

Wiederentdeckung der eunivalen Schmetterlingsart *Psodos wehrlii* in Südtirol nach 86 Jahren (Lepidoptera: Geometridae)*

ROBERT TRUSCH, NORBERT PÖLL, MICHAEL FALKENBERG, MARTIN SAUTER,
FRANZ PÜHRINGER, BERND MÜLLER, THOMAS J. MÜLLER, HANS-UELI GRUNDER,
AXEL HAUSMANN & GERHARD TARMANN

*Zur Erinnerung an den Wiener Lepidopterologen und Alpinisten RUDOLF KITSCHOLT, den Verfasser der Schmetterlingsfauna Südtirols.

Kurzfassung

Der alpine tagaktive Falter *Psodos wehrlii* VORBRÖDT, 1918 („Wehrli's Gletscherspanner“) galt seit 1935 in seinem östlichen Teilareal als verschollen. Nach jahrzehntelangen vergeblichen Nachsuchen konnte die Art 2021 im Nationalpark Stilfserjoch nach 86 Jahren wiedergefunden werden. Ihre Wiederentdeckung ist insofern erstaunlich, als mit der Erderwärmung und dem Rückgang von mehr als der Hälfte der Alpengletscher seit 1850 die Befürchtung bestand, dass diese Tierart in Südtirol bereits verschwunden sein könnte. In der Arbeit wird über die Wiederentdeckung der Art berichtet, die beobachtete Begleitfauna der Schmetterlinge vorgestellt, das vermutliche Habitat von *P. wehrlii* in der Ortler-Gruppe beschrieben und auch die Geologie und die in über 3.200 m ü.NN vorhandene Vegetation näher betrachtet. Alle historischen und aktuellen Belege von *P. wehrlii* aus der Ortler-Gruppe werden in dieser Arbeit dokumentiert und der DNA-Barcode mit dem eines Falters des westlichen Teilareals verglichen.

Abstract

Rediscovery of the eunival moth species *Psodos wehrlii* in South Tyrol after 86 years (Lepidoptera: Geometridae)

The alpine diurnal moth *Psodos wehrlii* VORBRÖDT, 1918 was considered lost in its eastern sub-area since 1935. After decades of unsuccessful searches, the species was rediscovered in 2021 in the Stilfserjoch National Park 86 years later. Its rediscovery is astonishing in that, with global warming and the retreat of more than half of the Alpine glaciers since 1850, there were fears that this species might already have disappeared in South Tyrol. The paper reports on the rediscovery of the species, presents the accompanying Lepidoptera fauna we observed, describes the presumed habitat of *P. wehrlii* in the Ortler group, and also takes a closer look at the geology and vegetation present at over 3,200 m above sea level. All historical and current specimens of *P. wehrlii* from the Ortler group are documented in this work and their DNA barcode is compared with that of a specimen from the western sub-area.

Autoren

Dr. ROBERT TRUSCH & MICHAEL FALKENBERG, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, D-76133 Karlsruhe, E-Mail: trusch@smnk.de
NORBERT PÖLL, Dürrenbachweg 4, A-4820 Bad Ischl
MARTIN SAUTER, Universität Hohenheim, Chemische Ökologie, Garbenstr. 30b, D-70599 Stuttgart
Dr. FRANZ PÜHRINGER, Häusern 4, A-4817 St. Konrad
Dr. BERND MÜLLER, Weißdornallee 13, D-13158 Berlin
THOMAS J. MÜLLER, Ziegelberg 20, D-89155 Erbach
HANS-UELI GRUNDER, Craistas 10, CH-7536 Sta. Maria Val Müstair
Dr. AXEL HAUSMANN, Staatliche Naturwissenschaftliche Sammlungen Bayerns, Zoologische Staatssammlung München, Münchhausenstr. 21, D-81247 München
Prof. Dr. GERHARD TARMANN, Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Sammlungs- und Forschungszentrum, Naturwissenschaftliche Sammlungen, Krajnc-Straße 1, A-6060 Hall in Tirol

Inhalt

1	Einleitung	37
2	Material und Methode	42
3	Ergebnisse	44
3.1	Untersuchungen 2021 und Wiederfund von <i>P. wehrlii</i>	44
3.2	Untersuchungszeitraum 2022	49
3.3	Begleitfauna Lepidoptera	50
3.4	Habitat von <i>P. wehrlii</i> in der Ortler-Gruppe	52
3.5	DNA-Barcoding	55
4	Diskussion	55
5	Ausblick	59
	Dank	60
	Literatur	61

1 Einleitung

Die Gattung *Psodos* TREITSCHKE 1825 aus der Unterfamilie Ennominae (Geometridae) umfasst weltweit 15 Arten, die hauptsächlich in Europa



Abbildung 1. Das einzige bisher bekannte Gebiet eines Vorkommens von *Psodos wehrlii* in der Ortler-Gruppe liegt in der Bildmitte an der von hier aus abgewandten Südseite der Hinteren Schöntaufspitze. Sehr schön ist aus dieser Perspektive die Lage oberhalb der Gletscher zu sehen; der Blick erfolgt hier von Norden, d. h. von 3.400 m von unterhalb der Vertainspitze. – Foto: R. TRUSCH.

verbreitet sind. Nur drei Arten kommen in Asien vor, eine davon exklusiv (*P. sajana* WEHRLI, 1919). In den Alpen hat die Gattung eine besonders starke Radiation durchlaufen, hier kommen elf der 14 europäischen Arten vor. Wehrlis Gletscherspanner *P. wehrlii* VORBRODT, 1918 ist hier von die einzige Schmetterlingsart, welche ausschließlich über der Schneegrenze lebt und dort ihre gesamte Entwicklung vollzieht. Ihr Areal beschränkt sich nach aktuellem Wissensstand auf zwei isolierte Teilgebiete in den Schweizer und Italienischen Alpen, die Gipfel um Zermatt sowie die Ortler-Gruppe. Ob auch höchste Gipfel zwischen diesen beiden bekannten Vorkommen oder darüber hinaus von der Art besiedelt sind, ist bis heute unklar. Die Erforschung der Hochalpen beschränkt sich nach wie vor auf wenige, gut erreichbare Gipfelregionen.

Während *P. wehrlii* seit ihrer Entdeckung für die Wissenschaft im Jahr 1918 durch den Basler Augenarzt EUGEN WEHRLI (17. 3. 1871 – 24. 6. 1958) bis heute, wenn auch nicht in jedem Jahr, im Gebiet um Zermatt immer wieder gefunden wird (z. B. SCHMID 2022), beschränkten sich die Nachweise in der Ortler-Gruppe auf die beiden Jahre 1914 und 1935. Der Erstfund durch KITSCHELT erfolgte bereits vier Jahre vor der Urbeschreibung durch VORBRODT (1918) am 1. August 1914. Er gilt, neben *Colostygia kitschelti* REBEL, 1934 aus der Adamellogruppe, als eine der beiden bedeutendsten Entdeckungen RUDOLF KITSCHELTS (REISSER 1936). FLAMIGNI et al. (2016) liefern für das italienische Vorkommen von *P. wehrlii* keine neuen Informationen und beschränken sich auf die Wiederholung bekannter Fakten. Die aktuellste Zusammenfassung des Wissensstands zu



Abbildung 2. Schuttkegel der Hinteren Schöntaufspitze von Süden. Er ähnelt vom Gesamteindruck her dem *locus typicus* der Art am Mettelhorn. – Foto: M. FALKENBERG.

Psodos insgesamt erfolgte durch MÜLLER et al. (2019).

Dieser Aufsatz soll an den Wiener Alpinisten und Lepidopterologen RUDOLF KITSCHOLT (14. 12. 1868 – 21. 1. 1936) erinnern, der eine „mit außerordentlicher Genauigkeit gearbeitete“ (REISSER 1936) Groß-Schmetterlingsfauna von Südtirol 1925 im Selbstverlag veröffentlichte. Niemand kannte damals Südtirol hinsichtlich seiner Schmetterlinge besser, die Fauna stellt sein Lebenswerk dar. Das Werk behandelt ein Gebiet der Zentralalpen, in dem sich „auf verhältnismäßig geringen horizontalen Entfernungen Höhenunterschiede von mehr als 3.000 m [befinden und] ... ein einigermaßen rüstiger Fußgänger im Abstiege einen solchen innerhalb eines Tages überwinden kann“ (KITSCHOLT 1925: V). Gerade letzter Satz lässt uns heute ermessen, unter welchem hohem körperlichem Einsatz vor dem Bau von Berg-

bahnen und Liften die Erforschung der Schmetterlingsfauna in den Alpen vor sich ging. „Als begeisterter Hochalpinist war er von einer nahezu unvorstellbaren körperlichen Leistungsfähigkeit und von unglaublicher persönlicher Bedürfnislosigkeit“ (REISSER 1936). RUDOLF KITSCHOLT ist auch der eigentliche Entdecker der hier behandelten Art, s.o., die zweite und für lange Zeit letzte Beobachtung für das Ortler-Gebiet gelang ihm im Juli 1935. Mit beiden Ereignissen verbindet sich für KITSCHOLT eine persönliche Tragik. Er erkannte, als er die Falter 1914 gelegentlich einer „größeren Bergfahrt in der Ortlergruppe in einer Seehöhe von 3.200 m und darüber“ beobachtete, dass die Tiere sich in ihrer Lebensweise von den ihm gut bekannten anderen Arten der Gattung *Psodos* unterscheiden. „Da das Gebiet zu einer Falterjagd wenig geeignet war“ (KITSCHOLT 1935), beschränkte er sich damals auf die Mitnahme eines einzigen Falters, bei einer späteren Reise wollte

er weitere Exemplare sammeln. Dies verhinderte jedoch der Ausbruch des ersten Weltkrieges.

Jenes 1914 gesammelte Exemplar, es ist in der Sammlung des Naturhistorischen Museums Wien (NHMW) erhalten (Abb. 10 a), erwies sich laut dem Entdecker bei der Präparation als „ein schon stärker abgeflogenes Männchen“, dessen „Flügel kaum mehr eine Zeichnung erkennen ließen“ (KITSCHELT 1935). Daher erschien ihm eine Determination oder gar eine Urbeschreibung zum damaligen Zeitpunkt nicht möglich. Aus heutiger Sicht ist dieses Belegtier recht gut erhalten. Dass die Art im Ortler-Gebiet so eintönig gezeichnet ist, konnte KITSCHELT mangels Vergleichsmaterial damals noch nicht wissen. Als dann VORBRODT (1918) *P. wehrlii* ohne Abbildung aus der Schweiz beschrieb, vermutete KITSCHELT nach der Art des Vorkommens, dass es sich bei seiner Entdeckung in der Ortler-Gruppe um dieselbe Art handeln würde.

