Bauer, C. & Feurle, A. W. (2017): Erfassung und Bewertung der Vorkommen des Apollofalters (*Parnassius apollo*) im Naturpark Nagelfluhkette.
inatura – Forschung online, 39: 14 S.

inatura Forschung online

Nr. 39 - 2017

Erfassung und Bewertung der Vorkommen des Apollofalters (*Parnassius apollo*) im Naturpark Nagelfluhkette

Carola Bauer[1] & Alexander W. Feurle[1]

[1] Mag. Carola Bauer, MMag. Alexander W. Feurle
Schwarzen 365/4, A-6861 Alberschwende
E-Mail: bauer@naturpark-nagelfluhkette.eu

Abstract

*The Apollo butterfly (*Parnassius apollo*) is a highly endangered and therefore nationally and internationally protected species. The butterfly still occurs in the international natural preserve Naturpark Nagelfluhkette, located between Allgäu (Bavaria, Germany) and in the Bregenzerwald (Vorarlberg, Austria) <http://www.nagelfluhkette.info/>. As knowledge about the condition of this local population is sparse, the aim of the present study was to record the Apollo distribution for the Austrian part of the natural preserve. In order to assess the quality of the population, mapping of conglomerate rocks with a plant cover of White Stonecrop (*Sedum album*), the only larval feeding plant, was carried out. Apollo larvae as well as adult butterflies were counted and mapped by using aerial views and GIS. We found few individuals of larval and imaginal state scattered in the valleys Lecknertal and Balderschwangertal, interspersed by huge areas which do not provide appropriate habitats. In the two most southern areas located in the municipality of Sibratsgfäll (Feuerstätter and Hochrubach), we did not observe any feeding plant nor Apollo butterflies. By counting imaginal butterflies along a defined transect on an alpine pasture in the Lecknertal, we were able to estimate the temporal occurrence dynamics of its population. We documented a case of predation on an Apollo larva by ants. Ants seem to contribute to larval mortality – aside from further factors to be identified. Direct and indirect anthropogenic influence of alpine agriculture land use on the local Apollo populations needs to be further investigated. We observed a positive attitude of the farmers concerning the Apollo butterfly, which is a very important base for the development of conservation programs. To provide the necessary knowledge for the development of an appropriate strategy, further investigations need to be done in order to conserve this endangered butterfly species in this part of the Alps.*
Key words: Apollofalter (syn. Mountain Apollo, Parnassius apollo*), Naturpark Nagelfluhkette, Vorarlberg, Austria, White Stonecrop (*Sedum album*), habitat, butterfly conservation, alpine transhumance, ants*

Zusammenfassung

Der seltene Apollofalter (*Parnassius apollo*), der in Vorarlberg als potentiell gefährdet eingestuft wird, ist im länderübergreifenden Naturpark Nagelfluhkette sowohl auf Allgäuer, als auch auf Bregenzerwälder Seite noch zu finden. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Datenbestände des Schmetterlings in vier ausgewählten Untersuchungsgebieten (Lecknertal; Balderschwangertal; Sibratsgfäll - Feuerstätter; Sibratsgfäll - Hochrubach) zu erheben. Da sich der Apollofalter im Raupenstadium ausschließlich von *Sedum album* ernährt, welches nur auf Felsen wächst, wurden die potentiellen Gebiete mittels Luftbildanalyse anhand ihrer Felsvorkommen auf den südexponierten Hängen vorsortiert. Es folgten Geländebegehungen, bei der nicht nur die Larvalfunde und die Imaginalsichtungen, sondern auch die Bestände von *Sedum album* auf den Felsen kartiert und erfasst wurden. In den Untersuchungsgebieten Sibratsgfäll - Feuerstätter und Sibratsgfäll - Hochrubach konnten wir kein *Sedum album* auf den Felsen und damit auch keine Funde des Apollofalters verzeichnen. Im Balderschwangertal, welches großteils durch eine Larvalkartierung abgedeckt werden konnte, finden sich einige Flächen, die geeignete Voraussetzungen für den Apollofalter bieten. Dennoch konnten wir insgesamt nur einen Raupenfund nachweisen. Im Lecknertal, welches mit Larvalkartierung und Imaginalsichtungen erfasst wurde, konnten wir mehrere Funde verzeichnen. Hier wurde bei der Lochalpe ein Transekt als Referenzfläche für unsere weiteren Kartierungen und zur Abschätzung der dortigen Population gelegt. Erste Auswertungen deuten auf unterschiedliche Gründe für die Raupensterblichkeit bzw. das Rau-

Eingegangen: 30.12.2016; Publiziert: 31.03.2017

penvorkommen hin, welche genauer untersucht werden müssen. Für die Zukunft sollten noch fehlende Flächen kartiert, beobachtete Vorkommen weiter untersucht und die bereits positive und offene Haltung der Älpler dem Projekt gegenüber weiter ausgebaut werden. Nur durch die lückenlose Erfassung der Bestände und der beeinträchtigenden Faktoren können entsprechende Pflegemaßnahmen zum Schutz des Apollofalters erarbeitet werden.

1 Einleitung

Der seltene und bei Sammlern begehrte Apollofalter (*Parnassius apollo*) ist die einzige nichttropische Schmetterlingsart, welche weltweit durch das Washingtoner Artenschutzübereinkommen vor illegalem Handel geschützt ist (Ebert 1991). Bereits im Jahr 1977 wurde der Apollofalter in den Anhang II des Washingtoner Artenschutzübereinkommens aufgenommen (Flachsmann 1977). Der Apollofalter ist europarechtlich streng geschützt: In der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie 92/43/EWG (FFH-Richtlinie) wird die Art unter Anhang IV, »streng zu schützende Arten von gemeinschaftlichem Interesse« gelistet (Ebert & Bauer 2000). In der Roten Liste gefährdeter Tagfalter Bayerns (Stand 2016) wird der Apollofalter als »sehr selten« und »stark gefährdet, Kategorie 2« angeführt (Voith et al. 2016). Auch in der Roten Liste der gefährdeten Schmetterlinge Vorarlbergs wird die Art als »potentiell gefährdet, NT« angeführt (Huemer 2001).

Im länderübergreifenden Naturpark Nagelfluhkette gibt es heute noch zusammenhängende Vorkommen des Apollofalters (Schwarz 2013). Bereits 2015 startete auf Allgäuer Seite des Naturparks sowie in den angrenzenden Gebieten im Landkreis Oberallgäu eine auf drei Jahre angelegte Studie zur Untersuchung des Apollofalters auf unterschiedlich genutzten Alpflächen. Die limitierenden Beeinträchtigungen in den Habitaten sollen dort untersucht sowie Maßnahmen erarbeitet werden, um einen Fortbestand des Apollofalters zu gewährleisten. Für den Vorarlberger Teil des Naturparks ist die Datengrundlage bislang äußerst unzureichend und muss als sehr lückenhaft bezeichnet werden. Aistleitner (1998) führt lediglich zwei gesicherte Nachweise aus dem Naturparkgebiet bei den Sipperseggalpen (Balderschwangertal) von 1959 und 1964 an. Der Naturpark Nagelfluhkette hat 2013 und 2014 Nachweise von Imagines bei den Schneidenbachalpen (Lecknertal) erbracht. Weitere gesicherte Nachweise sind keine bekannt (Datenbankabfrage inatura, 15.11.2016). Daher wurde über die Vorkommen des Apollofalters für den Vorarlberger Teil des Naturparks eine Grunderhebung durchgeführt und die Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit zusammengefasst.

1.1 Biologie des Apollofalters

Die Gefährdung des Apollofalters wird unter anderem durch dessen spezielle Habitats- und Nahrungsansprüche bedingt. Bei den geeigneten Habitaten der wärmeliebenden Art handelt es sich um Sekundärlebensräume auf vom Menschen traditionell bewirtschafteten Alpflächen. Die extensive Alpbeweidung mit Rindern führt dazu, dass die südexponierten, mit Felsblöcken durchsetzten Hänge und Magerrasen schon seit Jahrzehnten durch Beweidung und Schwenden offen gehalten werden. Diese Gebiete werden so zum Habitat vieler verschiedener Tagfalterarten. Südexponierte, reich strukturierte und extensiv bewirtschaftete Hänge mit Konglomerat-Felsen, wie sie die Lochalpe im Lecknertal bietet, stellen geeignete Habitate dar (s. *Abb. 1A*; Geyer & Nunner 2013).

