

Leopold-Franzens-Universität Innsbruck – Institut für Ökologie
Betreuung: Dr. Johannes Rüdissler, M.Sc. Lena Nicklas, Mag. Walter Michaeler

**Charakterisierung des Habitats von *Coenonympha hero*
und Einschätzung der Management- und Pflegemaßnahmen im
Naturpark Tiroler Lech**

Masterarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Science



vorgelegt von

Veronika Settles

Matrikelnummer: 12119496

Innsbruck
im September 2025

Abstract

This master thesis investigates the preferred habitat structure of *Coenonympha hero* in the Außerfern region of Tyrol and examines the conservation measures implemented primarily within the LIFE-Lech Project II (2016–2022). The analysis is based on an integrative approach including historical records, expert interviews, literature review, independent butterfly surveys, habitat structure recordings, and vegetation surveys. The habitat structure analysis reveals that *Coenonympha hero* prefers heterogeneous habitats, characterized by open areas with a high proportion of herbaceous vegetation, interspersed with loose shrubs and woodland patches, surrounded by denser forest stands. Moist to intermittently moist site conditions are generally beneficial. The species' presence on drier sites suggests that, in addition to soil moisture, air humidity may also exert a potential influence. Additionally, the species prefers sites with evergreen vegetation, which provides a continuous food source for overwintering larvae during autumn and spring. Observed shifts to higher elevations and further into the valley could be related to climate change. Since the first survey conducted between 2008 and 2011, a population decline has been observed, particularly at sites previously characterized by high individual densities. Some sites may have been temporarily colonized, while other previously unknown sites have now been documented, indicating a metapopulation-like dynamic. The LIFE-Lech Project II aimed to support the conservation of *Coenonympha hero* through specific management measures. Measures focusing on controlling progressive succession and restoring habitats close to the species' preferred conditions, such as clearing, mowing, and selective tree removal, are generally assumed to be beneficial. However, it is recommended to prioritize extensive grazing over mechanical interventions, as grazing is less invasive, although excessive intensity may also have negative effects. Continuous long-term monitoring and further research into suitable grazing methods and intensities are crucial for gaining a better understanding of the habitat requirements of *Coenonympha hero* and for optimizing future management strategies.

Zusammenfassung

Die vorliegende Masterarbeit untersucht die bevorzugten Habitatstrukturen von *Coenonympha hero* im Tiroler Außerfern und nimmt eine Einschätzung der Pflegemaßnahmen vor, die dort unter anderem im Rahmen des LIFE-Lech-Projekts II (2016–2022) umgesetzt wurden. Grundlage der Analyse ist ein integrativer Ansatz, der historische Beobachtungen, Expertengespräche, Literatur anderer europäischer Regionen, eigene Falterkartierungen sowie Aufnahmen der Habitatstruktur und Artenlisten der lokalen Vegetation einbezieht. Die Analyse der Habitatstruktur zeigt, dass *Coenonympha hero* eine heterogene Struktur bevorzugt, in der offene Flächen mosaikartig mit lockeren Sträuchern und Gehölzinseln verzahnt und von dichteren Gehölzbeständen umgeben sind. Feuchte bis wechselfeuchte Standortbedingungen sind grundsätzlich günstig, wobei das Vorkommen der Art auch auf trockeneren Standorten darauf hinweist, dass neben der Bodenfeuchte auch die Luftfeuchtigkeit einen potenziellen Einfluss haben könnte. Zudem bevorzugt die Art Standorte mit überwinternd grüner Vegetation, die den überwinternden Raupen im Herbst und Frühjahr eine kontinuierliche Nahrungsquelle bietet. Beobachtungen einer Ausbreitung in höhere Lagen sowie weiter ins Talinnere könnten auf Verbreitungsverschiebungen im Zusammenhang mit klimatischen Veränderungen hindeuten. Im Vergleich zu den Daten von 2008 bis 2011 lässt sich im Untersuchungsgebiet ein Rückgang der Art feststellen, insbesondere an Standorten mit ehemals hoher Individuendichte. Einige Standorte wurden möglicherweise nur temporär besiedelt, während auch weitere, bisher unbekannte Standorte nachgewiesen wurden, was einer metapopulationstypischen Dynamik entspricht. Das LIFE-Lech-Projekt II hatte unter anderem zum Ziel, den Erhalt von *Coenonympha hero* durch gezielte Managementmaßnahmen zu fördern. Es ist davon auszugehen, dass insbesondere zur Eindämmung fortschreitender Sukzession und zur Annäherung an das bevorzugte Habitat der Art eine Offenhaltung der Flächen durch partielle Pflege wie Freischneiden, Mahd und selektive Gehölzentfernung grundsätzlich förderlich ist. Es wird jedoch empfohlen, eine extensive Beweidung gegenüber maschinellen Eingriffen zu bevorzugen, da sie schonender wirkt, jedoch bei zu hoher Intensität ebenfalls negative Effekte haben kann. Ein kontinuierliches Langzeitmonitoring sowie weitere Erforschung geeigneter Beweidungsformen und -intensitäten sind entscheidend, um die Habitatansprüche von *Coenonympha hero* besser zu verstehen und künftige Managementmaßnahmen entsprechend abzustimmen.

Danksagung

Zunächst möchte ich Lena Nicklas, der stellvertretenden Geschäftsführerin des Naturparks Tiroler Lech, für den Themenvorschlag und die Möglichkeit danken, in diesem wunderschönen Gebiet kartieren zu dürfen. Ihr gebührt mein Dank für die Einführung in die Vegetationskartierung, die geduldige Unterstützung bei der Bestimmung der Pflanzenarten sowie die wertvolle Hilfe bei der Analyse der Vegetationsdaten. Besonderer Dank gilt meinem Hauptbetreuer Johannes Rüdissler für die engagierte Betreuung, das stets konstruktive Feedback und die hilfreichen fachlichen Anregungen sowie das Ausleihen der benötigten Utensilien. Walter Michaeler danke ich für die Einführung und fachliche Unterstützung bei den Tagfalter-Kartierungen sowie für die Bereitstellung des Fangnetzes. Für die finanzielle Förderung danke ich der Abteilung Umweltschutz des Landes Tirol sowie den Österreichischen Bundesforsten und dem Verband der Naturparke Österreichs für die Förderung durch den Forschungsfonds. Mein Dank gilt auch Rike Barkmann für ihre Hilfe bei der statistischen Auswertung. Zudem bedanke ich mich bei allen Interviewpartnern – Karel Cerny, Markus Bräu, Matthias Dolek und Kurt Lechner – für ihre Zeit, Expertise und die wertvollen Informationen. Mein Dank gilt zudem allen weiteren Personen, die mir wertvolle Informationen zu Beweidung, durchgeführten Pflegemaßnahmen und Monitoring-Daten aus dem Untersuchungsgebiet sowie weiteren Vorkommensgebieten gegeben haben. Nicht zuletzt danke ich meinen wunderbaren Bib- und Cowork-PartnerInnen, meiner Familie sowie meinen FreundInnen für ihre emotionale Unterstützung und Motivation während dieser Zeit.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	7
2.	Methodik.....	9
2.1	Untersuchungsgebiet.....	9
2.2	<i>Coenonympha hero</i> -Kartierung.....	11
2.3	Vegetationskartierung	12
2.4	Datengrundlage & Analyse	14
2.5	Literaturrecherche & Expertengespräche	15
3.	Ergebnisse	16
3.1	Nachweise von <i>Coenonympha hero</i> im Jahr 2024.....	16
3.2	Nachweise von <i>Coenonympha hero</i> von 2008 bis 2025	17
3.3	Charakterisierung des Lebensraums von <i>Coenonympha hero</i>	21
3.3.1	Literaturrecherche & Expertenmeinungen	21
3.3.2	Charakterisierung aktuell besiedelter Standorte anhand der Vegetationskartierung ..	27
3.3.2.1	Habitatstruktur	27
3.3.2.2	Häufige Pflanzenarten und Verfügbarkeit potenzieller Futterpflanzen	28
3.3.2.3	Landolt-Indikatoren	29
3.3.3	Vergleich besiedelter Flächen mit nicht besiedelten Flächen	30
3.3.3.1	Analyse der Vegetationszusammensetzung auf den Parzellen mit und ohne Funde mittels Principal Coordinate Analysis (PCoA)	30
3.3.3.2	Bedeckungen der Vegetationsschichten auf den Parzellen mit und ohne Funde .	31
3.3.3.3	Bedeckungen der Vegetationsschichten auf den Standorten mit und ohne Funde	32
4.	Diskussion.....	34
4.1	Status & Entwicklung von <i>Coenonympha hero</i> im Untersuchungsgebiet	34
4.1.1	Populationsrückgang & -entwicklung	34
4.1.2	Variabilität der Flugzeit.....	35
4.1.3	Dispersionsfähigkeit & Metapopulationsdynamik.....	35
4.1.4	Verbreitungsgrenzen & klimatische Veränderungen.....	36
4.2	Habitatbedingungen von <i>Coenonympha hero</i>	36
4.2.1	Strukturmerkmale & klimatische Standortfaktoren	36
4.2.2	Vorkommen & ökologische Bedeutung spezifischer Pflanzenarten	37
4.3	Methodenkritik & Limitationen	38
4.4	Gefährdung & Management.....	38
4.4.1	Gefährdungsfaktoren für <i>Coenonympha hero</i>	38
4.4.2	Einschätzung der umgesetzten Pflege- & Managementmaßnahmen	39
4.4.3	Empfehlungen für das zukünftige Management	40
4.5	Zukünftiger Forschungsbedarf	42
5.	Fazit	43
6.	Literaturverzeichnis.....	44
7.	Anhang	50

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: <i>Coenonympha hero</i> -Beobachtungen an den Standorten im Jahr 2024.....	16
Abbildung 2: Saisonaler Verlauf der <i>Coenonympha hero</i> -Funde an Standorte 2 & 4–6 (2008–2010, 2024–2025).....	18
Abbildung 3: Habitatstruktur der Fundorte von <i>Coenonympha hero</i> im Untersuchungsgebiet.....	27
Abbildung 4: Landolt-Indikatorwerte an den Fundstellen von <i>Coenonympha hero</i>	29
Abbildung 5: PCoA der Vegetation auf Parzellen mit/ohne Funde von <i>Coenonympha hero</i>	30
Abbildung 6: Vegetationsbedeckung (%) auf Parzellen mit/ohne Funde von <i>Coenonympha hero</i>	31
Abbildung 7: Vegetationsbedeckung (%) auf Standorten mit/ohne Funde von <i>Coenonympha hero</i> ..	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Standorte – Parzellierung, Begehungshäufigkeit und Managementmaßnahmen	11
Tabelle 2: Definition der Abundanzklassen (nach Pauli et al., 2015, angepasst)	13
Tabelle 3: Übersicht der <i>Coenonympha hero</i> -Nachweise 2008–2025	20

1. Einleitung

Coenonympha hero, das Wald-Wiesenvögelchen, ist ein glaziales Relikt in Europa (Sherpa et al., 2022) und eine euro-sibirische Art. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich nördlich von Südkandinavien bis südlich zu den Alpen und westlich von Mittelfrankreich bis weit in den Osten (Korea, Japan) (Reinhardt et al., 2020). In West- und Zentraleuropa verzeichnet die Art einen starken Rückgang, der in Ländern wie Belgien, der Schweiz, Tschechien, Dänemark, Luxemburg und den Niederlanden bereits zum lokalen Aussterben geführt hat (Lütolf et al., 2006; Reinhardt et al., 2020; C. A. M. Van Swaay & Warren, 1999). Auch in den noch besiedelten Gebieten Norwegen und Frankreich sind die Bestände stark rückläufig, was vor allem durch die Veränderungen in der Landnutzung bedingt ist (Endrestøl & Bengtson, 2012; UICN France et al., 2012). Der Rückgang der Art in ganz Europa ist vor allem auf den Verlust geeigneter Habitats zurückzuführen, welche unter anderem durch das Fehlen von Übergangsbereichen, Aufforstungen sowie Flussregulierungen und das damit einhergehende Zuwachsen der Auen bedingt sind (Bräu et al., 2013). Angesichts des weit verbreiteten Rückgangs und des Verschwindens der Art in verschiedenen europäischen Regionen ist *Coenonympha hero* gemäß Anhang IV der EU-FFH-Richtlinie streng geschützt.

In Österreich, wo die Art ebenfalls als vom Aussterben bedroht gilt, waren die bekannten Vorkommen von *Coenonympha hero* auf zwei Regionen in Tirol beschränkt (Huemer et al., 2024). Laut den verfügbaren Daten sind die in Österreich lebenden Populationen die einzigen, die in den Alpenraum eingedrungen sind (Lechner & Ortner, in Druck). Die beiden bekannten Standorte befinden sich im unteren Inntal und im Tiroler Außerfern. Der Standort im unteren Inntal bei Münster hat seit den 1990er Jahren einen starken Rückgang erfahren, bedingt durch Bautätigkeit, das Zuwachsen der Flächen und Aufforstungen, die zu erheblichen Beeinträchtigungen des ehemaligen Lebensraums führten. Die letzten Sichtungen der Art fanden dort im Jahr 2018 statt (Ortner & Lechner, 2018). Trotz Nachsuchen im Jahr 2022 konnten jedoch keine weiteren Nachweise erbracht werden, weshalb die Art an diesem Standort als ausgestorben gilt (Cerny, 2022).

Im Tiroler Außerfern wurde *Coenonympha hero* erstmals im Jahr 2004 entdeckt (Ortner & Lechner, 2008). Die zu dieser Zeit noch individuenstarke Population wurde von Lechner und Ortner (2011a) im Rahmen des Artenschutzkonzeptes von 2008 bis 2011 umfassend untersucht. Im Untersuchungsgebiet wurde die Art überwiegend an Auenstandorten nachgewiesen. Allgemein wurden und werden Auengebiete in Österreich durch menschliche Eingriffe stark umgestaltet, was zu einer deutlichen ökologischen Beeinträchtigung führt (Habersack & Piégay, 2007; Hohensinner & Jungwirth, 2016; Preiner et al., 2018; Pühringer et al., 2025). So wurde auch im Untersuchungsgebiet die natürliche Flussdynamik durch Flussbaumaßnahmen und den Bau der Schnellstraße erheblich verändert (Dalhof & Häcker, 1992). Diese anthropogenen Beeinträchtigungen verhindern eine natürliche Reliefbildung, da die Kraft des Flusses nicht mehr ausreicht, um Gehölze zu entfernen oder die Habitats erheblich zu formen. Dies begünstigt ein Zuwachsen der offenen Struktur im Auwald (Bräu et al., 2013) und führt zu einer Verschlechterung der Habitatqualität, da die strukturelle Vielfalt der Landschaft nicht mehr gegeben ist (Cerny & Propstmeier, 2022b; Michaeler, 2022).

Aus diesem Grund wurden im Rahmen verschiedener Projekte, darunter auch das EU-geförderte LIFE-Projekt II „Dynamic River System Lech“ (2016–2022), Pflegemaßnahmen zur Wiederherstellung und Aufwertung des Habitats umgesetzt. Zu diesen Maßnahmen gehörten vor allem Freischneiden, Mahd sowie selektive Gehölzentfernung an den betroffenen Standorten, um der zunehmenden Verbuschung entgegenzuwirken und die Ausbreitung dominanter Arten wie *Calamagrostis* sp. und *Rubus* sp. zu begrenzen. Diese Maßnahmen kommen nicht nur *Coenonympha hero* zugute, sondern fördern auch andere Tagfalterarten als auch Amphibienarten, die ähnliche Lebensräume nutzen, weshalb *Coenonympha hero* als Schirmart fungiert (Michaeler, 2022). Um zukünftig weiterführende und gezielte Management- und Pflegemaßnahmen entwickeln zu können, ist ein fundiertes Verständnis der Habitatansprüche dieser Art unerlässlich.

Das Ziel dieser Masterarbeit ist daher die Charakterisierung des Habitats von *Coenonympha hero* im Tiroler Außerfern. Dazu werden die Habitatstruktur, die lokale Vegetation sowie potenzielle Unterschiede zwischen besiedelten und unbesiedelten Flächen berücksichtigt. Ergänzend wird eingeschätzt, inwiefern die im Untersuchungsgebiet durchgeführten Pflegemaßnahmen potenziell zur Förderung der Art beigetragen haben. Die vorliegende Arbeit stützt sich allgemein auf eine Kombination aus historischen Daten (Lechner & Ortner, 2011a), eigenen Falterkartierungen, Erfassung der Pflanzenarten sowie Expertenmeinungen und Literatur anderer europäischer Regionen. Diese Herangehensweise ermöglicht eine differenzierte Einschätzung der Habitatansprüche von *Coenonympha hero*, auf deren Grundlage konkrete Handlungsempfehlungen für den Artenschutz entwickelt werden können.

Auf Grundlage dieses methodischen Ansatzes wurden in dieser Arbeit folgende Forschungsfragen untersucht, die sich auf das Untersuchungsgebiet im Tiroler Außerfern beziehen:

- Welche spezifische Habitatstruktur charakterisiert die Standorte, auf denen die Art vorkommt?
- Welche Pflanzenarten kommen vermehrt an den Fundorten vor bzw. dominieren nahe der Fundstelle?
- Wie unterscheiden sich besiedelte Standorte von ehemals besiedelten, aktuell nicht besiedelten Standorten?
- Auf welchen der in den Kartierungen von 2008–2011 erfassten Standorten lässt sich die Art weiterhin nachweisen?
- Gibt es besiedelte Standorte, die zuvor nicht bekannt waren?

2. Methodik

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Tiroler Außerfern und liegt teilweise im Naturpark Tiroler Lech. Die Region stellt eines der letzten naturnah erhaltenen alpinen Flusstäler Österreichs dar und zeichnet sich durch die letzte größere zusammenhängende Wildflusslandschaft im nördlichen Alpenraum aus. Aufgrund ihrer ökologischen Bedeutung und ihrer außergewöhnlichen Ausprägung wurde sie im Jahr 2000 als Natura 2000-Schutzgebiet ausgewiesen und trägt seit dem Jahr 2004 den Status eines Naturparks. Das Schutzgebiet umfasst den Fluss Lech mit seinen Überflutungsbereichen, Auwäldern und bedeutenden Zubringern (REVITAL Integrative Naturraumplanung GmbH & Suske Consulting, 2022).

Die Kartierung von *Coenonympha hero* im Untersuchungsgebiet im Jahr 2024 basierte auf neun Standorten, von denen bereits acht Standorte (Standort 1–6, Standort 8, Standort 9) zwischen 2008 und 2011 im Rahmen des Artenschutzkonzepts von Lechner und Ortner (2011a) untersucht wurden. Die Standorte 1–6 bildeten den Schwerpunkt der Kartierung, da auf ihnen Erhaltungsmaßnahmen für den Lebensraum von *Coenonympha hero* umgesetzt wurden. Die genauen Grenzen der Standorte 1–6 wurden anhand der Flächen festgelegt, die 2021 im Zuge der Erfolgskontrolle der Artenschutzmaßnahmen vom Land Tirol kartiert wurden (Michaeler et al., 2021). Diese umfassten einen kleineren Teil der von Lechner und Ortner (2011a) definierten Standorte. Zur Erfassung der Habitatstruktur wurden die Standorte zusätzlich in strukturell möglichst homogene Parzellen unterteilt. Die Standorte 2–6 befinden sich entlang des Flusses Lech, im Natura 2000 Gebiet und Naturpark Tiroler Lech. An den Standorten 5 und 6 wurde von Lechner und Ortner (2011a) die Kernpopulation von *Coenonympha hero* im Untersuchungsgebiet angenommen. Die beiden Standorte sind durch eine Schnellstraße vom Flussufer getrennt, wodurch sie nicht mehr direkt von der Flusssdynamik beeinflusst werden. Standorte 2–4 befinden sich in den Auen, sind jedoch aufgrund der Verbauung des Flusses ebenfalls in ihrer natürlichen Dynamik eingeschränkt (Dalhof & Häcker, 1992). Im Gegensatz dazu befindet sich Standort 1 nicht in der Auenlandschaft. Er ist südexponiert (Land Tirol, 2014a), zeichnet sich durch trockenere Bedingungen aus und ist durch eine typische Kalkmagerrasenvegetation geprägt. Bei Standort 7 handelte es sich um einen zufälligen Neufund, der aufgrund des späten Zeitpunktes innerhalb der Flugzeit nur noch ein weiteres Mal begangen werden konnte. Der Fundort liegt in größerer Entfernung zum Lech, befindet sich unmittelbar an einem kleinen See und weist moorähnliche Standortverhältnisse auf. Angrenzend befindet sich ein Wald mit offenen Strukturen und kleineren Sträuchern, die potenziell geeignete Habitatcharakteristika darstellen. Standort 8 und Standort 9 sind ehemals bekannte Vorkommensgebiete, die von Lechner und Ortner (2011a) untersucht wurden und sich außerhalb des Auenbereichs befinden. Sie wurden im Jahr 2024 einmalig begangen und wären im Fall eines Nachweises in die reguläre Kartierung einbezogen worden.