Durch den Beginn des Ersten Weltkriegs am 28. Juli 1914 und die baldigen Kriegshandlungen unmittelbar im Entdeckungsgebiet in der Ortler-Gruppe, gefolgt von einer mehrjährigen Schließung der Grenze zwischen Nord- und Südtirol nach Kriegsende, war KITSCHELT die Möglichkeit weiterer Nachsuchen lange verwehrt: „Ab dem 23. Mai 1915 verliefen die Kriegsfronten nicht mehr nur im Tal. Italien erklärte an diesem Tag Österreich-Ungarn den Krieg. Wo im Jahr zuvor noch Touristen ihre Sommerfrische verbracht hatten, war plötzlich ein Kriegsschauplatz, aus Wanderwegen waren Schützengräben geworden. Der Krieg hatte nun auch die abgelegensten Regionen der Alpen erfasst“ (GEIGER 2015).

RUDOLF KITSCHELT war wahrscheinlich erst ab 1934 wieder in Südtirol auf Exkursion (REBEL 1934). Im Sommer 1935 konnte er in der „Ortler-Gebirgsgruppe“ dann nochmals eine kleine



Abbildung 3. Fundbereich und Fundstelle (Pfeil) im Jahr 2021 von *Psodos wehrlii* mit Firnfeldern am Süd-Südost-Hang der Hinteren Schönau Spitze. – Foto: R. TRUSCH.



Abbildung 4. Vorjährige Fundstelle (Pfeil) von *Psodos wehrlii* im Trockenheitsjahr 2022. – Foto: R. TRUSCH.

Anzahl frischer Falter „seiner“ Art erbeuten. Die Tiere waren durch ihn nun unzweifelhaft als *P. wehrlii* zu bestimmen. Im Ergebnis formulierte KITSCHOLT (1935: 82): „Die Art stellt also einen in der Literatur noch nicht verzeichneten Zuwachs zu meiner Zusammenstellung der bisher in dem ehemaligen Gebiete von Südtirol beobachteten Großschmetterlinge dar“. Kurz nach dieser Veröffentlichung verstarb KITSCHOLT am 21. Januar 1936 überraschend mit 67 Jahren nach vierwöchiger Krankheit an einem Nierenleiden (REISSER 1936). Seine Wiederentdeckung von *P. wehrlii* nach über zwei Jahrzehnten des unfreiwilligen Wartens war da noch kein halbes Jahr her!

Nach dem Zweiten Weltkrieg hat es etliche erfolglose Nachsuchen von Museumskollegen und Lepidopterologen gegeben. Eine handschriftliche Notiz im Sinne eines Nachtrags zur Gattung *Psodos* im persönlichen Exemplar seiner Schmetterlingsfauna Südtirols (KITSCHOLT 1925),

vermutlich von dem Wiener Lepidopterologen HANS KAUTZ (5. 6. 1870 – 28. 10. 1954), machte diese gezielten Suchen nach *P. wehrlii* im Ortlergebiet überhaupt erst möglich. Diese Angabe lautet „N-Seite der Schöntaufenerspitze“. Das Exemplar des Buches ging an den Innsbrucker Lepidopterologen KARL BURMANN (31.12.1908 – 26. 3. 1995) über und gelangte später an das Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum (TLMF), heute Sammlungs- und Forschungszentrum in Hall in Tirol, und wurde EDV-erfasst. Inzwischen ist das Buch dort zwar verschollen, die Information blieb jedoch durch die Datenbank überliefert.

Damit war klar, dass *P. wehrlii* nicht um den Gipfel des 3.905 m hohen Ortler zu suchen ist, wie es die Publikation KITSCHOLTS (1935) und seine Fundortetiketten (Abb. 10) auf den ersten Blick vermuten lassen, sondern im Gebiet der etwas niedrigeren Berggipfel östlich von Sulden. Nach Erteilung der Genehmigungen für die Forschungen 2021 und

2022 durch die zuständige Stelle des Nationalparks Stilfserjoch starteten wir unsere Untersuchungen mit dem Ziel, die Art wieder zu finden und neue Daten zu sammeln. Bei Erfolg sollte geklärt werden, wie das Habitat von *P. wehrlii* im östlichen Areal aussieht, welche Nahrungspflanzen dort von den Larven genutzt werden könnten oder ob es eine mehrjährige Periodizität des Erscheinens von Faltern der Art gibt.

2 Material und Methode

Von uns wurde 2021 und 2022 das Gebiet der Hinteren Schöntaufspitze (Abb. 1, 2) im Bereich von 3.200 m bis zum Gipfel in 3.325 m (im Folgenden Untersuchungsgebiet = UG) am Tage zwischen Sonnenaufgang und 16.00 Uhr intensiv untersucht; 2022 dehnten wir unsere Begehungen auch auf die Vertainspitze (3.545 m) aus. Hinzu kommen Beobachtungen unterhalb der Zielgebiete während der täglichen Auf- und Abstiege. Je nach Möglichkeit starteten unsere Beobachtungen im UG zwischen 7.40 bis 9.45 Uhr, sie dauerten bei geeignetem Wetter bis ca. 15.00 Uhr, 2022 auch einmal bis 16.00 Uhr. Es erfolgte die Dokumentation und Determination aller gesichteten Lepidoptera. Dazu wurden die Individuen, soweit erforderlich, mit dem Schmetterlingsnetz gefangen und danach wieder in die Natur entlassen. Einzelne faunistische Belege wurden zur Untersuchung und Dokumentation mitgenommen. Um die Zielart sicher anzusprechen, mussten, neben der schon am Flugbild unterscheidbaren *Sciadia tenebraria* (ESPER, [1806]), viele der sehr ähnlichen, kleinen schwarzen Falter der Gattung *Psodos* gekeschert und determiniert werden (Abb. 11 a-c). Vornehmlich handelte es sich um *P. alticoloria* MANN, 1853 (Abb. 12 e-f). Alle beobachteten Arten der Ordnung Lepidoptera sind im Ergebnisteil (Kap. 3.3) aufgelistet.

An den Untersuchungen beteiligten sich 2021 die folgenden Personen: MICHAEL FALKENBERG (MF), HANS-UELI GRUNDER (HUG) & YVONNE BLEIKERGRUNDER (YBG), NORBERT PÖLL (NP), FRANZ PÜHRINGER (FP), MARTIN SAUTER (MS), GERHARD TARMANN (Administration) und ROBERT TRUSCH (RT). In der Zeit vom 21.-29. Juli 2021 waren die Beteiligten in unterschiedlicher personeller Besetzung neun Tage vor Ort, an denen sieben Besteigungen der Hinteren Schöntaufspitze möglich waren. Wegen starker Niederschläge musste an zwei Tagen davon abgesehen werden.

Im zweiten Untersuchungsjahr 2022 umfasste unsere Gruppe bei der Geländearbeit die folgenden

Personen: MICHAEL FALKENBERG (MF), BERND MÜLLER (BM), THOMAS J. MÜLLER (TM), NORBERT PÖLL (NP), FRANZ PÜHRINGER (FP) und ROBERT TRUSCH (RT). An den elf Tagen in unterschiedlicher personeller Besetzung vor Ort in Sulden konnten wir nur fünf Besteigungen in Regionen oberhalb 3.200 m realisieren, eine davon mehrtägig. Wegen einer Generalrevision der Kabinenbahn, die zur Bergstation bei der Schaubachhütte auf 2.610 m führt, war es schwierig, innerhalb eines Tages in das UG auf- und abzusteigen. Wie im Vorjahr unterstützte uns gelegentlich die Bergwacht durch Fahrten in die Nähe des Zielgebietes.

Untersuchtes Material von *Psodos wehrlii* aus dem Ortler-Gebiet

n=14♂♂, Schreibweisen wie auf den Originaletiketten. NHMW: Ortler-Gr., 3200 m, 1♂ 1. VIII. 1914 [sic! Erstfund der Art], Lepidoptera of Europe, A. SCHINTLMEISTER, Photo Nr. 9843; id. 1♂ 26. Juli 1935 [z.Zt. in Ausleihe bei MARTIN ČESANEK]; id. 1♂ 26. Juli 1935, Nat.hist.Mus. Wien Gen. Praep. MV 17280; id. 1♂ 26. Juli 1935; alle coll. R. KITSCHOLT † 1936; alle in coll. NHMW. – TLMF: Ortler-Gr., 3200 m, 1♂ 23. Juli 1935, coll. R. KITSCHOLT † 1936, Spende des Naturhistor. Museums Wien, Hochw-Katastr. 1985 in Innsbruck; Ortler-Gr., 3200 m, 1♂ 25. Juli 1935, coll. R. KITSCHOLT † 1936, Tausch Nat. Hist. Mus. Wien am 30.11.82, Präp. G 72, *Psodos wehrlii* Vorbr., det. G. TARMANN (Innsbruck) Datum 26.II.82; N-ITALIEN: Vinschgau, NP Stilfserjoch, Alps dal'Ortler, Hintere Schöntaufspitze N:46°30'05"; E:10°37'43", TF, 3.275 mNN, leg. M. FALKENBERG, R. TRUSCH & M. SAUTER, SMNK, E-Lep. 364, 1♂ (Abb. 8c) 25.VII.2021; alle in coll. TLMF. – SMNK: N-ITALIEN: Vinschgau, NP Stilfserjoch, Alps dal'Ortler, Hintere Schöntaufspitze N:46°30'05"; E:10°37'43", TF, 3.275 mNN, leg. M. FALKENBERG, R. TRUSCH & M. SAUTER, SMNK, E-Lep. 364, 1♂ (Abb. 8a) 23.VII.2021, id. 1♂ (Abb. 8b) 23.VII.2021 (GU:702/21; BC_ZSM_Lep_117477, GWOUL571-23); id. 1♂ (Abb. 8d) 25.VII.2021; id. 1♂ (Abb. 9e) 29.VII.2021; alle in coll. SMNK. – FPK: 2021/322 Italy, Südtirol, Ht. Schöntaufspitze (Ortlergeb.), 46,502°N/10,628°E, 3260m, leg. F. PÜHRINGER, 1♂ (Abb. 9h) 24.7.2021, T, in coll. FPK. – NPI: N-ITALIEN: Vinschgau, NP Stilfserjoch, Alps dal'Ortler, Hintere Schöntaufspitze N:46°30'05"; E:10°37'43", TF, 3.275 mNN, leg. M. FALKENBERG, R. TRUSCH & M. SAUTER, SMNK, E-Lep. 364, 1♂ (Abb. 9f) 29.VII.2021, in coll. NPI. – MSS: N-ITALIEN: Vinschgau, NP Stilfserjoch, Alps dal'Ortler, Hintere Schöntaufspitze N:46°30'05"; E:10°37'43", TF, 3.275 mNN, leg. M. FALKENBERG, R. TRUSCH & M. SAUTER, SMNK, E-Lep. 364, 1♂ (Abb. 9g) 29.VII.2021, BC_ZSM_Lep_117478, GWOUL572-23, in coll. MSS, in Dauerleihe in SMNK.

Funde im Jahr 2021 nach Tageszeit

n=8: 9.35 (23.7.), 9.55 (24.7.), 10.25 (29.7.), 10.45 (25.7.), 11.35 (25.7.), 11.30 (29.7.), 12.00 (29.7.) und 12.30 Uhr MESZ (23.7.), siehe Abb.17.



Abbildung 5. Glimmerschiefergeröll der Hinteren Schöntaufspitze, in der Mitte sitzt ein Falter von *Eudonia vallesi-alis*. – Foto: R. TRUSCH.