Abb. 1: Zur Biologie des Apollofalters. A: Die Lochalpe stellt mit der sonnenexponierten Lage und der traditionellen Landwirtschaft ein geeignetes Habitat dar. B: Die auf sonnenbeschienenen Felsköpfen wachsende Weiße Fetthenne (*Sedum album*) ist die einzige Futterpflanze der Raupen. C: Die Raupen hinterlassen charakteristische Fraßspuren an den Triebspitzen der Weißen Fetthenne (Pfeile). D: Begattete Weibchen sind am Vorhandensein einer Sphragis zu erkennen (dunkle Struktur; Pfeil). E: Männlicher Falter

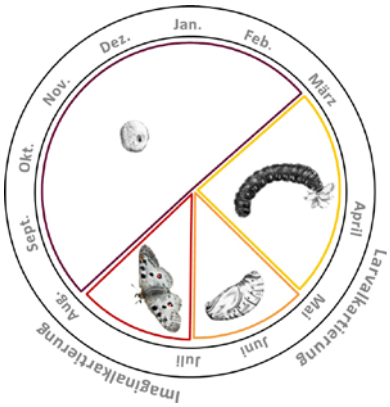

Abb. 2: Jahreszyklus des Apollofalters mit einer Generation pro Jahr

Im Fall des Apollofalters sind die sonnenbeschienenen Felsen wichtig, weil auf diesen die Weiße Fetthenne (*Sedum album*) als einzige Futterpflanze der Raupen wächst, und das warme Mikroklima ein frühzeitiges Schlüpfen der Raupen im Frühjahr erlaubt (Geyer & Dolek 1999, 2001; Bräu et al. 2013, Schwarz 2013). Die Weiße Fetthenne, auch Weißer Mauerpfeffer genannt (*Abb. 1B*), gehört zu den Dickblattgewächsen. Die Pflanze kommt in der montanen bis subalpinen Stufe vor (selten alpin bis über 2000 m). Sie benötigt trockenen, feinerdigen, nur mäßig nährstoffversorgten und steinigen Untergrund in sonnigen Lagen. Der Untergrund ist oft kalkhaltig, was jedoch kein Kriterium für das Vorkommen darstellt. Neben Felsrasen ist die Pflanze auf Felsen und auf Mauern zu finden (Aichele & Schwegler 2000). Die Bestände von *Sedum album* sind als Futterpflanzen für die Raupen des Apollofalters (*Abb. 1C*) besonders schützenswert. Die Larvalstadien des Apollofalters treten im Frühjahr auf (*Abb. 2*). In dieser Zeit fressen die Tiere zunächst die Triebspitzen, mit zunehmendem Alter auch die derberen Blätter, und hinterlassen dabei ein charakteristisches Fraßbild an den Pflanzen. Die Raupen sind auf rötlich überlaufene Pflanzen mit kurzen Internodien, wie sie auf nichtgedüngten und sonnenexponierten Felsen zu finden sind, angewiesen und sind durch ihre schwarzorange Zeichnung leicht erkennbar (*Abb. 1C*). Die Falter fallen durch deren Größe und die mit roten Augenflecken besetzten weißen Flügel auf (*Abb. 1D/E*). Sie besuchen bevorzugt violette Blüten zum Saugen von Nektar. Oft sind sie auf den Blüten von Kratzdisteln (*Cirsium* sp.), Dost (*Origanum vulgare*), Skabiosen (*Scabiosa* spp.) und anderer Pflanzen auf dem Rasen zwischen den Felsen zu finden. Auch weiße Blüten, wie die von *Sedum album*, werden besucht. Die männlichen Tiere sind durch ihr aktives Flugverhalten und die weiblichen Tiere wegen der Qualität und Quantität der Eier eifrige Blütenbesucher und daher von blütenreichen Rasen, die im Idealfall die Felsen säumen, abhängig. *Parnassius apollo* ist somit als Raupe streng monophag und als Falter oligolektisch. Der Lebenszyklus der mit nur einer Generation pro Jahr auftretenden Art ist in *Abb. 2* dargestellt (Geyer & Dolek 1999, 2001; Bräu et al. 2013; Schwarz 2013; Geyer & Nunner 2013).

1.2 Projektinhalt und Ziele der Arbeit

Ziel der Studie im Bregenzerwälder Teil des Naturparks sind die exakte Erfassung und Bewertung der räumlichen Ausdehnung der bekannten, sowie weiterer potentieller Vorkommen. Das Wissen über die bekannten Vorkommen beschränkt sich auf wenige einzelne Nachweise. Um diese bewerten zu können, wurden die aktuell genutzten bzw. nutzbaren Larvalhabitate, sowie die Beeinflussung durch die Bewirtschaftungsart im Lecknertal sowie im Balderschwanger Tal erhoben. Hierzu wurden Gespräche mit den Landwirten vor Ort geführt. Darüber hinaus sollten – soweit möglich – die Individuendichte der Populationen erfasst und Parameter zur Abschätzung der Stabilität der jeweiligen Population erarbeitet werden. Daher wurde über die Vorkommen des Apollofalters für das Lecknertal (Hittisau), das Balderschwangertal (Hittisau), den Südhang des Feuerstätters (Sibratsgfäll) sowie im Bereich Hochrubach-Gottesacker (Sibratsgfäll) eine Grunderhebung durchgeführt. Die Ergebnisse werden in der vorliegenden Arbeit zusammengefasst und präsentiert. Auf Grundlage der Erkenntnisse der ersten Untersuchungsergebnisse der vorliegenden Studie wird ein Maßnahmenplan zur Beseitigung bzw. Minimierung etwaiger Beeinträchtigungen, und damit der langfristigen Sicherung der lokalen Apollofalter-Vorkommen erarbeitet werden. Um diesen Qualitätsanforderungen gerecht zu werden, wurden die exakten Methoden mit Adi Geyer (Lepidopterologe, Auftragnehmer des Projektes im Allgäuer Teil des Naturparks) abgestimmt.

2 Material und Methoden

Um eine flächendeckende Auswertung aller Gebiete gewährleisten zu können, wurden die Untersuchungsgebiete per Luftbildanalyse mit Hilfe von VoGIS vorab nach ihrem Felsvorkommen untersucht. Als Orientierungspunkte dienten hierbei die verschiedenen Alpen. Flächen, die bereits am Luftbild eindeutig keine oder nur sehr wenige Felsen oder kleinere Flächen inmitten von Waldstücken, die für den Apollofalter zu schattig wären, aufwiesen, wurden vorab aussortiert. Dafür wurde neben der Orographie auch eine Beschattung durch Bäume berücksichtigt. Nicht eindeutig ersichtliche Flächen wurden im Gelände selbst auf »Apollofaltertauglichkeit« geprüft: Südexponierte Freiflächen mit entsprechendem Felsvorkommen wurden genauer untersucht. Um eine Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen auf Allgäuer Seite erzielen zu können, wurden die Strategien beider Untersuchungen in Absprache mit Adi Geyer angeglichen. Da auf Vorarlberger Seite eine Datenbank über Larvalfunde oder Imaginalsichtungen im Naturpark weitgehend fehlt, auf welcher aber intensivere Untersuchungen im Gelände basieren, wurde folgende

Strategie entwickelt: In jedem Alpgebiet (pro Luftbild) wurden ca. 20 Felsen untersucht, bis die erste Raupe gefunden wird. Mit einem Raupenfund war die Erstuntersuchung für das entsprechende Gebiet abgeschlossen. Alle 20 Felsen mussten nur dann untersucht werden, wenn keine Raupe gefunden wurde. Diese Strategie half, während der kurzen Zeitfenster (Larval- und Imaginalstadien, vgl. *Abb. 2*) möglichst viele Flächen des Untersuchungsgebietes abzudecken. Auf einigen Gebieten, die höhere Felsvorkommen aufwiesen, waren aufgrund des begrenzten Zeitfensters sowohl Larval-, als auch Imaginalkartierungen nötig, um eine flächendeckende Aufnahme zu erreichen. Die Geländearbeiten werden folglich durch das zeitlich begrenzte Auftreten von Raupen bzw. Imagines, der Größe der Untersuchungsgebiete, sowie der Wetterabhängigkeit der Geländearbeit limitiert.

Untersuchungszeitraum

Die Begehungen im Gelände richten sich nach dem Lebenszyklus des Apollofalters. Laut den Studien von Geyer & Dolek (2001) schlüpft die Raupe des Apollofalters gegen Ende Februar/Anfang März aus dem Ei und durchläuft bis etwa Mitte Mai fünf Larvalstadien. Die Metamorphose zum Schmetterling dauert bis ca. Anfang Juli. Die Hauptflugzeit der Falter erstreckt sich von Juli bis Anfang August. Die im August an geschützten Stellen auf einem Felsen mit ausreichend Futterpflanzen abgelegten Eier stellen das Überwinterungsstadium dar. Somit kann der Zyklus von neuem beginnen. Allerdings variieren diese Zeiträume, da die Entwicklungsphasen des Apollofalters von der Dauer des Winters, vom Zeitpunkt der Schneeschmelze und von der Witterung im Frühjahr bestimmt werden (Bräu et al. 2013; Geyer & Nunner 2013). Zusätzlich beeinflussen die aktuellen Wetterverhältnisse Beginn und Dauer der Entwicklungsstadien. Die Untersuchungen begannen erst gegen Ende Mai, am 21.05.2016, da vorher das Wetter kühl und regnerisch war. Zusätzlich ist zu vermuten, dass das rauere Bergwetter und die Höhenlage der Untersuchungsgebiete die verschiedenen Phasen des Apollofalters verschieben. Dabei wurde versucht, möglichst große Teile der Untersuchungsgebiete mit Larvalkartierungen abzudecken, was in drei Gebieten bis zum 29.05.2016 größtenteils gelang. Lediglich im Gebiet Sibratsgfäll - Hochrubach sowie auf den Flächen um die Alpe Schönhalden (Balderschwang) und Ohlisgschwendalpe (Lecknertal) wurden die Imagines kartiert. Deren Flugzeit begann 2016 etwa Anfang Juli und endete ca. Mitte August. Daher fanden die Transektbegehungen und Kartierungen der Imagines im Zeitraum zwischen 09.07. und 08.08.2016 statt.