Um die Habitatbedingungen für *Coenonympha hero* zu verbessern, wurden auf den Standorten 1–6 zwischen 2019 und 2024 Pflegemaßnahmen umgesetzt (Tab. 1). Am Standort 1 wurden die pflegerischen Maßnahmen durch das Unternehmen Austrian Power Grid finanziert, während die Umsetzung

an den Standorten 2–6 im Rahmen EU-finanzierter Projekte, darunter das LIFE-Lech-Projekt II und ein LE-14–20-Projekt, unterstützt wurden. Die Standorte 1–6 wurden im Herbst/Winter 2023/2024 durch Mahd, Freischneiden und Gehölzentfernungen zuletzt gepflegt. Die Standorte 5 und 6 werden seit mehreren Jahrzehnten im Frühjahr und Herbst von Fleckvieh-Rindern (20–25 Individuen) beweidet (P. Oberthanner, persönliche Kommunikation, 31. Mai 2025). Auch Standort 9 unterliegt seit Jahrzehnten einer Beweidung durch ca. 15 Fleckvieh-Rindern im Zeitraum von Mai–Oktober (J. Rid, persönliche Kommunikation, 13. Juni 2025). Standort 2 wurde erstmals im Jahr 2024 beweidet. Die Beweidung erfolgte mit 13 Tiroler Bergschafen und 6 gämsfarbigen Gebirgsziegen auf einer Fläche von 1,6 ha im Zeitraum vom 01.05. bis 01.08.2024 (R. Wörle, persönliche Kommunikation, 27. März 2025). Da die Art aufgrund ihrer starken Gefährdung besonders sensibel ist, werden die genauen Standorte des Vorkommens von *Coenonympha hero* sowie die zugehörigen Karten aus naturschutzfachlichen Gründen nur im nicht öffentlichen Anhang dargestellt (Abb. B1–4).

Tabelle 1: Charakterisierung der untersuchten Standorte, einschließlich Parzellierung, Begehungshäufigkeit im Jahr 2024 und durchgeführter Managementmaßnahmen. Quellen der Managementmaßnahmen: Cerny (o. J., 2021, 2023); Cerny & Propstmeier (2022); Lechner & Ortner (2011b); Michaeler et al. (2021); Umweltbüro Cerny (2019); persönliche Kommunikation: Ernst Partl (21.04.2025), Richard Wörle (27.03.2025, 23.08.2025).

	Größe [ha]	Anzahl Parzellen	Anzahl Begehungen	Managementmaßnahmen
Standort 1 (südexponiert)	1,7	10	6	2010: Kürzlich aufgelichtet 2022: Entbuschungen 2023: Teilpflege 2024: Fertigstellung der Maßnahmen
Standort 2	1,9	4	6	2020: Entbuschung & Gehölzentfernung 2023: Mahd & Rückschnitt 2024: Beweidung 2025: Beweidung
Standort 3	0,4	3	6	2020: Gehölzentfernung & -kürzung
Standort 4	3,4	4	6	2020: Gehölzentfernung 2023: Gehölzentfernung & Bekämpfung von <i>Calamagrostis</i> sp./ <i>Rubus</i> sp.
Standort 5	1,2	6	6	2019: Freischneiden des Waldkorridors & Gehölzentfernung & Entbuschung & Umpflanzen von <i>Picea abies</i> 2021: Gehölzentfernung & Entbuschung 2023: Entfernung von Gebüsch & Hochstauden
Standort 6	0,7	3	6	2019: Entbuschungen 2021: Korrekturpflege 2023: Entbuschung & Mahd
Standort 7	-	-	2	-
Standort 8	0,8	3	1	-
Standort 9	2,4	5	1	-

2.2 *Coenonympha hero*-Kartierung

Die Flugzeit von *Coenonympha hero* beginnt Ende Mai und endet Anfang Juli (Huemer et al., 2024), wobei die maximale Individuenzahl im Juni erreicht wird (Ortner & Lechner, 2008). Aufgrund ungünstiger Witterungsverhältnisse Anfang Juni, bedingt durch Niederschlag und zu geringe Temperaturen für Tagfalterkartierungen (Abb. C1 & C2), wurden die Erhebungen im Zeitraum vom 05. Juni bis 11. Juli 2024 durchgeführt.

Die Kartierungen erfolgten nach Möglichkeit gemäß den im Vielfalter-Tagfaltermonitoring vorgesehenen Kriterien einschließlich Windstärke, Bewölkung, Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit. Die empfohlenen Bedingungen umfassen eine Windstärke gemäß der Beaufortskala von 0–3, Temperaturen von $> 13^{\circ}\text{C}$ und bei Temperaturen zwischen 13°C und 17°C musste die Bewölkung bei 0 % liegen, also 100 % Sonnenschein. Bei Temperaturen $> 17^{\circ}\text{C}$ sollte die Bewölkung maximal 40 % betragen. (Barkmann et al., 2023)

Trotz der angestrebten Einhaltung der definierten Witterungsbedingungen konnten diese im Gelände nicht durchgehend erfüllt werden. Da sich das Wetter in alpinen Lagen im Sommer durch konvektive Prozesse rasch und lokal ändern kann, wurden auch unter suboptimalen (stärkere Bewölkung), aber vertretbaren Bedingungen (geeignete Temperatur, kein Niederschlag) Kartierungen durchgeführt und entsprechend dokumentiert (Tab. D1). Im genannten Zeitraum wurden Kartierungen an allen Tagen durchgeführt, an denen zumindest kein Niederschlag auftrat. An einem Kartiertag lag die Temperatur unter 17°C bei einer Bewölkung von 4/8, wobei dennoch ein Individuum nachgewiesen wurde. An weiteren 14 Kartiertagen überschritt die Bewölkung bei Temperaturen zwischen 21°C und 27°C den Grenzwert von 40 %. Insgesamt wurden fünf Individuen bei $> 60\%$ Bewölkung sowie ein Individuum bei vollständiger Bewölkung (100 %) beobachtet. Acht der insgesamt 25 erfassten Individuen (32 %) wurden somit unter suboptimalen Witterungsbedingungen beobachtet, was darauf hindeutet, dass *Coenonympha hero* auch bei nicht idealen Wetterverhältnissen nachweisbar ist.

Zur Überprüfung der Wetterbedingungen während der Kartierungen wurde zu Beginn und am Ende jeder Kartierung an einer für den jeweiligen Standort repräsentativen Stelle die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit mittels eines Hygro-Thermometers knapp über der Vegetation und in 2 m Höhe gemessen und der Mittelwert aus den zwei Werten berechnet. Zu Beginn des Erhebungszeitraums konnten die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit nicht mit dem Thermo-Hygrometer gemessen werden. Stattdessen wurden repräsentative Werte der Wetterstation Reutte (Geosphere Austria, 2024) herangezogen. Dafür wurde jeweils der Mittelwert der stündlich gemessenen Daten im Zeitraum der Kartierung berechnet. Die Windstärke wurde anhand der Beaufort-Skala ermittelt, während die Bewölkung in Achtern geschätzt wurde.

Bei jeder Kartierung wurde der jeweilige Standort mäanderartig abgegangen, um das Gebiet möglichst vollständig zu erfassen und jedes potenziell anwesende Individuum nachzuweisen. Die Individuen wurden zur Identifizierung mit einem Kescher eingefangen und in der mobilen Anwendung der geographischen Informationssystem-Software QField (Version 3.3.1) dokumentiert (Koordinaten, Fotos, Auffälligkeiten etc.).

2.3 Vegetationskartierung

In strukturell homogenen Parzellen der acht Standorte (alle mit Ausnahme von Standort 7) wurden die Habitatstruktur und die Vegetation erfasst. Dabei wurden die prozentuale Bedeckung der Kraut-, Strauch- und Baumschicht sowie die mittlere Höhe der Strauchschicht und die maximale Baumhöhe erhoben. Zudem wurden auf den Parzellen der Standorte 1–6 Artenlisten der Pflanzen erstellt, aus denen unter anderem die Häufigkeit der einzelnen Arten hervorgeht (Tab. D3). Im Radius von 5 m um die jeweilige Fundstelle der *Coenonympha hero*-Individuen wurde eine detailliertere

Vegetationsaufnahme durchgeführt. Die Pflanzenarten wurden gemäß einer Abundanzskala erfasst (orientiert an Pauli et al., 2015), um eine präzisere Charakterisierung des Habitats zu ermöglichen (Tab. 2). Für zwei Fundstellen auf Standort 1 wurde keine genauere Abundanzschätzung der Vegetation durchgeführt, jedoch können diese Fundstellen mit den Artenlisten der entsprechenden Parzellen verglichen werden. Auf Standort 7 wurde lediglich eine Artenliste der Vegetation in der unmittelbaren Umgebung der Fundstelle erstellt. Diese wurde anschließend wie die anderen Parzellenaufnahmen für die Gesamtanalyse berücksichtigt. Die Bedeckung der Vegetationsschichten, die mittlere Strauchhöhe, die maximale Baumhöhe und eine Schätzung nach der Abundanzskala wurden dort nicht vorgenommen. Die Vegetationsaufnahme auf Standort 2 könnte möglicherweise nicht vollständig repräsentativ sein, da die Vegetation zum Zeitpunkt der Erhebung bereits stark durch die dortige Beweidung abgefressen war.

Die relevanten Futterpflanzen für das Raupenstadium sowie die Nektarpflanzen für das Falterstadium der Art wurden den Arbeiten von Lechner und Ortner (2011a) und Lechner (2024) entnommen, wobei nur im Untersuchungsgebiet vorkommende Pflanzenarten berücksichtigt wurden. Als Nektarpflanzen für die Falter konnten *Buphthalmum salicifolium*, *Potentilla erecta*, *Prunella grandiflora*, *Ranunculus nemorosus* und *Thymus praecox* identifiziert werden. Zu den Futterpflanzen für die Raupen zählen unter anderem *Agrostis* sp., *Brachypodium pinnatum*, *Briza media*, *Calamagrostis epigejos*, *Calamagrostis* sp., *Carex flacca*, *Carex panicea*, *Carex sempervirens*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca* sp., *Molinia caerulea* und *Sesleria caerulea*. Diese Pflanzen sind in der Artenliste im Anhang (Tab. D4) in einer zusätzlichen Spalte mit „F“ für Futterpflanze und „N“ für Nektarpflanze gekennzeichnet.

Tabelle 2: Definition der Abundanzklassen nach Pauli et al. (2015) und Zuordnung der prozentualen Deckungswerte [%] nach Porro et al. (2019). Bei Deckungswerten zwischen zwei Abundanzklassen wurden Mittelwerte der entsprechenden Prozentbereiche verwendet (r–s: 11,3 %, s–c: 27,5 %, c–d: 56,3 %).

Abundanzklasse	Deckung [%]	Beschreibung
r! (very rare)	0,1	Ein oder wenige kleine Individuen einer Art.
r (rare)	5,0	Einzelne Individuen der Art, die bei sorgfältiger Beobachtung kaum zu übersehen sind.
s (scattered)	17,5	Die Art ist kaum zu übersehen, doch ihr Vorkommen ist nicht auf den ersten Blick offensichtlich; Individuen sind nicht unbedingt gleichmäßig über den gesamten Bereich verteilt.
c (common)	37,5	Häufig und weit verbreitet innerhalb des Bereichs. Die Art ist auf den ersten Blick offensichtlich, bedeckt jedoch weniger als 50 % der Fläche des Bereichs.
d (dominant)	75,0	Sehr häufig. Die Art stellt einen großen Anteil der Phytomasse dar und bildet oft mehr oder weniger fleckige oder dichte Vegetationsschichten; die Art bedeckt mehr als 50 % der Fläche des Bereichs.

2.4 Datengrundlage & Analyse

Neben den eigenen Daten der *Coenonympha hero*-Kartierung im Jahr 2024 wurde zum Vergleich und zur Abschätzung der Populationsentwicklung ein Datensatz von Lechner und Ortner (2011b) berücksichtigt. Die zugrunde liegenden Erhebungen basieren auf Transektbegehungen, Fang-Markierung-Wiederfang und Schätzungen bei hoher Individuenzahl. Das damals untersuchte Gebiet umfasste größere Flächen als in der vorliegenden Arbeit. Die Standorte 1 bis 4 wurden in der Regel höchstens einmal pro Saison begangen, während an den Standorten 5 und 6 meist mehrere Erhebungen pro Saison durchgeführt wurden (Lechner & Ortner, 2011a, 2011b). Diese methodischen Unterschiede müssen bei der Interpretation der Daten von 2008 bis 2011 berücksichtigt werden. Ergänzend wurden Daten der Kontrollerhebung von Michaeler et al. (2021), ein Datensatz des Umweltbundesamts (2022) und eine Beobachtung von J. Propstmeier und K. Cerny (2024, Standort 6; J. Propstmeier, persönliche Kommunikation, 28. Januar 2025) berücksichtigt. Außerdem flossen weitere eigene Ergebnisse einer unabhängig von dieser Arbeit durchgeführten Kartierung aus dem Jahr 2025 in die vergleichende Analyse ein.

Basierend auf den in Kapitel 2.3 beschriebenen Vegetationsaufnahmen wurden zur vegetationsökologischen Analyse die Zeigerwerte der Pflanzenarten gemäß Landolt et al. (2010) verwendet. Betrachtet wurden die Temperaturzahl (T), Kontinentalitätszahl (K), Lichtzahl (L), Feuchtezahl (F), Wechselfeuchtezahl (W), Reaktionszahl (R), Nährstoffzahl (N), Humuszahl (H), Durchlüftungszahl (D) und die Blattdauer. Letztere wurde jedoch nicht in die folgenden Berechnungen der gewichteten Mittelwerte einbezogen, da es sich hierbei um eine kategoriale Variable handelt, während die anderen Indikatoren auf numerischen Skalen basieren. Pflanzen, die nicht auf Artniveau bestimmt werden konnten, wurden in diese Analyse nicht einbezogen. Für die genauere Untersuchung der Fundstellen der *Coenonympha hero*-Individuen wurden die nach der Abundanzskala eingeschätzten Kategorien in prozentuale Werte umgewandelt (Porro et al., 2019). Die Zwischenstufen der Kategorien wurden durch die Mittelwerte der jeweiligen Prozentwerte berechnet. Auf Basis dieser Umwandlung wurden anschließend die gewichteten Mittelwerte der Landolt-Indikatoren für jede Fundstelle berechnet.

Die Analyse der Vegetationsgesellschaften auf den Parzellen mit und ohne Fund erfolgte mittels Principal Coordinates Analysis (PCoA) auf Basis der Jaccard-Distanz (Gower, 1966). Zudem wurde geprüft, ob die Bedeckung der Vegetationsschichten auf den Standorten und Parzellen mit und ohne Fund signifikante Unterschiede aufwies. Hierfür wurde zunächst die Normalverteilung der Daten mittels des Shapiro-Wilk-Tests überprüft. Abhängig von der Verteilung der Daten wurde anschließend entweder der t-Test oder der Wilcoxon-Test angewendet, um festzustellen, ob die Unterschiede zwischen den Standorten mit und ohne Fund signifikant waren. Die statistische Analyse wurde unter der Annahme eines Signifikanzniveaus von $p \leq 0,05$ durchgeführt.

Für die Datenanalyse sowie die grafische Darstellung der Ergebnisse wurde die Software R Studio (Version 2024.09.1+394) verwendet. Zur Datenaufbereitung und Visualisierung wurden die R-Pakete tidyverse, dplyr, purrr, ggplot2, ggrepel, patchwork und vegan verwendet. Die geografischen Daten, die mittels QField erfasst wurden, wurden in QGIS (Version 3.34.7-Prizren) weiterverarbeitet und für die Kartenerstellung genutzt.

2.5 Literaturrecherche & Expertengespräche

Zur umfassenden Analyse der Habitatansprüche von *Coenonympha hero* wurden ergänzend zu den eigenen Kartierungen eine Literaturrecherche sowie Expertengespräche durchgeführt. Die verwendete Literatur umfasst Studien aus Estland, Schweden, Norwegen, Polen und Frankreich, um die Habitatansprüche der Art in anderen europäischen Regionen besser zu verstehen. Die Literaturrecherche erfolgte unter anderem in der wissenschaftlichen Datenbank Web of Science (Clarivate, 2025). Bei der Suche nach dem Stichwort „*Coenonympha hero*“ wurden in der „Web of Science Core Collection“ insgesamt 17 Einträge gefunden. Wurde hingegen in „All Databases“ in derselben Datenbank gesucht, erhöhte sich die Trefferzahl auf 75 Dokumente. Nach einem gezielten Screening der Abstracts wurden vier Paper ausgewählt, die detaillierte Informationen zu den Habitatansprüchen der Art enthielten. Ergänzend wurden durch weitere Recherchen vier zusätzliche Arbeiten identifiziert, etwa durch Literaturverweise in anderen Studien sowie gezielte Suchen in anderen Quellen (z. B. Google Scholar). Insgesamt flossen somit acht wissenschaftliche Arbeiten mit relevanten Habitatbeschreibungen in die Analyse ein. Diese befassten sich mit verschiedenen Aspekten wie Habitatstruktur, Futterpflanzen und den ökologischen Bedürfnissen der Art. Sie dienten als Grundlage für den Vergleich mit den Ergebnissen der durchgeführten Expertengespräche, die sich auf die lokalen Bedingungen in Süddeutschland und Österreich konzentrierten.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden vier telefonische Experteninterviews im Zeitraum von Januar bis März 2025 geführt. Zwei der interviewten Experten, Matthias Dolek und Markus Bräu, lieferten Informationen zu den allgemeinen Habitatansprüchen von *Coenonympha hero* in Süddeutschland, insbesondere hinsichtlich der Lebensraumstrukturen und Standortbedingungen in dieser Region. Die Interviews mit M. Dolek fanden am 7. Januar und 26. März 2025 statt und das Gespräch mit M. Bräu am 11. Februar 2025. Ihre Aussagen lieferten einen wichtigen überregionalen Vergleich und trugen wesentlich zum Gesamtverständnis der Anforderungen der Art bei.