Abbildung 6. Im Vordergrund das vermutliche Habitat von *Psodos wehrlii* mit aufgerissenem Permafrostboden vor der Kulisse von Zufallspitze und Cevedale (links) im Süden und der Königsspitze im Westen (rechts). – Foto: R. TRUSCH.

Akronyme der Sammlungen

- NHMW – Naturhistorisches Museum Wien
 SMNK – Staatliches Museum für Naturkunde
 Karlsruhe
 TLMF – Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum,
 Naturwissenschaftliche Sammlungen
 FPK – Privatsammlung von FRANZ PÜHRINGER,
 St. Konrad
 MSS – Privatsammlung von MARTIN SAUTER,
 Stuttgart
 NPI – Privatsammlung von NORBERT PÖLL,
 Bad Ischl

Nach den noch heute im NHMW und im TLMF vorhandenen Belegen aus der Sammlung KITSCHOLT (Abb. 10 a-f) datieren seine Funde, insgesamt sechs Exemplare: 1. August 1914: 1♂, 23. Juli 1935: 1♂, 25. Juli 1935: 1♂ und 26. Juli 1935: 3♂♂. Die Etiketten an den Belegexemplaren nennen allerdings, so wie auch KITSCHOLT'S (1935) Veröffentlichung, allesamt nicht den genauen Fundort. Neben einer exakten Höhenangabe und dem taggenauen Datum ist stets nur die „Ortler-Gr.[uppe]“ als Ganzes vermerkt. Auch das Etikett seines Erstfundes von 1914 benennt als Fundort nur die „Ortler-Gruppe“ sowie 3.200 m als Höhenangabe. Ob KITSCHOLT, der ein Einzelgänger war (REISSER 1936: 22), vorhatte, die Art selbst weiter zu erforschen oder ob er damit ein Nachsammeln seiner Entdeckung verhindern wollte, kann heute nur vermutet werden.

Wir führten an dem stark beschädigten Männchen vom 23. Juli 2021 (Abb. 8 b) eine Genitaluntersuchung durch (GU: 702/21 TRUSCH) und verglichen sie mit dem Präparat von *P. wehrlii* ♂, Italien, Südtirol, Ortler, 26. Juli 1935, leg. & det. KITSCHOLT (MV 17280, Präparation und Mikrofoto: PETER BUCHNER) in coll. NHMW. Letzteres wird auch hier wegen der besseren Qualität abgebildet (Abb. 14).

Im betrachteten Gebiet der Ortler-Gruppe wurde noch nie ein Weibchen von *P. wehrlii* gefunden. Alle von dort jemals belegten Exemplare dieser Art werden hier abgebildet; für die neuen Funde siehe Abb. 8 a-d und 9 e-h, zu den historischen Belegen KITSCHOLT'S vgl. Abb. 10 a-f.

3 Ergebnisse

3.1 Untersuchungen 2021 und Wiederfund von *P. wehrlii*

Im Folgenden sind unsere Beobachtungen nach Tagen aufgeschlüsselt dargestellt, die Begleit-

ten der Ordnung Lepidoptera werden unter Kap. 3.3 zusammenfassend mitgeteilt.

1. Besteigung des UG an der Hinteren Schöntaufspitze (Abb. 2, 3, 5, 6) am 21. Juli bei besten Wetterbedingungen durch MS. Ohne Artnachweis von *P. wehrlii*. Sehr häufig flogen *P. alticola* und *Sciadia tenebraria*.

2. Besteigung des UG am 22. Juli bei guten Wetterbedingungen durch MF, NP, FP, MS, RT, z.T. bis zum Gipfel. Ohne Artnachweis von *P. wehrlii*. An dem Tag flogen wiederum sehr häufig *P. alticola* und *S. tenebraria*.

3. Besteigung des UG am 23. Juli bei guten Wetterbedingungen. MF, NP, MS, RT fuhren mit der Bergwacht Sulden 5.00 Uhr morgens ab Sulden-Talstation (1.911 m) soweit wie möglich, d.h. bis zu den Schneefeldern oberhalb der Madritschhütte (2.820 m), deutlich unterhalb des Madritschjochs (3.123 m), sodass lediglich noch 400-500 Höhenmeter Aufstieg geleistet werden mussten. Nach dem Sonnenaufgang am Madritschjoch, das gegen 6.15 Uhr erreicht wurde, stiegen wir in das UG auf, Ankunft 7.40 Uhr, und verteilten uns im Gelände. RT ging bis auf die Hintere Schöntaufspitze (3.325 m, dort gegen 9.30 Uhr). Um 9.35 fing MF auf ca. 3.275 m das erste, ziemlich frische Exemplar von *P. wehrlii* (Abb. 7 a, 8 a). Dies ist der erste Fund seit dem Juli 1935 durch KITSCHOLT! Im Laufe des Tages folgten HUG & YBG ins UG und beobachteten vor allem am SW-Hang der Hinteren Schöntaufspitze. Es konnte an diesem Tag nur noch ein weiteres, relativ stark beschädigtes Exemplar um 12.30 Uhr durch MF nachgewiesen werden (Abb. 8 b), etwa an derselben Stelle wie der erste Fund des Tages (Abb. 3), nur wenige Dutzend Meter weiter westlich (Abb. 6).

4. Besteigung des UG am 24. Juli bei mäßigen Wetterbedingungen durch NP und FP, Ergebnis: ein Nachweis eines ganz frischen Männchens von *P. wehrlii* durch FP um 9.55 Uhr (Abb. 7 b, e; 9 h). Das Tier setzte sich bei starkem Wind auf einen plattenartigen Stein, flog beim Versuch, es mit der Hand ins windabgewandt gehaltene Netz zu scheuchen kurz auf und verkroch sich zwischen Steinen im Geröll. Es wurde von FP freigelegt, mit dem Sammelglas abgedeckt und mitgenommen.

5. Besteigung des UG am 25. Juli bei mäßigen Wetterbedingungen durch MF, MS und RT. Er-



Abbildung 7 a-f. Lebende Falter von *Psodos wehrlii*. – Fotos (Studiufnahmen): a, c-d, f: R. TRUSCH; b, e: F. PÜHRINGER.

gebnis: zwei Nachweise, beides Männchen, mit dem Netz gefangen durch MS, 10.45 Uhr und 11.35 Uhr (Abb. 8 c, d).

6. Besteigung des UG am 28. Juli bei schlechten Wetterbedingungen und starkem Wind. Kein Nachweis der gesuchten Art. An den beiden Tagen davor war wegen starken Regens ein

Aufstieg nicht möglich (26. Juli) bzw. wurde am 27. Juli an der Bergstation der Suldner-Kabinenbahn abgebrochen.

7. Besteigung des UG am 29. Juli bei mäßigen Wetterbedingungen durch MF, MS und RT. Ergebnis: drei Männchen von *P. wehrlii* um 10.25, 11.30 und 12.00 Uhr durch MS (Abb. 7 c, d, f; 9 e-g).



Abbildung 8 a-d. Die neuen Funde von *Psodos wehrlii* von 2021 aus dem Ortler-Gebiet, zu den Daten vgl. Kap. 2.
 – Fotos: R. TRUSCH; Montage und Retusche der Abbildungen 8-10: S. SCHARF.



Abbildung 9 e-h. Fortsetzung neue Funde von *Psodos wehrlii* aus dem Ortler-Gebiet, zu den Daten vgl. Kap. 2. In der Schweiz sind die Falter kontrastreicher und deutlicher bzw. stärker gezeichnet. – Fotos e-g: R. TRUSCH; h: F. PÜHRINGER.



Abbildung 10 a-f. Sämtliches von KITSCHELT gesammeltes, historisches Belegmaterial von *Psodos wehrlii* aus der Ortlergruppe, vgl. Kap. 2. – Fotos a-c: NMHW (H. BRUCKNER); d-e: TLMF (G. TARMANN); f: M. ČESANEK.

Zusammenfassend ist zur Wiederentdeckung von *P. wehrlii* Folgendes festzuhalten: Im Untersuchungszeitraum 2021 war an sieben Tagen eine Besteigung des UG auf der Hintere

Schönaufspitze möglich, Nachweise gelangen jedoch nicht jedes Mal. Der Wiederfund nach 86 Jahren glückte erst am dritten Untersuchungstag mit tatkräftiger Unterstützung der Bergwacht

Sulden, der wir für die logistische Unterstützung unserer Untersuchungen auch an dieser Stelle besonders danken. Insgesamt konnten in den neun Tagen acht Falter der Zielart nachgewiesen werden (Abb. 8 a-d, 9 e-h). Beobachtungen von *P. wehrlii* gelangen uns im UG auf der Hinteren Schöntaufspitze nur vormittags (Abb. 17). Allerdings war unsere Anwesenheit täglich nur bis ca. 15.00 Uhr möglich (2022 auch einmal bis 16.00 Uhr), da die letzte Talfahrt der Bergbahn erreicht werden musste. Es besteht die Möglichkeit, dass *P. wehrlii* am späteren Nachmittag vielleicht beim Blütenbesuch angetroffen werden könnte. Ein Biwakieren erschien uns bei der instabilen Wetterlage 2021 jedoch nicht ratsam.

Obwohl der Südabfall der Hinteren Schöntaufspitze ab 3.200 m bis zum Gipfel von der Ostseite bis nach Westen von mehreren Lepidopterologen und an mehreren Tagen regelmäßig begangen wurde, konnte *P. wehrlii* 2021 im UG nur sehr lokal, an einer einzigen Stelle am Süd-Südost-Hang oberhalb eines im Jahr 2021 vorhandenen Firnfeldes gefunden werden (Abb. 3, 4, 6). Die Fundstelle liegt unterhalb des Gipfels und oberhalb des auf 3.200 m liegenden Plateaus bzw. Sattels der Hinteren Schöntaufspitze, welcher der historische Fundort KITSCHELTS sein könnte, worauf die Höhenabgabe auf seinen Fundortetiketten schließen lässt.

Die Falter von *P. wehrlii*, wir fanden nur Männchen, flogen – sofern unsere wenigen Beobachtungen diesen Schluss zulassen – noch bei größerer Kälte als *P. alticolaria* und *S. tenebraria*, d.h. wenn diese beiden dort sehr häufigen Arten wegen Kälte nicht mehr aktiv waren. Beim Verbringen der genannten drei Arten ins Tal nach Sulden auf ca. 1.850 m zur Lebendfotografie im Labor starben die Falter von *P. wehrlii* nach weniger als 24 Stunden, während *P. alticolaria* und *S. tenebraria* im Hotelzimmer mehrere Tage überlebten. Die Männchen von *P. wehrlii* waren im Labor am nächsten Morgen sehr aktiv und flogen zum Licht. Es gelang vormittags nicht, sie zum Saugen an bereitgestellten Polsterpflanzen-Blüten vom Alpen-Mannsschild (*Androsace alpina*, Primulaceae) zu bringen. Am Vorabend saugten sie hingegen ausgiebig an dieser Pflanzenart und konnten bei der Nektaraufnahme fotografiert werden (Abb. 7 a-d, f). Ein Tier überlebte einen lediglich fünfminütigen Aufenthalt im Gefrierfach, um es zum Fotografieren zu beruhigen, am nächsten Morgen nicht.