Erfassung der Larvalhabitate

Nach der Vorauswahl der Gebiete mittels Luftbildanalyse wurden Begehungen durchgeführt. Für die Kartierung der Raupen zur Evaluation von genutzten bzw. potentiell nutzbaren Larvalhabitaten wurde die von Geyer & Dolek (1999, 2001) beschriebene Methode angewandt. Die zeitintensiven Geländebegehungen fanden bei warmem, sonnigem Wetter im Mai statt. Bei den Begehungen wurden die Felsen anhand ihres Bewuchs mit *Sedum album* bewertet. Als geeignet gelten sonnenexponierte Felsen mit rötlich überlaufenem *Sedum album* mit kurzen Internodien. Die Pflanzen sollten dabei im dichten Bestand mindestens eine Fläche, die handtellergroß ist, bedecken. Das während der ersten drei Larvalstadien (L1-L3) verursachte Fraßbild an den Triebspitzen (*Abb. 1C*) ist hinreichend charakteristisch, um Nahrungskonkurrenten auszuschließen (z.B. Raupenstadien der Gattung *Gnophos*; Lepidoptera: Geometridae). Die Tatsache dass die Raupen in den ersten drei Larvalstadien nur die sehr kleinen Blättchen an den Triebspitzen fressen können, ist der Grund für dieses charakteristische Fraßbild, welches bei den Kartierungen als Suchbild dient (*Abb. 1C*). Bei gutem Wetter sind die jungen Larven meist unweit dieser deutlichen Fraßspuren auf den Felsen auszumachen. Dies wurde von Geyer & Dolek (1999) mehrfach durch Freilanduntersuchungen belegt. Erst ab dem viel größeren Larvalstadium L3 werden die Tiere deutlich mobiler. Nun fressen sie auch die dickeren Blätter an der Basis. Da die Tiere bis zum Stadium L5 noch mobiler werden, und die Blätter am Vegetationskegel nachwachsen, bildet die Larvalkartierung während des L3-Stadiums ein sensitives und aussagekräftiges Instrument (Geyer & Dolek 2001). Um die potentielle Auswirkung von Ameisen auf die Sterblichkeit der Apollofalterraupen zu untersuchen, wurde für jeden kartierten Felsen das Vorhandensein folgender Parameter protokolliert: Fraßspuren (ja/nein), Raupen (ja/nein) und Ameisen (ja/nein).

Erfassung der Imagines

Die Erfassung der Imagines dient der nachfolgenden Einschätzung der Individuendichte und der Populationsstabilität. Nach Vorauswahl der Gebiete mittels Luftbildanalyse wurden Begehungen im Gelände durchgeführt. Die Untersuchungsgebiete decken sich mit den bei der Larvalkartierung untersuchten Flächen. Wegen der begrenzten Zeitspanne des Auftretens der Imagines, der Größe der Untersuchungsgebiete, sowie der Wetterabhängigkeit der Geländearbeit, wurde das Hauptaugenmerk auf Alpflächen gerichtet, die während der Larvalkartierung noch nicht bzw. nicht hinreichend erfasst wurden.

Die Untersuchungen fanden zur Flugzeit im Hochsommer (Juli bis August) nach der durch Geyer & Dolek (1999, 2001) erarbeiteten Methodik statt: Die Erfassung der Anzahl der Männchen und Weibchen in Kombination mit der Zahl von befruchteten Weibchen (erkennbar an der Sphragis; *Abb. 1D*) erlaubt Rückschlüsse auf die Stabilität der lokalen Vorkommen. Um die Populationsentwicklung in den Untersuchungsgebieten einschätzen zu können, wurde ein Referenzgebiet im

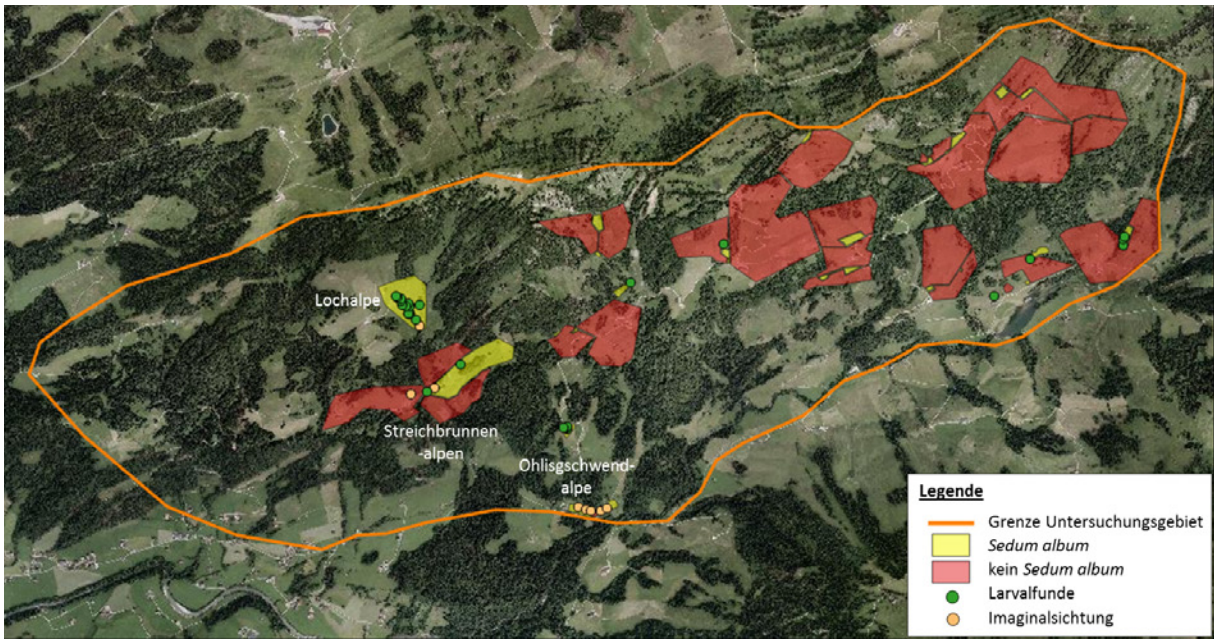

Abb. 3: Untersuchungsergebnisse Lecknertal (Kartengrundlage VoGIS - © Land Vorarlberg)

Bereich der Lochalpe definiert, in dem ein Transekt gelegt wurde (*Abb. 5*). Bei den Transektbegehungen wurde das Gelände an 9 Tagen innerhalb der Flugzeit des Apollofalters standardisiert begangen und alle Tiere innerhalb eines gut einsehbaren Bereiches von rund 20 m links und rechts der Linie erfasst. Die Begehungen wurden standardisiert zwischen 10:00 Uhr und 17:00 Uhr bei möglichst vergleichbaren Wetterbedingungen (sonniges Wetter mit mehr als 20 °C bei geringem Wind) durchgeführt. Der Apollofalter ist dabei durch den gaukelnden Flug und die Größe recht einfach von anderen Faltern zu unterscheiden. Zur sicheren Unterscheidung zwischen Weibchen und Männchen wurden die Tiere im Bedarfsfall mit einem großen Schmetterlingsnetz kurz eingefangen, vor Ort untersucht und unmittelbar danach wieder freigelassen. Durch das durch die Biologie des Apollofalters bedingte enge Zeitfenster und die Witterungsabhängigkeit wurden in diesem Projektjahr keine weiteren Transekte auf anderen Alpflächen gelegt. Die Monitoring-Daten wurden mit der Gruppe um Adi Geyer im Allgäuer Teil des Naturparks ausgetauscht. Während des geeigneten Zeitfensters, welches mit Hilfe des Transekts ermittelt wurde, wurden einige Alpflächen aus der Larvalkartierung erneut begangen. Ebenso wurden weitere, noch nicht untersuchte Flächen einbezogen.

Gespräche mit den Alpbauern

Um einen Zusammenhang zwischen der Art und Intensität der Alpbewirtschaftung in den Untersuchungsgebieten und den rezenten Apollofaltervorkommen abzuleiten, wurden zusätzlich zu den Begehungen im Gelände Gespräche mit den Landwirten geführt. Die Ergebnisse dienen dazu, mögliche Maßnahmen zur Beseitigung etwaiger Beeinträchtigungen zu identifizieren. Da insbesondere die Ergebnisse dieses Teils der Arbeit für die nachfolgende Strategieentwicklung zur Sicherung der Apollofalter-Vorkommen wichtig sind, wurden die relevanten Punkte im Vorfeld gemeinsam mit Adi Geyer besprochen und abgestimmt. Bei den Gesprächen mit den Alpbauern wurden folgende Bereiche einbezogen:

1. Biologie des Apollofalters: Grundinformationen zur Biologie des Apollofalters und seiner unmittelbaren Abhängigkeit von der traditionellen, extensiven Berglandwirtschaft.
2. Alpwirtschaft: Erfassung der Betriebsstruktur und Betriebsführung (insbesondere Art und Anzahl der Tiere sowie Zeiträume der Alpsömmerung; Jahresrhythmus der Bewirtschaftung und dessen Veränderung; Düngung und Schwenden).
3. Zukunft: Da der Fortbestand der wertvollen traditionellen Alpwirtschaft sowie das Überleben der Apollofalter ein zentrales Anliegen des Naturparks Nagelfluhkette sind, wurde gemeinsam mit den Alpbauern Ideen für die Zukunft gesammelt.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Lecknertal

Im westlichen, sowie Großteils im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes sind laut Luftbildanalyse nur äußerst wenige bis gar keine Felsen vorhanden. Auch die Hangbereiche entlang des Grates der Bergkette zeigen keine für diese Arbeit relevanten Felsvorkommen. Daher konzentrierten sich die Untersuchungen auf die in *Abb. 3* markierten Flächen. Da aber jede Fläche nur bis zum ersten Larvalfund bzw. maximal 20 Felsen kartiert