Ein weiterer Interviewter war Kurt Lechner, der *Coenonympha hero* in dieser Region gemeinsam mit Alois Ortner im Jahr 2004 erstmals nachwies (Ortner & Lechner, 2008). Das Gespräch mit K. Lechner fand am 7. Januar 2025 statt. Der vierte Interviewte war Karel Cerny, der für die Pflegemaßnahmen in diesem Gebiet tätig war. Das Interview mit ihm wurde am 13. Januar 2025 geführt. Durch diese beiden Gespräche konnte ein grundlegendes Verständnis der Habitatansprüche der Art im Tiroler Außerfern entwickelt werden. Dabei wurden insbesondere die Standortbedingungen, die Anforderungen an Vegetation und Habitatstruktur, die Verteilung der Population, die Mobilität der Art sowie das Flächenmanagement durch Beweidung und menschliche Eingriffe thematisiert.

In der folgenden Arbeit werden Aussagen aus den Interviews mit dem Zusatz „m. M.“ (mündliche Mitteilung) gekennzeichnet.

3. Ergebnisse

3.1 Nachweise von *Coenonympha hero* im Jahr 2024

Bei der Kartierung von *Coenonympha hero* im Jahr 2024 konnten im gesamten Untersuchungsgebiet 25 Individuen nachgewiesen werden. Nachdem die meisten Funde an den ersten beiden Kartiertagen gemacht wurden, zeigte sich bei den darauffolgenden Begehungen ein deutlicher Rückgang der Nachweise (Abb. 1). Die Anzahl der beobachteten Individuen variierte zwischen den Standorten. Der Großteil der Individuen wurde an Standort 2 beobachtet, während an Standort 4 keine Individuen beobachtet wurden. Am 29.06.2024 konnte an Standort 7 ein einzelnes Individuum von *Coenonympha hero* nachgewiesen werden. Eine weitere Kartierung am 11.07.2024 ergab dort keinen weiteren Fund. Aufgrund des einmaligen Nachweises wurde dieser Standort in die weiterführenden Habitatuntersuchungen miteinbezogen.

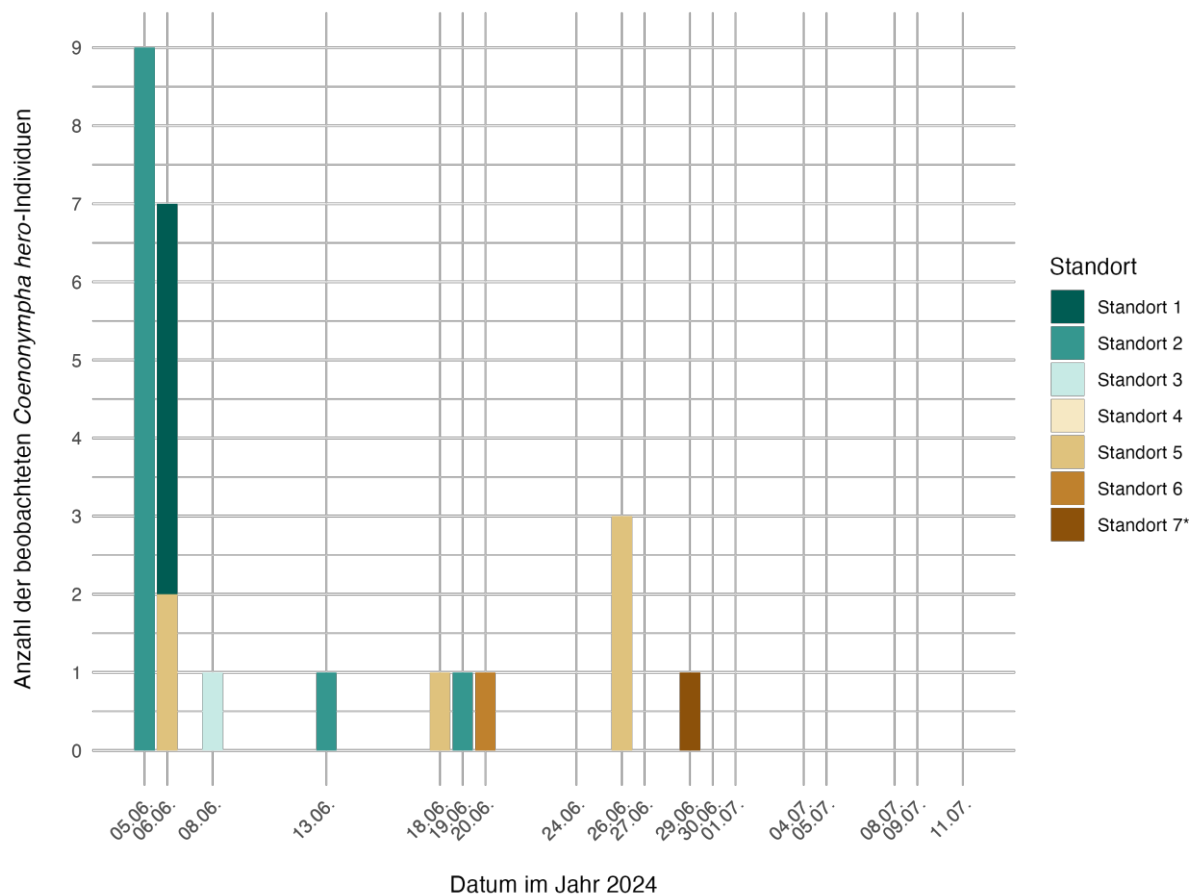


Abbildung 1: Anzahl der beobachteten *Coenonympha hero*-Individuen auf den verschiedenen Standorten an den Kartiertagen im Jahr 2024.

3.2 Nachweise von *Coenonympha hero* von 2008 bis 2025

In den Jahren 2008 bis 2010 (Lechner & Ortner, 2011b) sowie 2024 und 2025 wurden an den Standorten 2, 4, 5 und 6 Funde von *Coenonympha hero* an unterschiedlich vielen Kartiertagen zwischen Ende April und Anfang Juli erfasst (Abb. 2). Anhand der Daten von Standort 5 ist erkennbar, dass das Maximum der Individuenzahl 2008 und 2009 Anfang Juni erreicht wurde, wohingegen es 2010 Ende Juni verzeichnet wurde. Ein Vergleich der Fundzahlen von 2010 und 2024 zeigt einen deutlichen Rückgang der Gesamtzahl der Individuen. Der starke Rückgang der Fundzahlen an den Standorten 2 und 6 sowie das Fehlen von Nachweisen an Standort 4 im Jahr 2024 deuten darauf hin, dass der Höhepunkt der Flugzeit der Art möglicherweise bereits vor den Kartierungen stattgefunden hat. Im Jahr 2025 konnte der Verlauf der Flugzeit an den Standorten anhand der Begehungen deutlich abgebildet werden. Im Vergleich zu 2024 wurden an den Standorten 4, 5 und 6 im Jahr 2025 höhere Maximalzahlen festgestellt, während an Standort 2 geringere Individuenzahlen dokumentiert wurden.

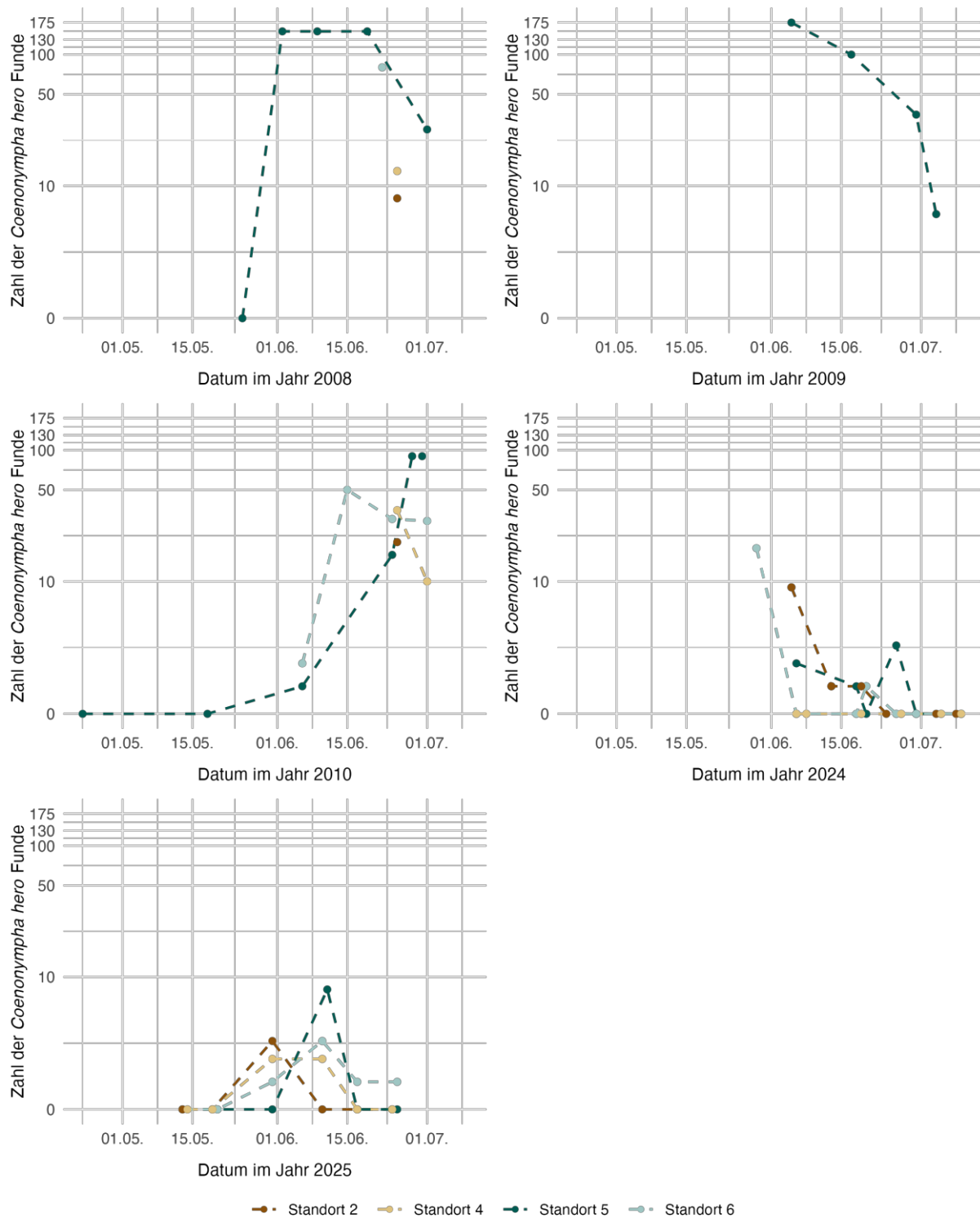


Abbildung 2: Saisonaler Verlauf der *Coenonympha hero*-Funde (Falter) an den Standorten 2, 4, 5 und 6 in den Jahren 2008–2010 sowie 2024 und 2025. Ein Anstieg der Fundzahlen zu Beginn des Beobachtungszeitraums und ein Rückgang im späteren Verlauf weisen auf die Flugzeit der Art hin. Die Daten von 2008–2010 stammen aus Lechner & Ortner (2011b), wobei Schätzungsbereiche (z. B. 150–200) auf deren Mittelwerte (z. B. 175) reduziert wurden. Die Daten von 2024 und 2025 basieren auf eigenen Erhebungen. Die Auswahl der abgebildeten Standorte erfolgte auf Grundlage der Datenverfügbarkeit.

In den Jahren 2008 bis 2011 wurden an den meisten Standorten, insbesondere an den Standorten 5 und 6, deutlich höhere Individuenzahlen von *Coenonympha hero* erfasst als in den Jahren 2021, 2022, 2024 und 2025, in denen ein insgesamt merklicher Rückgang der Nachweise zu verzeichnen war (Tab. 3). Am Standort 1 wurde im Jahr 2025 die höchste Individuenzahl aller bisherigen Datenerhebungen dokumentiert. Die Flugzeit begann an diesem Standort bereits früh im Jahr 2025, so dass dort bereits am 13.05.2025 etwa 12 Individuen beobachtet werden konnten, während an den anderen Standorten zu diesem Zeitpunkt noch keine Nachweise vorlagen. Der Beginn der Flugzeit lag damit an Standort 1 etwa zwei Wochen vor den übrigen Standorten. An Standort 2 wurde im Jahr 2025 im Vergleich zum Jahr 2024 ein Rückgang der Fundzahlen festgestellt. An Standort 3 konnte 2024 nach längerer Zeit wieder ein Individuum nachgewiesen werden, wohingegen im Jahr 2025 wieder keine Nachweise erbracht werden konnten. An Standort 4 wurden im Jahr 2024 keine Funde verzeichnet, obwohl dort in den Vorjahren regelmäßig ein Vorkommen bestätigt worden war. Im Jahr 2025 konnten dort jedoch erneut Individuen nachgewiesen werden. An Standort 6 wurde im Jahr 2024 im Rahmen der Erhebungen lediglich ein einziges Individuum dokumentiert, während vor diesen Erhebungen am 29.05.2024 dort 18 Individuen beobachtet wurden (J. Propstmeier, persönliche Kommunikation, 28. Januar 2025). Am Standort 7, an dem im Jahr 2024 erstmals ein Individuum nachgewiesen wurde, konnten im Jahr 2025 weitere Nachweise auf angrenzenden Flächen erbracht werden, die bereits im Vorjahr als potenziell geeignete Lebensräume eingeschätzt worden waren. Dieser Standort liegt auf knapp 1000 m ü. NN und befindet sich ca. 700 m Luftlinie vom Standort 9 entfernt, an dem zuletzt 2009 sowie erneut 2025 Nachweise dokumentiert wurden. An den Standorten 8 und 9 wurden bis 2025 über mehrere Jahre hinweg keine Funde dokumentiert. 2025 konnte am Standort 9 erstmals wieder ein Einzelnachweis erbracht werden, während Standort 8 weiterhin als erloschen gilt. Im Jahr 2025 wurden außerdem zwei bislang unbekannte Fundorte identifiziert. Einer befindet sich in der Nähe von Standort 1, an dem zwei Nachweise der Art dokumentiert wurden. Ein weiterer Vorkommensort wurde südlicher und weiter Richtung Talinneres als alle bisher bekannten Standorte im Untersuchungsgebiet erfasst und liegt auf ca. 920 m ü. NN. An diesem Standort wurden maximal zwölf Individuen während einer Begehung festgestellt.

Tabelle 3: Übersicht der Nachweise von *Coenonympha hero* (Falter) an den Standorten 1–9 (S1–S9) im Untersuchungsgebiet in den Jahren 2008–2011, 2021, 2022, 2024 und 2025. Für 2008–2011 und 2025 ist jeweils die höchste Individuenzahl aller Begehungen angegeben. Für 2024 wurden die Individuenzahlen aller Begehungen aufsummiert. „-“ = keine Kartierung am jeweiligen Standort. Die Anzahl der Begehungen pro Standort ist jeweils in Klammern hinter der Individuenzahl angegeben.

	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	Quellen
2008	-	8 (1)	-	10–15 (1)	150 (4)	80 (1)	-	-	-	Lechner & Ortner, 2011b
2009	-	-	-	-	150–200 (4)	-	-	-	5 (1)	Lechner & Ortner, 2011b
2010	4 (1)	20 (1)	2 (1)	30–40 (2)	90 (4)	50 (4)	-	9 (1)	-	Lechner & Ortner, 2011b
2011	0 (?)	-	1 (1)	15–20 (1)	-	5 (1)	-	15–20 (2)	-	Lechner & Ortner, 2011a, 2011b
2021	-	4 (1)	0 (1)	3 (1)	4 (1)	2 (1)	-	-	-	Michaeler et al., 2021
2022	6 (1)	12 (1)	0 (1)	6 (1)	7 (1)	11 (1)	-	0 (1)	-	Umweltbundesamt, 2022
2024	5 (6)	11 (6)	1 (6)	0 (6)	6 (6)	1 (6) + 18 (1) ¹	1 (2)	0 (1)	0 (1)	Eigene Kartierung; ¹ J. Propstmeier, persönliche Kommunikation, 28. Januar 2025
2025	12 (6)	3 (6)	0 (6)	2 (6)	8 (6)	3 (6)	2 (6)	0 (6)	1 (6)	Eigene Kartierung

3.3 Charakterisierung des Lebensraums von *Coenonympha hero*

3.3.1 Literaturrecherche & Expertenmeinungen

Literaturrecherche

Coenonympha hero besiedelt in Europa verschiedene, strukturell ähnliche Lebensräume, insbesondere feuchte, offene Bereiche in lichten Laub-, Nadel- und Mischwäldern. Dazu zählen auch Waldränder, Lichtungen sowie Weiden entlang von Flüssen. Die Habitattypen, in denen *Coenonympha hero* zu finden ist, reichen (nach ihrer Häufigkeit geordnet) von feuchten Wiesen, Hochstaudenfluren, Mischwäldern, Laubwäldern, mesophilen Wiesen, Niedermooren, Übergangsmooren und Quellen, Nadelwäldern, Heiden und Gebüsch, Auwäldern und sehr feuchten Wäldern über alpine und subalpine Wiesen, Deckenmooren, Kalkmagerrasen und Steppen bis hin zu seltenen Hochmooren. Als Futterpflanzen für die Raupen dient eine Vielzahl von Gräsern (Poaceae). (Van Swaay & Warren, 1999)

Laut Tiitsaar et al. (2016) hängen die Habitatansprüche von *Coenonympha hero* in Estland primär von mikroklimatischen Bedingungen ab. Als relevante Einflussfaktoren wurden eine hohe Lichtverfügbarkeit, eine mittlere Bodenfeuchtigkeit und eine moderate Strauchbedeckung festgestellt. Die Licht- und Feuchteverhältnisse spiegeln sich in den entsprechenden Ellenberg-Zeigerwerten wider (Feuchtezahl: Median 4,9; IQR 4,5–5,6; Lichtzahl: Median 7,0; IQR 6,9–7,3). Diese Umweltbedingungen sind entscheidend, um die Austrocknung von Eiern und Raupen zu verhindern. Dies spiegelt sich auch in der Wahl der Eiablagepflanzen wider. *Festuca ovina* und *Picea abies* besitzen schmale, starre, nadelartige Strukturen, die es ermöglichen, dass Sonnenlicht bis in die unteren Schichten vordringt, um geeignete Temperaturen für die Entwicklung der präimaginalen Stadien zu ermöglichen. Das Mikroklima sowie die strukturelle Beschaffenheit des Substrates scheinen für die Art wichtiger zu sein als die spezifische Wirtspflanzenart. (Tiitsaar et al., 2016)

Cassel-Lundhagen und Sjögren-Gulve (2007) zeigten, dass *Coenonympha hero* in Schweden halboffene Habitate bevorzugt. In einer späteren Studie fanden Cassel-Lundhagen et al. (2008) eine positive Korrelation zwischen der Häufigkeit von *Coenonympha hero* und der Größe der Habitatfläche sowie eine negative Korrelation zwischen der Häufigkeit der Art und der Distanz zur nächsten großen Population. Im Gegensatz dazu konnte die Anzahl an Sträuchern keinen Zusammenhang mit der Häufigkeit der Art aufzeigen. Eine positive Korrelation wurde jedoch zwischen der Häufigkeit der Art und der Menge an *Galium*-Arten insbesondere *Galium album*, festgestellt, während andere untersuchte Pflanzenarten keinen signifikanten Einfluss zeigten. Ebenso konnte kein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von *Coenonympha hero* und der Dichte von Bäumen, der Menge an Gräsern, Blumen oder Sträuchern nachgewiesen werden. Des Weiteren beobachteten die AutorInnen die Eiablage auf trockener Vegetation nahe dem Boden, wobei die Eier einzeln über die Wiese verteilt abgelegt wurden (Cassel-Lundhagen et al., 2008).