Abbildung 11 a-c. Die im Untersuchungsgebiet häufigeren, simultan fliegenden ähnlichen Arten *Psodos alticolaria* (b, links) und *Sciadia tenebraria* (c) lassen sich im Vergleich zu *P. wehrlii* (a und b, rechts) im Freiland gut anhand der Zeichnung der Flügelunterseiten unterscheiden. – Fotos: R. TRUSCH.

3.2 Untersuchungszeitraum 2022

Auf Grund fehlender Winterniederschläge und großer Hitze im Sommer 2022 fanden wir zur hochsommerlichen Untersuchungszeit eine

starke Trockenheit im Hochgebirge vor (Abb. 3). Es waren kaum noch Schnee- oder Firnfelder vorhanden. Die Vegetation war bereits vertrocknet oder verblüht. Trotz intensiver Suche konnte die Zielart in diesem Jahr nicht beobachtet werden. Im Zeitraum 10. bis 22. Juli führten wir an den folgenden Tagen Beobachtungen durch.

1. Besteigung der Hinteren Schöntaufspitze am 12. Juli mit Hilfe der Bergwacht (BM, MF, RT). Unsere Beobachtungen im UG erfolgten von 7.00-15.00 Uhr, es herrschte sehr kalter Nordwind. Aktiv war fast ausschließlich *S. tenebraria*, nur sehr wenige *P. alticolaria* konnten gesichtet werden. Beide Arten wurden unter anderem beim Blütenbesuch auf Hornkraut (*Cerastium alpinum*) beobachtet (Abb. 12 e). Am 2021er Fundpunkt von *P. wehrlii* (Abb. 3) gelang es MF, ein Männchen von *P. bentelii* RÄTZER, 1890 (Abb. 12 g) mit dem Kescher aus der Luft zu fangen.

2. Besuch des UG am 15. Juli von 8.00-16.00 Uhr bei besseren Wetterbedingungen als am 12. Juli, mit Anfahrt durch die Bergwacht (BM, MF, RT). Häufig flogen *P. alticolaria* und *S. tenebraria*. Trotz sehr langem Aufenthalt im Habitat bis 16.00 Uhr (RT) kein Nachweis von *P. wehrlii*, auch keine Beobachtung der Zielart an Blüten; vornehmlich blühte Hornkraut (*Cerastium alpinum*).

3. 16.-17. Juli, Besteigung der Vertainspitze (TM, NP, FP und RT), Vorexkursion TM bis auf 3.400 m bereits am Nachmittag des 16. Juli. Biwak Rosimboden auf 2.600 m, ab 4.00 Uhr vierstündiger Aufstieg bis auf 3.400 m. Beobachtungen an den Schneefeldern unterhalb des Südwestabfalls der Vertainspitze von 8.00-13.00 Uhr, Aufstieg NP bis auf 3.545 m. Beobachtet wurden *Erebia pluto*, *S. tenebraria*, *P. alpinata* und *Aterpia anderreggana*.

4. Besteigung der Hinteren Schöntaufspitze am 19. Juli durch FP, NP und RT bei gutem Wetter (mit der Bergbahn Sulden, BBS, und Mitfahrt bei einem Serviceteam der BBS). Im UG Beobachtungen von 10.30 bis 14.00 Uhr, häufig waren *P. alticolaria* und *S. tenebraria*; beide Arten, besonders Weibchen ersterer, auch beim Blütenbesuch am Hornkraut (*Cerastium alpinum*).

5. Besteigung der Hinteren Schöntaufspitze am 22. Juli durch NP und FP bei gutem Wetter, wiederum ohne Nachweis von *P. wehrlii*.

3.3 Begleitfauna Lepidoptera

Die folgenden Schmetterlingsarten wurden in den beiden Untersuchungsjahren während der gezielten Nachsuche nach *P. wehrlii* registriert, hauptsächlich im Gebiet der Hinteren Schöntaufspitze (UG) sowie beim Aufstieg dorthin. Es werden die ungefähren Beobachtungshäufigkeiten der Arten erwähnt:

Macrolepidoptera

Pieridae

Pontia callidice (HÜBNER, [1800]), Alpenweißling – 2021: 10, 2022: häufig

Pieris rapae (LINNAEUS, 1758), Kleiner Kohlweißling – 2021: 2, 2022: keine Beobachtung

Nymphalidae

Aglais urticae (LINNAEUS, 1758), Kleiner Fuchs – 2021: 5 Expl., 2022: sehr häufig

Erebia gorge (HÜBNER, [1804]), Felsen-Mohrenfalter – 2021: 2, 2022: häufiger

Erebia pluto (DE PRUNNER, 1798), Eis-Mohrenfalter – 2021: >50, 2022: seltener (Abb. 12 a-b)

Erebidae

Setina aurita (ESPER, [1787]), Alpen-Flechtenbärchen – 2021: 4, 2022: häufiger (Abb. 12 d)

Zygaenidae

Zygaena exulans (HOHENWARTH, 1792), Hochalpen-Widderchen – 2021: 6, 2022: keine Beobachtungen (Abb. 12 c)

Geometridae

Elophos caelibaria (HEYDENREICH, 1851) Alpen-Steinspanner – 2021: 2, 2022: häufiger (Abb. 13 a-b)

Sciadia tenebraria (ESPER, [1806]) Finsterer Alpenspanner – 2021: >>200, 2022: seltener (Abb. 13 e-h)

Psodos alpinata (SCOPOLI, 1763), Gewöhnlicher Gletscherspanner – 2021: keine Beobachtung, 2022: 1 (nur Vertainspitze)

Psodos alticolaria MANN, 1853, Manns Gletscherspanner – 2021: >200, 2022: seltener (Abb. 12 e-f)

Psodos bentelii RÄTZER, 1890, Bentelis Gletscherspanner – 2021: 2, 2022: 1 (Abb. 12 g)

Microlepidoptera

Plutellidae

Plutella xylostella (LINNAEUS, 1758), Kohlschabe – nur 2022: unter flachen Steinen einige leere,



Abbildung 12. Begleitfauna. a, b. *Erebia pluto* (DE PRUNNER, 1798), Eis-Mohrenfalter (a: Studioaufnahme, b: Freilandaufnahme); c. *Zygaena exulans* (HOHENWARTH, 1792), Hochalpen-Widderchen (Studioaufnahme); d. *Setina aurita* (ESPER, [1787]), Alpen-Flechtenbärchen, Studioaufnahme; e, f. *Psodos alticolaria* MANN, 1853, Manns Gletscherspanner, Freilandaufnahmen; g. *Psodos bentelii* RÄTZER, 1890, Bentelis Gletscherspanner, Studioaufnahme; h. *Orenaia lugubralis* (LEDERER, 1857), Freilandaufnahme. – Fotos: a, b, f, g, h: M. FALKENBERG; c, d, e: R. TRUSCH.

arttypisch netzartige Kokons; eine erwachsene Raupe von FP an einer verblühten kleinen Brassicaceae (wohl *Arabis* cf. *caerulea*) eingetragen, aus der sich ein Falter entwickelte; damit die Bestätigung, dass sich die Art in ca. 3.200 m entwickelt.

Gelechiidae

Sattleria melaleucella (CONSTANT, 1865) – 2021: einzeln. Ein Männchen mittels Genitaluntersuchung bestimmt (NP), neu für Südtirol, vgl. HUEMER & HEBERT (2011). 2022: keine

Tortricidae

Sphaleroptera alpicolana (FRÖLICH, 1830) – 2021: einzeln, 2022: keine

Eana osseana (SCOPOLI, 1763) – 2021: keine, 2022: einzeln

Aterpia anderreggana GUENÉE, 1845 – 2022: einzeln, nur Vertainspitze

Crambidae

Orenaia helvetica (Herrich-Schäffer, [1855]) – 2022: nur ein abgeflogenes Tier (det.: N. PÖLL)

Orenaia lugubralis (LEDERER, 1857) (Abb. 12 h) – 2021: einzeln, 2022: keine

Eudonia vallesialis (DUPONCHEL, 1832) (Abb. 5, 13 c-d) – 2021: >>200, 2022: seltener

Catharia simplionalis (HEYDENREICH, 1851), „Moränenzünsler“ (Artberechtigung umstritten) – 2021: keine, 2022: eine Raupe in einem Gespinstschlauch an *Saxifraga oppositifolia*, Falter ex larva erzielt (NP)

Hinzu kommen folgende fünf Kleinschmetterlingsarten, die bei den Aufstiegen beobachtet wurden, deren Vorkommen aber nur bis maximal 2.800 m reichen:

Gelechiidae

Prolita sexpunctella (FABRICIUS, 1794)

Pyralidae

Asarta aethiopella (DUPONCHEL, 1837)

Crambidae

Udea alpinalis ([DENIS & SCHIFFERMÜLLER], 1775)

Catoptria luctiferella (HÜBNER, 1813)

Catoptria radiella (HÜBNER, 1813)

Pediasia pedriolellus (DUPONCHEL, 1836) – 2022: ca. 30 Expl. an der Bergstation „Kanzel-Lift“

Der Vergleich mit dem Artinventar bei Zermatt zeigt, dass SCHMID (2022) dort sehr ähnliche Lepidopterenarten beobachten konnte, die über die Moränenflanken entlang des Gletscherrandes

flogen und sich manchmal schnell auf den Boden fallen ließen, um „ein verführerisches Blütenkissen oder einen potenziellen Paarungspartner zu inspizieren“. Schmetterlinge wie *Aglais urticae* sind dort, wie im Ortler-Gebiet, nur zu Gast, während *Pontia callidice* und *Erebia pluto* sicherlich in der näheren Umgebung heimisch sind. *Aterpia anderreggana* (bei uns nur an der Vertainspitze), *Setina aurita* und *Catoptria luctiferella* flogen meist entlang der Grate und Gipfel, während die Männchen von *Elophos caelibaria* gelegentlich von ihrem Ruheplatz zwischen den Felsen aufgescheucht wurden. Die Männchen von *Sciadia tenebraria* waren häufig, aber die häufigste Art war *P. alticola*, die im Flug nicht von der sehr viel selteneren *P. wehrlii* zu unterscheiden ist (SCHMID 2022).

3.4 Habitat von *P. wehrlii* in der Ortler-Gruppe

Der Fundort liegt im Kristallin (Silikatgestein) der Ortler-Cevedale-Gruppe (Abb. 1-6). Im Zermatter Gebiet sind es laut WEHRLI (1953) „Valpellingesteine auf Arollagneis“. Dort schien laut Geologie der Schweiz (tektonische Übersichtskarte) das von Wehrli (l.c.) festgestellte Vorkommens-Gebiet „in den Bereich der inselförmigen oberpenninischen Dent Blanche Decke“ zu fallen. Letzteres ist mit den Funden östlich des Vispatals ab 1984 durch HEINZ BUSER und RENATO JOOS wohl überholt (SCHMID 2022).