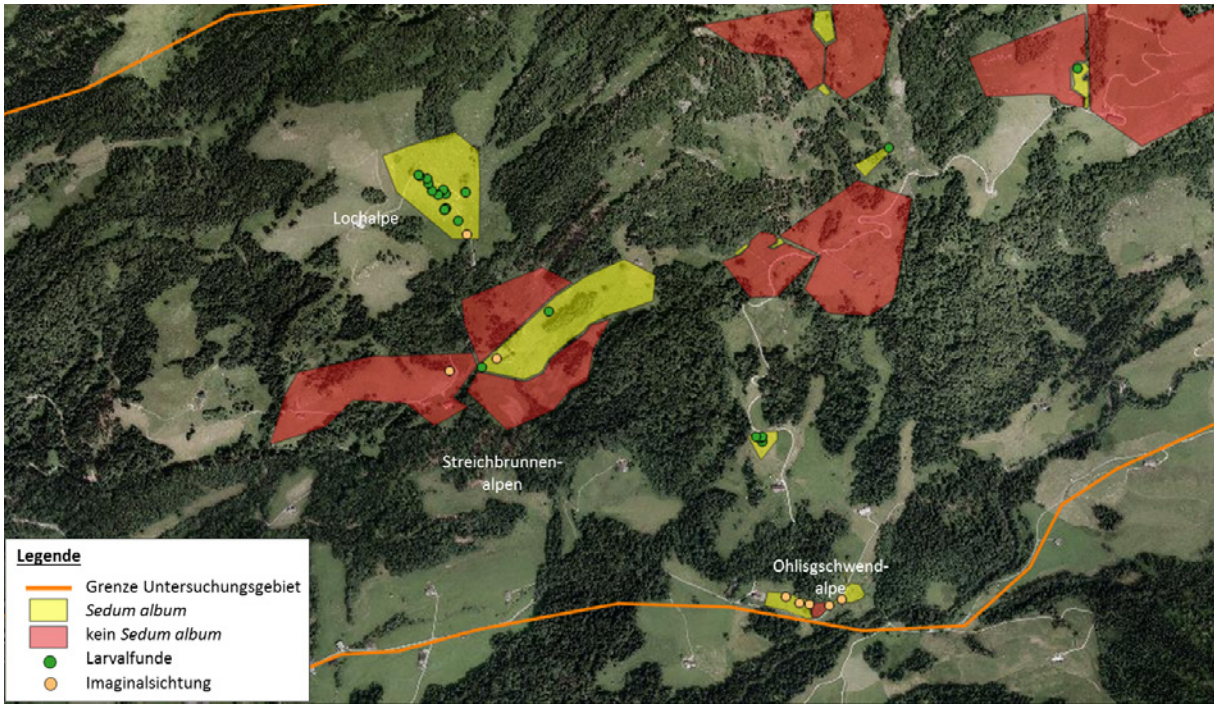

Abb. 4: Untersuchungsergebnisse Lecknertal; westlicher Kartenausschnitt (Kartengrundlage VoGIS - © Land Vorarlberg)

wurden, bedürfen beispielsweise die Gebiete um die Lochalpe und Ohlisgschwendalpe einer weiteren Untersuchung auf ihrer gesamten Fläche. Laut Seijmonsbergen et al. (2005) liefert der Sturzstrom der Schwarzenberg-Platte beispielsweise im Bereich der Ohlisgschwendalpe die große Anzahl an Felsen, was die oben beschriebene Vorgehensweise nötig machte. Die roten Flächen zeigen Gebiete, in denen zwar Felsen vorkommen, aber der Bewuchs mit *Sedum album* fehlt. Die gelben Flächen markieren Felsen mit der Futterpflanze, zeigen also potentielle Larvalhabitate an. Die Flächen sind meist sehr kleinräumig und verstreut. Ausnahme bilden hier die Gebiete um die Lochalpe bzw. Streichbrunnenalpen, da sich dort vermehrt Gehänge- und Verwitterungsschutt

Abb. 5: Transekt bei der Lochalpe (Lecknertal) (Kartengrundlage VoGIS - © Land Vorarlberg)

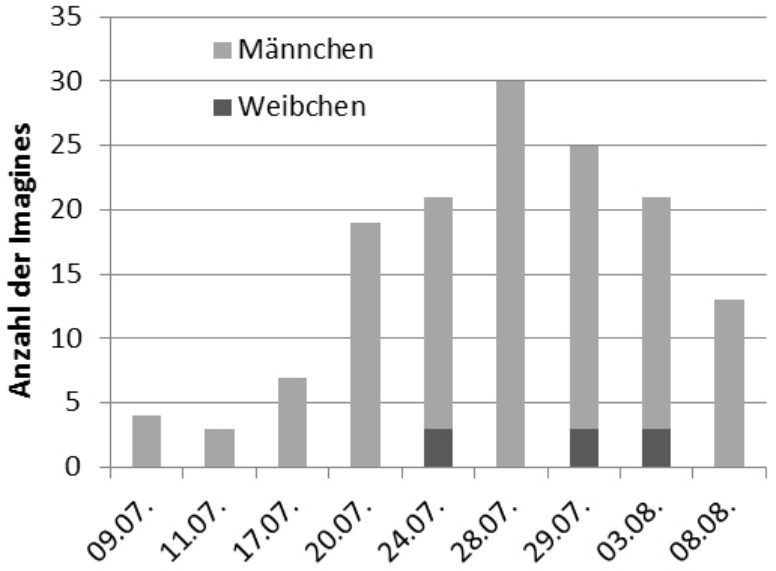

Abb. 6: Erfassung der Imagines des Transektes (Lochalpe) im Juli/August 2016

befindet (Muheim 1934) und somit das Felsaufkommen sehr hoch ist. Die grünen Punkte signalisieren Raupenfunde in den unterschiedlichsten Larvalstadien, die orangen Punkte markieren Imaginalsichtungen. Die Funde erstrecken sich in Höhen zwischen 1000 und 1300 m und verteilen sich über das gesamte Lecknertal, was auf gute Standortbedingungen für den Apollofalter in diesem Gebiet schließen lässt. Um die Funddichte zu verdeutlichen wurde ein Teil des Gebietes etwas vergrößert dargestellt: Man kann deutlich erkennen, dass *Sedum album* meist auf eher kleinen Flächenanteilen vorkommt (*Abb. 4*).

Der größte Teil des Untersuchungsgebietes im Lecknertal konnte im Zuge der Larvalkartierung abgedeckt werden. Die wenigen fehlenden Bereiche im Süden wurden während der Imaginalkartierungen besucht. Der Zeitpunkt für diese Kartierungsmethode wurde über eine Referenzfläche bei der Lochalpe bestimmt. Die Lochalpe wurde aus mehreren Gründen für einen Transekt (*Abb. 5*) ausgewählt:

- eine von den Ergebnissen der Larvaluntersuchung zu erwartende starke Population
- die als positiv gedeuteten Bestände an Futterpflanzen auf den zahlreichen Felsen (für die Larven), sowie Saugpflanzen (für die Imagines)
- eine für die Untersuchungsgebiete »Mittlere Höhenlage« von rund 1170 m Höhe
- die freundliche und hilfsbereite Haltung der Landwirte dem Apollo-Projekt gegenüber
- leichte Erreichbarkeit für die wiederholte Begehung

Der Transekt wurde während der Flugzeit mindestens einmal pro Woche begangen, um die Entwicklung des Apollofalters für andere Gebiete abschätzen zu können. Zusätzlich bietet das Gebiet um die Lochalpe geeignete Voraussetzungen für den Schmetterling. Die Felsen werden regelmäßig entbuscht, was garantiert, dass *Sedum album* ausreichend Sonne erhält. Unterhalb der Waldgrenze würde sich nach Auflassung der Bewirtschaftung oder bei mangelnder Pflege der Weiden als Folge der Sukzession die natürliche standortgemäße Vegetation in Form eines Tannen-Fichten-Waldes ausbilden (Berchtel 1990). Die Verbuschung und Wiederbewaldung führt in Bayern zum Verlust der Habitate und zum Erlöschen zahlreicher Populationen (Geyer & Nunner 2013). Im Herbst wird einmal mit Mist gedüngt. Der Mist wird ca. einmal im Jahr mit der Mistgabel zwischen den Felsen verteilt, und es muss wie früher viel von Hand gearbeitet werden. Die Bewirtschaftungsform der Lochalpe (Sennalpe) unterscheidet sich kaum zur früheren Wirtschaftsweise. Daher sind die Wiesen artenreich und bieten dem Apollofalter ein gutes Saugpflanzenangebot. Wenn die Kratzdisteln erst im Herbst geschwendet werden, stehen sie den Schmetterlingen und anderen Blütenbesuchern zur Verfügung. Der Transekt (*Abb. 5*) beginnt bereits am unteren Teil des Fahrweges, um das Saugpflanzenangebot der Streuwiesen neben dem Weg mit einzubeziehen. Danach verläuft der Transekt entlang eines kleinen Wasserlaufes, bis die Fahrstraße erneut gekreuzt wird. Im Anschluß wurde der Teil oberhalb der Fahrstraße mit einbezogen, da dort auch später im Sommer noch genügend Saugpflanzen vorhanden waren, wogegen die Streuwiesen im unteren Teil z. T. einmal im Sommer gemäht werden.

