann, R., Schneider, M., & Flury, C. (2017). Minimalnutzungsverfahren zur Offenhaltung der Kulturlandschaft. *Agroscope Science*, 7, S. 1- 57.
- Bühler-Cortesi, T. (2019). *Schmetterlinge. Tagfalter der Schweiz* (3. Ausgabe). Bern: Haupt Verlag.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. (2020). *Zustand der Biodiversität in der Schweiz*. Abgerufen am 23.10.2021 von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-biodiversitaet/biodiversitaet-fachinformationen/zustand-der-biodiversitaet-in-der-schweiz.html>
- Buschmann, H., & Becker, T. (2004). Höhenverbreitung von Heuschrecken (Orthoptera) in den Alpen. *Articulata*, 19(1), S. 19–42.
- Chinery, M. (2004). *Pareys Buch der Insekten- Kosmos Naturführer*. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlag GmbH & Co.
- Deflorin, L., & Poncet, A. (2017). *Tips und Anregung für Lehrpersonen-Schmetterlinge*. Natur-Museum Luzern.
- Delarze, R., Gonseth, Y., Eggenberg, S., & Vust, M. (2015). *Lebensräume der Schweiz* (3. Ausgabe). Bern: Ott Verlag.
- Detzel, P., Hochkirch, A., Kleukers, R., & Rutschmann, F. (2017). *Heuschrecken – Verein Biodivers*. Abgerufen am 24.10.2021 von <https://www.biodivers.ch/de/index.php/Heuschrecken>
- Dietl, V. W., Berger, P., & Offner, M. (1981). Die Kartierung des Pflanzenstandortes und der futterbaulichen Nutzungseignung von Naturwiesen. *Natur und Land*, 66 (4), S. 111-119

- Elias, D., & Thiede, S. (2008). Verfrachtung von Heuschrecken (Insecta: Ensifera et Caelifera) mit frischem Mähgut im Wulfener Bruch (Sachsen-Anhalt). *Hercynia - Ökologie und Umwelt in Mitteleuropa*, 41(2), S. 253–262.
- Embacher, G., Gros, P., Kurz, M., Kurz, M., & Zeller-Lukashort, C. (2011). Die Schmetterlinge des Landes Salzburg. *Haus der Natur*, 19, S. 5–89.
- Fartmann, T., Gunnemann, H., Salm, P., & Eckhard, S. (2001). Berichtspflichten in Natura-2000 - Gebieten. Empfehlungen zur Erfassung des Anhangs II und Charakterisierung der Lebensräumtypen des Anhangs I der FHH-Richtlinie. *Angewandte Landschaftsökologie*, (42), S. 363–368.
- Ferretti, G. (2012). *Schmetterling der Alpen- Bestimmungsführer für alle Arten*. Essen: Haupt Verlag.
- Fischer, M., Altermatt, F., & Arletatz, R. (2015). *Zustand der Biodiversität Schweiz 2014*. Hrsg.: Forum Biodiversität Schweiz et al., Bern
- Gemeindeverwaltung Arosa. (2021). *Gemeinde Arosa—Facts & Figures Gemeinde Arosa*. Abgerufen am 25.10.2021 von <https://www.gemeindearosa.ch/portrait/facts-figures.html>
- Gerss, W. (2018). Aussagefähigkeit und Praktikabilität verschiedener Methoden der Biodiversitätsmessung. *Entomologie heute*, (30), S. 117–143.
- Gorthner, V. A. (2021). *Insektenfreundliche Grünlandpflege*. Reutlingen: Bund Naturschutz Alb-Neckar e.V.
- Gotsch, N. A., Flury, C., & Rieder, P. (2001). *Das Projekt PRIMALP der ETH Zürich: Forschen für eine nachhaltige Land- und Forstwirtschaft im Alpenraum*. Zürich: ETH Zurich.
- Hanuz, Z., Tatasinska, J., & Zielinski, W. (2016). SHAPIRO–WILK TEST WITH KNOWN MEAN. *Revstat*, 14(1), 89–100.
- Hermann, K., Hopp, I., & Paulus, H. F. (1987). Einfluss der Mahd durch Messerbalken, Mulcher und Saugmäher auf Insekten am Strassenrand. *Natur und Landschaft*, 62(3), S. 103–106.
- Hiller, D., & Betz, O. (2014). Auswirkungen verschiedener Mahdkonzepte auf die Heuschreckenfauna städtischer Grünflächen. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 46(8), S. 241–246.
- Hilpold, A., & Stoinschek, B. (2017). Erhebung der Tagfalter und Widderchen (Lepidoptera: Papilionoidea, Zygaenidae) in den LTSEr-Untersuchungsflächen in Matsch (Südtirol, Italien) im Rahmen der Forschungswoche 2016. *Gredleriana*, 17, S. 227–230.
- Hock, R., Wölfling, M., & Uhl, B. (2018). Kartierung von Tagfaltern und Nachtfaltern auf dem „Blauen Hügel“ am Hubland in Würzburg. *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg*, 52, S. 132–158.
- Huemer, P., & Tarmann, G. (2001). Artenvielfalt und Bewirtschaftungsintensität: Problemanalyse am Beispiel der Schmetterlinge auf Wiesen und Weiden Südtirols. *Gredleriana*, 1, S. 331–418.
- Imfeld-Mueller, S. (2013). Nutztierhaltung auf der Alp – eine Literaturübersicht. *Agrarforschung Schweiz*, 4(5), S. 216–221.
- info fauna. (2021). Artlisten nach Gemeinde-Daten in Tabellenform. Abgerufen am 01.12.2021 von <https://lepus.unine.ch/tab/index.php?groupe=CAPTPAP&TypeRequete=ListeEspece&TypeUnitite=commune&canton=GR&commune=3921>
- Ingrisch, S., & Köhler, G. (1998). *Die Heuschrecken Mitteleuropas: Biologie, Ökologie, Verhalten und Schutz*. Magdeburg: KG Wolf Verlag.
- Jöhl, R., & Dipner, M. (2019). *Nutzungsempfehlung für TWW-Brachen*. Fribourg: info habitat.
- Kalisch, M., Meier, L., Bühlmann, P., Künsch, H., & Hauser, A. (2015). *Einführung Statistik Weiterbildungs-Lehrgang 2015–2017-ETHZ*. Zürich: ETH Zürich.