Geologischer Untergrund

Bei der Gesteinsprobe von unserer Fundstelle an der Hinteren Schöntaufspitze handelt es sich, nach Bestimmung durch MICHAELA SPIŠKE (SMNK), um metamorphes Gestein im Übergangsbereich von Glimmerschiefer zu Quarzphyllit (Abb. 5). Es sind Merkmale beider Gesteinstypen vorhanden, die Probe ist grünschieferfaziell im mittleren Druck-Temperatur-Bereich überprägt. Das Alter ist variszisch (350-300 Mio. Jahre). Der vermutliche Mineralinhalt besteht aus Quarz, Feldspat (Plagioklas), Muskovit, vielleicht auch Magnetit, Chlorit, Serizit, Augit. Eine genaue Bestimmung der Mineralvergesellschaftung ist nur mittels Dünnschliff möglich, der nicht vorgenommen wurde.

Biotop

Der aktuell in der Ortler-Cevedale-Gruppe gefundene Lebensraum liegt an einem Grat über einem Schneefeld (Abb. 2, 5-6). Das Gebiet ist dadurch charakterisiert, dass sich dort der Permafrostboden in Spalten öffnet und viele kleine,



Abbildung 13. Begleitfauna. a, b. *Elophos caelibaria* (HEYDENREICH, 1851) Alpen-Steinspanner, Raupe an *Saxifraga oppositifolia*, Studioaufnahmen; c, d. *Eudonia vallesialis* (DUPONCHEL, 1832) (d: Puppen neben einem Polster von *S. oppositifolia*), Freilandaufnahmen; e-h. *Sciadia tenebraria* (ESPER, [1806]) Finsterner Alpenspanner (e, f: Studioaufnahme des Männchens beim Saugen an *Androsace alpina*; g, h. Freilandaufnahmen des Weibchens bei der Eiablage und zugehöriges Eigelege an der Unterseite eines Steins). – Fotos a, c: M. FALKENBERG; b, d-h: R. TRUSCH.

kalte „Höhlen“ vorhanden sind. Die starke Beschränkung des Falters auf diese Lokalität am untersuchten Berghang hängt möglicherweise damit zusammen, dass der Fundort für diese Art mit 3.275 Metern relativ niedrig liegt und hier besondere abiotische Bedingungen herrschen, die wir nicht kennen. Um Zermatt in der Schweiz, dem zweiten Gebiet weltweit, in dem die Art gefunden wird, liegen die Vorkommen in etwas größerer Höhe. Aber auch dort ist *P. wehrlii* beispielsweise in dem Untersuchungsgebiet von SCHMID (2022) auf einen kleinen Teil des anscheinend einheitlichen, ausgedehnten Biotops beschränkt. Ein Grund für diese Beschränkung konnte auch dort nicht ermittelt werden.

Vegetation in 3.200-3.325 m ü.NN

Nachfolgend genannte Gefäßpflanzen sind im UG an der Hinteren Schöntaufspitze, neben Moosen und Flechten, vorhanden und verhältnismäßig häufig (Arten alphabetisch nach Gattung): *Androsace alpina* (Alpen-Mannschild), Primulaceae
Cerastium alpinum (Alpen-Hornkraut), Caryophyllaceae

Poa cf. minor (Kleines Rispengras), Poaceae
Ranunculus glacialis (Gletscher-Hahnenfuß), Ranunculaceae
Saxifraga bryoides (Moos-Steinbrech), Saxifragaceae
Saxifraga oppositifolia (Gegenblättriger Steinbrech), Saxifragaceae

Seltener, z.T. nur in Einzelpflanzen, wurden darüber hinaus registriert:

Arabis cf. caerulea (Bläuliche-Gänsekresse oder Blaukresse), Brassicaceae
Gentiana brachyphylla (Kurzblättriger Enzian), Gentianaceae
Linaria alpina (Alpen-Leinkraut), Plantaginaceae
Phyteuma globularifolium cf. ssp. *pedemontanum* (Piemonteser Rapunzel oder Piemonteser Teufelskralle), Campanulaceae
Saxifraga cf. seguieri (Seguiers Steinbrech), Saxifragaceae
Silene acaulis (Stängelloses Leimkraut, Polsternelke), Caryophyllaceae
Taraxacum cf. alpinum (Alpen-Löwenzahn), Asteraceae



Abbildung 14. Genitalpräparat ♂ von *Psodos wehrlii*, Italien, Südtirol, Ortler-Gruppe, 26. Juli 1935, leg. & det. R. KITSCHOLT (MV 17280, coll. NHMW). – Präparation und Mikro-Foto: PETER BUCHNER.

Einige dieser Pflanzenarten finden sich auch in jener Liste, die WEHRLI & IMHOFF (1922) vom *locus typicus*, dem Mettelhorn bei Zermatt, angeben: *Festuca* sp., *Poa laxa*, *Luzula spicata*, *Cerastium uniflorum*, *Ranunculus glacialis*, *Alsine sedoides* (heute *Minuartia sedoides*), *Saxifraga oppositifolia*, *S. bryoides*, *S. exarata*, *Sibbaldia procumbens*, *Androsace alpina*, *Chrysanthemum alpinum*, *Erigeron uniflorus*, *Artemisia spicata* (heute *Artemisia genipi*) und *Potentilla frigida*. Die Bedingungen zur Ernährung phytophager Tiere sind daher auch innerhalb der Schneestufe ganz zweifellos gegeben: „Unter diesen Pflanzen muss die Nährpflanze der *P. wehrlii* gesucht werden, sofern die Raupen Gefäßpflanzen fressen“ bemerkten WEHRLI & IMHOFF (1922).

Und auch SCHMID (2022) konstatiert für sein Untersuchungsgebiet auf 3.420 m am Westhang des Alphubels (4.206 m): „Obwohl das Gelände auf den ersten Blick eher einer toten Steinwüste gleicht, finden sich bei näherem Hinsehen hier und da einige Vegetationsflecken, meist gut versteckt und geschützt zwischen Felsen, in flachen Bodensenken, in der Nähe kleiner Rinnale oder auf feuchten Sandflächen. *Saxifraga oppositifolia* ist hier die häufigste Blütenpflanze, gefolgt von *Saxifraga bryoides*, *Ranunculus glacialis* und *Cerastium uniflorum*. *Eritrichium nanum* ist selten, noch seltener *Androsace vandellii*“. Bis auf die drei zuletzt genannten Arten kommen auch in unserem UG alle genannten Pflanzen vor.

3.5 DNA-Barcoding

Von zwei Faltern von *P. wehrlii* aus dem Ortlergebiet wurde am Centre for Biodiversity Genomics (University of Guelph, Canada) die Barcode-Sequenz des mitochondrialen COI-Gens ermittelt (HEBERT et al. 2003). Da es sich um Belege ein und derselben Population von der Hinteren Schöntaufspitze handelt, ist nicht verwunderlich, dass die Sequenzen identisch sind. Sie unterscheiden sich von der bisher einzig bekannten COI-Sequenz der Art aus dem Gebiet um Zermatt (Täsch-Alp, vis-a-vis dem *locus typicus*) um lediglich 0,91 %, was für Konspezifität der beiden Populationen spricht.

Ein phylogenetischer Stammbaum (Abb. 15) der Gattung *Psodos* wurde auf Basis von COI-Barcode-Sequenzen aus BOLD (RATNASINGHAM & HEBERT 2007) mit dem Programm MrBayes (HUELSENBECK & RONQUIST 2001; 10 Mio. generations)

erstellt. Sequenzen einschließlich vollständiger Belegdaten und Fotos der sequenzierten Falter finden sich auf BOLD. Die nächsten Verwandten von *P. wehrlii* scheinen *Psodos baldensis* WOLFSBERGER, 1966 vom Monte Baldo in Italien (3,81-4,26 %) und *Psodos spitzi* REBEL, 1906 aus den Julischen Alpen in Slowenien (4,64-5,02 %) zu sein, gefolgt von *P. alticola*, *Psodos werner* SCHAWERDA, 1916 aus Montenegro (6,14-6,55 % Sequenzunterschied) und *Psodos canaliculata* (HOCHENWARTH, 1785).

4 Diskussion

Wir konnten *P. wehrlii* bei der Nachsuche in der Ortler-Gruppe 2021 nur sehr viel seltener finden, als die ähnlichen, gleichzeitig im UG fliegenden Falterarten *Psodos alticola* und *Sciadia tenebraria*. Allerdings beobachteten wir *P. bentelii* noch seltener. Auch in der Vergangenheit müssen die Falter von *P. wehrlii* im Gebiet nur schwer zu finden gewesen sein, worauf die wenigen Sammlungsbelege KITSCHELS schließen lassen. Er fand an einem einzelnen Tag maximal drei Exemplare (26. Juli 1935). 2021 waren es ebenfalls höchsten drei Falter an einem einzelnen Tag (29. Juli). Auch in dem Jahr, in dem die Art offenbar vorhanden war, absolvierten wir Aufstiege ohne Nachweis der Zielart (vgl. Kap. 3.1).

Über große Seltenheit von *P. wehrlii* sowie von mehrjähriger gezielter und trotzdem erfolgloser Suche nach der Art wird auch aus dem westlichen Teilareal bei Zermatt berichtet (SCHMID 2022). Trotzdem liegen von dort deutlich mehr Funde vor als aus dem Ortler-Gebiet, wie bereits die Belege in verschiedenen Instituts-Sammlungen dokumentieren (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Museum Koenig Bonn, Zoologische Staatssammlung München, SMNK). Die Anzahl der in der Ortler-Gruppe vor unserer Wiederentdeckung gefundenen Exemplare von *P. wehrlii* beträgt dagegen nicht mehr als sechs. Ein Tier erbeutete KITSCHELT auf seiner „Bergfahrt“ vor der Urbeschreibung am 1. August 1914 (KITSCHELT 1935), alle weiteren Tiere fing er bei einer gezielten Exkursion 21 Jahre später, und zwar je eines am 23. Juli und 25. Juli 1935 sowie die drei oben erwähnten Exemplare vom 26. Juli 1935 (vgl. Abb. 10 a-f). Die Zahl der von ihm dafür vorgenommenen Aufstiege auf die Hintere Schöntaufspitze, von der wohl alle Tiere stammen, ist nicht überliefert. Nach den Angaben auf den Etiketten sind es vier, möglicherweise waren es aber auch mehr.