Entlang der Transektlinie wurden die Imaginalsichtungen nicht mit orangen Punkten markiert, da dies aufgrund der vielen Sichtungen und wiederholten Begehungen unübersichtlich wäre. Daher kann die Transektlinie als Fundlinie betrachtet werden. In diesem Bereich wurden bis zu 30 Schmetterlinge pro Begehung dokumentiert (*Abb. 6*). Die wenigen Nachweise von Weibchen könnten darin begründet sein, dass diese meist gut getarnt am Felsen sitzen und dort auf die Männchen warten. Trotzdem ist aus genetischen Gründen bei Schmetterlingen ein Geschlechterverhältnis von ungefähr 1:1 zu erwarten (Graw 2006). Die Männchen hingegen fliegen viel, um geeignete Weibchen zu finden. Daher kann es auch gut möglich sein, dass der ein oder andere Schmetterling mehrfach gesichtet und gezählt wurde. Der Verlauf der Kurve beschreibt die Verteilung wie folgt: Zu Beginn der Zählung gibt es noch recht wenige Männchen, die im stetigen Verlauf der Untersuchung ihren Höhepunkt Ende Juli erreicht. Gegen August nimmt die Population wieder ab. Wie von Geyer & Dolek (2001) beschrieben, führt der

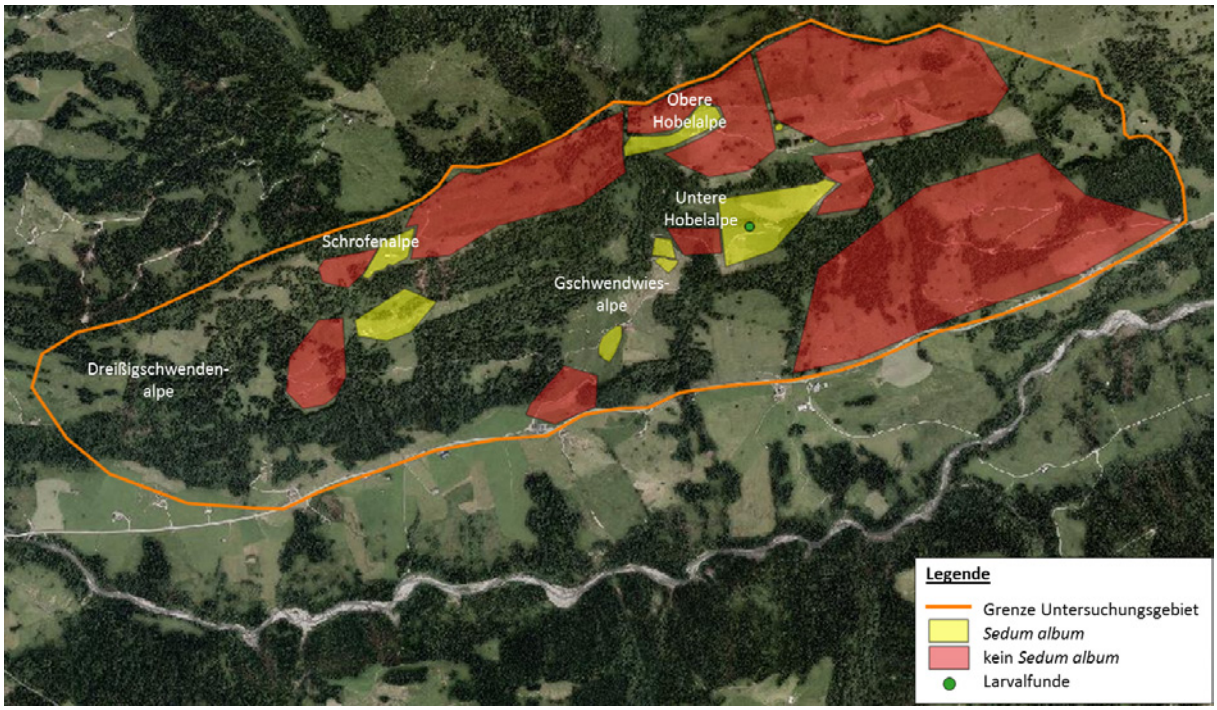

Abb. 7: Untersuchungsergebnisse Balderschwangertal (Kartengrundlage VoGIS - © Land Vorarlberg)

frühere Schlupfzeitpunkt der Männchen (die sog. Protoandrie, also »Vormännlichkeit«) zu einer schnellen und gesicherten Begattung der Weibchen. Die Flugzeit hängt stark von der Höhenstufe und der Witterung ab (Geyer & Nunner 2013). Es ist zu vermuten, dass das kühle und eher regnerische Wetter Anfang Juli den Flugstart der Männchen verzögert hat.

3.2 Balderschwangertal

Wie im Lecknertal wurden im Balderschwangertal potentielle Gebiete per Luftbild analysiert und im Gelände genauer betrachtet. Auch hier ist der westliche bzw. der nicht markierte südliche Teil des Geländeausschnittes aufgrund der fehlenden Felsen nicht relevant für diese Untersuchung. Die Flächen im Westen um die Dreißiggschwendenalpen wurden bisher zusätzlich aufgrund ihrer Exposition vernachlässigt, könnten aber in Folgeuntersuchungen mit einbezogen werden. Die Untersuchung der Bereiche um die Gschwendwiesalpe weist große Lücken auf. Nach einem Gespräch mit dem anwesenden Älpler wurden wir gebeten, die momentan beweideten Flächen auszusparen, um Unruhe beim Vieh zu vermeiden. Dennoch scheinen die wenigen untersuchten Bereiche aussichtsvoll. Das Gebiet Balderschwangertal wirkte zu Beginn der Erhebung äußerst vielversprechend, da die bisherigen Untersuchungen von Adi Geyer auf deutscher Seite im Anschlussgebiet zeigten, dass dort das Apollofalteraufkommen sehr hoch ist. Jedoch weisen die Flächen um die Schönhaldenalpen, welche direkt im Anschluss an die Grenze liegen, weder *Sedum album* noch den Schmetterling auf. Große Teile der Flächen begannen dort bereits zu verbuschen und wiesen nur einen sehr geringen Anteil an Saugpflanzen auf. Die Funde bei den Sipperseggalpen aus den Jahren 1959 und 1964 konnten bisher nicht bestätigt werden. Bei einer Begehung in diesem Gelände wurden zahlreiche Nagelfluhfelsen mit *Sedum album* vorgefunden. Da sich die Untersuchungen dieser Studie allerdings auf die Südhänge konzentrieren, wurde dieser Bereich nicht genauer untersucht.

Das restliche Untersuchungsgebiet konnte mit einer Imagineskartierung komplett abgedeckt werden. Für die Flächen, auf denen Felsen mit entsprechendem Futterpflanzenangebot für die Raupe zu finden sind, konnten bis auf einen einzigen Fund keine Raupen nachgewiesen werden. Der einzige Raupenfund mit 3 Larven im Stadium L4 erfolgte auf einem einzigen Felsen bei der Unteren Hobelalpe. Im Bereich der Unteren und Oberen Hobelalpe konnten darüber hinaus keine weiteren Raupen nachgewiesen werden. Allerdings deuteten Fraßspuren in diesem Bereich auf mögliche weitere Raupen hin. Im restlichen Untersuchungsgebiet waren kaum Fraßspuren zu finden, die einen Hinweis auf Raupenfunde hätten geben können. Dennoch hätten einige der untersuchten Flächen großes Potential für den Apollofalter. Als Beispiel lässt sich die Schrofenalpe anführen. Die Alpfläche wird extensiv von Hand bewirtschaftet, regelmäßig geschwendet, es wird weder mit Gülle gedüngt noch zusätzlicher Mist zwischen den Felsen verteilt, und sie weist einen großen Anteil an Saugpflanzen (hauptsächlich Disteln) auf. Die Beweidung von Anfang Juni bis Mitte September durch ca. 60 Rinder sollte für die Raupen kein Problem darstellen, da sie zu dieser Zeit

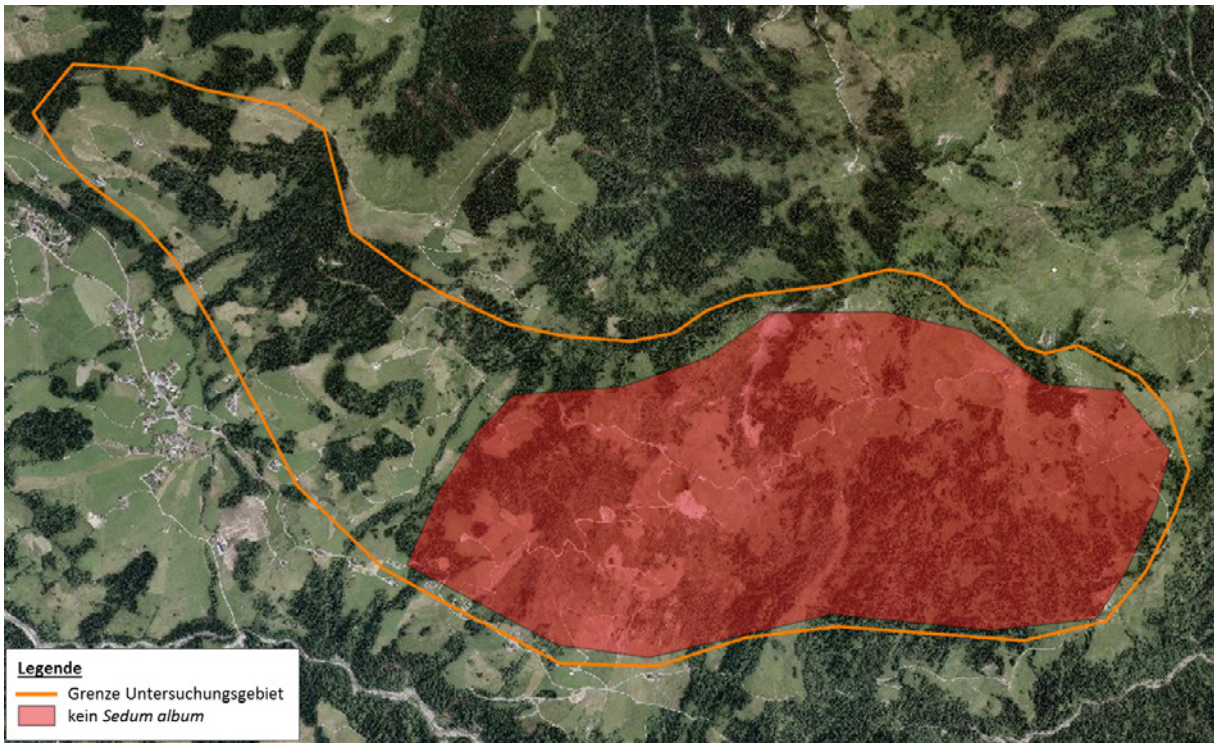

Abb. 8: Untersuchungsergebnisse Sibratsgfäll - Feuerstätter (Kartengrundlage VoGIS - © Land Vorarlberg)

bereits verpuppt sind. Auch sind die Felsen großflächig mit *Sedum album* bewachsen. Hier gilt es besonders zu überlegen, welche Gründe es haben könnte, in solch für den Apollofalter günstigen Gebieten keine Nachweise erbringen zu können. Zudem stellt sich die Frage, ob man auf der Schrofenalpe ein Wiederansiedelungsprojekt starten könnte. Die volle Unterstützung der dortigen Älpler, die mit Begeisterung und großem Interesse das Apolloprojekt verfolgen, wäre vorhanden.