Laut Hansen (1993) sowie Endrestøl und Bengtson (2012) kommt *Coenonympha hero* in Norwegen überwiegend im Tiefland vor und besiedelt dort sowohl trockenere als auch feuchtere Lebensräume, wobei die genauen Habitatpräferenzen regional variieren. Die Art besiedelt unterschiedliche

Wiesentypen, darunter trockene, üppige Graswiesen ebenso wie feuchtere Wiesen, die häufig mit Feuchtgebieten in Verbindung stehen, insbesondere in Übergangsbereichen zwischen Ackerland und Feuchtflächen oder entlang von Flüssen. Auch entwässerte Moore zählen zu ihrem Lebensraum. In diesen Gebieten ist *Coenonympha hero* in gewissem Maße auf Beweidung angewiesen, da diese Nutzungsform eine zunehmende Verbuschung der Wiesen verhindert (Hansen, 1993). Darüber hinaus wird die Art nach Endrestøl und Bengtson (2012) bevorzugt in feuchten, wenig oder gar nicht bewirtschafteten Wiesen gefunden, die durch hochwüchsige Grasarten, einzelne Sträucher und eine vergleichsweise reiche Blütenflora gekennzeichnet sind. Hansen (1993) hingegen beschreibt eine stärkere Bindung an Kulturlandschaften mit eher wenigen blühenden Pflanzen. Sie kommt jedoch auch in mageren Wiesen ohne deutlich erkennbare habitattypische Merkmale vor. Neben traditionell genutzten Wiesen und Weiden besiedelt *Coenonympha hero* auch Waldlichtungen, Sukzessionsflächen mit kalkhaltigem Boden, Bereiche unter Stromleitungen sowie Kahlschläge, insbesondere in den ersten Jahren nach einer Störung, bevor diese durch aufkommenden Baumbewuchs vollständig beschattet werden. Dabei bevorzugt sie windgeschützte Standorte und meidet exponierte, hochgelegene oder stark windexponierte Flächen (Endrestøl & Bengtson, 2012).

Im Nordosten Polens wurde ein Vorkommen von *Coenonympha hero* in einem eutrophen Niedermoor dokumentiert, was auf feuchte Standortbedingungen hinweist (Sielezniew & Nowicki, 2017). Die Art besiedelt dort Wiesen, die von erlenreichen Wäldern umgeben sind. Die Vegetation ist geprägt von Hochstauden wie *Bistorta major* und *Cirsium rivulare* sowie von Arten wie *Lychnis flos-cuculi*, *Tribula terrestris* und *Ranunculus* sp. Die meisten Individuen wurden in geschützten Bereichen nahe von Bäumen und Sträuchern beobachtet. Etwa 80 km entfernt beschrieben die Autoren zudem ein weiteres Vorkommen der Art, das sich hingegen durch eine niedrigere Vegetation auszeichnet. (Sielezniew & Nowicki, 2017)

Im Jura-gebirge, dem letzten Vorkommensgebiet in Frankreich, zeigte die Studie von Greffier (2014) *Coenonympha hero* eine klare Präferenz für Waldränder und die Nähe zu Bäumen und Sträuchern. Eine größere Entfernung zum Waldrand zeigt einen negativen Effekt auf die Populationsdichte, weswegen Individuen häufiger in der Nähe von Sträuchern oder Bäumen aufzufinden waren. Alle bekannten Flächen mit Vorkommen der Art sind Wiesen, auf denen *Molinia caerulea* dominiert, jedoch korreliert diese Pflanze nicht mit der Häufigkeit der Art. Signifikante Einflüsse auf die Dichte der Art hatten die Bedeckungen von *Carex pulicaris* und *Carex panicea*. Zudem war der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Individuen pro Parzelle und den Landolt-Indikatoren, Feuchtezahl, Nährstoffzahl und Kontinentalitätszahl sehr signifikant. Der Zusammenhang mit der Lichtzahl war signifikant. Die Feuchtezahl variierte zwischen 3,4 und 4,1, wobei die Anzahl der Individuen mit steigender Feuchte zunahm und besonders feuchte Böden das Vorkommen der Art begünstigten. Die Humuszahl lag im Bereich von 4,0 bis 5,0, wobei ebenfalls eine Zunahme der Individuenzahl mit höheren Werten beobachtet wurde. Die Kontinentalitätszahl reichte von 2,7 bis 3,2, wobei die Individuenzahl mit zunehmender Kontinentalität abnahm. Die Nährstoffzahl lag zwischen 2,1 und 2,7, wobei die Individuenzahl mit höheren Nährstoffwerten abnahm. (Greffier, 2014)

Expertenmeinungen

M. Dolek beschrieb geeignete Habitate für *Coenonympha hero* in Süddeutschland als nicht bzw. wenig genutzte, schütterere und lockere Gras-Kraut-Bestände. *Carex*-Arten wurden dabei als besonders geeignet eingeschätzt, während eine zu nährstoffreiche, dichte Vegetation ungünstig galt. Wälder mit lichten Stellen seien für die Art leicht zu besiedeln. Sträucher spielen laut Dolek eine eher untergeordnete Rolle. Sie kämen lediglich aufgrund der geringen Nutzung vor und würden von *Coenonympha hero* als Sitz- oder Versteckmöglichkeit genutzt, unabhängig von der Pflanzenart. Feuchtigkeit, insbesondere wechselfeuchte Bedingungen, sei ein wichtiger Standortfaktor. Er verwies darauf, dass in den letzten 3–5 Jahren erhebliche Verluste aufgetreten seien, vor allem in Gebieten, die durch Trockenheit geschädigt worden seien. Zudem komme die Art in einem Gebiet, in dem Pflegemaßnahmen zur Schaffung idealer Habitatbedingungen umgesetzt wurden, mittlerweile trotzdem nicht mehr vor, vermutlich infolge zunehmender Trockenheit. Gleichzeitig betonte er jedoch, dass an einem anderen Standort ebenfalls Maßnahmen durchgeführt worden seien, wodurch dieser Standort in den letzten Jahren eine hohe Individuenzahl aufgewiesen habe. Er ging davon aus, dass der dortige verbesserte Lebensraum in der Lage sei, die Trockenheit teilweise abzumildern. Als Futterpflanzen für die Raupen nannte er insbesondere *Carex*- und *Poaceae*-Arten, die auf mageren, nicht eutrophen Standorten wüchsen. Entscheidend sei weniger die Artzusammensetzung, sondern vielmehr das Vorhandensein wintergrüner Gräser/Sauergräser (*Cyperaceae*), da die Raupen bis in den Spätherbst (Oktober/November) und bereits sehr früh im Jahr (Februar/März) aktiv seien. Er beobachtete Falter von *Coenonympha hero* bei der Nektaraufnahme vor allem an Brombeerblüten (*Rubus* sp.), aber auch an *Centaurea scabiosa*. Insgesamt zeige sich die Art jedoch wenig spezialisiert, da sie verschiedene Blütenangebote opportunistisch nutze und nicht gezielt bestimmte Pflanzenarten anfliege. Die Eiablage erfolge bevorzugt an Störstellen, in schütterten Grasbeständen oder an Vegetationsrändern. Auch dichter, hoher Grasbestand in unmittelbarer Umgebung stelle kein Problem dar, solange geeignete offene Bereiche vorhanden seien. Arten wie *Calamagrostis* sp. und *Brachypodium pinnatum* seien in Kombination mit anderen Grasarten unproblematisch. Würden sie jedoch über mehrere Jahre hinweg dominanter, könnten sie dichte Matten bilden, die für die Art ungünstig seien, da diese eben einen lockeren Bewuchs mit Störstellen bevorzuge.

Hinsichtlich des Managements der Vorkommensgebiete halte er eine Mittelwaldbewirtschaftung für sinnvoll. Zudem sollten Pflegemaßnahmen idealerweise nur auf den Teilbereichen eines Standortes durchgeführt werden, auf denen die Falter nicht aktiv seien. Gleichzeitig sei jedoch nicht auszuschließen, dass die Art (auch bei sorgfältiger Planung) durch die Umsetzung der Maßnahmen punktuell beeinträchtigt werde. Eine Beweidung als Pflegemaßnahme könne bei zu hoher Intensität schädlich für das Vorkommen der Art sein. Was die Bedingungen im Jahr 2024 betreffe, so seien diese seiner Meinung nach eher herausfordernd für die Falter gewesen, da es zuerst sehr warm gewesen sei, gefolgt von einem erneuten Kälteeinbruch. Dies spiegle sich auch in dem von ihm durchgeführten allgemeinen Monitoring wider, bei dem im Jahr 2024 20 % weniger Arten festgestellt worden seien. Die ersten Falter von *Coenonympha hero* habe er bereits Mitte Mai beobachtet, wobei er darauf hinwies, dass die Flugzeit wahrscheinlich schon einige Tage zuvor begonnen hatte.

M. Bräu hob hervor, dass für *Coenonympha hero* in Süddeutschland eine lockere Verbuschung oder Waldnähe wichtig sei, da diese als Windschutz diene und eine entscheidende strukturelle Komponente darstelle. Die Lückenhaftigkeit der Krautschicht sei für die Art am wichtigsten. Besonders junge Brachen, die noch nicht dicht verbuscht seien (nur initialer Gehölzaufwuchs) und deren Krautschicht weder zu dicht noch zu offen sei, böten die besten Bedingungen. Übergangsbereiche zwischen Wald und Wiese seien für die Art besonders wichtig, wobei sie teils auch randständige Bäume angrenzender Waldbestände zur Nächtigung aufsuche. Vollständig offene Flächen würden gemieden. Nach seinen Beobachtungen stelle dichter Hochwald bzw. ein geschlossener Baumbestand keine Barriere zwischen relativ eng benachbarten Vorkommen dar. Einen Falter konnte er auf einer ca. 500 m vom angestammten Habitat entfernten Lichtung finden, die nicht den für die Art typischen Habitatcharakter aufweise und kein Vorkommen beherberge. Aufgrund seiner Beobachtung, dass die Art an einem Standort trotz unveränderter Bedingungen nicht mehr nachgewiesen werden konnte, geht er davon aus, dass die Art manche Flächen nur temporär besiedle. Außerdem sei für *Coenonympha hero* das Mikrohabitat entscheidender als die allgemeine Habitatstruktur. Bräu hält Feuchtigkeit dabei für einen entscheidenden Faktor, wobei weniger die Bodenfeuchte als vielmehr eine ausreichend hohe Luftfeuchtigkeit ausschlaggebend sei. Diese könne beispielsweise durch Sickerwasser, Flussnähe oder Moorstandorte gewährleistet werden, auch wenn der Standort selbst, etwa bei Vorkommen auf Brennen bzw. Heißländen, eher trocken sei. Er beobachtete Fraßspuren an *Calamagrostis epigejos*, hält einen reinen *Calamagrostis*-Bestand jedoch für ein nicht geeignetes Habitat. Aufgrund der frühen Aktivität der Raupen von *Coenonympha hero* seien wintergrüne *Carex*-Arten vermutlich besonders wichtig als Übergangsnahrung, da andere potenzielle Wirtspflanzen wie *Calamagrostis epigejos* zu dieser Zeit noch nicht verfügbar seien. Er betonte, dass die Eiablage von *Coenonympha hero* in lückenhaften Krautschichten erfolge, in denen sichtbare Streu vorhanden sei, da diese die notwendigen Mikroklimabedingungen biete. Hinsichtlich der Populationsgröße der Zielart berichtete Bräu von Vorkommen in Bayern mit mehr als 120 Individuen pro Fläche.

Er betonte, dass Managementmaßnahmen mit Vorsicht umgesetzt werden sollten, da *Coenonympha hero* als sehr empfindlich gelte. Eine zu häufige Mahd der Standorte betrachte er als problematisch, da sie zu einer Homogenisierung der Krautschichtstruktur führe. Auch eine Mahd auf der gesamten Fläche könne erhebliche negative Auswirkungen haben. Stattdessen empfehle er eine abschnittsweise Mahd oder partielle Entbuschungen im Turnus von zwei bis drei Jahren, abhängig von der Wüchsigkeit der Gebüsche. Eine extensive Beweidung könnte eine Alternative sein, sofern sie gezielt reguliert werde.

Laut K. Lechner sind für *Coenonympha hero* im Vorkommensgebiet Naturpark Tiroler Lech strukturreiche Übergangsbereiche zwischen Wald und Wiese (z. B. Lichtungsflächen) von Bedeutung. Entscheidend seien eine leichte Verbuschung, eine hohe Vielfalt an Gräsern (insbesondere wintergrüner Arten) sowie ausreichend Grasstreu als Eiablagefläche und ein ausreichendes Angebot an Nektarpflanzen für die Falter. Niedrige Sträucher und Gehölzaufwuchs halte er für besonders wichtig für die präimaginalen Stadien, da er gemeinsam mit Alois Ortner die Eiablage überwiegend in der Nähe von Sträuchern beobachtet habe, während die Raupen in offeneren Bereichen zu finden gewesen seien. Die konkrete

Strauchart spiele dabei eine untergeordnete Rolle, entscheidend sei vielmehr die strukturelle Vielfalt. Die Art zeige typische Merkmale einer Metapopulation. Trotz ausgeprägter Standorttreue könne sie geeignete neue Flächen, wie neu entstandene Lichtungen, potenziell besiedeln, sofern die nötigen Habitatstrukturen vorhanden seien. Feuchtigkeit im Hinblick auf das Mikroklima sei per se nicht der entscheidende Faktor für das Vorkommen von *Coenonympha hero*. Vielmehr seien wechselfeuchte Bodenbedingungen von Bedeutung, vor allem für die präimaginalen Stadien, da sowohl Eiablage- als auch Raupenfundstellen ein gewisses Maß an Bodenfeuchte aufgewiesen hätten. Gleichzeitig aber sei die Art auch an insgesamt trockeneren Standorten (Standort 1) nachgewiesen worden. Zusätzlich müsse jedoch auch das Großklima berücksichtigt werden, das im Untersuchungsgebiet als sehr feucht einzustufen sei. Hinsichtlich der Futterpflanzen der Raupen spiele weniger die spezifische Artenzusammensetzung der Grasflora eine Rolle, sondern eher die Eigenschaft, dass die Pflanzen wintergrün seien. Laut Lechner zeige *Coenonympha hero* bei der Wahl der Nektarpflanzen ein opportunistisches Verhalten. Nektaraufnahmen habe er in Zusammenarbeit mit Alois Ortner besonders häufig an *Senecio alpinus*, *Bupthalmum salicifolium* und *Potentilla erecta* beobachtet. In Bezug auf die Populationsgröße der Zielart bewertet Lechner bereits 90 Individuen als wenig.

Beweidung als mögliche Managementmaßnahme sei ein sensibles Thema, das standortabhängig beurteilt werden müsse. Komme sie zum Einsatz, solle sie auf jeden Fall in extensiver Form erfolgen. Der Einfluss von Beweidung auf die Art müsse aber generell genauer untersucht werden. Für die Standorte 5 und 6 sehe er die sehr extensive Beweidung mit Fleckvieh-Rindern, zumindest bis zu ihrer Studie (Lechner und Ortner, 2011a), als maßgeblichen Faktor für die Habitateignung an. Gleichzeitig weist er darauf hin, dass dort zusätzlich Pferde eingesetzt wurden, was er als ungünstig bewertet. Zudem hat Lechner die Vermutung geäußert, dass der Rückgang der Art an den Standorten 5 und 6 möglicherweise mit den dort veränderten Beweidungsbedingungen in Zusammenhang stehen könnte. Während des Erhebungszeitraums von 2008 bis 2011 seien dort nur wenige Rinder über einen kurzen Zeitraum eingesetzt worden. Nach Angaben des ortsansässigen Landwirts P. Oberthanner erfolge die Beweidung inzwischen mit etwa 25 Fleckvieh-Rindern (persönliche Kommunikation, 31. Mai 2025). Zusätzlich ziehe Lechner auch klimatische Veränderungen in Betracht, insbesondere trockenere Spätwinter- und Frühjahrsmonate, die zu geringerer Bodenfeuchte geführt haben könnten. Vor dem Hintergrund weitgehend stabiler Habitatbedingungen könnten die beiden genannten Faktoren zum Rückgang der Population auf den Standorten 5 und 6 beigetragen haben. Für Standort 4 gehe er davon aus, dass Wildwechsel als alleinige Maßnahme nicht ausreiche, um die offene Struktur der Fläche dauerhaft zu erhalten. Ohne zusätzliche Pflege werde dieser Standort zunehmend zuwachsen. Ergänzend merkte er an, dass sich die Bedingungen für Falter im Jahr 2024 in Tirol insgesamt als eher ungünstig erwiesen hätten.

K. Cerny betonte, dass *Coenonympha hero* im Naturpark Tiroler Lech vor allem Übergangsbereiche zwischen Wald und Wiese bevorzuge, da die Art so die Wahlmöglichkeit zwischen verschiedenen Lebensräumen habe. Wichtig seien lockere Strauchbestände, die einer Parklandschaft ähnelten und ein Mosaik aus verschiedenen Lebensräumen schufen. Zudem ginge er davon aus, dass Nadelhölzer als Ansitzwarten bevorzugt würden. Feuchtigkeit sehe er grundsätzlich als wichtigen Standortfaktor für

Coenonympha hero, weise aber darauf hin, dass die Art auch auf trockeneren Flächen wie dem Standort 1 vorkomme. Er betonte, dass für *Coenonympha hero* weniger die spezifische Futterpflanze entscheidend sei, sondern vielmehr die Struktur des Bestandes, insbesondere eine lockere Grasvegetation. Hinsichtlich der Populationsgröße der Zielart erachtet Cerny min. 200 Individuen in der gesamten Metapopulation als notwendig, um Inzuchteffekte zu vermeiden.

Bezüglich Managementmaßnahmen äußerte Cerny keine Bedenken gegenüber einer extensiven Beweidung. Er weise zudem darauf hin, dass Nadelhölzer aus pflegerischer Sicht einfacher regulierbar seien als Laubbäume (z. B. in ihrer Höhe). Für Standort 4 sehe er den dort praktizierten Wildwechsel mit Zufütterung jedoch kritisch, da dieser zu einem erhöhten Nährstoffeintrag führe. Aus seiner Sicht wäre eine Beweidung mit Pferden eine geeignete Maßnahme, auch wenn es dazu einige Gegenstimmen gegeben habe. Rinder kämen ebenfalls infrage, da sie weniger selektiv fräßen, *Calamagrostis* sp. jedoch weniger gezielt zurückdrängten als Pferde. Alternativ schlage er vor, den dominanten *Calamagrostis*-Bestand zur Blüte zu mähen und das Mahdgut abzutragen, wobei eine zweimalige Mahd noch besser wäre. Auch die ausgedehnten *Rubus*-Bestände am Standort 4 würden von ihm als problematisch für die Zielart betrachtet, da sie die notwendige Struktur für die Eiablage beeinträchtigen würden. Allgemein merkte er an, dass das Jahr 2024 nach seinen Beobachtungen ungünstige Bedingungen für Falter geboten habe.

3.3.2 Charakterisierung aktuell besiedelter Standorte anhand der Vegetationskartierung

3.3.2.1 Habitatstruktur

Die Krautschichtbedeckung auf den Parzellen mit Funden der Art variierte zwischen 70 % und 99 % mit einem Mittelwert von 85 %. Die Strauchschichtbedeckung lag im Bereich von 10 % bis 45 % mit einem Mittelwert von 24 %. Die Bedeckung der Baumschicht schwankte zwischen 0 % und 65 % und der Mittelwert lag bei 21 % (Abb. 6). Die maximale Baumhöhe auf diesen Parzellen reichte von 0 m bis 10 m mit einem Durchschnitt von 7,1 m und die mittlere Strauchhöhe variierte zwischen 1 m und 2,5 m mit einem Mittelwert von 1,6 m (Tab. D2).