- Kiernan, D. (2018, aprilis 26). 10.1: Introduction, Simpson's Index and Shannon-Weiner Index. Abgerufen am 12.12.2021 von [https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Applied_Statistics/Book%3ANatural_Resources_Biometrics_\(Kiernan\)/10%3A_Quantitative_Measures_of_Diversity_Site_Similarity_and_Habitat_Suitability/10.01%3A_Introduction_Simpsons_Index_and_Shannon-Weiner_Index](https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Applied_Statistics/Book%3ANatural_Resources_Biometrics_(Kiernan)/10%3A_Quantitative_Measures_of_Diversity_Site_Similarity_and_Habitat_Suitability/10.01%3A_Introduction_Simpsons_Index_and_Shannon-Weiner_Index)
- Koch, B., Hofer, G., Walter, T., Edwards, P., & Blanckenhorn, W. (2013). *Artenvielfalt auf verbuschten Alpweiden: Empfehlungen zur Bewirtschaftung von artenreichen Alpweiden mit Verbuschungsproblemen- ART Bericht*. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
- Kruess, A., & Tschardt, T. (2002). Contrasting responses of plant and insect diversity to variation in grazing intensity. *Biological Conservation*, 106, S. 293–302.
- Kunz, W. (2017). *Artenschutz durch Habitatmanagement: Der Mythos von der unberührten Natur*. Weinheim: Wiley-VHC GmbH & Co.
- Landmann, A. (2017). Krumme Sprünge mit geraden Flügeln: Evolution, Biologie, Morphologie & Sexualverhalten der Heuschrecken (Orthoptera) – eine Einführung. *Denisia*, (39), S. 3-26.
- Lauber, S.; Herzog, F.; Seidl, I.; Böni, R.; Bürgi, M.; Gmür, P.; Hofer, G.; Mann, S.; Raaflaub, M.; Schick, M.; Schneider, M.; Wunderli, R. (Hrsg.) 2014: Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft. Fakten, Analysen und Denkanstöße aus dem Forschungsprogramm AlpFUTUR. Digitale Version [am 02.06.2014 unter <http://www.wsl.ch/ebooks/alpfutur/de> online publiziert]. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL; Zürich-Reckenholz, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. 202 S
- Lepidopteren-Arbeitsgruppe. (1987). *Tagfalter und ihre Lebensräume, Arten, Gefährdung, Schutz* (T. 1). Egg Zürich: Fotorar AG.
- Luick, R. (2002). Möglichkeiten und Grenzen extensiver Weidesysteme mit besonderer Berücksichtigung von Feuchtgebieten. *Laufener Seminarbeitr.* 1 (02), S. 5 - 21
- Maas, S., Detzel, P., & Staudt, A. (2002). *Gefährdungsanalyse der Heuschrecken Deutschlands. Verbreitungsatlas, Gefährdungseinstufung und Schutzkonzepte*. Münster: Landwirtschaftsverlag Münster.
- Universität Zürich (2020). Methodenberatung Kruskal-Wallis Test. Abgerufen am 19.10.2021 von https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/unterschiede/zentral/kruskal.html
- Meier, E., Lüscher, G., Buholzer, S., Indermaur, A., Riedel, S., Winizki, J., ... Knop, E. (2021). Zustand der Biodiversität in der Schweizer Agrarlandschaft: Zustandsbericht ALL-EMA 2015–2019. *Agroscope Scienc*, (111), S. 89.
- Meisser, M., Tarery, M., Chassot, A., & Freléchoux, F. (2009). Weidemanagement und Verhalten der Rinder in stark verbuschtem Gelände. *Agrarforschung Schweiz*, 16(10), S. 408–413.
- Meteo News AG. (2021). *MeteoNews: Klima Arosa-Maran*. Abgerufen am 22.12.2021 von <https://meteonews.ch/de/Klima/M06793015/Arosa-Maran>
- meteoblue. (2021). *Klimawandel Arosa*. Abgerufen am 22.12.2021 von https://www.meteoblue.com/de/climate-change/arosa_schweiz_2661712
- Monnerat, C., Thorens, P., Walter, T., Gonseth, Y., & Lehmann, A. (2007). Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz: Heuschrecken. *Umwelt-Vollzug 0719*, S. 62.
- Pascher, K., Moser, D., Sachslehner, L., Höttinger, H., Sauberer, N., Dullinger, S., ... Frank, T. (2009). *Kartierhandbuch zur Biodiversitätserfassung im Agrarraum* (S. 53). Wien: Universität Wien, Fakultätszentrum Biodiversität, Department für Naturschutzbiologie, Vegetations- und Landschaftsökologie.