3.3 Sibratsgfäll - Feuerstätter

Luftbildanalyse und Geländebegehungen in der Zeit der Larvalkartierung ergaben, dass sich im gesamten Untersuchungsgebiet keine geeigneten Flächen für den Apollofalter befinden (*Abb. 8*). Auf sämtlichen Felsen wurde kein *Sedum album* nachgewiesen. Falls Felsen bewachsen sind, findet sich auf ihnen hauptsächlich Moos und Thymian. Somit fehlt in diesen Bereichen die Lebensgrundlage für den Apollofalter. Demnach sind keine Folgeuntersuchungen in diesem Gebiet notwendig. Die nicht markierte Fläche wurde vorher per Luftbildanalyse wegen fehlender Felsvorkommen ausgeschlossen.

3.4 Sibratsgfäll - Hochrubach

Das Untersuchungsgebiet Sibratsgfäll - Hochrubach (*Abb. 9*) wurde mit einer Imaginalkartierung abgedeckt. Allerdings konnten weder Imagines gesichtet, noch *Sedum album* auf den Felsen gefunden werden. Die Alpen liegen hier auf ungefähr 1500 m und damit im Vergleich zu den anderen Untersuchungsgebieten etwas höher. Zusätzlich wirkt die Fläche eher wie ein Hochplateau als ein gut exponierter Südhang. Im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes, im Bereich der Vorderhochrubachalpe, gibt es insgesamt viele potentiell geeignete Felsen. Die Felsen sind v. a. von Moos, Thymian und Frauenmantel überwachsen und weisen kein *Sedum album* auf. Zusätzlich finden sich im Gebiet mit Lägerfluren und abgeweideten Stellen typische Merkmale für die Weidewirtschaft. Richtung Hinterhochrubachalpe liegen die Felsen selten auf rein sonnenexponierten Stellen und werden von Bäumen beschattet. Obwohl die Flächen artenreich sind, kommen nur wenige Disteln vor. Im Osten des Untersuchungsgebietes sind die Flächen von Schutt und Lockermaterial geprägt und werden teilweise von steilen Felswänden durchzogen. Die nichtmarkierte Fläche im Süden des Untersuchungsgebietes wurde nicht begangen. Wir vermuten aber, dass der weglose, nordwestlich ausgerichtete Hang mit seinen entweder stark verbuschten Flächen und den vielen Geröllflächen eher kein *Sedum album* aufweist.

3.5 Potentiell beeinträchtigende Faktoren

Insgesamt wurden im Zuge dieser Ersterhebung im Lecknertal und Balderschwangertal 472 Felsen kartiert. Auf 435 Felsen wurde die für die Raupen des Apollofalters lebenswichtige Futterpflanze *Sedum album* gefunden. Die genauere Auswertung aller Felsen mit *Sedum album* ist in *Abb. 10* dargestellt: Bei 340 Felsen (≙ 78,2 %) wurde nur *Sedum album* gefunden (ohne

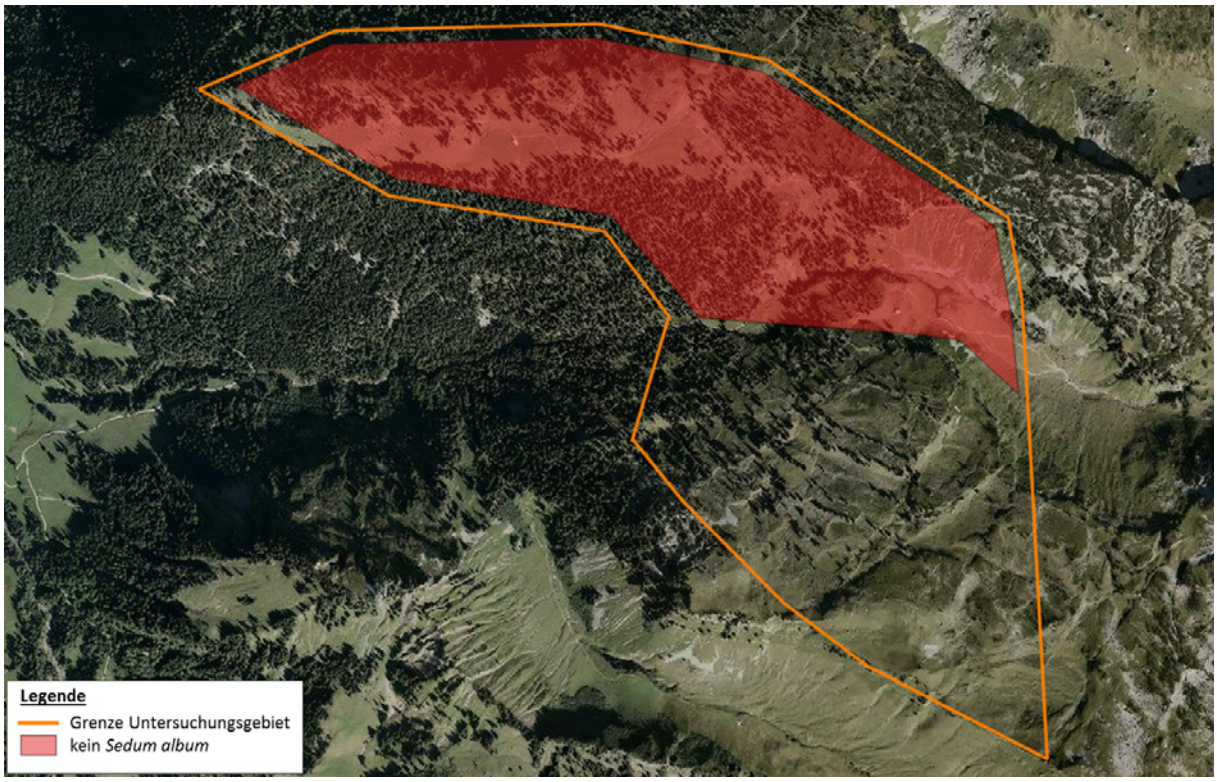

Abb. 9: Untersuchungsergebnisse Sibratsgfäll - Hochrubach (Kartengrundlage VoGIS - © Land Vorarlberg)

Raupen oder deren Fraßspuren). Die Flächen mit diesen Felsen sind in den *Abb. 3, 4 und 6* gelb dargestellt. Auf 67 Felsen (≙ 15,4 %) wurden nur Fraßspuren gefunden (ohne Raupennachweis). Auf lediglich 28 Felsen (≙ 6,4 %) wurden lebende Raupen gesichtet. Diese Sichtungen sind in den *Abb. 3, 4 und 6* als grüne Punkte dargestellt.

Insgesamt können die Raupen also auf nur 95 Felsen (≙ 21,8 % der Felsen mit *Sedum album*) indirekt durch die charakteristischen Fraßspuren (auf 67 Felsen, ≙ 70,5 % der Fälle) bzw. direkt durch Sichtung lebender Raupen (auf 28 Felsen, ≙ 29,5 % der Fälle) nachgewiesen werden. Sofern keine Raupen übersehen wurden, und das Fehlen von Raupen bei Anwesenheit von charakteristischen Fraßspuren als »Raupe gestorben« gewertet wird, könnte man eine hohe Sterblichkeit der Apollofalter-Raupen annehmen. Im Lecknertal wurde im Zuge der Larvalkartierung beobachtet, wie Ameisen eine Raupe innerhalb von wenigen Minuten töteten (*Abb. 11*). Auch fanden sich auf einigen mit Ameisen besetzten Felsen Fraßspuren an den Futterpflanzen – die Raupen waren jedoch unauffindbar. Dasselbe konnte im Allgäuer Teil des Naturparks festgestellt werden (A. Geyer, pers. Mitteilung). Diese Beobachtungen führten zur Hypothese, dass die Ameisen einen Mortalitätsfaktor für die Raupen des Apollofalters darstellen können. Ihr wurde die Gegenhypothese (Raupen überleben, trotz der Anwesenheit von Ameisen) gegenüber gestellt. Um Hypothese und Gegenhypothese zu testen, wurden für sämtliche im Lecknertal und im Balderschwangertal untersuchten Felsen die Daten zusammengefasst. Felsen mit Futterpflanzen, welche Fraßspuren aufweisen, auf denen jedoch nicht wie üblich die dazugehörige Raupe gefunden wurde, wurden als »Raupen sterben« gewertet. Felsen mit Futterpflanzen und Raupenfund wurden als »Raupen überleben« gewertet.