Die optische Einschätzung der Habitate, in denen *Coenonympha hero* im Jahr 2024 beobachtet wurde, zeigte überwiegend offenere Flächen mit hohem Krautschichtanteil, die von dichteren Gehölzen umgeben und mit kleinen bis mittelgroßen Sträuchern sowie einzelnen Bäumen oder Gehölzinseln durchsetzt waren (Abb. 3). Während der Kartierungen wurde wiederholt beobachtet, dass Individuen sowohl in höhere Bereiche der Bäume als auch in dichtere Gehölzbereiche flogen. Dabei flogen sie in angrenzende Gehölzstreifen oder in angrenzende Wälder. Am Standort 1 nutzten sie den vorhandenen Fichtengehölzstreifen offenbar als Korridor, um zwischen den beiden Teilflächen zu wandern. Es bleibt jedoch unklar, wie lange die Individuen tatsächlich in diesen dichteren Bereichen verweilten.

Während der Begehungen im Jahr 2025 erschien die Vegetation zudem an mehreren Standorten vergleichsweise trocken. Bereiche, die 2024 während der Begehungen regelmäßig unter Wasser waren, zeigten 2025 während der Begehungen keine oder nur geringe Anzeichen von Nässe.



Abbildung 3: Habitatstruktur der Fundorte von *Coenonympha hero* im Untersuchungsgebiet.

3.3.2.2 Häufige Pflanzenarten und Verfügbarkeit potenzieller Futterpflanzen

Die zehn häufigsten Pflanzenarten an den Fundstellen waren *Picea abies*, *Brachypodium pinnatum*, *Lotus corniculatus*, *Potentilla erecta*, *Briza media*, *Carex flacca*, *Cirsium arvense*, *Galium mollugo*, *Alnus incana* und *Frangula alnus*. Bei den Pflanzenarten mit der größten Bedeckung an den Fundstellen fanden sich größtenteils dieselben Arten wieder, wobei *Galium mollugo* und *Frangula alnus* in der Bedeckung nicht vertreten waren, aber stattdessen *Festuca* sp. und *Sesleria caerulea*. Die zehn häufigsten Pflanzenarten auf den Standorten 1–6, an denen *Coenonympha hero* nachgewiesen wurde, deckten sich größtenteils mit denen der Fundstellen. Unterschiede zeigten sich jedoch in der Häufigkeitsverteilung. Statt *Cirsium arvense* und *Alnus incana* traten hier *Berberis vulgaris* und *Crataegus monogyna* häufiger auf. Ergänzend zur allgemeinen Analyse der Häufigkeit der Pflanzenarten wurde die Verfügbarkeit potenzieller Nektarpflanzen für die Falter sowie Futterpflanzen für die Raupen von *Coenonympha hero* betrachtet. An allen 22 Fundstellen, auf denen die Vegetation aufgenommen wurde, konnte im Umkreis von 5 m mindestens eine der Nektarpflanzen nachgewiesen werden, mit Ausnahme von einer Fundstelle auf Standort 2. Zudem wurden an allen Fundstellen mindestens zwei der definierten Futterpflanzen für die Raupen festgestellt. Auf jeder Parzelle waren sowohl Nektarpflanzen als auch Futterpflanzen vorhanden.

3.3.2.3 Landolt-Indikatoren

Nach dem Landolt-Indikator Blattdauer (Landolt et al., 2010) sind acht der neun definierten Futterpflanzen für die Raupen als überwinternd oder teilweise überwinternd grün (einzelne Blätter, bis zu 70 % bleiben im Winter grün) eingestuft. Zudem sind sieben der zehn häufigsten Pflanzenarten an den Fundstellen und auf den Standorten 1–6 sowie sieben der neun bedeckungsreichsten Arten als immergrün oder teilweise überwinternd grün klassifiziert (Tab. D4). Die gewichteten Mittelwerte der numerischen Landolt-Indikatoren, die an den Fundstellen berechnet wurden, geben folgende standörtliche Informationen wieder (Abb. 4). Die Temperaturzahl (T, Median = 2,8) deutet auf montane Lagen hin, während die Kontinentalitätszahl (K, 3,0) ein subozeanisches bis subkontinentales Klima widerspiegelt. Die Lichtzahl (L, 3,0) spricht für halbschattige Standorte. Die Feuchtezahl (F, 2,5) weist auf frische, jedoch nicht übermäßig feuchte Bedingungen hin, was auch durch die Wechselfeuchtezahl (W, 2,1) unterstrichen wird, welche eine mäßige Schwankung der Bodenfeuchte anzeigt. Die Reaktionszahl (R, 3,1) zeigt schwach saure bis neutrale Bodenverhältnisse, und die Nährstoffzahl (N, 2,5) kennzeichnet nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche Bedingungen. Die Humuszahl (H) ist mit einem Median von 3,0 als mittel einzustufen. Die Durchlüftungszahl (D, 1,5) lässt auf eine eher geringe Bodenbelüftung schließen, was auf verdichtete oder zeitweise vernässte Böden hindeuten könnte.

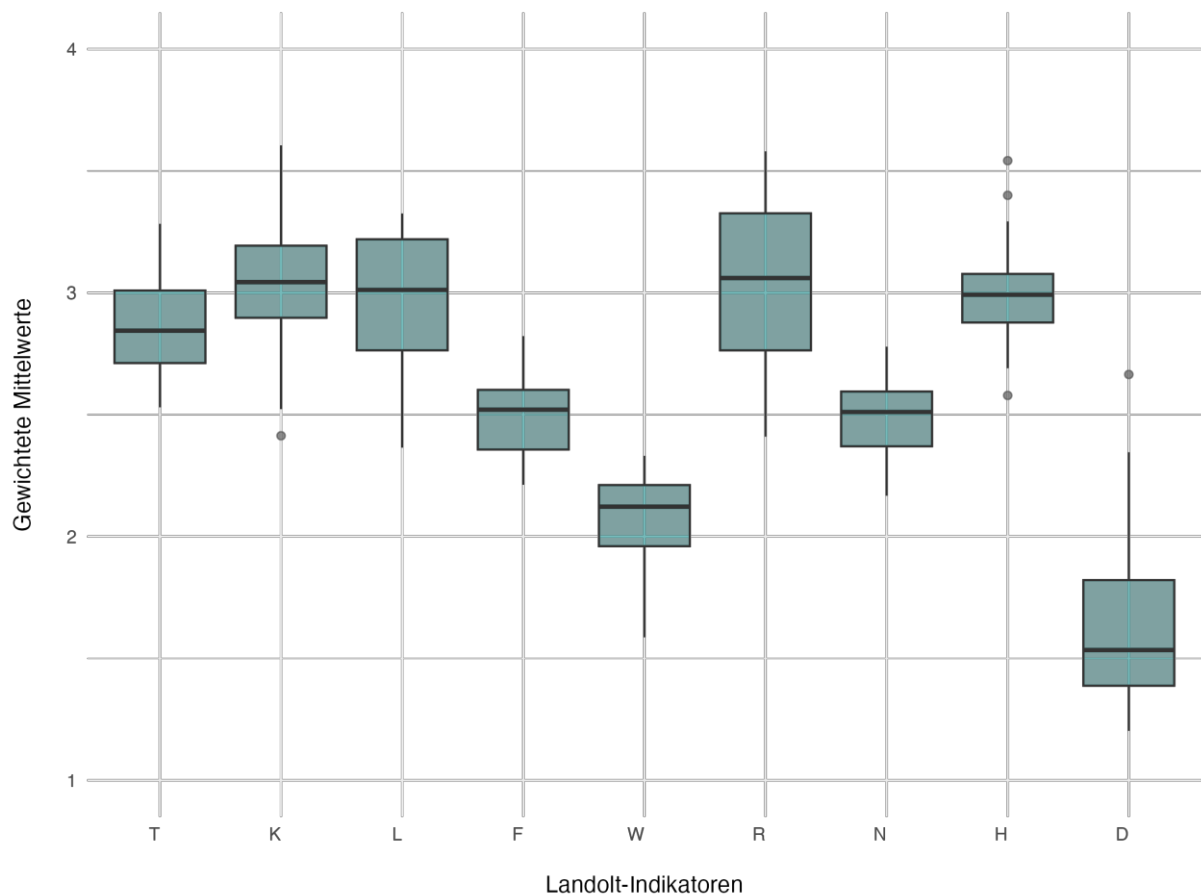


Abbildung 4: Verteilung der gewichteten Mittelwerte der Landolt-Indikatoren an den Fundstellen von *Coenonympha hero* (nach Landolt et al., 2010). T = Temperaturzahl, K = Kontinentalitätszahl, L = Lichtzahl, F = Feuchtezahl, W = Wechselfeuchtezahl, R = Reaktionszahl, N = Nährstoffzahl, H = Humuszahl, D = Durchlüftungszahl.

3.3.3 Vergleich besiedelter Flächen mit nicht besiedelten Flächen

Alle in diesem Kapitel dargestellten Vergleiche zwischen Parzellen bzw. Standorten mit und ohne Funde von *Coenonympha hero* beziehen sich auf die Kartierung im Jahr 2024.

3.3.3.1 Analyse der Vegetationszusammensetzung auf den Parzellen mit und ohne Funde mittels Principal Coordinate Analysis (PCoA)

Die Ergebnisse der PCoA-Analyse der Vegetationszusammensetzung auf den Parzellen mit und ohne Funde von *Coenonympha hero*, basierend auf den Artenlisten (Tab. D3), zeigen keine klaren Unterschiede zwischen den beiden Gruppen (Abb. 5). Die Parzellen mit Funden sind weitgehend mit den Parzellen ohne Funde vermischt. Eine Ausnahme dazu bildet der Standort S1, dessen Parzellen sich größtenteils in der PCoA-Darstellung abgrenzen, was auf eine abweichende Vegetationszusammensetzung im Vergleich zu den übrigen, ähnlich strukturierten Standorten hinweist.

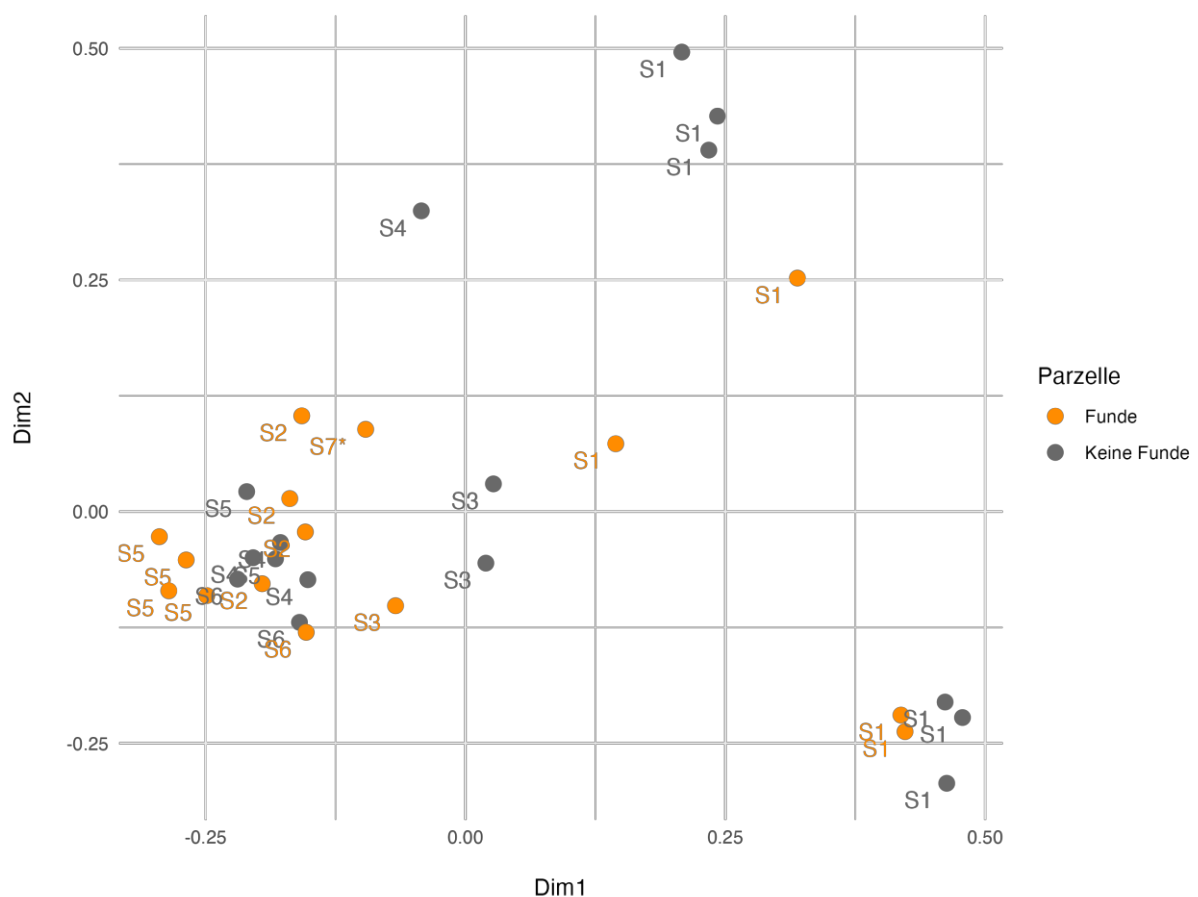


Abbildung 5: Analyse der Vegetationszusammensetzung auf Parzellen mit und ohne Funde von *Coenonympha hero* im Jahr 2024 mittels PCoA, basierend auf Artenlisten der Parzellen an den Standorten S1–7.

3.3.3.2 Bedeckungen der Vegetationsschichten auf den Parzellen mit und ohne Funde

Die Analyse der Bedeckung der Kraut-, Strauch- und Baumschicht auf Parzellen mit und ohne Funde von *Coenonympha hero* zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen (Abb. 6). In den Parzellen ohne Funde treten allgemein mehrere Ausreißer auf, was auf eine höhere Variabilität der Bedeckungswerte hindeuten kann. Während die Krautschicht in beiden Gruppen ähnlich ausgeprägt ist, zeigt insbesondere die Strauchschicht bei Parzellen ohne Funde eine größere Variabilität. In der Baumschicht treten in dieser Gruppe vereinzelt höhere Einzelwerte auf. Der Shapiro-Wilk-Test ergab in allen drei Schichten eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung (Kraut: $p < 0,001$, Strauch: $p = 0,0002$, Baum: $p < 0,001$). Der anschließende Wilcoxon-Test zeigte keine signifikanten Unterschiede in der Bedeckung zwischen Parzellen mit und ohne Funde (Kraut: $p = 0,939$, Strauch: $p = 0,385$, Baum: $p = 0,445$).

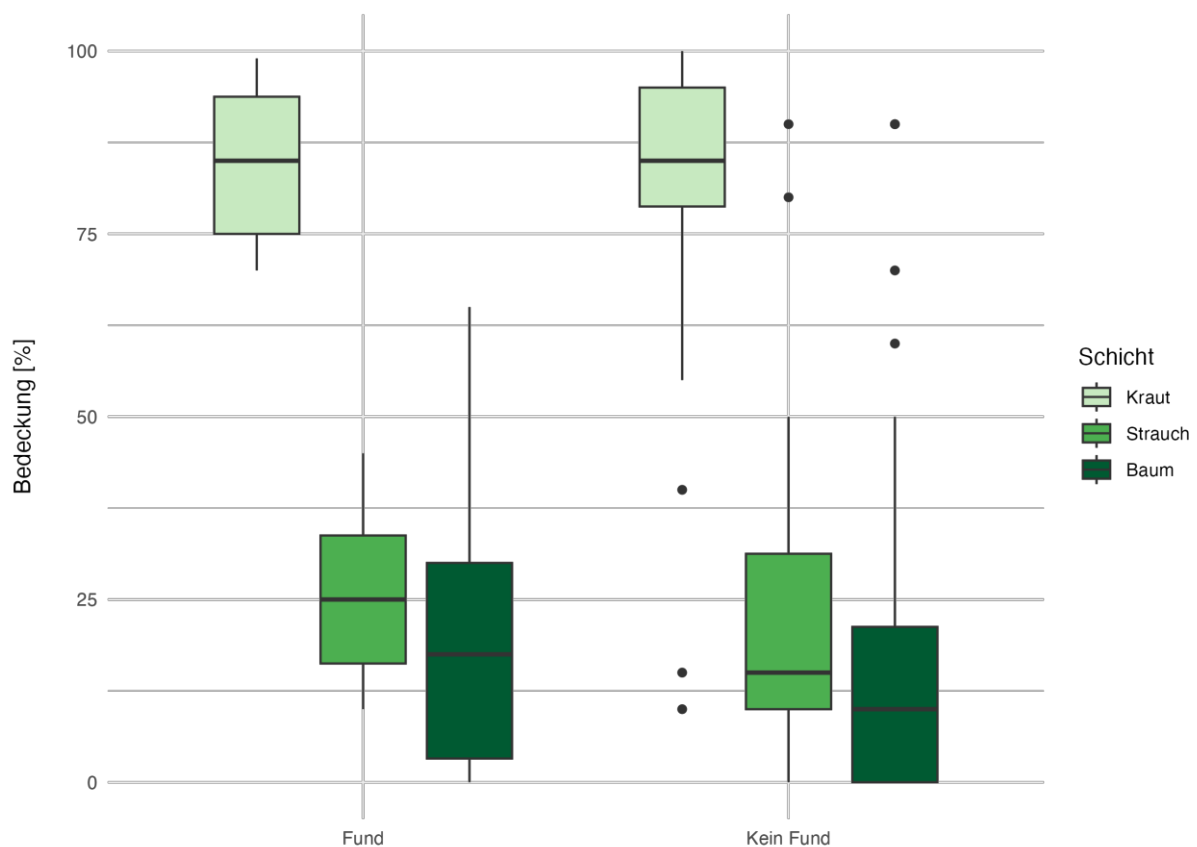


Abbildung 6: Bedeckung der Kraut-, Strauch- und Baumschicht [%] auf Parzellen mit (n=14, „Fund“) und ohne (n=24, „Kein Fund“) Funde von *Coenonympha hero* im Jahr 2024. Berücksichtigt wurden hierbei die Bedeckungen der Parzellen auf den Standorten 1–6, 8 und 9.

3.3.3.3 Bedeckungen der Vegetationsschichten auf den Standorten mit und ohne Funde

Die Analyse der Bedeckung der Kraut-, Strauch- und Baumschicht auf Standorten mit und ohne Funde von *Coenonympha hero* zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (Abb. 7). Die Krautschicht ist in beiden Gruppen ähnlich ausgeprägt. Die Strauchschicht weist bei Standorten ohne Funde eine geringere Bedeckung und etwas geringere Variabilität auf. In der Baumschicht ist die Bedeckung an Standorten mit Funden deutlich niedriger, dafür ist dort die Streuung höher als an Standorten ohne Funde. Der Shapiro-Wilk-Test bestätigte die Normalverteilung der Bedeckungswerte aller Schichten (Kraut: $p = 0,244$, Strauch: $p = 0,885$, Baum: $p = 0,328$). Der anschließende t-Test ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bedeckungswerten der Standorte mit und ohne Funde (Kraut: $p = 0,820$, Strauch: $p = 0,389$, Baum: $p = 0,249$).

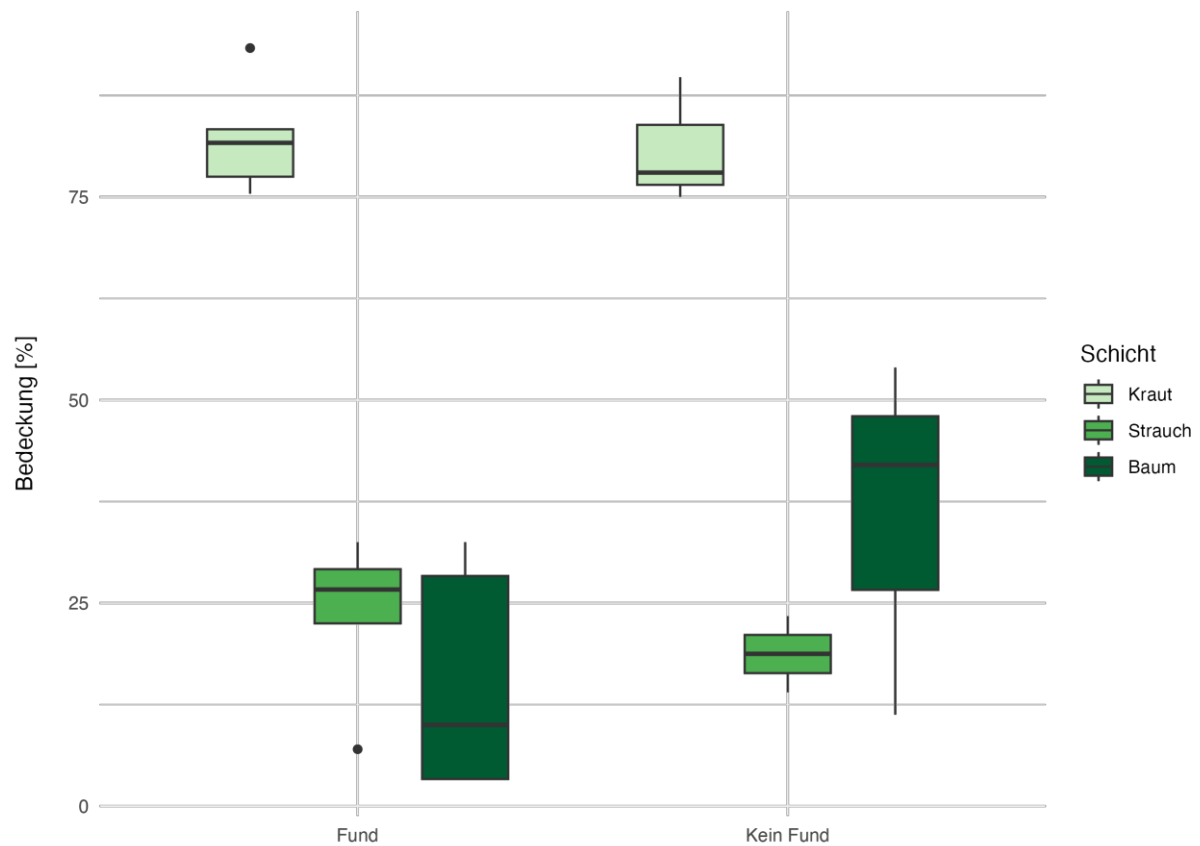


Abbildung 7: Bedeckung der Kraut-, Strauch- und Baumschicht [%] auf Standorten mit (n=5, „Fund“) und ohne (n= 3, „Kein Fund“) Funde von *Coenonympha hero* im Jahr 2024. Berücksichtigt wurden hierbei die Bedeckungen der Standorte 1–6, 8 und 9.

Um die Auswirkung der mittleren Strauchhöhe und der maximalen Baumhöhe auf die Präsenz von *Coenonympha hero* zu testen, wurde zunächst der Shapiro-Wilk-Test durchgeführt. Dieser ergab, dass die mittlere Strauchhöhe auf den Parzellen ($p < 0,001$) und Standorten ($p = 0,004$) sowie die maximale Baumhöhe auf den Parzellen ($p < 0,001$) signifikant von der Normalverteilung abwichen, während die maximale Baumhöhe an den Standorten normalverteilt war ($p = 0,267$). Der anschließende Wilcoxon-Test (Strauchhöhe Parzellen: $p = 0,854$, Baumhöhe Parzellen: $p = 0,768$, Strauchhöhe Standorte: $p = 0,453$) und t-Test (Baumhöhe Standorte: $p = 0,320$) zeigten jedoch keine signifikanten Unterschiede in der mittleren Strauchhöhe und der maximalen Baumhöhe zwischen den Parzellen und Standorten mit und ohne Funde.

4. Diskussion

4.1 Status & Entwicklung von *Coenonympha hero* im Untersuchungsgebiet

4.1.1 Populationsrückgang & -entwicklung

Die Ergebnisse der jüngsten Erhebungen (2021, 2022, 2024, 2025) zeigen einen deutlichen Rückgang der Population von *Coenonympha hero* im Untersuchungsgebiet im Vergleich zu den Erhebungen von Lechner und Ortner (2011a), insbesondere an den ehemals individuenreichen Standorten 5 und 6. Ein Rückgang infolge fortschreitender Sukzession oder einer generell nicht mehr den ökologischen Anforderungen der Zielart entsprechenden Habitatstruktur kann an einzelnen Standorten nicht ausgeschlossen werden. So ist das lokale Verschwinden der Teilpopulation an Standort 8 möglicherweise auf solche Veränderungen zurückzuführen. *Coenonympha hero* besiedelt Flächen nur so lange, wie die Habitatbedingungen den artspezifischen Ansprüchen entsprechen (Endrestøl & Bengtson, 2012).

Beobachtungen aus Bayern zeigen, dass trotz gezielter Erhaltung geeigneter Habitatbedingungen durch etwaige Pflegemaßnahmen die Art aufgrund ausgeprägter Trockenheit lokal verschwinden kann (Dolek, m. M.). Auch im Untersuchungsgebiet erschien die Vegetation während der Flugzeit im Jahr 2025 an vielen Standorten ungewöhnlich trocken. Klimatische Veränderungen, insbesondere die zunehmende Trockenheit in den Alpen (Calanca, 2007), könnten die für *Coenonympha hero* entscheidende Feuchtigkeit eingeschränkt haben (Lechner, m. M.). Trockenheit kann nicht nur die Struktur von Blüten-Falter-Netzwerken durch reduziertes Nektarangebot verändern (Depisch & Fiedler, 2023), sondern auch die besonders hitze- und austrocknungsempfindlichen frühen Entwicklungsstadien negativ beeinflussen (Klockmann & Fischer, 2017). Vor diesem Hintergrund erscheint es plausibel, Trockenheit als möglichen Stressfaktor auf die Bestandsentwicklung von *Coenonympha hero* in Betracht zu ziehen, sowohl auf adulte als auch auf juvenile Stadien.

Der starke Rückgang der Individuenzahlen von der Beobachtung durch J. Propstmeier (persönliche Kommunikation, 28. Januar 2025) hin zur ersten Erhebung im Rahmen dieser Arbeit im Jahr 2024 könnte auf stark schwankende Witterungsbedingungen Ende Mai zurückzuführen sein. Auf eine bereits warme Periode von Mitte bis Ende Mai folgte eine kühlere Periode mit mehreren Tagen teilweise intensivem Niederschlag (Abb. C1 & C2). Mehrere Experten bestätigten, dass die Witterungsbedingungen im Jahr 2024 sowohl in Süddeutschland als auch in Tirol insgesamt ungünstige Bedingungen für die Tagfalter darstellten (Cerny, m. M.; Dolek, m. M.; Lechner, m. M.).

Unabhängig von den witterungsbedingten Schwankungen einzelner Jahre sind die aktuellen Fundzahlen der letzten Jahre im Untersuchungsgebiet sowohl im Vergleich zu historischen Daten (vgl. Lechner & Ortner, 2011a) als auch im übergeordneten Kontext der Populationsgröße von *Coenonympha hero* als gering einzustufen. Um die Metapopulation langfristig zu erhalten, wäre eine deutlich höhere Individuenzahl erforderlich (Bräu, m. M.; Cerny, m. M.; Dolek, m. M.; Lechner, m. M.). Charakteristisch für kleinere Teilpopulationen einer Metapopulation ist zudem eine geringere Nachweisbarkeit (Hanski et al., 2017). Die unregelmäßige Nachweisbarkeit im Untersuchungsgebiet lässt sich dabei eben sowohl

durch das Vorhandensein kleiner, potenziell instabiler Restpopulationen als auch durch zufallsbedingte Beobachtungen einzelner Individuen erklären. Restpopulationen, insbesondere isolierte Einzelvorkommen, sind stark vom Aussterben bedroht und erlöschen sukzessiv (Bräu et al., 2013).

4.1.2 Variabilität der Flugzeit

Die Flugzeit von *Coenonympha hero* erstreckt sich laut Literatur von Anfang/Ende Mai bis Mitte Juli (Lechner & Ortner, 2011a; Meyer, 1996; Reinhardt et al., 2020) und kann witterungsbedingt variieren. Die im Untersuchungsgebiet zwischen 2008 und 2025 dokumentierten Daten bestätigen eine interannuelle Variabilität des Flugzeitbeginns (Kapitel 3.2). Bei besonders milden Witterungsverhältnissen kann die Flugzeit bereits Mitte Mai beginnen, wie bereits Nachweise von Lechner und Ortner (2011b), als auch die Kartierung 2025 belegten. Ähnliche Beobachtungen wurden in Bayern gemacht, wobei in besonders warmen Frühjahren die Flugzeit ebenfalls bereits Mitte Mai begann (Bräu et al., 2013), aber auch jährliche Schwankungen des Flugzeitbeginns von bis zu zwei Wochen verzeichnet wurden (Bräu und Völkl, 2007).

4.1.3 Dispersionsfähigkeit & Metapopulationsdynamik

Die in den Jahren 2024 und 2025 neu dokumentierten Fundorte und deren Distanz zueinander deuten auf eine gewisse Dispersionsfähigkeit von *Coenonympha hero* hin. Besonders der im Jahr 2025 entdeckte, südlichste Nachweis erweitert die bekannte lokale Verbreitung der Metapopulation deutlich. Die Luftliniendistanz von diesem zur nördlichsten Population beträgt ca. 12 km und überschreitet damit die bisher angenommene maximale Distanz zwischen den Populationen von 6,5 km (Lechner & Ortner, 2011a). Zwischen diesem neu dokumentierten Vorkommen und der nächstgelegenen bekannten Teilpopulation besteht eine Entfernung von ca. 7 km.

Diese Distanz liegt deutlich über der in Fang-Markierung-Wiederfang-Studien im Untersuchungsgebiet ermittelten durchschnittliche Flugdistanz. So legten 75 % der Individuen innerhalb weniger Tage meist nur Entfernungen von unter 100 m zurück, wobei einzelne Männchen max. ca. 300 m flogen (Lechner & Ortner, 2011a). Auch die von Cassel-Lundhagen und Sjögren-Gulve (2007) bestimmte maximale Ausbreitungsdistanz von rund 1200 m liegt deutlich unter der Entfernung zwischen den aktuellen Nachweisen. Genetische Analysen zeigen hingegen, dass Populationen der Art über Distanzen von mehr als 15 km genetisch verbunden sein können, was auf eine grundsätzlich mögliche Ausbreitung über größere Distanzen hinweist (Sherpa et al., 2022). Die jüngsten Nachweise bislang unbekannter Vorkommen lassen vermuten, dass im Untersuchungsgebiet weitere, bisher unentdeckte Teilpopulationen existieren. Möglicherweise erfolgte die Besiedlung der neu entdeckten Standorte über solche Zwischenvorkommen, die als Trittsteinpopulationen fungieren und so eine schrittweise Ausbreitung der Art ermöglichen (Cassel & Tammaru, 2003).

Grundsätzlich gilt *Coenonympha hero* als standorttreu (Lechner & Ortner, 2011a; Reinhardt et al., 2020; UICN France et al., 2012) kann jedoch bei geeigneten Habitatbedingungen neue Flächen besiedeln (Hermann, 2021). Die Dynamik von Metapopulationen, geprägt durch lokales Aussterben und (Wieder-)Besiedelung potenzieller Habitatbereiche (Hanski & Gilpin, 1997), basiert maßgeblich auf der Ausbreitung als zentralem Prozess (Sherpa et al., 2022). Diese Wechselwirkung ist charakteristisch für

Arten mit Metapopulationsstruktur, wie es auch bei *Coenonympha hero* der Fall ist (Cassel-Lundhagen et al., 2008; Hermann, 2021; Sherpa et al., 2022; Sielezniew & Nowicki, 2017).

4.1.4 Verbreitungsgrenzen & klimatische Veränderungen

Die Nachweise aus den Jahren 2024 und 2025 deuten auf eine bislang nicht dokumentierte Ausdehnung der Verbreitungsgrenze in höhere Lagen bis zu 1000 m ü. NN sowie weiter in das Talinnere. Damit bestätigt sich die frühere Annahme von Lechner und Ortner (2011a), die ein potenzielles, klimatisch bedingtes Vorkommen der Art bis in diesen südlichen Bereich des Lechtals vermuteten, dort jedoch bislang keinen Nachweis erbringen konnten. Frühere Erhebungen im Untersuchungsgebiet dokumentierten Vorkommen ausschließlich unterhalb von 900 m ü. NN bzw. im Bereich von 805–890 m ü. NN (Huemer et al., 2024; Lechner & Ortner, 2011a). Zwar berichten Bräu und Dolek (2013) von Einzelfunden bis zu 1800 m ü. NN, geben für Bayern jedoch eine generelle Höhenverbreitung von max. 850 m an. Laut Sherpa et al. (2022) stellt die bevorzugte Besiedlung kühlerer, höher gelegener oder dichter bewaldeter Habitate eine mögliche Anpassungsstrategie von *Coenonympha hero* an veränderte klimatische Bedingungen dar. Ähnliche Höhenverlagerungen im Vorkommen wurden bereits bei weiteren Tagfalterarten beobachtet (Parmesan, 1996, 2001; Wilson et al., 2005).

4.2 Habitatbedingungen von *Coenonympha hero*

4.2.1 Strukturmerkmale & klimatische Standortfaktoren

Basierend auf den eigenen Beobachtungen, Einschätzungen von Experten sowie vorliegender Literatur lässt sich ableiten, dass *Coenonympha hero* bevorzugt Habitate mit hoher Krautschichtbedeckung und einem moderaten Anteil an Strauch- und Baumschicht nutzt. Diese Struktur scheint eine günstige Kombination aus Offenheit und Deckung zu bieten. Übereinstimmend berichten verschiedene Quellen, dass vollständig offene Flächen von der Art gemieden werden (Bräu, m. M.; Lechner & Ortner, in Druck), während gleichzeitig auch zu dichte Strauchstrukturen nicht toleriert werden (Cassel-Lundhagen & Sjögren-Gulve, 2007; Sherpa et al., 2022; C. A. M. Van Swaay & Warren, 1999). Die eigenen visuellen Eindrücke während der Begehungen stehen im Einklang mit der Annahme, dass insbesondere die räumliche Anordnung der Gehölzstrukturen in Form einer lockeren, parkähnlichen Verteilung die Habitatqualität begünstigt (Bräu, m. M.; Cerny, m. M.; Lechner & Ortner, in Druck).

Sträucher fungieren als Sitzwarte, Versteck oder Windschutz (Bräu, m. M.; Dolek, m. M.) und sind für die präimaginalen Stadien relevant, da adulte Weibchen ihre Eier in der Krautschicht unmittelbar neben Sträuchern ablegen (Lechner & Ortner, 2011a), meist in einem Abstand von max. 0,5 m zu Gehölzen (Dolek et al., 2009).

Eigene Beobachtungen deuten darauf hin, dass dichtere Gehölzstrukturen in unmittelbarer Nähe offener Flächen als wichtige Rückzugs- und Übergangsbereiche dienen. Die Nutzung höherer Einzelbäume als Nächtigungsstätten sowie das aktive Durchfliegen dichter Gehölze ohne erkennbare Barrierewirkung unterstreichen die funktionale Bedeutung solcher Strukturen als Bestandteil des Gesamthabitats (Bräu, m. M.; Lechner & Ortner, in Druck). Dies entspricht Befunden, die eine erhöhte

Nachweishäufigkeit in Gehölznähe zeigen, welche mit zunehmender Entfernung deutlich abnimmt (Greffier, 2014).

Die Analyse der Landolt-Indikatoren an den Fundstellen erlaubt Rückschlüsse auf das für *Coenonympha hero* relevante Mikroklima. Die Auswertung der Indikatoren ergab, dass die meisten von ihnen im mittleren Bereich ihrer Skala lagen und eine geringe Variabilität aufwiesen. Lediglich die Durchlüftungszahl wich von den mittleren Werten ab, da überwiegend niedrige Werte verzeichnet wurden, die auf vernässte Böden hinweisen. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit der Erwartung, dass *Coenonympha hero* feuchte oder wechselfeuchten Standorte besiedelt (Greffier, 2014; Tiitsaar et al., 2016; Van Swaay & Warren, 1999; Wiemers, 2007). Gleichzeitig wird das Vorkommen der Art in den Auen auch den Brennen bzw. Heißländern zugeordnet (Bräu et al., 2013; Lechner & Ortner, in Druck), welche jedoch durch eher trockene Verhältnisse charakterisiert sind (Holzner, 1986).

Die Nachweise der Art im Untersuchungsgebiet an sowohl feuchteren als auch trockeneren Standorten bestätigen, dass *Coenonympha hero* hinsichtlich Bodenfeuchte eine gewisse ökologische Amplitude aufweist. Ähnliche Beobachtungen wurden auch aus anderen Regionen berichtet (Bräu et al., 2013; Endrestøl & Bengtson, 2012).

Während die Bodenfeuchte in der Literatur häufig als zentraler Faktor für die Habitatbedingungen der Zielart diskutiert wird (Greffier, 2014; Tiitsaar et al., 2016; Van Swaay & Warren, 1999; Wiemers, 2007), betonen andere Studien stattdessen die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit. Besonders im Auwald wirkt sich eine durch Flussnähe bedingte hohe Luftfeuchtigkeit maßgeblich auf die Habitatwahl aus, selbst bei trockeneren Böden (Dolek et al., 2009). Neben dem lokalen Einflussfaktor könnte auch das übergeordnete Makroklima relevant sein (Lechner, m. M.). Dieses ist im Untersuchungsgebiet durch eine hohe Niederschlagsintensität gekennzeichnet (Mergili & Duffy, 2022), was standortübergreifend eine erhöhte Luftfeuchtigkeit begünstigen dürfte. Unklar bleibt jedoch, inwieweit eine für die Art erforderliche Luftfeuchtigkeit primär durch die unmittelbare Nähe zu Gewässern oder vielmehr durch die großräumigen klimatischen Gegebenheiten des Untersuchungsgebiets bedingt ist.

4.2.2 Vorkommen & ökologische Bedeutung spezifischer Pflanzenarten

Bereits Blassnig (2011) dokumentierte an den Raupenfundstellen auf Standort 5 das Vorkommen von überwinternd oder teilweise überwinternd grünen Futterpflanzen für die Raupen (vgl. Kapitel 3.3.2.3), die auch in den aktuellen Untersuchungen auf sämtlichen Parzellen und Fundstellen nachgewiesen wurden. In ökologischer Hinsicht ist weniger die spezifische Wirtspflanzenart relevant (Dolek, m. M.; Tiitsaar et al., 2016; Wiemers, 2007), sondern vielmehr die Fähigkeit der Pflanzen, auch im Winter grün zu bleiben (Bräu, m. M.; Dolek, m. M.; Lechner, m. M.). Diese Eigenschaft ist zentral, da die Raupen spät im Jahr und bereits kurz nach der Schneeschmelze wieder fraßaktiv sind und deshalb auf ganzjährig oder früh im Jahr verfügbare Nahrungspflanzen wie *Festuca* sp., *Deschampsia* sp. oder *Carex* sp. angewiesen sind (Bräu et al., 2013; Wagner, o. J.).