- Pfeifer, M. A. (2005). Ein verbessertes Schätzverfahren für Gesamtpopulationsgrößen bei Tagfaltern und anderen Invertebraten. *Sieec-Pfeifer Neu*, 37(1), S. 113–128.
- Pöllinger, A., & Zentner, E. (2003). *Technik zur Offenhaltung und Pflege von Grünlandflächen*. Irdning: Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein
- Prochnow, A., Brunk, I., & Segert, A. (2004). Offenhaltung durch Mähen und Räumen bzw. Mulchen. In K. Anders, J. Mrzljak, D. Wallschläger, & G. Wiegleb (Curs.), *Handbuch Offenlandmanagement* (S. 137–144). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Rabl, D., Rabl, C., & Strausz, M. (2020). *Bericht zur ersten systematischen Kartierung von Reproduktionshabitaten des Nachtkerzenschwärmers (Proserpinus proserpina) in Wien* (S. 56). Wien: Universität Würzburg.
- Radlmair, S., & Dolek, M. (2002). Auswirkung der Beweidung auf die Insektenfauna von Feuchtgrünland unter besonderer Berücksichtigung von Tagfaltern und Heuschrecken. *Laufener Seminarbeitr.*, 1/02, S. 23 - 34.
- Rey, A. (2020). *Tagfalter – Verein Biodivers*. Abgerufen am 22.10.2021 von <https://biodivers.ch/de/index.php/Tagfalter>
- Rey, A., & Wiedemeier, P. (2004). Tagfalter als Ziel- und Leitarten- Planungshilfe für Vernetzungsprojekte und Landschaftsentwicklungskonzepte im landwirtschaftlichen Kulturland. *Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz*, 27, S. 5-8.
- Riesen, M. (2021). *Einfluss der Plattform auf Randeffekte*. Zürich: Mündliche Überlieferung
- Roesti, C., & Keist, B. (2009). *Die Stimmen der Heuschrecken* (1. Ausgabe). Bern: Haupt Verlag.
- Schlegel, J. (2021). *Artportraits der Tagfalter der Schweiz- Modul Arten und Biodiversität: Vertiefung Tagfalter*. ZHAW Wädenswil, IUNR.
- Schley, L., & Leytem, M. (2004). Extensive Beweidung mit Rindern im Naturschutz: Eine kurze Literaturlauswertung hinsichtlich der Einflüsse auf die Biodiversität. *Bull. Soc. Nat. Luxemb.*, 105, S. 65–85.
- Schreiber, K.-F., Brauckmann, H.-J., Broll, G., Krebs, S., & Poschlod, P. (2009). *Artenreiches Grünland in der Kulturlandschaft—35 Jahre Offenhaltungsversuche in Baden-Württemberg*. Heidelberg - Ubstadt-Weiher - Basel: Verlag Regionalkultur.
- Spehn, E. (2001). Einzigartige Gebirgsflora. Die wertvollen Dienstleistungen artenreicher alpiner Pflanzengesellschaften. *Hotspot - Biodiversität in Berggebieten*, (4), S. 5–6.
- Stettmer, C., Bräu, M., Gros, P., & Wanninger, O. (2011). *Die Tagfalter Bayerns und Österreichs*. Bayerische Akad. f. Naturschutz u. Landschaftspf.
- Tasser, E., Plaikner, M., Moos, V., Dubbert, M., & Bogner, D. (2016). Ein praxistaugliches Indikatorenset zur Messung der Biodiversität im alpinen Intensivgrünland. *Acta ZooBot Austria*, 153, S. 123–135.
- Thomas, F. (2018). Verbreitung von Pflanzen und Pflanzengemeinschaften. In F. Thomas (Cur.), *Grundzüge der Pflanzenökologie* (S. 197–258). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Thorens, P., & Nadig, A. (1997). Atlas de distribution des orthoptères de Suisse. *Documenta Faunistica Helvetiae*, 16, S. 1–338.
- Trebs, U. (2009). *Churer Alpen*. Chur: Stadtarchiv Chur.
- Van Swaay, C.A.M., Dennis, E.B., Schmucki, R., Sevilleja, C.G., Balalaikins, M., Botham, M., Bourn, N., Brereton, T., Cancela, J.P., Carlisle, B., Chambers, P., Collins, S., Dopagne, C., Escobés, R., Feldmann, R., Fernández-García, J. M., Fontaine, B., Gracianteparaluceta, A., Harrower, C., Harpke, A., Heliölä, J., Komac, B., Kühn, E., Lang, A., Maes, D., Mestdagh, X., Middlebrook, I., Monasterio, Y., Munguira, M.L., Murray, T.E., Musche, M., Öunap, E., Paramo, F., Pettersson, L.B., Piqueray, J., Settele, J., Stefanescu, C., Švitra, G., Tiitsaar, A., Verovnik, R., Warren, M.S., Wynhoff, I. & Roy, D.B. (2019). *The*