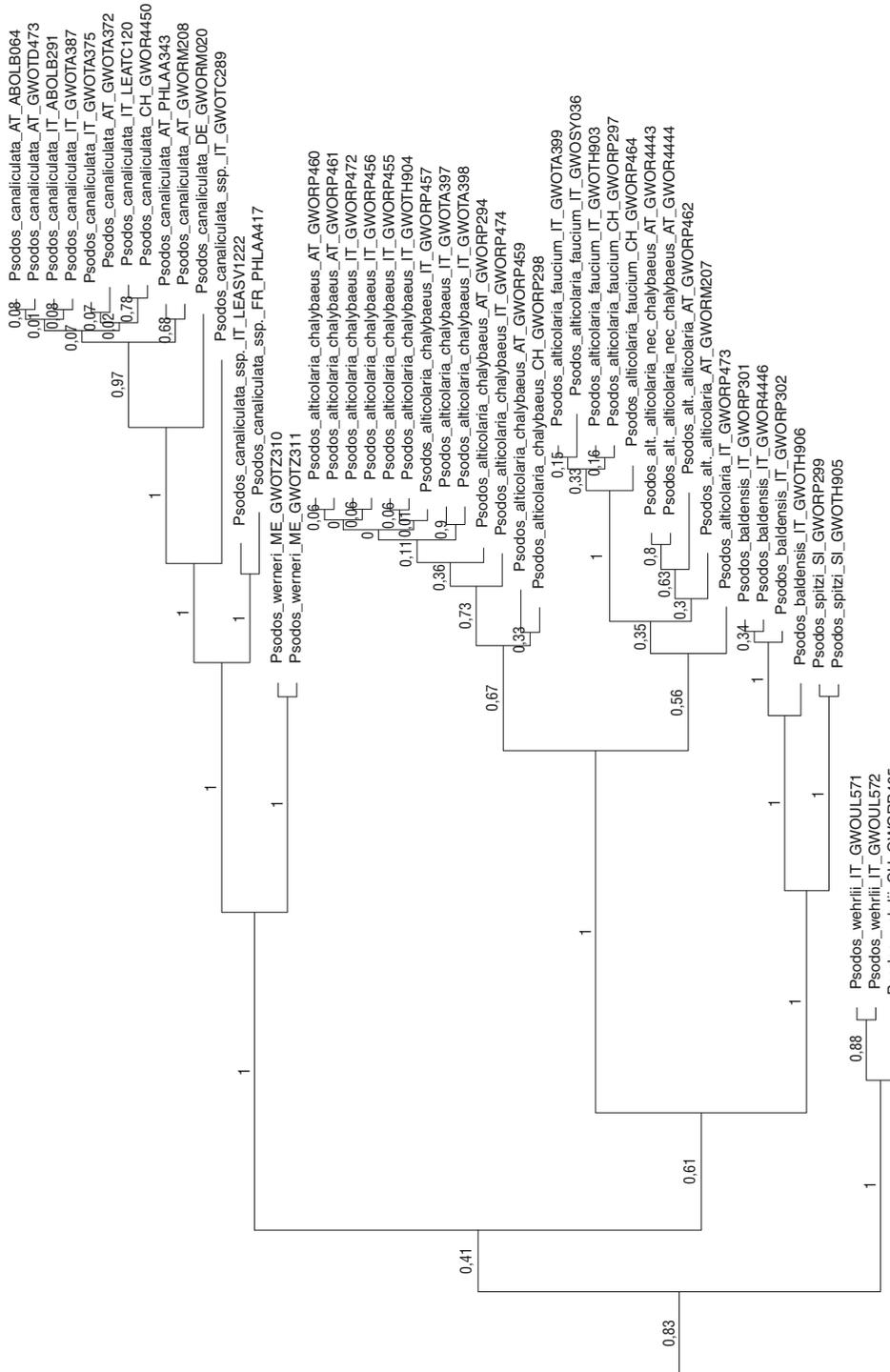


Abbildung 15. Ausschnitt des COI-basierten phylogenetischen Stammbaums (MrBayes, HUELSENBECK & RONQUIST 2001) der Gattung *Psodos* TREITSCHKE, 1825. Die Nummern der Belege entstammen den process-ID's in BOLD, die angegebenen Zahlenwerte sind 'posterior probabilities' (verlässlich: > 0.95).

Um *P. wehrlii* an weiteren Stellen in der Ortler-Gruppe zu finden, kämen neben der von uns intensiv bearbeiteten Hinteren Schöntaufspitze (3.325 m) die Nachbargipfel der Pederspitzen wie die Innere (3.309 m), Mittlere (3.462 m) und Äußere Pederspitze (3.462) sowie die Schildspitze (3.461 m), die Plattenspitze (3.422 m) oder die Butzenspitze (3.300 m) in Frage. Die Vertainspitze (3.545 m), welche wir 2022 ohne Erfolg besuchten, weist ein helleres Gestein auf als das vom Habitat an der Hinteren Schöntaufspitze (vgl. Kap. 3.4). Dennoch möchten wir nicht ausschließen, dass die gesuchte Art auch hier vorkommt, zumal die Exposition der Südwestflanke des Berges mit seinen Pflanzen für die Art potenziell als Lebensraum geeignet erscheint. Dass hingegen ein Vorkommen von *P. wehrlii* am deutlich höheren Ortler und seinen unmittelbaren Nachbargipfeln oder dem Monte Zebù bzw. der Königspitze unwahrscheinlich ist, geht bereits aus den detaillierten Beschreibungen von Biotop und Geologie für das Fundgebiet von *P. wehrlii* um Zermatt durch WEHRLI & IMHOF (1922) und besonders durch WEHRLI (1953) hervor, da diese Berge aus Kalkgestein bestehen. Da die Art um Zermatt ausschließlich auf Silikatgestein zu finden ist (vgl. Kap. 3.4, siehe auch SCHMID 2022), ist anzunehmen, dass sie im Ortler-Gebiet ebenfalls nur auf silikatischem Untergrund gefunden werden kann.

Besonders bemerkenswert ist die so genannte „eunivale“ Lebensweise von *P. wehrlii*, die noch nie unterhalb von 3.200 m gefunden wurde (Abb. 1). Die Abbildungen 1-3 und 5-6 stellen den tiefsten jemals bekannt gewordenen Fundort dieser Art dar. Sie gilt damit als einzige Schmetterlingsart – wenn nicht sogar Tierart (SCHMID 2022: 1) – der Alpen, die ausschließlich über der Schneegrenze lebt und dort auch ihre gesamte Entwicklung vollzieht. Schon VORBRÖDT (1921: 201) stellte sie im 4. Nachtrag zu „Die Schmetterlinge der Schweiz“ als einzige bisher ausschließlich innerhalb der Schneestufe aufgefundene Falterart heraus. Dies wird auch heute, nach einem Jahrhundert Wissenszuwachs, noch so gesehen (z. B. SCHMID 2019: 12, 2022: 1). In der Diskussion für eine solche Lebensweise in den Alpen sind zwar auch *Dahlica*-Arten (Lepidoptera, Psychidae) wie *D. argenterae* (WEHRLI, 1924) und *D. rebeli* (WEHRLI, 1924), die ebenfalls deutlich über der Schneegrenze gefunden wurden. Beide Taxa stammen von den ca. 3.000-3.300 hohen Gipfeln Cime de Gelas / Cime du

Gélas in Frankreich bzw. dem Monte Argentera in Italien. Allerdings ist ihr Artstatus umstritten. Die Typenserien und damit die einzigen Nachweise sind schlecht erhalten und es existieren keine Säcke ihrer Larven, welche wichtige Merkmalsträger für eine taxonomische Interpretation wären. Auch DNA-Untersuchungen sind bislang nicht erfolgt. Bis heute ist daher nicht klar, ob sie eventuell zu Arten gehören könnten, die auch in tieferen Lagen leben (ARNSCHIED in litt. 2021). Schließlich werden zahlreiche weitere Lepidopterenarten, nicht nur als Falter, ebenfalls in dieser Höhe gefunden, wie nicht zuletzt unsere Begleitbeobachtungen (Kap. 3.3) zeigen (z. B. Raupenfunde im UG von *Elophos caelibaria*, *Psodos alticolaria* oder Puppen von *Eudonia valesialis* unter Polstern von *Saxifraga oppositifolia*). Alle diese Arten entwickeln sich aber auch in tieferen Lagen, nicht nur über der Schneegrenze oberhalb 3.000 m. Bisher noch nie unter 3.200 m wurde dagegen *P. wehrlii* gefunden, auch wenn MÜLLER et al. (2019: 154) eine vertikale Verbreitung von 3.000-3.800 m angeben.

Aus der Ortler-Gruppe ist für *P. wehrlii* noch unbekannt, welche Fraßpflanzen hier von den Raupen genutzt werden und wie lange die Entwicklung vom Ei bis zum Falter andauert. Auszugehen ist von mindestens einer Überwinterung der Raupe, wobei sich durch Überdeckung mit Schnee über den Sommer die Entwicklungszeit um ein Jahr verlängern kann, wie SCHMID (2022) beobachtete. Wie sich *P. wehrlii* in der Natur entwickelt, wurde unlängst für das Areal um Zermatt durch ihn geklärt. Die Annahme, dass sich die Larve von „schwarzen Felsenflechten ernährt“ (WEHRLI & IMHOFF 1922) hat sich dagegen als Spekulation erwiesen. Zwei Raupenfunde von SCHMID (2022: 8) Anfang September in einem Polster von *S. oppositifolia* erbrachten den definitiven Nachweis der (oder einer) Nahrungspflanze von *P. wehrlii* in der freien Natur. Es handelt sich mit *S. oppositifolia* um die am höchsten heraufsteigende Blütenpflanze der Alpen (KÖRNER 2003). Wir fanden in unserem UG bislang nur Larven von *Elophos caelibaria*, *Psodos alticolaria*, *Catharia simplonialis* und Puppen von *Eudonia valesialis*, *Sattleria melaleucella* sowie *Sciadia tenebraria* in bzw. unter flachen Steinen in unmittelbarer Nachbarschaft der *Saxifraga oppositifolia*-Polster.

Bei Fütterungsexperimenten in der Schweiz von L3 und L4-*P. wehrlii*-Larven wurden, bei Abwesenheit von *S. oppositifolia*, als Ersatz andere

Pflanzenarten teilweise angenommen, die im Lebensraum nicht vorkommen. Hierbei handelte es sich um *Sedum album* (Crassulaceae), *Galium* sp. (Rubiaceae), und am besten gefressen wurde *Saxifraga aizoides*, sodass *P. wehrlii* im Labor als „potentiell polyphag“ angesehen werden kann (SCHMID 2022). Dies überrascht nicht, denn für hochalpine Schmetterlingsarten verschiedenster Familien scheinen mikroklimatische Parameter die wichtigsten Faktoren für das Überleben an einem bestimmten Standort zu sein, während Nahrungspflanzen eine untergeordnete Rolle spielen können (SCHMID 2022).

Aussagen zur jährlichen Aktivitätszeit (Flugzeit) der Falter in der Ortler-Gruppe zu treffen ist, bei der geringen Anzahl von Beobachtungen (n=14), vorerst nur eingeschränkt möglich. Auch wenn die Funde sowohl aus geraden als auch aus ungeraden Jahren stammen, ist eine mehrjährige Periodizität bzw. ein starker Häufigkeitswechsel nicht auszuschließen, denn es wurde bisher nur ein einziger Falter in einem geraden Jahr gefunden (1914). In dieser Höhe hängt die jährliche Flugzeit sicherlich stark von den klimatischen Bedingungen der vorhergehenden Monate ab, also von der Schneemenge des vorangegangenen Winters sowie von der Witterungsentwicklung im Frühjahr, und natürlich auch von der Exposition des Habitats. Dauer und Ausmaß des Temperaturanstiegs können einen sehr starken Einfluss auf die Vegetationsentwicklung (Blütezeit) und die im Hochsommer vorhandene Feuchtigkeit im Hochgebirge haben, wie uns die extreme Trockenheit 2022 deutlich vor Augen führte. In betreffendem Jahr war es in der Höhenlage über 3.000 m sehr trocken und die Vegetation Mitte Juli bereits verblüht oder sogar vertrocknet.