Weniger eindeutig ist die Rolle von *Picea abies*, die an sämtlichen Fundstellen präsent war. Während Cerny (m. M.) ihr eine funktionale Bedeutung als Ansitzwarte zuschreibt, sehen andere Experten sie eher als irrelevantes Begleitelement (Dolek, m. M.; Lechner, m. M.). Angesichts ihrer großflächigen Verbreitung in der Region erscheint es plausibel, dass ihr Vorkommen weniger aus ökologischer

Notwendigkeit resultiert, sondern vielmehr durch die allgemeine Verbreitung bedingt ist. Aus populationsökologischer Sicht lässt sich daher keine eindeutige Aussage über einen funktionalen Zusammenhang zwischen *Picea abies* und dem Vorkommen von *Coenonympha hero* ableiten.

4.3 Methodenkritik & Limitationen

Diese Arbeit führt verschiedene Datenquellen zum Vorkommen und Habitat von *Coenonympha hero* in Österreich systematisch zusammen und stellt damit eine erweiterte Grundlage für zukünftige Untersuchungen sowie für das Management dieser streng geschützten Art bereit. Die Analyse basiert auf früheren Erhebungen und bislang nur eingeschränkt zugänglichen Informationen, darunter graue Literatur wie unveröffentlichte Daten und interne Berichte, um eine möglichst umfassende Datengrundlage zu schaffen. Eine wesentliche Basis bildete dabei die Arbeit von Lechner und Ortner (2011a), die bereits umfassende Untersuchungen zur Ökologie von *Coenonympha hero* im Untersuchungsgebiet durchgeführt und dokumentiert hatten.

Im Zuge der Datenerhebung sowie teilweise auch der Datenauswertung zeigten sich verschiedene methodische Limitationen, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen. Die Erhebungen aus dem Jahr 2024 könnten in ihrer Aussagekraft eingeschränkt sein, da die Kartierungen vermutlich nach dem Höhepunkt der Flugzeit stattfanden. Die interannuelle Variabilität des Flugzeitbeginns unterstreicht die Notwendigkeit, die allgemeine Witterung bereits im Frühjahr genau zu beobachten, da sie maßgeblichen Einfluss auf den Flugzeitbeginn der Art hat. Es wäre zudem sinnvoll gewesen, eine größere Anzahl an Standorten ohne Vorkommen der Art in die Untersuchung einzubeziehen. Insbesondere Vegetationsaufnahmen auf den ehemals besiedelten, inzwischen verwaisten Flächen, als auch auf unbesiedelten Standorten hätten differenziertere Vergleiche zur Habitateignung im Hinblick auf die präferierte Habitatstruktur ermöglicht. Zur Durchführung der Begehungen im Jahr 2024 wäre eine Einbeziehung der gesamten von Lechner und Ortner (2011a) untersuchten Flächen anstelle der Beschränkung auf Bereiche mit durchgeführten Pflegemaßnahmen und deren Randzonen methodisch sinnvoll gewesen.

4.4 Gefährdung & Management

4.4.1 Gefährdungsfaktoren für *Coenonympha hero*

Die geringe Individuenzahl der Teilpopulationen im Untersuchungsgebiet birgt ein genetisches Risiko, da in kleinen Metapopulationen eine erhöhte Inzuchtwahrscheinlichkeit und somit ein erhöhtes Aussterberisiko besteht, welches über die für Metapopulationen charakteristische Aussterbe- und Besiedlungsdynamik hinausgeht (Nonaka et al., 2019; Saccheri et al., 1998). Dabei ist zu beachten, dass der Zusammenhang zwischen genetischer Diversität und Aussterberisiko nicht isoliert betrachtet werden kann, da komplexe Wechselwirkungen mit ökologischen und demografischen Faktoren bestehen (Dileo et al., 2024). Die hohe Inzuitsensitivität der Art wird unter anderem dadurch bedingt, dass bereits Distanzen von ca. 300 m zwischen besiedelten Flächen bei unzureichender Habitatvernetzung den

Genfluss einschränken können (Cassel et al., 2001). Die Struktur des Lebensraums beeinflusst dabei nachweislich Ausbreitungs- und Paarungsverhalten (Nonaka et al., 2019). Große Populationen fungieren als wichtige Quellvorkommen für die Besiedlung neuer Flächen (Cassel-Lundhagen et al., 2008). In kleinen, isolierten Teilpopulationen könnte zudem eine reduzierte Schlupfrate infolge erhöhter Zygotenmortalität das lokale Aussterberisiko zusätzlich erhöhen (Cassel et al., 2001). Der langfristige Erhalt der Metapopulation setzt daher funktionale Vernetzung und stabile Quellpopulationen voraus. Neben den genetischen Risiken könnten die ungünstigen Witterungsbedingungen zu Beginn der Flugzeit 2024 den Reproduktionserfolg möglicherweise weiter beeinträchtigt haben. Wie Bräu (2015) beobachtete, kann der zeitliche Versatz im Schlupf der Geschlechter in Verbindung mit kühlen und niederschlagsreichen Phasen die Paarungswahrscheinlichkeit insbesondere bei geringen Individuenzahlen reduzieren. Solche Witterungsschwankungen könnten somit eine zusätzliche Herausforderung für den Erhalt der Art darstellen.

4.4.2 Einschätzung der umgesetzten Pflege- & Managementmaßnahmen

Eine fundierte Bewertung der im Untersuchungsgebiet umgesetzten Pflegemaßnahmen wird durch das Fehlen von Ausgangsdaten zur Bestandssituation vor der Umsetzung limitiert, so dass derzeit lediglich eine erste Einschätzung möglich ist.

Da *Coenonympha hero* ein halboffenes Habitat benötigt, ist davon auszugehen, dass entsprechende Maßnahmen wie Freischneiden, Mahd sowie selektive Gehölzentfernung grundsätzlich förderlich für die Habitatqualität und somit für das Vorkommen der Art sind. Jedoch bedarf es einer differenzierten Einschätzung der standortspezifischen Bedingungen sowie einer gezielten Planung des nachfolgenden Managements. Am Standort 4 wurde nach Umsetzung der genannten Pflegemaßnahmen darauf gesetzt, dass die dortige Sukzession durch Wildwechsel reguliert wird (Cerny, m. M.). Der eingesetzte Wildwechsel erwies sich jedoch als unzureichend, um die Ausbreitung des dort dominierenden *Calamagrostis* sp. (s. Anhang A) wirksam einzudämmen und bestätigt damit die Einschätzung der Experten (Cerny, m. M.; Lechner, m. M.).

Die zwischen den Populationen an Standort 5 und 6 freigeschnittene Waldschneise sollte als Korridor zur Vernetzung der beiden Teilpopulationen dienen. Diese Funktion wird derzeit jedoch nicht erfüllt, da in den letzten Jahren jeglicher Nachweis von *Coenonympha hero* ausblieb (Michaeler et al., 2021; Umweltbundesamt, 2022; eigene Erhebungen 2024, 2025). Die für die Art erforderliche Habitatstruktur ist dort in weiten Teilen aktuell nicht gegeben, was unter anderem auf den starken Bewuchs mit Hochstauden wie *Cirsium arvense* sowie auf eine hochwüchsige Krautschicht zurückzuführen ist. Diese Vegetationsstruktur könnte eine Besiedlung durch *Coenonympha hero* möglicherweise verhindern. Ob dies jedoch als alleinige Ursache für das Ausbleiben der Art anzusehen ist, lässt sich aktuell nicht abschließend beurteilen.

Beweidung als Maßnahme zur Offenhaltung des Habitats von *Coenonympha hero* wurde im Jahr 2024 erstmals am Standort 2 umgesetzt. Bereits nach zwei Monaten zeigte sich, dass die Vegetation stark abgefressen war, was möglicherweise die Verfügbarkeit essenzieller, überwinternd grüner Futterpflanzen für Raupen im Herbst und Frühjahr beeinträchtigt hat. Zudem könnte der frühe Beweidungsbeginn im Jahr 2025 eine Erholung der Vegetation eingeschränkt und somit zu einer Reduktion der

Nektarpflanzen für die Falter geführt haben, was bereits von Bräu (2015) als potenziell nachteiliger Aspekt einer Beweidung beschrieben wurde. Aufgrund der opportunistischen Nektarwahl von *Coenonympha hero* spielt zwar die spezifische Pflanzenart eine untergeordnete Rolle (Dolek, m. M.; Lechner, m. M.), jedoch ist eine generelle Verfügbarkeit eines vielfältigen Blütenangebots während der Flugzeit entscheidend, insbesondere für die Nahrungsaufnahme der Weibchen (Lechner & Ortner, in Druck). Ob die im Jahr 2025 festgestellte niedrigere Individuenzahl an Standort 2 im Vergleich zum Vorjahr tatsächlich auf die Beweidungsintensität zurückzuführen ist, lässt sich aktuell nicht eindeutig beurteilen. Eine belastbare Einschätzung erfordert weitere Erhebungen in den nächsten Jahren. Zudem könnten witterungsbedingte Einflüsse, wie die im Jahr 2025 beobachteten trockenen Bedingungen, die Vegetationsentwicklung zusätzlich beeinflusst haben, weshalb eine abschließende Bewertung derzeit nicht möglich ist.

4.4.3 Empfehlungen für das zukünftige Management

Allgemeine Empfehlungen

Der Verlust natürlicher Störungsprozesse, insbesondere der Flussdynamik, stellt ein Risiko für die langfristige Habitatqualität von *Coenonympha hero* in den Auenlebensräumen dar. Um die ehemals strukturformende Wirkung solcher Prozesse zu kompensieren, sind gezielte, kleinräumige Pflegemaßnahmen erforderlich, um vergleichbare Habitatbedingungen zu schaffen. Erfahrungen aus anderen Regionen zeigen außerdem, dass habitatverbessernde Maßnahmen klimatische Veränderungen wie Trockenheit teilweise abmildern können und so stabile Populationen erhalten werden können (Dolek, m. M.).

Zur Erhaltung der für die Zielart typischen halboffenen Habitatstrukturen sind Maßnahmen zur Offenhaltung, etwa durch Freischneiden, Mahd sowie selektive Gehölzentfernung weiterhin zu empfehlen. Ein möglicher Pflegeansatz besteht in der Anwendung einer kontrollierten Mittelwaldwirtschaft, bei der lediglich Teilflächen bearbeitet werden (Dalüge et al., 2022). Wichtig ist dabei, aktiv von *Coenonympha hero* genutzte Bereiche gezielt auszusparen, um Beeinträchtigungen zu minimieren (Dolek, m. M.). Da die Art besonders sensibel auf kleine Veränderungen in ihrer Umgebung sowie auf Maßnahmen reagiert (Van Swaay et al., 2012), sollte auf großflächige maschinelle Entbuschung möglichst verzichtet werden. Erforderliche Eingriffe sind kleinflächig und abschnittsweise durchzuführen. Eine regelmäßige Mahd kann eine eher homogene Vegetationsstruktur begünstigen (Bräu, 2015) und dadurch zu reduzierten Falterdichten führen (Bräu, 2003; Bräu & Völkl, 2007).

Als alternative Pflegemaßnahme wird daher häufig extensive Beweidung in Betracht gezogen, wobei deren Eignung für *Coenonympha hero* kontrovers diskutiert wird. Einerseits werden positive Effekte erwartet, insbesondere durch die Förderung einer lückenhaften Streuschicht, die für die Eiablage essenziell ist (Bräu, 2015). Diesem Ansatz folgt beispielsweise ein seit 2010 laufendes extensives Beweidungsprojekt in Bayern, bei dem in einer rotierenden Umtriebsweide gezielt geeignete Habitatstrukturen erhalten werden sollen (M. Henning, persönliche Kommunikation, 26. März 2025).

Andererseits gibt es Hinweise darauf, dass *Coenonympha hero* beweidete Flächen meidet oder dort verschwindet, insbesondere bei intensiver oder kontinuierlicher Beweidung (Endrestøl & Bengtson,

2012; Tiitsaar et al., 2016). Eine rotierende oder temporär eingesetzte extensive Beweidung erscheint daher als die geeignetste Vorgehensweise zur Förderung günstiger Habitatbedingungen.

Empfehlungen für das Untersuchungsgebiet

Basierend auf der Literatur und den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit ergeben sich für das zukünftige Management im Untersuchungsgebiet folgende konkrete Handlungsempfehlungen.

An Standort 1 sollte der fortschreitenden Verbuschung entgegengewirkt werden, idealerweise durch die bereits vorgesehene Beweidung mit Ziegen (Cerny & Propstmeier, 2022b), da diese besonders effektiv bei der Eindämmung von Gehölzaufwuchs sind (ČÍP, o. J.).

Die Beweidung auf Standort 2 sollte im folgenden Jahr pausiert bzw. auf andere Flächen verlagert werden, vorzugsweise auf größere Bereiche innerhalb der Au. Eine standortangepasste Umtriebsweide erscheint dabei als geeigneter Ansatz. Die dort bereits eingesetzten Ziegen sind weiterhin empfehlenswert, da sie besonders effektiv in der Kontrolle invasiver Arten wie der dort wachsenden *Solidago* sp. sowie bei der Eindämmung von Gehölzaufwuchs sind. Bei zu hohem Weidedruck können jedoch Schäden an habitatrelevanten Strukturelementen auftreten, die wichtige Funktionen für die Zielart erfüllen (ČÍP, o. J.). Eine extensive Beweidungsintensität von 0,25 GV/ha wird in diesem Kontext als geeigneter Richtwert genannt (Schweighöfer, 2008, zitiert nach Bräu et al., 2013, S. 475).

An Standort 4 ist die zunehmende Ausbreitung von *Calamagrostis* sp. einzudämmen, da ein dichter, hochwüchsiger Bestand dieser Grasart das Vorkommen von *Coenonympha hero* negativ beeinflussen kann (Bräu, m. M.; Cerny, m. M.; Dolek, m. M.; Wagner, o. J.). Besonders geeignet erscheint hier eine extensive Beweidung mit robusten Rassen, wie z. B. dem Exmoor-Pony, das auch widerstandsfähige Pflanzen wie *Calamagrostis epigejos* frisst (ČÍP, o. J.). Alternativ könnte eine Mahd während der Blütezeit mit anschließendem Abtrag des Mahdguts zur Reduktion der dominanten Grasart beitragen (Cerny, 2023).

Im Korridor zwischen den Standorten 5 und 6 sollte die Vegetation im Hinblick auf geeignete Habitatbedingungen für *Coenonympha hero* angepasst werden, etwa durch gezielte Entfernung von Hochstauden wie *Cirsium arvense*. Zudem ist das Aufkommen junger *Alnus incana* an diesen Standorten durch geeignete Maßnahmen, wie z. B. eine temporäre Beweidung mit Ziegen, zu kontrollieren. Die derzeit praktizierte Rinderbeweidung kann nicht abschließend bewertet werden, sollte aber, sobald aussagekräftige Erkenntnisse zu den Auswirkungen unterschiedlicher Beweidungsintensitäten auf *Coenonympha hero* vorliegen, dementsprechend angepasst werden. Darüber hinaus sollte an Standort 6 künftig auf eine Zufütterung (s. Anhang A) verzichtet werden, um Voraussetzungen für eine möglichst extensive Beweidung zu schaffen.

4.5 Zukünftiger Forschungsbedarf

Zukünftige Untersuchungen sollten darauf abzielen, die ökologischen Parameter des Vorkommens von *Coenonympha hero* im Detail zu ermitteln und auf dieser Grundlage ein Expertenmodell zur Identifikation potenzieller weiterer Vorkommensstandorte im Untersuchungsgebiet zu entwickeln. Diese identifizierten Flächen könnten im Rahmen eines gezielten Monitorings durch Begehungen überprüft werden und bei Nachweis einer Besiedlung durch die Zielart in konkrete Management- und Pflegemaßnahmen integriert werden.

Im Zuge der sich verändernden klimatischen Bedingungen erscheint es erforderlich, den Einfluss zunehmender Witterungsvariabilität auf die Flugzeit von *Coenonympha hero* systematisch zu untersuchen. Temperatur- und Niederschlagsschwankungen können Beginn, Dauer und Ende der Flugzeit beeinflussen, was sich wiederum auf die Fortpflanzung und Populationsdynamik der Art auswirkt. Zudem ist die Untersuchung von Trockenheit, insbesondere im Frühjahr, von zentraler Bedeutung, da diese die Verfügbarkeit der Nektarpflanzen für die Falter sowie die Entwicklung der Larvalstadien beeinflussen kann. Dies kann sich direkt auf die Bestandsentwicklung von *Coenonympha hero* auswirken und ist daher für ein effektives Management unverzichtbar.

Die Beweidung stellt eine zentrale Managementmaßnahme für den Erhalt geeigneter Lebensräume von *Coenonympha hero* dar. Daher ist eine vertiefte Untersuchung der Auswirkungen unterschiedlicher Beweidungsformen und -intensität notwendig. Entscheidend dabei ist, den Toleranzbereich gegenüber Beweidung durch Groß- und Kleinvieh (z. B. Rinder, Schafe, Ziegen) zu bestimmen, um direkte physische Schäden an der Population sowie indirekte Beeinträchtigungen durch den Verlust von Nektar- und Raupenfutterpflanzen zu vermeiden. Auf Basis dieser Erkenntnisse lassen sich Beweidungsstrategien hinsichtlich Tierart, Zeitraum und Intensität naturschutzfachlich fundiert entwickeln und in zukünftige Pflege- und Managementkonzepte integrieren.

Darüber hinaus erscheint es sinnvoll, die Bedeutung von Feuchtigkeit als Standortfaktor differenzierter zu erfassen. Zeigerwerte nach Landolt oder Ellenberg bieten zwar erste Anhaltspunkte über die hydrologischen Bedingungen im Boden, erlauben jedoch keine quantifizierbaren Aussagen zu konkreten Feuchteverhältnissen oder den zugrunde liegenden Prozessen. Unklar bleibt, ob entscheidende Feuchteinflüsse primär aus dem Boden, dem Makroklima oder aus der Luft, etwa durch die Nähe zu Gewässern, resultieren. Bei letzterem wäre insbesondere zu klären, bis zu welcher Entfernung Gewässer einen relevanten Einfluss auf die Luftfeuchtigkeit am Standort ausüben könnten. Künftige Untersuchungen könnten durch gezielte Messungen von Boden- und Luftfeuchte sowie mikroklimatische Standortanalysen das ökologische Anforderungsprofil von *Coenonympha hero* präzisieren und bestehende Unsicherheiten reduzieren.

5. Fazit

Ziel dieser Arbeit war die Analyse der präferierten Habitatstruktur von *Coenonympha hero* im Untersuchungsgebiet und die Einschätzung der dort umgesetzten Pflegemaßnahmen. Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Rückgang der Art im Vergleich zu früheren Erhebungen, besonders an den ehemals individuenreichen Standorten 5 und 6, sodass die Populationsdichte unter dem für eine stabile Metapopulation angenommenen Mindestwert liegt. Gleichzeitig deuten neue Nachweise an bisher unbekannten Standorten, überwiegend auf Sukzessionsflächen, auf eine gewisse Persistenz und Ausbreitungsfähigkeit hin, wie sie für Metapopulationen charakteristisch sind. Eine klimabedingte Ausweitung des Verbreitungsgebiets in höhere Lagen sowie weiter in das Talinnere kann dabei nicht ausgeschlossen werden.