- EU Butterfly Indicator for Grassland species: 1990-2017*: Technical Report. Butterfly Conservation Europe & ABLE/eBMS
- Wegener, T. (2011). *Entwicklung eines selbstschneidenden Hächslerkonzeptes zur vollmechanisierten Entbuschung von Offenflächen*. Göttingen: Georg-August-Universität.
- Wermeille E., Chittaro Y., Gonseth Y. 2014: Rote Liste Tagfalter und Widderchen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2012. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1403: 97 S.
- Widmer, I., Mühlethaler, R., Baur, B., Gonseth, Y., Guntern, J., Klaus, G., ... Altermatt, F. (2021). Insektenvielfalt in der Schweiz: Bedeutung, Trends, Handlungsoptionen. *Swiss Academies Reports*, 16(9), S. 111.
- Wilbert, H. (1964). Können Insektenpopulationen durch Selektionsprozesse reguliert werden? *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 52(1–4), S. 185–204.
- ZHAW IUNR, Rösti, C., Rutschmann, F., & Garzotto, A. (2015). *Orthoptera-App*. Heruntergeladen am 5.5.2021 von <http://www.orthoptera.ch/info-app-wiki/orthoptera-app>
- Zirfass, K. (2013). *SVS-Lehrgang Feldbotanik*. Schweizer Vogelschutz SVS/ BirdLife Schweiz.
- Zöchling, A., & Fiedler, K. (2015). Einfluss der Nutzungsintensität von Almen auf Tagfalter-Gemeinschaften (Lepidoptera: Papilionoidea) im Nationalpark Gesäuse (Österreich). *Entomolgy Austriaca*, 22, S. 7–26.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage von Arosa in den Schweizer Alpen, Landesgrenze Schweiz (violett), Hintergrundkarte: map.geo.admin.ch.....	6
Abbildung 2: Ansicht der einzelnen Alpen Prätsch (rot), Maran (orange), Sattel (gelb); Quelle: Toni Jäger, Leiter Wald und Alpen, Stadt Chur; Hintergrundkarte: maps.geo.admin.ch.....	6
Abbildung 3: Übersicht aller Untersuchungsflächen: Gemulcht (gelb), Zwergstrauchheide (rot), Fettweide (grün); Kürzel: S (Sattel 2017), M (Maran 2010), P1 (Prätsch 2018), P2 (Prätsch 2015); Hintergrundkarte: maps.geo.admin.ch	8
Abbildung 4: Anteil der Tagfalterfamilien gemessen an der Individuenzahl,	13
Abbildung 5: Verteilung der Tagfalterartenzahlen der jeweiligen Flächen innerhalb der einzelnen Flächentypen, Kruskal-Wallis-Rangsummentest: ns	15
Abbildung 6: Verteilung der Tagfalterindividuenzahlen der jeweiligen Flächen innerhalb der einzelnen Flächentypen, Kruskal-Wallis-Rangsummentest: ns	15
Abbildung 7: Verteilung de Shannon-Index der jeweiligen Flächen innerhalb der einzelnen Flächentypen, Kruskal-Wallis-Rangsummentest: ns	15
Abbildung 8: Lineare Regression mit Artenzahlen der gemulchten Flächen mit unterschiedlichem Mulchjahr, Pearson- Korrelationskoeffizient: ns.....	16
Abbildung 9: Lineare Regression mit Individuenzahlen der gemulchten Flächen mit unterschiedlichem Mulchjahr, Pearson- Korrelationskoeffizient: ns.....	16
Abbildung 10: Anteil der Heuschreckenfamilien gemessen an der Individuenzahl, verteilt auf die Flächentypen	16
Abbildung 11: Verteilung der Artenzahlen der jeweiligen Flächen innerhalb der einzelnen Flächentypen, Kruskal-Wallis-Rangsummentest: ns	17
Abbildung 12: Verteilung der Individuenzahlen der jeweiligen Flächen innerhalb der einzelnen Flächentypen, Kruskal-Wallis-Rangsummentest: ns	17
Abbildung 13: Verteilung de Shannon-Index der jeweiligen Flächen innerhalb der einzelnen Flächentypen, Kruskal-Wallis-Rangsummentest: ns	18
Abbildung 14: Lineare Regression mit Artenzahlen der gemulchten Flächen mit unterschiedlichem Mulchjahr, Pearson- Korrelationskoeffizient: ns.....	18
Abbildung 15: Lineare Regression mit Individuenzahlen der gemulchten Flächen mit unterschiedlichem Mulchjahr, Pearson- Korrelationskoeffizient: ns.....	18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Alpen im Untersuchungsgebiet mit Gesamtfläche und Bestossung, (Trebs, 2009).....	5
Tabelle 2: Datengrundlage für die Wahl der Untersuchungsflächen.....	7
Tabelle 3: Untersuchungsdesign: Übersicht der einzelnen Trios mit Alpname, Mulchjahr, Flächentypen und Triokürzel.....	7
Tabelle 4: Übersicht aller Untersuchungsflächen mit Mulchjahr, Höhe, Exposition, LR nach Delarze, charakteristischen Pflanzenarten, geschätzter Vegetationshöhe, geschätztes Blütenangebot und weiteren Informationen zum Beschrieb der Flächen; die Pflanzennamen sind aus Platzgründen gekürzt, jedoch so, dass keine Verwechslungen mit anderen Arten entstehen können.....	9
Tabelle 5: Übersicht der einzelnen Tagfalterbegehungen der Trios mit jeweiliger Witterung	10
Tabelle 6: Übersicht der einzelnen Heuschreckenbegehungen der Trios mit jeweiliger Witterung	11
Tabelle 7: Übersicht der gefundenen Tagfalterarten mit Anzahl, Lebensraum nach Bühler- Cortesi (2019), Rote Liste Status Schweiz (RL) und Flächentypcode: Fettweide (1), Zwergstrauchheide (2) und Gemulcht (3).....	14
Tabelle 8: Übersicht der gefundenen Heuschreckenarten mit Anzahl, Lebensraum nach Roesti (2009), Rote Liste Status Schweiz (RL) und Flächentypcode: Fettweide (1), Zwergstrauchheide (2) und Gemulcht (3).....	17