Nach den bis jetzt vorliegenden Daten drängt sich die Flugzeit von *P. wehrlii* im UG auf eine kurze Zeitperiode zum Monatsende Juli zusammen (23. Juli bis 1. August) und dauert nur zehn Tage an (vgl. Phänologie-Diagramm Abb. 16: 3♂♂ 23. Juli 1935, 2021; 1♂ 24. Juli 2021; 3♂♂ 25. Juli 1935, 2021; 3♂♂ 26. Juli 1935; 3♂♂ 29. Juli 2021 und 1♂ 1. August 1914). Hierbei könnte es sich um ein Artefakt handeln, denn unsere aktuellen Beobachtungen erfolgten zu relativ späten Zeitfenstern: 21.-29. Juli 2021 (acht Tage) bzw. 10.-22. Juli 2022 (elf Tage), wobei im zweiten Beobachtungsjahr die gesuchte Art ausfiel. Zur Zeit KITSCHELTS ist davon auszugehen, dass er frühere Beobachtungen von *P. wehrlii* höchstwahrschein-

lich durch Präparate in seiner Sammlung belegt hätte. Es ist folglich davon auszugehen, dass auch er nur in einer Zeitspanne im Bereich von Ende Juli bis Anfang August vor Ort war – so wie dies durch seine Etiketten dokumentiert ist. SCHMID (2022) gibt hingegen, nach Auswertung der ihm bekannten Sammlungsbelege und unter Berücksichtigung seiner eigenen Beobachtungen, für das Areal um Zermatt einen Zeitraum von 36 Tagen an, der vom 5. Juli bis zum 9. August andauert. Das Flugzeit-Maximum liegt dort allerdings auch gegen Ende Juli. Nachsuchen zu Terminen vor dem 23. Juli erscheinen uns daher zukünftig für das östliche Verbreitungsgebiet der Art sinnvoll, um die Naturgeschichte der Art weiter aufzuklären.

In unserem einzigen Nachweisjahr (2021) von *P. wehrlii* konnten wir acht männliche Falter zwischen 9.35 und 12.30 Uhr fangen (Abb. 8 a-d, 9 e-h). Trotz insgesamt wesentlich längerer Beobachtungszeit (7.40-16.00 Uhr) war es uns nicht möglich, früher oder später fliegende Falter zu sichten oder an Blüten saugende Tiere zu registrieren. Hier besteht für unser UG weiterer Forschungsbedarf, insbesondere für die Zeit nach Sonnenaufgang sowie die Zeit nach 16.00 Uhr. SCHMID (2022: 7) beobachtete dagegen in der Natur, wie ein frisch geschlüpfte männliches Exemplar schon am frühen Morgen kurz nach Sonnenaufgang auf einen Felsen kroch und dort seine Flügel entfaltete. Im Labor schlüpfen bei ihm bereits Falter in völliger Dunkelheit nach Mitternacht. Sonnenschein oder Lichtimpulse scheinen also kein zwingender Auslöser für den Schlupf zu sein. Um Zermatt konnten von ihm, im Gegensatz zum Ortler-Gebiet, fliegende Falter der Art den ganzen Tag über beobachtet werden. Sie sind dort zwar am Morgen aktiver, wenn die frisch geschlüpfte Männchen nach Sonnenaufgang besonders intensiv nach den Weibchen suchen, waren aber auch am Nachmittag bei Sonnenschein fliegend zu sehen. Zudem saugten sie dann gerne an Polsterpflanzenblüten. Beide Geschlechter wurden dort bei der Nektaraufnahme an *Saxifraga oppositifolia* und *Eritrichium nanum* (Himmelshero) beobachtet. Letztere Blütenpflanze fehlt in unserem UG.

Wie andere *Psodos*-Arten ruhen auch die Falter von *P. wehrlii* mit offenen, zur Sonne ausgerichteten Flügeln auf dem Gestein. Bei Störung, z. B. durch einen verfehlten Netzschlag, zeigen sie ein

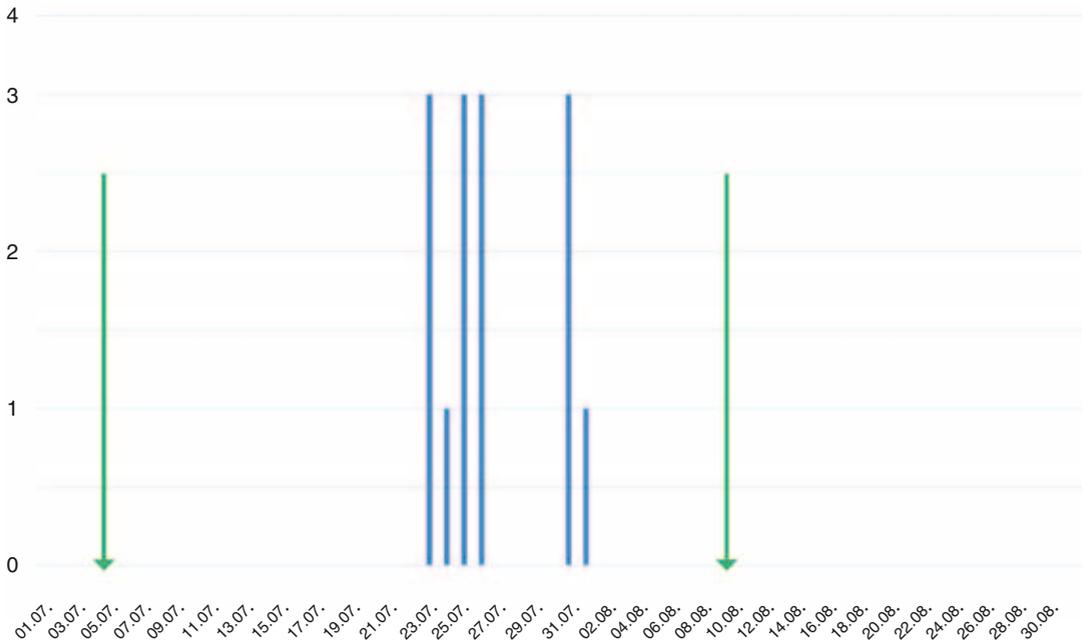


Abbildung 16. Phänologie-Diagramm (Phänogramm) der Falter von *Psodos wehrlii* im Ortler-Gebiet (n=14), dargestellt sind nur die Monate Juli und August. Grüne Pfeile markieren den Aktivitätszeitraum um Zermatt.

eigenartiges Verhalten: sie flüchten auf ein nahe gelegenes Schneefeld und setzen sich dort ein oder zwei Minuten lang hin, bevor sie in ihren felsigen Lebensraum zurückkehren (SCHMID 2022). Das Landen der Art auf einem Firnfeld konnten wir ebenfalls mehrmals in unserem UG in der Ortler-Gruppe beobachten. Es ist allerdings auch von anderen hochalpinen Falterarten bekannt, z. B. den Arten der Gattung *Metaxmeste* (Pyraliidae, KARLE-FENDT mdl. Mitt. 2023).

5 Ausblick

Mit der aktuellen Klimaerwärmung ist die Sorge wohl berechtigt, dass die verhältnismäßig geringe Höhe des Lebensraums von *P. wehrlii* in der Ortler-Gruppe in Zukunft nicht mehr für die Art geeignet sein könnte. Ob das Wegschmelzen der Schnee- bzw. Gletscherfelder beim Verschwinden der Art an anderer Stelle bereits einen ursächlichen Beitrag leistet, ist im Moment Hypothese. Wenn auch das Abschmelzen der Alpengletscher seit ihrer letzten Maximalausdehnung in der Mitte des 19. Jahrhunderts um 50 % dramatisch ist, im Atlantikum, also vor rund 7.000 Jahren, existierte bereits eine Phase, in der ihre Ausdehnung auf Grund höherer

Temperaturen geringer war (z. B. SEGUINOT et al. 2018). Diese Epoche hat *P. wehrlii* als Art erfolgreich überstanden, da Artbildung einen Prozess beschreibt, der in einem Vielfachen dieser Zeitspanne vonstattengeht. Allerdings lag die globale Durchschnittstemperatur der 2010er Jahre wahrscheinlich bereits über jener des Atlantikums, und wegen der anhaltenden globalen Erwärmung werden auch die kommenden Jahrhunderte wärmer ausfallen (MARCOTT et al 2013, GULEV et al 2021, KAUFMAN & MCKAY 2022). Schon jetzt hat der Klimawandel dazu geführt, dass sich die Pflanzengesellschaften der Berggipfel verändert haben (STEINBAUER et al. 2018). Trotzdem sieht SCHMID (2022: 19) auch die Entnahme von acht Weibchen im Jahr 1918 als eine Möglichkeit dafür an, dass die Art am Mettelhorn heute nicht mehr vorkommt. Allerdings ist *P. wehrlii* dort 1984 nochmals gefunden worden (SCHMID l.c.: 2), was ein Widerspruch ist. Die Art war also durch die Entnahme von weiblichen Faltern über 65 Jahre zuvor durch EUGEN WEHRLI dort zumindest nicht vollständig ausgelöscht worden.

Wir sehen das Sammeln an den wenigen überhaupt zugänglichen Stellen im Hochgebirge als

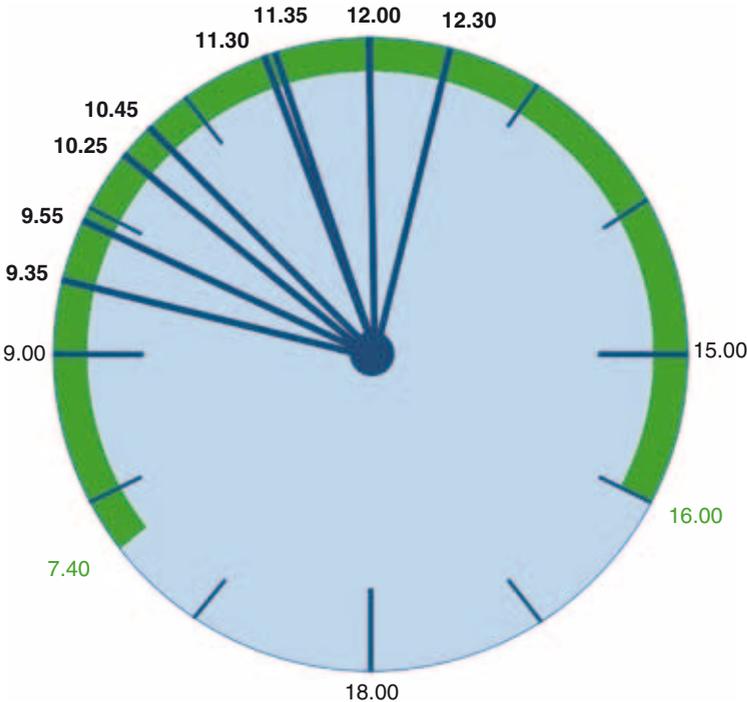


Abbildung 17. Tageszeitliche Beobachtungen von acht Männchen von *Psodos wehrlii* im Jahr 2021 im Ortler-Gebiet. Die Uhrzeiten der Sichtungen sind fett gedruckt. Die maximale Beobachtungszeit (grüner Bereich) reichte von 7.40-16.00 Uhr MESZ.

wenig kritisch an, da die Mehrzahl der Habitate unerreichbar bleibt und sie als Reservoir für die Art dienen können. Beispielsweise dürfte der Einfluss von ungünstiger Witterung einen wesentlich stärkeren Einfluss auf das Überleben von Individuen in einem Jahr haben, als die Entnahme von Faltern für wissenschaftliche Zwecke.