Die Art bevorzugt Habitate mit einer heterogenen Struktur, in denen offene Flächen mit hohem Krautschichtanteil mosaikartig mit lockeren Sträuchern und Gehölzinseln verzahnt und von dichteren Gehölzbeständen umgeben sind. Diese Landschaftselemente scheinen sowohl als Rückzugsmöglichkeit als auch für die Eiablage funktional relevant zu sein. Standorte mit überwinternd grüner Vegetation werden präferiert, da diese für die überwinternden Raupen, die im Herbst und Frühjahr fraßaktiv sind, eine essenzielle Nahrungsquelle darstellt. Die Bodenfeuchte variiert zwischen den Standorten, wobei Feuchtigkeit insbesondere für die austrocknungsempfindlichen präimaginalen Stadien von Bedeutung sind. Der Einfluss lokaler Gewässer gegenüber großräumigen klimatischen Faktoren auf die erforderliche Feuchtigkeit bleibt bislang unklar.

Die Wirksamkeit der bisher umgesetzten Pflege- und Managementmaßnahmen lässt sich bisher nur vorläufig einschätzen. Zur Erhaltung der für die Art typischen halboffenen Habitatstrukturen gelten Maßnahmen zur Offenhaltung, etwa durch Freischneiden, Mahd sowie selektive Gehölzentfernung als förderlich. Ein alternativer Ansatz stellt eine extensive Beweidung dar, deren Effektivität jedoch von der Intensität und dem Zeitpunkt abhängt. Eine zu hohe Beweidungsintensität könnte negative Auswirkungen auf die Populationen haben und erfordert daher eine präzise Anpassung hinsichtlich der genannten Faktoren, was weiterer Forschung bedarf.

Insgesamt ist *Coenonympha hero* auf dynamische Habitatstrukturen angewiesen, deren langfristiger Erhalt ohne gezielte Managementmaßnahmen nur eingeschränkt möglich ist. Angesichts der geringen Bestände ist ein kontinuierliches Langzeitmonitoring ergänzend zum bestehenden FFH-Monitoring essenziell. Nur durch wiederholte Erhebungen sowie weitere Erforschung der komplexen Wechselwirkung von Vegetation, Mikroklima und Nutzung können angepasste Managementmaßnahmen entwickelt werden und somit kann der Fortbestand der Art im Untersuchungsgebiet nachhaltig gesichert werden.

6. Literaturverzeichnis

- Barkmann, F., Huemer, P., Tappeiner, U., Tasser, E., & Rüdissler, J. (2023). Standardized butterfly surveys: Comparing transect counts and area-time counts in insect monitoring. *Biodiversity and Conservation*, 32(3), 987–1004. <https://doi.org/10.1007/s10531-022-02534-2>
- Blassnig, K. (2011). Botanische Kartierung der Raupenfundstellen von *Coenonympha hero* (Linnaeus, 1761) im Tiroler Lechtal [Unveröffentlichter Bericht].
- Bräu, M. (2003). Arten-Monitoring in ausgewählten Kesselmooren des Landkreis Ebersberg [Unveröff. Gutachten des Büros ifuplan GbR i.A. des Landratsamtes Ebersberg, untere Naturschutzbehörde].
- Bräu, M. (2015). Bayern-Netz-Natur-Projekt „Lichte Kiefernwälder und Brennen in den Isaraue zwischen Geretsried und Schäftlarn“ Auswirkungen der Beweidung mit Murnau-Werdenfelser Rinder auf stark vergraste Schneeheide-Kiefernwälder der Pupplinger und Ascholdinginger Au, Teil Bericht III: Tagfalter [Unveröffentlichter Projektbericht beim Isartalverein e.V. und der Regierung von Oberbayern].
- Bräu, M., Bolz, R., Kolbeck, H., Nunner, A., Voith, J., Wolf, W., Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Entomologen, & Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.). (2013). Tagfalter in Bayern [S. 472–475]. Ulmer.
- Bräu, M., & Völkl, R. (2007). Arten-Monitoring in ausgewählten Kesselmooren des Landkreis Ebersberg [Unveröff. Gutachten des Büros für ökologische Gutachten Dipl. Ing. Markus Bräu i.A. der Regierung von Oberbayern].
- Calanca, P. (2007). Climate change and drought occurrence in the Alpine region: How severe are becoming the extremes? *Global and Planetary Change*, 57(1–2), 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2006.11.001>
- Cassel, A., & Tammaru, T. (2003). Allozyme variability in central, peripheral and isolated populations of the scarce heath (*Coenonympha hero*: Lepidoptera, Nymphalidae); implications for conservation. *Conservation Genetics*, 4(1), 83–93. <https://doi.org/10.1023/A:1021884832122>
- Cassel, A., Windig, J., Nylin, S., & Wiklund, C. (2001). Effects of Population Size and Food Stress on Fitness-Related Characters in the Scarce Heath, a Rare Butterfly in Western Europe. *Conservation Biology*, 15(6), 1667–1673. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.99557.x>
- Cassel-Lundhagen, A., & Sjögren-Gulve, P. (2007). Limited dispersal by the rare scarce heath butterfly—Potential consequences for population persistence. *Journal of Insect Conservation*, 11(2), 113–121. <https://doi.org/10.1007/s10841-006-9023-z>
- Cassel-Lundhagen, A., Sjögren-Gulve, P., & Berglind, S.-Å. (2008). Effects of patch characteristics and isolation on relative abundance of the scarce heath butterfly *Coenonympha hero* (Nymphalidae). *Journal of Insect Conservation*, 12(5), 477–482. <https://doi.org/10.1007/s10841-007-9083-8>

- Cerny, K. (2020). Bericht zur Umsetzung der Pflegemaßnahmen zur Unterstützung des Wald-Wiesenvögelchens (*Coenonympha hero*) bei Vils und Pinswang im September 2020 [Unveröffentlichter Bericht].
- Cerny, K. (2021). Biotoperweiterung der FFH – Art Wald-Wiesenvögelchen (*Coenonympha hero*) in den Lechauen bei Musau – Abschlussbericht über die Projektumsetzung [Unveröffentlichter Bericht].
- Cerny, K. (2022). Abschlussbericht 2022 *Coenonympha hero* [Unveröffentlichter Bericht].
- Cerny, K. (2023). Angebot für die Pflege der Flächen mit Vorkommen vom Waldwiesenvögelchen im unteren Lechtal [Unveröffentlichter Bericht].
- Cerny, K., & Propstmeier, J. (2022a). Abschlussbericht 2022 über die Suche nach *Coenonympha hero* [Unveröffentlichter Bericht].
- Cerny, K., & Propstmeier, J. (2022b). Abschlussbericht 2022 über die Suche nach *Coenonympha hero* [Unveröffentlichter Bericht].
- ČÍP, D. (o. J.). Stellungnahme zu der Beweidung von Lechauen [Unveröffentlichter Bericht].
- Clarivate. (2025). Web of Science. <https://www.webofscience.com>
- Dalhof, I., & Häcker, B. (1992). Auswirkungen von Flussbaumaßnahmen auf Morphologie und Vegetation am oberen Lech [Diplomarbeit Fachhochschule Weihenstephan].
- Dalüge, N., Prosi, R., Untheim, H., Georgi, M., & Dolek, M. (2022). Mittelwälder für den Artenschutz - erfolgreich auch ohne Mittelwaldtradition? Does coppice with standards promote species conservation even without coppice tradition? *standort.wald*, 52, 63–72.
- Depisch, E., & Fiedler, K. (2023). Summer drought shapes grassland butterfly-flower networks more than management type in an Austrian conservation area. *Entomologica Austriaca*, 30, 9–33.
- DiLeo, M. F., Nair, A., Kardos, M., Husby, A., & Saastamoinen, M. (2024). Demography and environment modulate the effects of genetic diversity on extinction risk in a butterfly metapopulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(33). <https://doi.org/10.1073/pnas.2309455121>
- Dolek, M., Freese-Hager, A., Thamke, I., Grünfelder, S., Böck, O., & Geyer, A. (2009). Artenhilfsprogramm für den Gelbringfalter (*Lopinga achine*) und das Waldwiesenvögelchen (*Coenonympha hero*) [Unveröff. Gutachten i.A. des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)].
- Endrestøl, A., & Bengtson, R. (2012). Faglig grunnlag for handlingsplan for heroringvinge *Coenonympha hero* – NINA Rapport 860.
- Geosphere Austria. (2024). Wetterdaten der Station Reutte [Datensatz]. <https://data.hub.geosphere.at/dataset/klima-v2-1h>
- Gower, J. C. (1966). Some Distance Properties of Latent Root and Vector Methods Used in Multivariate Analysis. *Biometrika*, 53(3/4), 325. <https://doi.org/10.2307/2333639>

- Greffier, B. (2014). Impact de la composition de la communauté végétale, de la structure de l'habitat et du paysage sur les populations du mélibée (*Coenonympha hero*, L. 1753) en Franche-Comté. Université de Bourgogne.
- Habersack, H., & Piégay, H. (2007). 27 River restoration in the Alps and their surroundings: Past experience and future challenges. In *Developments in Earth Surface Processes* (Bd. 11, S. 703–735). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0928-2025\(07\)11161-5](https://doi.org/10.1016/S0928-2025(07)11161-5)
- Hansen, L. O. (1993). Status for apollosommerfugl (Parnassius apollo) og herosommerfugl (*Coenonympha hero*) i Norge – NINA Utredning 046.
- Hanski, I., & Gilpin, M. E. (1997). *Metapopulation Biology*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-323445-2.X5000-7>
- Hanski, I., Schulz, T., Wong, S. C., Ahola, V., Ruokolainen, A., & Ojanen, S. P. (2017). Ecological and genetic basis of metapopulation persistence of the Glanville fritillary butterfly in fragmented landscapes. *Nature Communications*, 8(1), 14504. <https://doi.org/10.1038/ncomms14504>
- Hermann, G. (2021). Schaden Kahlschläge und andere „Desaster“ der Biodiversität im Wald? Erkenntnisse aus umfangreichen Daten zur Tagfalter- und Widderchenfauna in zwei Naturräumen. *Artenschutz und Biodiversität*, 1–46. <https://doi.org/10.55957/TDUW7104>
- Hohensinner, S., & Jungwirth, M. (2016). Die unbekannte dritte Dimension: Geländehöhen, Gewässertiefen und Dynamik österreichischer Donaulandschaften vor der Regulierung. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, 68(7–8), 324–341. <https://doi.org/10.1007/s00506-016-0323-6>
- Holzner, W. (1986). Österreichischer Trockenrasen-Katalog: „Steppen“, „Heiden“, Trockenwiesen, Magerwiesen: Bestand, Gefährdung, Möglichkeiten ihrer Erhaltung (Botanisches Institut der Universität für Bodenkultur, Hrsg.). Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz.
- Huemer, P., Lechner, K., Ortner, A., Unterasinger, R., Tarmann, G. M., & Schattaneck-Wiesmair, B. (Hrsg.). (2024). *Tagfalter und Widderchen Tirols Verbreitung, Biologie, Gefährdung* [S. 372–374]. Universitätsverlag Wagner.
- Klockmann, M., & Fischer, K. (2017). Effects of temperature and drought on early life stages in three species of butterflies: Mortality of early life stages as a key determinant of vulnerability to climate change? *Ecology and Evolution*, 7(24), 10871–10879. <https://doi.org/10.1002/ece3.3588>
- Land Tirol. (2014a). Exposition. <http://www.tirol.gv.at/sicherheit/geoinformation/>, zuletzt geprüft am 08.06.2025
- Land Tirol. (2014b). Hangneigung in Grad. <https://www.tirol.gv.at/sicherheit/geoinformation/>, zuletzt geprüft am 08.06.2025
- Land Tirol. (2019). Biotopkartierung Tirol. <https://data-tiris.opendata.arcgis.com/datasets/biotopkartierung-flaechen>, zuletzt geprüft am 13.06.2025

- Landolt, E., Bäumler, B., Ehrhardt, A., Hegg, O., Klötzli, F., Lämmli, W., Nobis, M., Rudmann-Maurer, K., Schweingruber, F. H., Theurillat, J.-P., Urmi, E., Vust, M., & Wohlgemuth, T. (2010). Flora indicativa: Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen (2., völlig neu bearbeitete und erweiterte Aufl.). Haupt.
- Lechner, K., & Ortner, A. (2011a). Artenschutzkonzept für das Wald-Wiesenvögelchen, *Coenonympha hero* (Linnaeus, 1761), im Tiroler Lechtal [Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Tiroler Landesregierung].
- Lechner, K., & Ortner, A. (2011b). Datenbankauszug der Erhebungen von Lechner und Ortner [Unveröffentlichter Datensatz].
- Lechner, K., & Ortner, A. (in Druck). Zur Biologie und Ökologie von *Coenonympha hero* (Linnaeus, 1764) in Österreich (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae). Beiträge zur Entomofaunistik.
- Lütolf, M., Kienast, F., & Guisan, A. (2006). The ghost of past species occurrence: Improving species distribution models for presence-only data. *Journal of Applied Ecology*, 43(4), 802–815.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01191.x>
- Mergili, M., & Duffy, R. (2022). Fluvial Geomorphology and River Restoration: Tiroler Lech Nature Park. In C. Embleton-Hamann (Hrsg.), *Landscapes and Landforms of Austria* (S. 253–264). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92815-5_16
- Meyer, M. (1996). *Coenonympha hero* (Linnaeus, 1761). In P. J. van Helsdingen, L. Willemse, & M. C. D. Speight (Hrsg.), *Background information on invertebrates of the Habitats Directive and the Bern Convention. Part I: Crustacea, Coleoptera and Lepidoptera* (S. 93–97). Council of Europe Publ.
- Michaeler, W. (2022). Projektbeschreibung: Pflege der Habitatflächen für das Wald-Wiesenvögelchen (*Coenonympha hero*) im Ausmaß von ca. 7 ha [Unveröffentlichter Bericht].
- Michaeler, W., Lassacher, F., & Flucher, S. (2021). Erfolgskontrolle der Artenschutzmaßnahmen – Habitaterweiterung für das Wald-Wiesenvögelchen (*Coenonympha hero*) [Unveröffentlichter Bericht].
- Nonaka, E., Sirén, J., Somervuo, P., Ruokolainen, L., Ovaskainen, O., & Hanski, I. (2019). Scaling up the effects of inbreeding depression from individuals to metapopulations. *Journal of Animal Ecology*, 88(8), 1202–1214. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13011>
- Ortner, A., & Lechner, K. (2008). Zur Situation des Wald-Wiesenvögelchens *Coenonympha hero* (LINNAEUS, 1761) in Österreich (Lepidoptera, Satyrinae). *Beiträge zur Entomofaunistik*, 8, 101–108.
- Ortner, A., & Lechner, K. (2018). Leistungsbericht – Kartierung der FFH-Arten *Coenonympha hero* und *C. oedippus* in der alpinen biogeografischen Region Österreichs. [Unveröffentlichter Bericht im Auftrag des Umweltbundesamtes].
- Parmesan, C. (1996). Climate and species' range. *Nature*, 382(6594), 765–766.
<https://doi.org/10.1038/382765a0>

- Parmesan, C. (2001). Detection of range shifts: General methodological issues and case studies of butterflies. In G. R. Walther, C. A. Burga, & P. J. Edwards (Hrsg.), "Fingerprints" of Climate Change (S. 57–76). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8692-4_4
- Pauli, H., Gottfried, M., Lamprecht, A., Niessner, S., Rumpf, S., Winkler, M., Steinbauer, K., & Grabherr, G. (2015, März). The GLORIA field manual – standard Multi-Summit approach, supplementary methods and extra approaches. 5th edition. GLORIA-Coordination, Austrian Academy of Sciences & University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna.
- Porro, F., Tomaselli, M., Abeli, T., Gandini, M., Gualmini, M., Orsenigo, S., Petraglia, A., Rossi, G., & Carbognani, M. (2019). Could plant diversity metrics explain climate-driven vegetation changes on mountain summits of the GLORIA network? *Biodiversity and Conservation*, 28(13), 3575–3596. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01837-1>
- Preiner, S., Weigelhofer, G., Funk, A., Hohensinner, S., Reckendorfer, W., Schiemer, F., & Hein, T. (2018). Danube Floodplain Lobau. In S. Schmutz & J. Sendzimir (Hrsg.), *Riverine Ecosystem Management: Science for Governing Towards a Sustainable Future* (S. 491–506). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3_25
- Pühringer, C., Bachner, G., Glatzel, S., Lazowski, W., & Schwarz, U. (2025). Auenland – Das Aueninventar als Grundlage einer österreichweiten Auenstrategie.
- Reinhardt, R., Harpke, A., Caspari, S., Dolek, M., Kühn, E., Musche, M., Trusch, R., Wiemers, M., & Settele, J. (Hrsg.). (2020). *Verbreitungsatlas der Tagfalter und Widderchen Deutschlands* (1., korrigierter Nachdruck) [S. 316–317]. Eugen Ulmer KG.
- REVITAL Integrative Naturraumplanung GmbH, & Suske Consulting. (2022). *Naturpark Tiroler Lech – Gesamtmanagementplan*.
- Saccheri, I., Kuussaari, M., Kankare, M., Vikman, P., Fortelius, W., & Hanski, I. (1998). Inbreeding and extinction in a butterfly metapopulation. *Nature*, 392(6675), 491–494. <https://doi.org/10.1038/33136>
- Sherpa, S., Kebaïli, C., Rioux, D., Guéguen, M., Renaud, J., & Després, L. (2022). Population decline at distribution margins: Assessing extinction risk in the last glacial relictual but still functional metapopulation of a European butterfly. *Diversity and Distributions*, 28(2), 271–290. <https://doi.org/10.1111/ddi.13460>
- Sielezniew, M., & Nowicki, P. (2017). Adult demography of an isolated population of the threatened butterfly Scarce Heath *Coenonympha hero* and its conservation implications. *Journal of Insect Conservation*, 21(4), 737–742. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-0014-z>
- Tiitsaar, A., Kaasik, A., Lindman, L., Stanevičs, T., & Tammaru, T. (2016). Host associations of *Coenonympha hero* (Lepidoptera: Nymphalidae) in northern Europe: microhabitat rather than plant species. *Journal of Insect Conservation*, 20(2), 265–275. <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9861-2>

UICN France, MNHN, OPIE, & SEF. (2012). La Liste rouge des espèces menacées en France – Papillons de jour de France métropolitaine.

Umweltbundesamt. (2022). GIS-Datensatz zu Kartierungen von *Coenonympha hero* [Unveröffentlichter Datensatz; Originaltitel: „1070“].

Umweltbüro Cerny. (2019). Action C.12 Artenschutzmaßnahmen – Wald-Wiesenvögelchen *Coenonympha hero* [Unveröffentlichter Bericht].

Van Swaay, C. A. M., & Warren, M. S. (1999). Red Data book of European butterflies (Rhopalocera). Nature and Environment (No. No. 99). Council of Europe Publishing.

Van Swaay, C., Collins, S., Dušej, G., Maes, D., Munguira, M. L., Rakosy, L., Ryrholm, N., Šašić, M., Settele, J., Thomas, J., Verovnik, R., Verstrael, T., Warren, M., Wiemers, M., & Wynhoff, I. (2012). Dos and Don'ts for butterflies of the Habitats Directive of the European Union. Nature Conservation, 1, 73–153. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.1.2786>

Wagner, W. (o. J.). Europäische Schmetterlinge und ihre Ökologie: *Coenonympha hero*. http://www.pyrgus.de/Coenonympha_hero.html, zuletzt geprüft am 05.06.2025

Wiemers, M. (2007). Die Gattung *Coenonympha* HÜBNER, 1819, in Europa: Systematik, Ökologie und Schutz (Lepidoptera: Papilionoidea: Nymphalidae: Satyrinae). Oedipus, 52, 1–42.

Wilson, R. J., Gutiérrez, D., Gutiérrez, J., Martínez, D., Agudo, R., & Monserrat, V. J. (2005). Changes to the elevational limits and extent of species ranges associated with climate change. Ecology Letters, 8(11), 1138–1146. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00824.x>