Formelverzeichnis

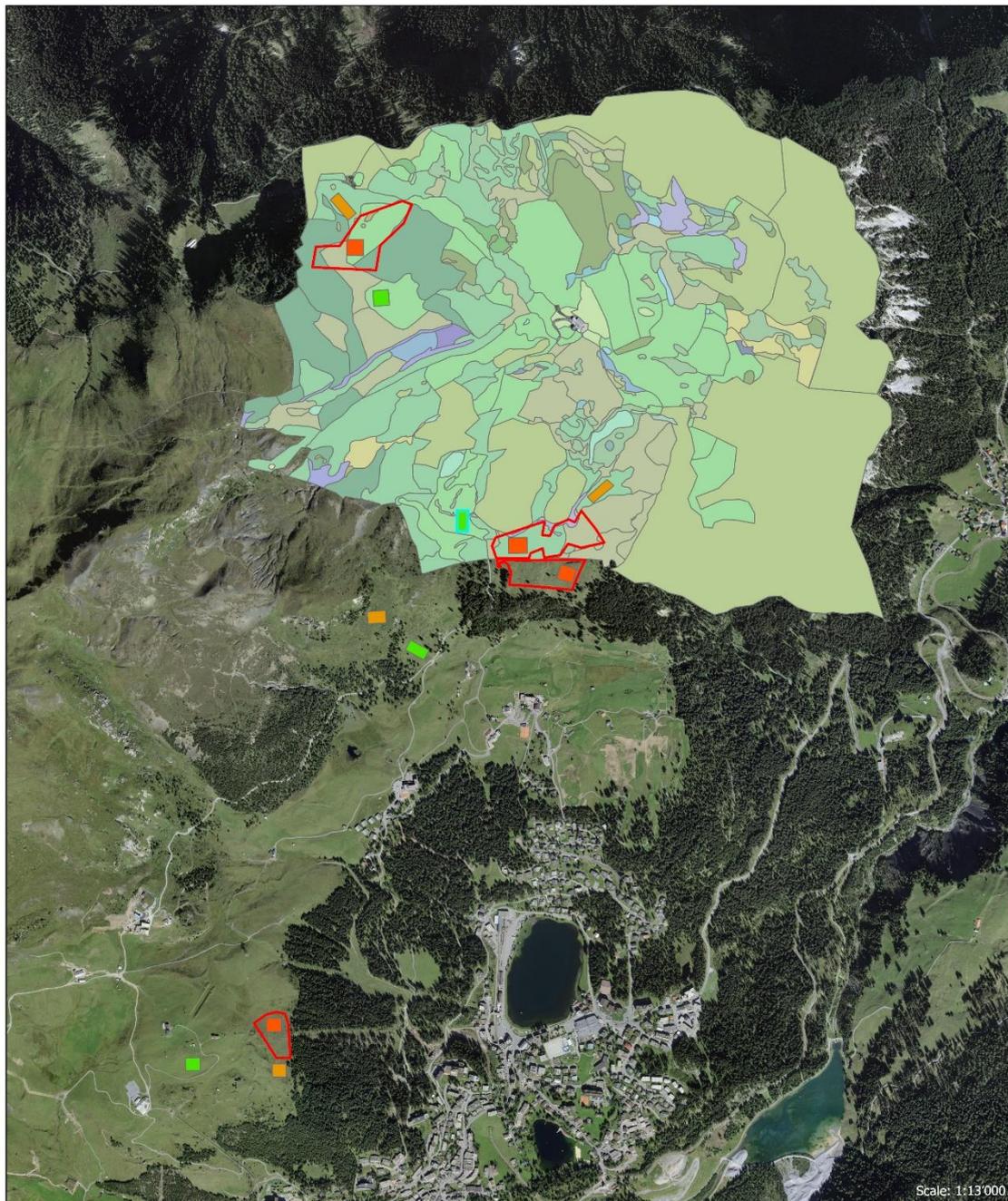
Formel 1: Berechnung des Shannon Index.....	12
---	----

Erebia tyndarus	5	4	2										11
Erynnis tages	3												3
Fabriciana niobe	1	4	9				4	3	4		2		27
Hesperia comma												1	1
Iphiclides podalirius		1											1
Leptidea sinapis			1										1
Lycaena hippothoe eurydame	2						1		1				4
Lycaena tityrus subalpinus						2						1	3
Lysandra bellargus	1												1
Lysandra coridon	10											3	13
Melitaea athalia	1												1
Melitaea diamina	4	1											5
Melitaea phoebe	1												1
Ochlodes sylvanus							1						1
Oeneis glacialis			2					1					3
Papilio machaon							1			1		3	5
Phengaris arion	1		1	3				2	1		2		10
Pieris bryoniae	1			1		1							3
Pieris napi	1		2	1	2		5	1	2		1		15
Pieris napi						2							2
Pieris rapae									1				1
Polyommatus dorylas	1												1
Polyommatus eros	1												1
Pyrgus alveus	1												1
Pyrgus malvoides	3	2	4			1	2				2	3	17
Pyrgus serratulae				2									2
Speyeria aglaja	7	3	1	1								1	13
Vanessa atalanta											1		1
Total	97	94	52	11	32	16	40	42	35	25	42	47	533

Anhang 2 – Liste der gefundenen Heuschreckenarten mit Anzahl und Fundfläche

Flächenname Art	Maran 2010 44	Maran 2010 68	Maran 2010 gemulcht	Prätsch 2015 44	Prätsch 2015 68	Prätsch 2015 gemulcht	Prätsch 2018 44	Prätsch 2018 68	Prätsch 2018 gemulcht	Sattel 2017 44	Sattel 2017 68	Sattel 2017 gemulcht	Total
<i>Chorthippus apricarius</i>			1						2				3
<i>Chorthippus biguttulus</i>	35	16	29				15		25	3	2	10	135
<i>Chorthippus dorsatus</i>									1				1
<i>Decticus verrucivorus</i>			4	1	1	2	2		3				13
<i>Euthystira brachyptera</i>		2										1	3
<i>Gomphocerus sibiricus</i>	4	10	24	16	20	11	20	6	26	3		8	148
<i>Metrioptera brachyptera</i>		15						11	1	3	7	8	45
<i>Miramella alpina</i>	1	2			1					1	4	5	14
<i>Omocestus viridulus</i>	9	19	12	13	10	16	31	1		7	8	12	138
<i>Pholidoptera aptera</i>					2								2
<i>Pseudochorthippus parallelus</i>	8	36	26	39	21	21	7	22		9	21	28	238
<i>Stenobothrus lineatus</i>	3	2	3				1						9

Anhang 3 – Dielt Karte (Geos GmbH / Plantahof)



Flächentyp	
■ Fettweide	■ Gemulcht
■ Zwergstrauchheide	□ Gemulchte_Flaechen_Arosa
Vegetationscode	
■ 24	■ 25
■ 26	■ 27

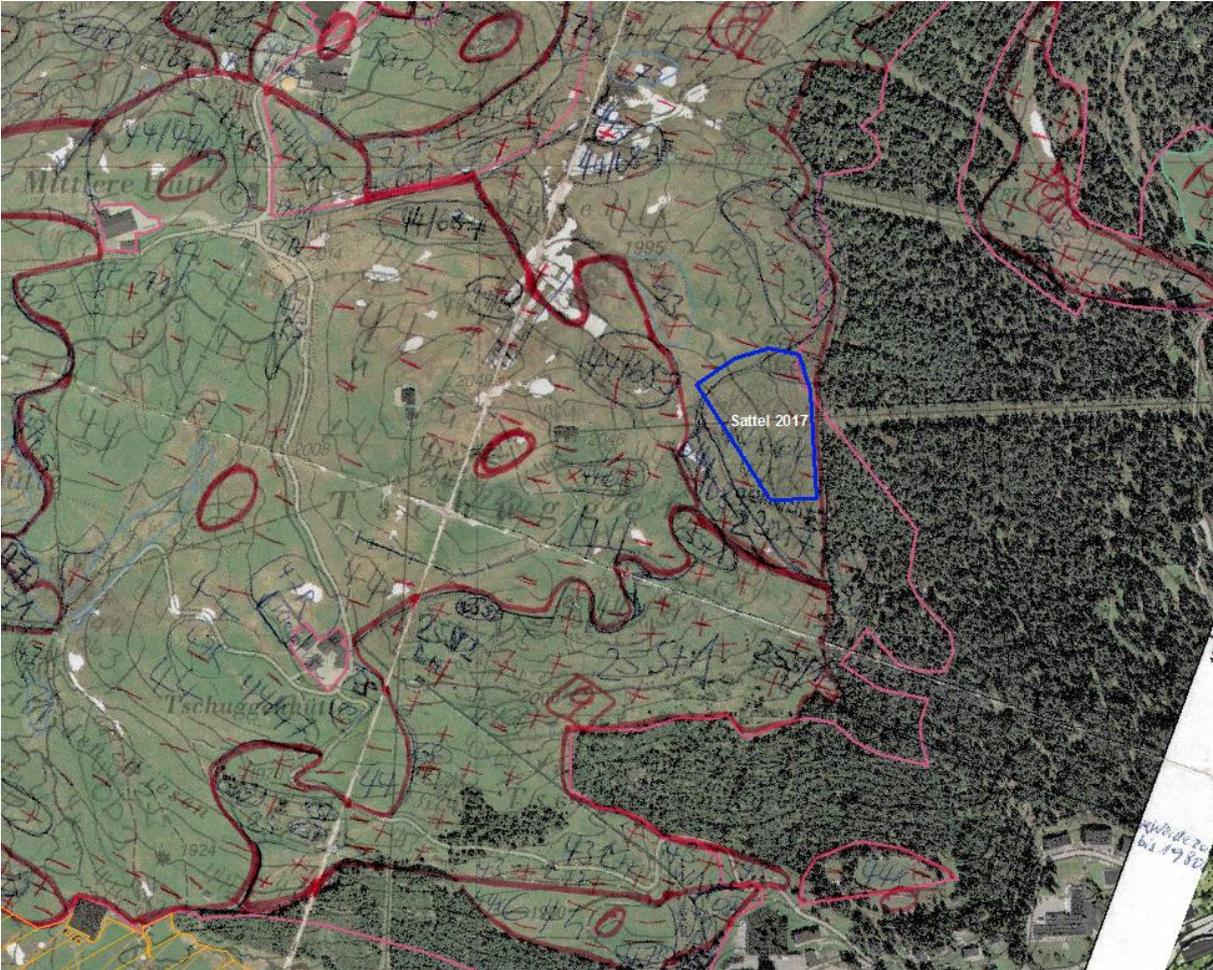
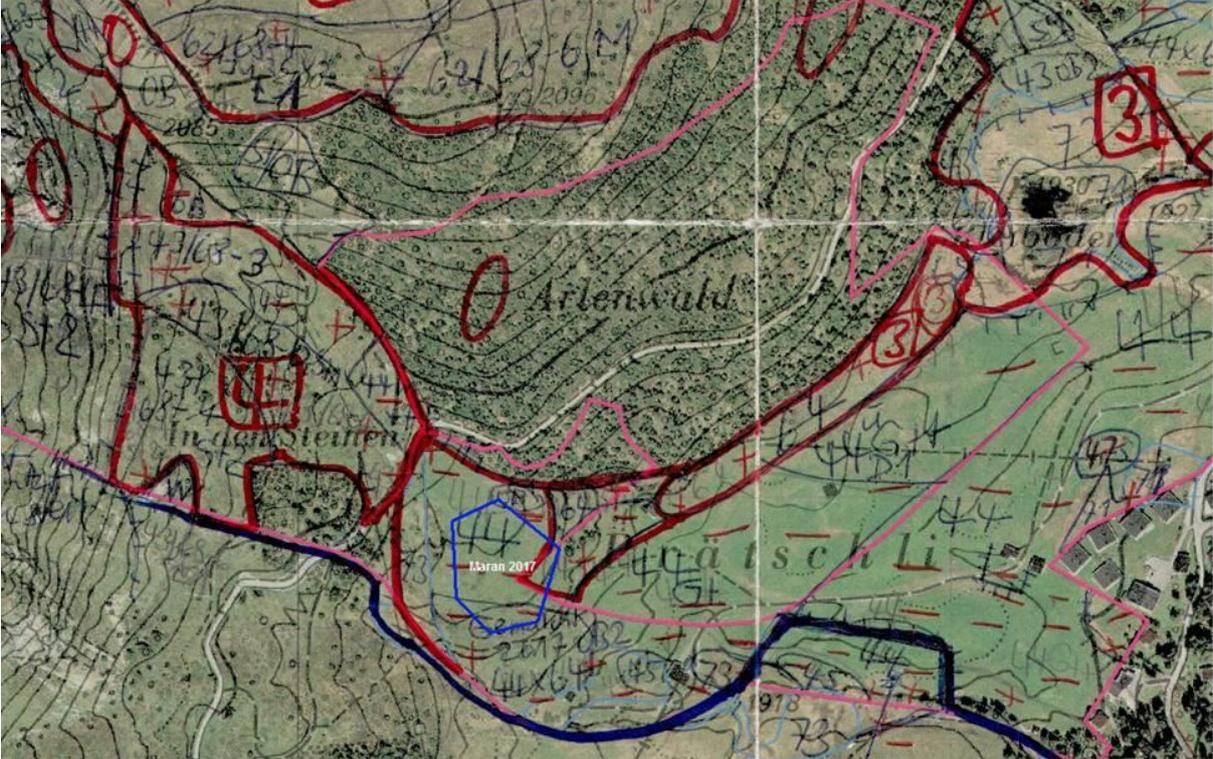
■ 43	■ 69
■ 44	■ 71
■ 45	■ 72
■ 46	■ 73
■ 47	■ 74
■ 62	■ 76
■ 63	■ 77
■ 64	■ 94
■ 65	■ FM
■ 66	■ See
■ 68	■ WW



Anna Csak, 27.06.2021
 Quelle Dielt Kartierung: Geos GmbH
 Quelle Mulchflächen: Stadt Chur
 Quelle Luftbild: swisstopo.ch



Anhang 4 – Dielt Karten Plantahof



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

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

Der/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.

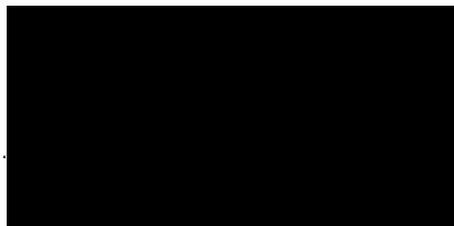
Bei Verfehlungen aller Art treten Paragraph 39 und Paragraph 40 der Rahmenprüfungsordnung für die Bachelor- und Masterstudiengänge an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften vom 29. Januar 2008 sowie die Bestimmungen der Disziplinarmassnahmen der Hochschulordnung in Kraft.

Ort, Datum:

Chur, 11.01.2022

Unterschrift:

.....



Das Original dieses Formulars ist bei der ZHAW-Version aller abgegebenen Bachelorarbeiten im Anhang mit Original-Unterschriften und -Datum (keine Kopie) einzufügen.