Dank

Unsere Forschungsarbeiten im Nationalpark Stilleferjoch und die daraus resultierende Studie wären ohne das Engagement vieler Personen nicht möglich gewesen. An erster Stelle danken wir Herrn Amtsdirektor HANS-PETER GUNSCH (Amt für den Nationalpark Stilleferjoch, Glurns/Glorenza) für die Erteilung der Genehmigungen für die Durchführung unserer wissenschaftlichen Untersuchungen im Nationalpark in den Sommern 2021 und 2022. Auch JÜRIG SCHMID (Illanz, Graubünden) sei für seine hilfreiche Korrespondenz in Vorbereitung unserer Geländearbeiten sowie die Bereitstellung von Literatur gedankt. WILFRIED ARNSCHIED (Bochum) danken wir für seine Informationen zu potenziell über der Schneegrenze lebenden Schmetterlingsarten und die Diskussion des Themas. Für ihre Begleitung am Berg bedanken wir uns herzlich bei YVONNE BLEIKER-GRUNDER (Sta. Maria Val Müstair).

Unser besonderer Dank gilt der Bergwacht Sulden (in Persona OLAF REINSTADLER, LENNI KÖSSLER und STEPHAN PICHLER), die uns gelegentlich eine Transportmöglichkeit in die Nähe des UG boten, was für tageszeitlich frühes Arbeiten sehr wichtig war. In der Phase der Datenanalyse halfen Dr. SABINE GAAL-HASZLER und HARALD BRUCKNER (NHMW) mit Fotos der historischen Sammlungsexemplare aus der Sammlung KITSCHLITZ, auch MARTIN ČESANEK (Bratislava) stellte Fotos seiner aus dem NHMW ausgeliehenen Exemplare der Gattung *Psodos* zur Verfügung, wofür wir allen dreien sehr dankbar sind. Schließlich danken wir PETER BUCHNER (Schwarzwald am Steinfeld) herzlich für das Foto seines Präparats von *P. wehrlii* aus dem NHMW, welches hier abgebildet ist. PD Dr. MICHAELA SPISKE (SMNK) nahm die Bestimmung des Gesteins von der Hinteren Schöntaufspitze vor, Prof. Dr. RAINER BUSSMANN (SMNK) determinierte einige Pflanzenfotos aus unserem UG, STEFAN SCHARF (Karlsruhe) und MICHAEL CSADER (SMNK) leisteten technische Hilfe – dafür ebenfalls vielen Dank. Last but not least trug ALFRED KARLE-FENDT (Sonthofen) durch Diskussion des Themas zu dieser Arbeit bei und PETER HUEMER (Innsbruck) wies auf den Neufund von *S. melaleucella* für Südtirol hin, herzlichen Dank dafür. Für die Sequenzierung unserer Proben danken wir dem Centre for Biodiversity Genomics (University of Guelph, Canada) sowie PETER HUEMER (Innsbruck) und CHRISTIAN WIESER (Klagenfurt am Wörthersee) für die Möglichkeit der Nutzung ihrer *Psodos*-Sequenzen.

Literatur

- FLAMIGNI, C., FIUMI, G. & PARENZAN, P. (2016): Lepidotteri Eterocerini d'Italia: Geometridae: Ennominae II. – 575 S.; Bologna (Natura Edizioni Scientifiche).
- GEIGER, S. (2015): Auf den Spuren des Ersten Weltkriegs. – Neue Zürcher Zeitung vom 22.5.2015; <https://www.nzz.ch/gesellschaft/lebensart/outdoor/auf-den-spuren-des-ersten-weltkriegs-id.901007>.
- GULEV, S. K., THORNE, P. W., AHN, J., DENTENER, F. J., DOMINGUES, C. M., GERLAND, S., GONG, D., KAUFMAN, D. S., NNAMCHI, H. C., QUAAS, J., RIVERA, J. A., SATHYENDRANATH, S., SMITH, S. L., TREWIN, B., VON SCHUCKMANN, K. & VOSE, R. S. (2021): Temperatures of the post-glacial period (past 7.000 years) [Chapter 2.3.1.1.2]. Changing State of the Climate System. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. – pp. 287-422 in: MASSON-DELMOTTE, V., ZHAI, P., PI-RANI, A., CONNORS, S. L., PEAN, C., BERGER, S., CAUD, N., CHEN, Y., GOLDFARB, L., GOMIS, M. I., HUANG, M., LEITZELL, K., LONNOY, E., MATTHEWS, J. B. R., MAYCOCK, T. K., WATERFIELD, T., YELEKCI, O., YU, R. & ZHOU, B. (eds.): Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge, UK and New York, USA, (Cambridge University Press); doi: 10.1017/9781009157896.004.
- HEBERT, P. D. N., RATNASINGHAM, P. & DE WAARD, J. R. (2003): Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. – Proceedings of the Royal Society B **270** (Supplement): S.96–S.99; doi: 10.1098/rsbl.2003.0025.
- HUEMER, P. & HEBERT, P. (2011): Cryptic diversity and phylogeography of high alpine *Sattleria*, a case study combining DNA barcodes and morphology (Lepidoptera: Gelechiidae). – Zootaxa **2981**: 1-22.
- HUELSENBECK, J. P. & RONQUIST, F. (2001). MrBayes: Bayesian inference of phylogeny. – Bioinformatics **17**(8):754-755; doi: 10.1093/bioinformatics/17.8.754.
- KAUFMAN, D. S. & MCKAY, N. P. (2022): Technical Note: Past and future warming – direct comparison on multi-century timescales. – Climate of the Past **18**(4): 911-917; doi:10.5194/cp-18-911-2022.
- KITSCHOLT, R. (1925): Zusammenstellung der bisher in dem ehemaligen Gebiete von Südtirol beobachteten Großschmetterlinge. – 421 S.; Wien (Selbstverlag).
- KITSCHOLT, R. (1935): *Psodos wehrlii* VORBR. in den Ostalpen. – Zeitschrift des Österreichischen Entomologischen Vereins **20**(12): 81-82.
- KÖRNER C. (2003): Alpine Plant Life. Functional Plant Ecology of high Mountain Ecosystems. 2nd edition. – 344 S.; Berlin/Heidelberg/New York (Springer).
- MARCOTT, P., SHAKUN, J. D., CLARK, P. U. & MIX, A. C. (2013): A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 11, 300 Years. – Science **339**(6124): 1198-1201; doi:10.1126/science.1228026.
- MÜLLER, B., ERLACHER, S., HAUSMANN, A., RAJAEI, H., SIHVONEN, P. & SKOU, P. (2019): Ennominae II. – In: HAUSMANN, A., SIHVONEN, P., RAJAEI, H. & SKOU, P. (eds): The Geometrid Moths of Europe, vol. 6. – 906 S.; Leiden (Brill).
- RATNASINGHAM, S. & HEBERT, P. D. N. (2007): BOLD: The Barcode of Life Data System (<http://www.barcodinglife.org>). – Molecular Ecology Notes **7**: 355-364; doi: 10.1111/j.1471-8286.2007.01678.x.
- REBEL, H. (1934): Eine neue Geometride aus den Südalpen. – Zeitschrift des Österreichischen Entomologischen Vereins **19**(11/12): 69-71, Taf. XI.
- REISSER, H. (1936): Ingenieur RUDOLF KITSCHOLT †. – Zeitschrift des Österreichischen Entomologischen Vereins **21**(4): 21-22.
- SCHMID, J. (2019): Kleinschmetterlinge der Alpen. Verbreitung, Lebensraum, Biologie. – 800 S.; Bern (Haupt Verlag).
- SCHMID, J. (2022): Some Notes on *Psodos wehrlii* VORBRÖDT, 1918 with a special Focus on its Biology (Lepidoptera: Geometridae). – Opuscula lepidopterologica alpina **1**: 1-21.
- SEGUINOT, J., IVY-OCHS, S., JOUVET, G., HUSS, M., FUNK, M. & PREUSSER, F. (2018): Modelling last glacial cycle ice dynamics in the Alps. – The Cryosphere **12**: 3265-3285; doi:10.5194/tc-12-3265-2018.
- STEINBAUER, M. J., GRYTNES, J. A., JURASINSKI, G., KULONEN, A., LENOIR, J., PAULI, H., RIXEN, C., WINKLER, M., BARDY-DURCHHALTER, M., BARNI, E., BJORKMAN, A. D., BREINER, F. T., BURG, S., CZORTEK, P., DAWES, M. A., DELIMAT, A., DULLINGER, S., ERSCHBAMER, B., FELDE, V. A., FERNÁNDEZ-ARBERAS, O., FOSSHEIM, K. F., GÓMEZ-GARCÍA, D., GEORGES, D., GRINDRUD, E. T., HAIDER, S., HAUGUM, S. V., HENRIKSEN, H., HERREROS, M. J., JAROSZEWICZ, B., JAROSZYNSKA, F., KANKA, R., KAPFER, J., KLÄNDERUD, K., KÜHN, I., LAMPRECHT, A., MATTEODO, M., DI CELLA, U. M., NORMAND, S., ODLAND, A., OLSEN, S. L., PALACIO, S., PETEY, M., PISOVÁ, V., SEDLAKOVA, B., STEINBAUER, K., STÖCKLI, V., SVENNING, J. C., TEPPA, G., THEURILLAT, J. P., VITTOZ, P., WOODIN, S. J., ZIMMERMANN, N. E. & WIPF, S. (2018): Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. – Nature **556**(7700): 231-234; doi: 10.1038/s41586-018-0005-6.
- VORBRÖDT, C. (1918): *Psodiana. Psodos alticolaria* MANN, *chalybaeus* ZERNY & *wehrlii* nov. spec. – Internationale Entomologische Zeitschrift **12**(19): 147-149.
- VORBRÖDT, K. (1921): Die Schmetterlinge der Schweiz. 4. Nachtrag. – Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft **13**(3/4): 175-206.
- WEHRLI, E. & IMHOF, H. (1922): Neubeschreibung der ersten Stände von *Psodos bentelii* RTZR., *trepidaria* HB., *Ps. wehrlii* VORBR., *alticolaria* MN. und *Gnophos intermedia* WRLLI. – Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft **13**(5): 265-274, Taf. X.
- WEHRLI, E. (1953): 155. Gattung: *Psodos* TR. – In: SEITZ, A. [Hrsg.] (1934-1954): Die Großschmetterlinge der Erde, Supplement 4, Die Spanner des Palaearktischen Faunengebietes: 628-640; Stuttgart (Alfred Kernen-Verlag).