Wie in *Abb. 11* dargestellt, fehlen auf 29,9 % der Felsen mit Ameisen (n = 20) die Raupen - folglich fehlen auf 70,1 % der Felsen die Raupen, ohne dass Ameisen anwesend sind (n = 47). Das Ergebnis des Tests der Gegenhypothese ist ein wenig deutlicher: auf nur 17,9 % der Felsen mit Ameisen (n = 5) wurden Raupen gefunden – folglich finden wir in 82,1 % der Fälle Raupen auf ameisenfreien Felsen (n = 23). Der Umstand, dass sich Hypothese und Gegenhypothese wiedersprechen, deutet darauf hin, dass neben den Ameisen weitere Faktoren für das Sterben der Raupen verantwortlich sein müssen. Schwarz (2013) nennt mehrere mögliche Erklärungen für das Fehlen von Raupen trotz Vorhandensein der

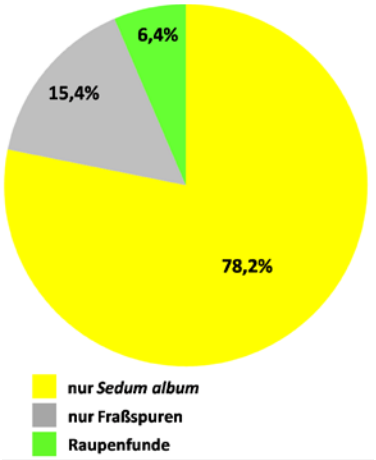

Abb. 10: Auswertung der Felskartierung

Untersuchungsgebiet	Gebietsbeschreibung	Fundorte	Kartiermethode	Anzahl der Funde	
				Raupen	Imagines
Lecknertal	• kleinräumige potentielle Larvalhabitate für den Apollofalter mit ausreichend *Sedum album* • auf Nagelfluhfelsen • z.T. sehr hohes Felsaufkommen (Felssturzgelände) • Funde zwischen 1000 - 1300 Hm	östl. Streichbrunnenalpen	Larval-/ Imaginalkartierung	2	2 ♂
		nördl./südl. Ohlisgschwendalpe	Larval-/ Imaginalkartierung	4	2 ♂
		östl. Lochalpe (Transekt)	Larval-/ Imaginalkartierung	17	max. 30
		nördl./nordöstl. Vorderschneidenbachalpe	Larvalkartierung	2	-
		nordwestl. Hinterschneidenbachalpe	Larvalkartierung	3	-
		nordöstl. Urschlabodenalpe	Larvalkartierung	1	-
		nordwestl. Schwarzenbergerplattenalpe	Larvalkartierung	1	-
Balderschwangertal	• kleinräumige potentielle Larvalhabitate für den Apollofalter mit ausreichend *Sedum album* • auf Nagelfluhfelsen • wenig Funde, dennoch Gebiete mit großem Potential	nördl. Untere Hobelalpe	Larvalkartierung	3	-
Sibratsgfäll, Feuerstätter	im gesamten Untersuchungsgebiet keine Vorkommen von *Sedum album*	keine Fundorte	Larvalkartierung	0	-
Sibratsgfäll, Hochrubach	im gesamten Untersuchungsgebiet keine Vorkommen von *Sedum album*	keine Fundorte	Imaginalkartierung	-	0

Tab. 1: Übersicht aller Untersuchungsergebnisse

charakteristischen Fraßspuren: Raupen verstecken sich oder wandern auf andere Felsen; Raupen sterben durch verschiedene Prädatoren oder Betritt durch Weidetiere; ungünstige Witterung. Ameisen sind für ihre räuberische Lebensweise allgemein bekannt. Die Warnflecken der Raupen dürften eher bei sich optisch orientierenden Räubern, wie zum Beispiel Vögeln, nützlich sein und stellen bei Ameisen vermutlich keinen Schutz dar. Folglich können Ameisen neben weiteren noch zu identifizierenden Faktoren eine Rolle bei der Sterblichkeit von Apollofalter-Raupen spielen.

Während der Ersterhebung wurde beobachtet, dass Kühe zwar die Pflanzen zwischen den Felsen abweiden, dabei aber einige der bevorzugten Saugpflanzen des Apollofalters verschmähen (Kratzdisteln, Dost, etc.). Ziegen halten sich mit Vorliebe auf den Felsen auf (*Abb 12*). Auf der Lochalpe wurde von den Älplern beobachtet, dass Ziegen sogar die für den Apollofalter wertvollen Disteln fressen und einzelne Felsen am Ende des Alpsommers kahl sind. Damit kann der Apollofalter durch eine intensive und zeitlich nicht

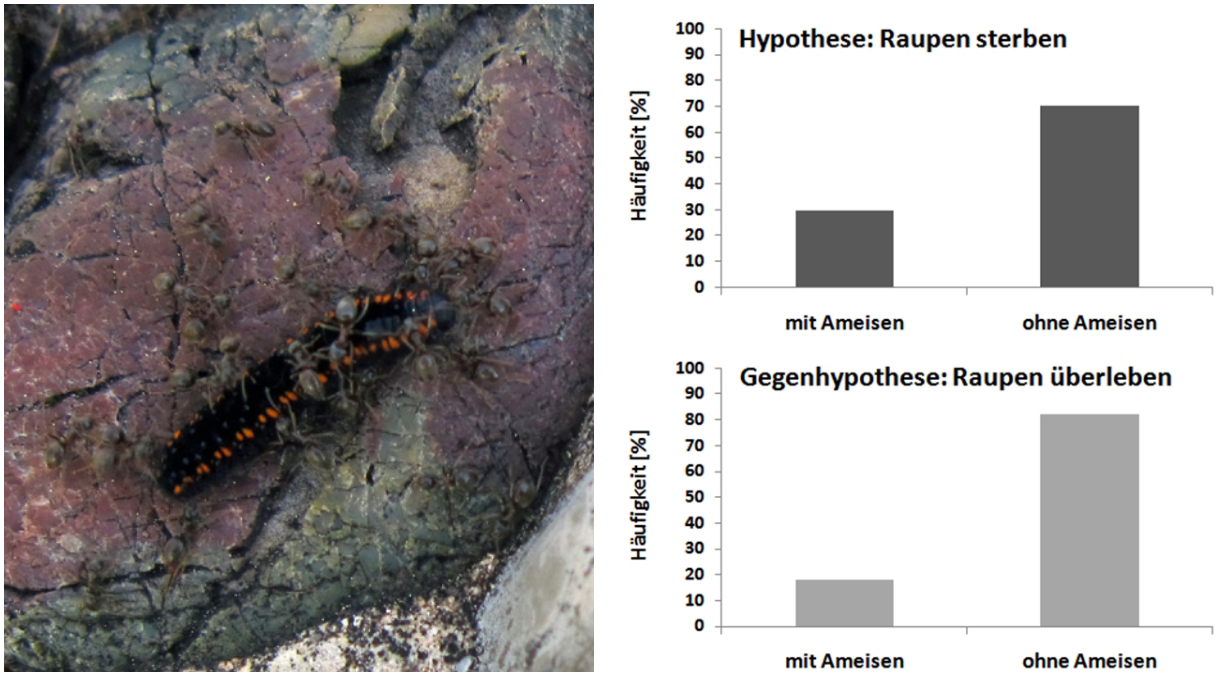

Abb. 11: Auswirkung von Ameisen auf die Sterblichkeit der Raupen des Apollofalters

Abb. 12: Ziege auf mit *Sedum album* bewachsenem Felsen

abgestimmte Ziegenhaltung beeinträchtigt werden. Durch Betritt und Fraß werden die Felsen nahezu vegetationsfrei, was im Altmühltal unter kontrollierten Bedingungen zur Habitatssicherung eingesetzt wird (Geyer & Dolek 2001). So könnten bei gezielter Beweidung mit Ziegen im Frühjahr der Verbuschung/ Verwaldung von geeigneten Felsen entgegengewirkt werden. Gleichzeitig würde dies für den Landwirt eine Arbeitserleichterung darstellen. Besonders wertvolle Felsen könnten durch Zäune vor Betritt/ Fraß durch die Ziegen geschützt werden. Im Zeitraum von 1951 bis 1991 verringerte sich die Sömmerung von Ziegen im Bregenzerwald um ca. 60 %. Die Ziegenhaltung wird aber für die Bauern wieder attraktiver, weshalb die Tiere zur Käse- und Fleischproduktion mit auf die Alpen genommen werden. Forstleute sehen die Ziegenhaltung wegen der Verbiss-Schäden an Jungholz nicht gerne (pers. Mitteilung der Älpler; Berchtel 1990). Zusammengefasst kann gesagt werden, dass sich Ziegen positiv und negativ auf die Bestände des Apollofalters auswirken können.

Die Erschließung der Alpen durch Wegebau ist eine Voraussetzung für die Weiterführung der Berglandwirtschaft. Eine gute Erreichbarkeit ist in der heutigen Zeit notwendig, damit Bewirtschafter und Veterinäre die Alpen leicht erreichen können. Andererseits führt der Wegebau direkt zu Naturschäden. Indirekt bringt er den Nachteil mit sich, dass manche Flächen durch die Erschließung nicht mehr traditionell gepflegt werden. Viele Landwirte fahren nur noch zum Melken oder zur kurzen Kontrolle der Tiere zur Alpe und investieren nur mehr wenig Zeit für das notwendige Schwenden und gezielte Düngen (pers. Mitteilung der Älpler; Berchtel 1990). Nach unserem ersten Eindruck könnte die neue Technik der Gülleausbringung sowohl Chancen, als auch Gefahren bringen: Die Verwendung von Güllewerfern kann dazu führen, dass schwer erreichbare und bisher nicht gedüngte Stellen mit Gülle versorgt werden, andererseits wird der Boden mechanisch geschont und bei gezielter Gülleausbringung, die diese Technik ermöglicht, könnten wertvolle Felsen und Bereiche mit Blumen ausgespart werden.

Angesichts der zum Teil geringen Individuenzahlen in den untersuchten Gebieten ist es für die Planung und spätere Umsetzung von notwendigen Pflegemaßnahmen entscheidend, möglichst viele der beeinträchtigenden Faktoren zu identifizieren und richtig einzuschätzen. Nach Geyer & Dolek (2001) sind die Mortalitätsraten der ersten Larvalstadien bei fehlender Wärme erhöht. Wichtig wäre eine genaue statistische Auswertung von Datensätzen, die über mehrere Jahre reichen. Dadurch könnte die Auswirkung der Bewirtschaftungsart auf Bewuchs der Felsen und Ameisen, sowie von Witterungseinflüsse (insbesondere späte Kälteeinbrüche mit Schnee) erfasst werden.

3.6 Ausblick und nächste Schritte

Für die Einschätzung der Gefährdung einer Population spielen mehrere Parameter eine große Rolle: Populationsgröße, Reproduktion, Mortalität, Populations-Wachstumsraten, Migration, Biotopansprüche und die Qualität des Lebensraumes. Für Metapopulationen können Isolationsfaktoren eine Gefahr darstellen, weshalb es wichtig ist, die Austauschraten zwischen den Teilpopulationen (im vorliegenden Fall u.a. begrenzt durch die Entfernung der Larvalhabitate) sowie die Besetzung der Habitate zu bestimmen (Henle et al. 1999). Zum Schutz empfehlen sich in der Praxis nach Geyer & Nunner (2013) Maßnahmenpakete bestehend aus 1) der Erhaltung und Optimierung der Larval- und Nektarhabitate und 2) der Verbesserung des Habitatverbundes. Ersteres wird durch eine Kombination aus Entbuschung von eingewachsenen Felsen, gezieltes Fällen von beschattenden Bäumen, sowie eine extensive und zeitlich angepasste Beweidung der Felsstandorte und der Magerrasen in Teilen Bayerns erfolgreich umgesetzt. Durch Verbrennen des bei der Entbuschung anfallenden Materials vor Ort wird kurzfristig Distelbewuchs als geeignete Saugpflanzen gefördert (Geyer & Dolek, 2001). In den untersuchten Gebieten konnten wir nur für die Lochalpe im Lecknertal (Transekt) größere Individuenzahlen nachweisen. Um die Stabilität dieses Vorkommens zu untersuchen, wären weitere Transektbegehungen in den Folgejahren notwendig. Ansonsten gibt es im Balderschwangertal und

im Lecknertal weit verstreute Einzelfunde, die durch größere Flächen, die kein Habitat darstellen, getrennt sind. Allerdings stellen die Daten einer Ersterhebung keine ausreichende Basis für eine detaillierte Einschätzung dar, weshalb diese beiden Südhänge weiter untersucht werden sollten. Aufgrund der gewählten Methode, nach einem Raupenfund bereits die nächste Fläche zu untersuchen, sollten Einzelfunde im nächsten Jahr detaillierter auf etwaige vorhandene Vorkommen untersucht und die noch wenigen nicht kartierten Bereiche zusätzlich für eine vollständige Gebietsabdeckung erfasst werden. Durch die Begehung mehrerer Transekte in unterschiedlichen Gebieten mit Larvalfunden könnte auch die Auswirkung von Bewirtschaftungsänderungen und Pflegemaßnahmen in den Folgejahren auf die Apollofalter-Population grenzüberschreitend erfasst werden. Auch der Kontakt zu den Älplern muss weiter ausgebaut werden, um ein Bewusstsein für den Apollofalter und die Besonderheit seines Vorkommens auf den traditionell bewirtschafteten Alpflächen zu schaffen. Die Ideen, wie dies geschehen könnte, lieferten die Älpler selbst:

- mehr Aufklärung über die Lebensweise und den Lebensraum des Apollofalters (v.a. auch die Beziehungen des Schmetterlings zu den Alpflächen hervorheben)
- Aufklärung in Form von Infofoldern, persönlichen Gesprächen oder Exkursionen
- Austausch untereinander (Älpler – Naturpark)
- Medienarbeit, um Präsenz zu schaffen
- die Flächen, auf denen der Apollofalter vorkommt, durch ein Hinweisschild kennzeichnen und so auch Wanderer über die Besonderheit auf der Alpe aufklären

Das letzte Wort überlassen wir Michael Stadelmann von der Schrofenalpe: »Lieber Apollo, lande doch auch mal im Schrofen!« – gute Aussichten, auch für zukünftige Untersuchungen.

4 Danksagung

Folgenden Institutionen und Personen möchten wir herzlich danken: Der inatura Erlebnis Naturschau GmbH in Dornbirn für den Auftrag und die finanzielle Unterstützung der Untersuchung; Rolf Eberhardt und Carina Niedermair vom Naturpark Nagelfluhkette für das Vertrauen und die wertvolle Rückmeldung zum Manuskriptentwurf; unserem Schmetterlingsexperten und Mentor Adi Geyer für die Vermittlung der nötigen Fachkenntnisse und die fruchtbare Zusammenarbeit; Agnes Steininger für die Bereitstellung der Schmetterlingsnetze; Dominik Bartenstein für die professionelle Lösung von Informatikproblemen; Florian Herzog für die wertvollen Hinweise zur Datenauswertung; Daniel Amann und Walpurga Beer für die Korrektur des englischen Abstracts; Klaus Schwarz und der Güterwegsgenossenschaft Lecknertal für die Fahrgenehmigung; allen Älplerinnen und Älplern für die Gastfreundschaft und fachliche Hilfsbereitschaft.

5 Literatur

Aichele, D. & Schwegler H.-W. (2000): Die Blütenpflanzen Mitteleuropas. – 2. Auflage: S. 324; Stuttgart (Franckh-Kosmos-Verlag).

Aistleitner, E. (1998): Die Schmetterlinge Vorarlbergs. Band 1: Gebietsbeschreibung, Tagfalter, Spinner und Schwärmer (Lepidoptera, Diurna, Bombyces et Sphinges sensu classico). – Vorarlberger Naturschau - forschen und entdecken, 5: 7-377.

Berchtel, R. (1990): Alpwirtschaft im Bregenzerwald. – Innsbrucker Geographische Studien, 18: 155 S.

Bräu, M., Bolz, R., Kolbeck, H., Nunner, A., Voith, J. & Wolf, W. (2013): Tagfalter in Bayern. – 784 S.; Stuttgart (Eugen Ulmer).

Dolek, M. & Geyer, A. (2005): *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758) - Apollofalter. – in: Doerpinghaus, A., Eichen, C., Gunnermann, H., Leopold, P., Neukirchen, M., Petermann, J. & Schröder, E. (Bearb.): Methoden zur Erfassung von Arten der Anhänge IV und V der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Naturschutz und Biologische Vielfalt, 20: 188-195; Bonn-Bad Godesberg (BfN).

Ebert, A. & Bauer, E. (2000): Naturschutzrecht. Bundesnaturschutzgesetz, FFH-Richtlinie, Washingtoner Artenschutzübereinkommen, EG-Artenschutzverordnung, Bundesartenschutzverordnung. – 8. neubearbeitete Auflage. München (Deutscher Taschenbuch Verlag).

Ebert, G. (Hrsg.) (1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 1 Tagfalter I. – 552 S.; Stuttgart (Eugen Ulmer).

Flachsmann, A. (1977): Völkerrechtlicher Schutz gefährdeter Tiere und Pflanzen vor übermässiger Ausbeutung durch den internationalen Handel. (Das Washingtoner Artenschutzabkommen von 1973). – 147 S.; Zürich (Schulthess).

Geyer, A. & Dolek, M. (1995): Ökologie und Schutz des Apollofalters (*Parnassius apollo*) in der Frankenalb. – Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie, 10(1-6): 333-336.

Geyer, A. & Dolek, M. (1999): Erfolgskontrolle an einer Population des Apollofalters in der Frankenalb. – Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 150: 193-202.

Geyer, A. & Dolek, M. (2001): Das Artenhilfsprogramm für den Apollofalter, *Parnassius apollo* in Bayern. – Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 156: 301-319.

Geyer, A. & Nunner, A. (2013): Apollo. *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758). – in: Bräu, M., Bolz, R., Kolbeck, H., Nunner, A., Voith, J. & Wolf, W. (Hrsg.): Tagfalter in Bayern. – 125-128; Stuttgart (Eugen Ulmer).

Graw, J. (2006): Genetik. – 4. Auflage; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).

Henle, K., Vogel, B., Köhler, G. & Settele, J. (1999): Erfassung und Analyse von Populationsparametern bei Tieren. – In: Amler, K., Bahl, A., Henle, K., Kaule, G., Poschlod, P. & Settele J. (Hrsg.): Populationsbiologie in der Naturschutzpraxis. Isolation, Flächenbedarf und Biotopansprüche von Pflanzen und Tieren. 94-112; Stuttgart (Eugen Ulmer).

Huemer, P. (2001): Rote Liste gefährdeter Schmetterlinge Vorarlbergs. – Rote Listen Vorarlbergs, 1: 112 S. & 1 CD-ROM, Dornbirn (Vorarlberger Naturschau).

Muheim, F. (1934): Subalpine Molassezone im östlichen Vorarlberg. – Eclogae Geologicae Helvetiae, 27: 281-296.

Seijmonsbergen, A. C., Woning, M. P., Verhoef, P. N. W. & de Graaff, L. W. S. (2005): The failure mechanism of a Late Glacial Sturzstrom in the Subalpine Molasse (Leckner Valley, Vorarlberg, Austria). – Geomorphology, 66: 277-286.

Schwarz, C. (2013): Der Apollofalter (*Parnassius apollo*) und seine Verteilung auf unterschiedlich genutzten Alpen im Naturpark Nagelfluhkette. – unveröff. Masterarbeit, Institut für Experimentelle Ökologie, Universität Ulm.

Voith, J., Bräu, M., Dolek, M., Nunner, A. & Wolf, W. (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera) Bayerns. – Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU).