

Yasmina Celine Juliane Müller

**Biometrische und demografische Untersuchung des
Alpensalamanders (*Salamandra atra*) im Nationalpark Gesäuse**
Vergleich zweier Populationen sowie Bewertung des
Erhaltungszustandes im Hartelsgraben

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Science (B.Sc.)

Betreuer:

Mag. Dr. rer. nat. Gernot Kunz

Universität Graz
Institut für Biologie

2026

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei all jenen bedanken, die mich bei der Durchführung und Fertigstellung meiner Arbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Mag. Dr. Gernot Kunz für seine stets schnelle Rückmeldung und die verlässliche Unterstützung während des gesamten Arbeits- und Schreibprozesses.

Ein großes Dankeschön richte ich an den Nationalpark Gesäuse, der die benötigten Materialien für die Untersuchung finanzierte und mir die bereits vorhandenen Daten aus dem Hartelsgraben zur Verfügung stellte. Erwähnenswert ist dabei insbesondere der Einsatz des Forschungsleiters Mag. Alexander Maringer, der mit mir gemeinsam die Übersichtsbegehung durchführte und mir jederzeit bei Fragen zur Verfügung stand.

Ein herzliches Dankeschön geht auch an Mag. Dr. Werner Kammel, der mir nicht nur Fachliteratur zukommen ließ, sondern auch eine wissenschaftliche Mitarbeit in seinem technischen Büro für Biologie ermöglichte. Im Rahmen dieser Anstellung war es mir möglich, auch die Alpensalamanderpopulation bei der Haindlkarhütte für diese Arbeit zu untersuchen.

Mein Dank gilt außerdem Priv.-Doz. Dr. Werner Holzinger für weitere wertvolle Fachliteratur sowie Mag. Dr. Alexandra Roth für die hilfreiche Unterstützung im Schreibprozess.

Ein besonderer Dank gilt schließlich meinen Eltern, die mir mein Studium erst ermöglicht haben und mich auch bei der vorliegenden Arbeit stets unterstützt haben, sei es als Begleitpersonen im Gelände oder durch das Zurverfügungstellen des Familienautos.

Kurzfassung

Der Alpensalamander (*Salamandra atra*) ist ein alpiner Endemit, der an naturnahe und strukturreiche Lebensräume gebunden ist. Trotz seines hohen Schutzstatus als FFH-IV-Art bestehen für viele Regionen nur wenige aktuelle Daten zu Fundorten, Populationsgrößen, Körpermaßen sowie zum Erhaltungszustand lokaler Populationen. Der Nationalpark Gesäuse bietet besonders geeignete Lebensräume für den Alpensalamander und stellt daher ein wichtiges Gebiet für populationsökologische Untersuchungen dar.

Ziel dieser Arbeit war es, einen Beitrag zum Monitoring des Alpensalamanders zu leisten und bestehende Datenlücken im Gebiet der Obersteiermark zu reduzieren. Dazu wurden zwei Standorte untersucht: der Hartelsgraben und der Bereich um die Haindlkarhütte. Bei allen Begehungen wurden die Individuen fotografisch dokumentiert sowie Fundortkoordinaten, Körpergewicht und Körperlänge erfasst. Im Hartelsgraben wurden vier standardisierte Transektbegehungen durchgeführt, auf deren Basis auch eine Bewertung des Erhaltungszustands nach etablierten Kriterien erfolgte. Zudem wurden die historischen Daten des Standorts Hartelsgraben mit den aktuellen Nachweisen verglichen. Am Standort Haindlkarhütte fand eine einmalige Begehung statt die zum Vergleich herangezogen wurde.

Im Hartelsgraben konnten bei vier Begehungen insgesamt neun Individuen nachgewiesen werden, während im Bereich der Haindlkarhütte bei einer Begehung 25 Alpensalamander erfasst wurden. Die Körperlängen unterschieden sich zwischen den Standorten nur geringfügig, während erkennbare Unterschiede beim Körpergewicht festgestellt wurden. Entgegen der anfänglichen Annahme konzentrierten sich aktuelle Nachweise nicht in der Nähe historischer Fundorte. Die Bewertung des Erhaltungszustandes der Population im Hartelsgraben ergab ein uneinheitliches Bild da eine hohe Habitatqualität geringen Nachweiszahlen und einem fehlenden Reproduktionsnachweis gegenüberstanden.

Die Ergebnisse verdeutlichen die methodischen Herausforderungen bei der Erfassung von Alpensalamanderpopulationen und unterstreichen die Bedeutung langfristiger Monitoringprogramme. Die vorliegende Arbeit bietet eine wichtige Datengrundlage für zukünftige Untersuchungen und liefert erstmals eine strukturierte Bewertung des Erhaltungszustandes der Alpensalamanderpopulation im Hartelsgraben.

Abstract

The Alpine salamander (*Salamandra atra*) is an alpine endemic species that depends on natural and structurally rich habitats. Despite its high conservation status as an FFH Annex IV species, there is still a lack of recent data on distribution, population size, body measurements and conservation status of local populations in many regions. The Gesäuse National Park provides especially suitable habitat for the Alpine salamander and is therefore an important area for population ecological studies.

The aim of this study was to contribute to the monitoring of the Alpine salamander and to reduce existing data gaps in the Upper Styria region. Two study sites were investigated: the Hartelsgraben and the area around the Haindlkar hut. During all surveys, individuals were photographed and their locations, body weight and body length were recorded. In the Hartelsgraben, four standardized transect surveys were carried out, which also allowed an assessment of the conservation status using established criteria. In addition, historical records from this site were compared with recent observations. At the Haindlkar hut, one survey was conducted and used for comparison.

In the Hartelsgraben, a total of nine individuals were recorded during four surveys, while 25 Alpine salamanders were found during a single survey at the Haindlkar hut. Body length differed only slightly between the two sites, whereas clear differences in body weight were observed. Contrary to the initial assumption, current records were not concentrated near historical locations. The assessment of the conservation status of the Hartelsgraben population showed a mixed result, as high habitat quality was combined with low detection numbers and no evidence of reproduction.

The results highlight the methodological challenges of surveying Alpine salamander populations and underline the importance of long-term monitoring programs. This study provides an important data basis for future research and presents the first structured conservation status assessment of the Alpine salamander population in the Hartelsgraben.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	2
Kurzfassung.....	3
Abstract.....	4
Inhaltsverzeichnis.....	5
Einleitung.....	7
Die Biologie des Alpensalamanders	9
Systematik und grundlegendes Wissen über den Alpensalamander	9
Verwechslungsgefahr	10
Besonderheiten der Entwicklung	10
Verbreitung und Lebensraum.....	11
Klimatische Bedingungen und Aktivität.....	12
Die Untersuchungsgebiete.....	13
Der Nationalpark Gesäuse und seine Bedeutung	13
Der Hartelsgraben	13
Das Haindlkar	13
Material und Methoden	14
Allgemeine Vorgehensweise bei der Datenaufnahme	14
Standortspezifische Informationen.....	15
Hartelsgraben	15
Haindlkarhütte.....	15
Datenaufbereitung und Bewertungsmethodik	16
Datenaufbereitung für den Ergebnisteil	16
Bewertungsmethodik für die Diskussion	16
Ergebnisse	17
Standort Haindlkarhütte	17
Standort Hartelsgraben	19

Analyse der historischen Daten	19
Aktuelle Daten	21
Diskussion.....	23
Vergleich der Körpermaße zwischen den Standorten	23
Körpergröße.....	23
Körpergewicht.....	24
Lautäußerungen	25
Analyse der historischen Daten.....	26
Bewertung des Erhaltungszustandes der Population im Hartelsgraben.....	28
Zustand der Population.....	29
Habitatqualität.....	31
Beeinträchtigungen	32
Gesamtbewertung.....	33
Schlussfolgerungen.....	34
Ausblick	35
Literaturliste.....	36
Abbildungsverzeichnis.....	40
Tabellenverzeichnis	41
Anhang	42

Einleitung

Der Alpensalamander (*Salamandra atra*) ist als Endemit der Alpen an empfindliche alpine und subalpine Lebensräume gebunden, die zunehmend durch den Klimawandel und anthropogene Einflüsse unter Druck geraten. In Österreich und der Steiermark wird die Art derzeit als potenziell gefährdet (NT – near threatened) eingestuft. Diese Einschätzung beruht auf der noch weiten Verbreitung in alpinen und subalpinen Regionen. Der Alpensalamander ist jedoch zunehmend Gefährdungsfaktoren ausgesetzt. Anthropogene Einflüsse wie Habitatverlust, strukturelle Degradation des Lebensraums infolge von Verbauung oder Forstwirtschaft sowie verkehrsbedingte Mortalität stellen erhebliche Risiken für die Art dar. Da der Alpensalamander bevorzugt naturnahe, strukturreiche Lebensräume besiedelt, wirken sich solche Eingriffe besonders negativ aus. Grundsätzlich gilt, je länger ein geeigneter Lebensraumtyp bereits existiert, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dort auch heute noch Alpensalamander anzutreffen (Geiger, 2006).

Insbesondere der Klimawandel stellt für die Art eine schleichende, aber langfristig bedeutsame Bedrohung dar. Wie viele alpine Arten wird auch der Alpensalamander vermutlich künftig vom sogenannten Sky-Island-Effekt betroffen sein, der die zunehmende Isolation von Populationen durch die höhenmäßige Verlagerung geeigneter Lebensräume beschreibt. Aufgrund des langsamen Generationswechsels reagiert die Art besonders empfindlich auf Umweltveränderungen (Günther & Grossenbacher, 1996). Geiger (2006) weist darauf hin, dass der Alpensalamander vermutlich mehrere Jahrzehnte benötigt, um sich an neue Umweltbedingungen anzupassen. Eine Gefährdung durch den Chytridpilz *Batrachochytrium salamandrivorans* konnte bislang nicht nachgewiesen werden, stellt jedoch ein potenzielles zukünftiges Risiko dar.

Angesichts dieser Gefährdungen ist der Alpensalamander in Österreich sowie auf Ebene der Europäischen Union streng geschützt. Die Art ist in Anhang IV der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie gelistet und unterliegt damit dem höchsten Schutzstatus. Um auf ihre Bedeutung aufmerksam zu machen, wurde der Alpensalamander von der Deutschen Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde (DGHT) zum „Lurch des Jahres 2026“ gewählt.

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, wie wichtig ein regelmäßiges populationsbezogenes Monitoring ist. Insbesondere lokale Untersuchungen sind von Bedeutung, da sie Referenzwerte für zukünftige Vergleiche liefern und frühzeitig Hinweise auf Bestandsveränderungen ermöglichen. Ohne solche Erhebungen können Bestandsrückgänge über längere Zeit unbemerkt bleiben. In Österreich existieren bislang nur wenige systematische Erhebungen zum Populationszustand des Alpensalamanders. Vorhandene Daten basieren häufig auf Einzelbeobachtungen oder Citizen-Science-Meldungen und sind daher nur eingeschränkt vergleichbar.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Beitrag zur Dokumentation lokaler Alpensalamanderpopulationen im Nationalpark Gesäuse zu leisten. Dazu werden Körpergröße und Körpergewicht von Individuen an den Standorten Hartelsgraben und Haindlkarhütte erhoben und mit Literaturwerten verglichen. Zusätzlich werden aktuelle Funddaten im Hartelsgraben mit historischen Nachweisen in Beziehung gesetzt, um die Aussagekräftigkeit der Ergebnisse zu erhöhen. Der Erhaltungszustand der Population im Hartelsgraben wird anhand etablierter Kriterien bewertet (Groddeck & Weddelling, 2006, S. 267–268).

Aus diesen Zielsetzungen ergeben sich folgende Hypothesen:

- 1) Zwischen Männchen und Weibchen besteht kein ausgeprägter Größendimorphismus.
- 2) Die Population im Hartelsgraben weist vergleichbare Werte hinsichtlich Körperlänge und Körpergewicht auf wie die Population im Bereich der Haindlkarhütte.
- 3) Aktuelle Alpensalamandernachweise konzentrieren sich räumlich in der Nähe historisch dokumentierter Fundorte.
- 4) Auf Basis der Habitatqualität und bisheriger Funddaten wird erwartet, dass ein Großteil der Unterkategorien des Bewertungsbogens nach Groddeck & Weddelling (2006) bei der Analyse der Population im Hartelsgraben in die Kategorie A (hervorragend) eingeordnet werden kann.

Die Biologie des Alpensalamanders

Systematik und grundlegendes Wissen über den Alpensalamander

In Österreich gibt es zwei Salamanderarten, die der Gattung *Salamandra* (Eigentliche Salamander) innerhalb der Ordnung *Caudata* (Schwanzlurche) angehören: den Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) und den Alpensalamander (*Salamandra atra*).

Der Alpensalamander (Abb. 1) zeichnet sich durch seine lackschwarz gefärbte Haut, den zwei längs verlaufenden Drüsenreihen am Rücken sowie den gut sichtbaren Parotiden (Ohrdrüsen) an der Seite des Kopfes aus. Über die Parotiden sowie die Drüsen entlang der Drüsenreihen wird bei Gefahr ein weißes Sekret mit giftigen Alkaloiden abgesondert. Dieser Giftcocktail wirkt besonders stark bei Amphibien, ist für den Menschen jedoch aufgrund der geringen Dosis meist ungefährlich. Die glänzende Salamanderhaut ist bedingt durch die Absonderungen der Schleimdrüsen der Tiere, die die Haut feucht halten und in einem lackartigen Glanz erstrahlen lassen (Freytag, 1955).

Eine farbliche Ausnahme zu den für gewöhnlich gänzlich schwarzen Tieren bilden die beiden Unterarten *Salamandra atra aurorae* und *Salamandra atra pasubiensis*, die unterschiedlich ausgeprägte gelbe bis bräunliche Flecken aufweisen, jedoch nur in kleinen Gebieten in den italienischen Alpen vorkommen. Neben diesen Unterarten sind noch zwei weitere bekannt: *Salamandra atra prenzensis* und *Salamandra atra atra* (Martel et al., 2024). Letztere ist taxonomisch gesehen die Nominatform von *Salamandra atra* und besitzt das größte Verbreitungsgebiet. Sie ist die bislang einzige bekannte Unterart des Alpensalamanders, die in Österreich vorkommt. Die vorliegende Arbeit fokussiert sich deshalb auf diese Unterart.

Die Höchstwerte für Größe und Gewicht von *Salamandra atra atra* sind bei den Männchen 14,4 cm und 12 g, wohingegen die Weibchen dieser Unterart bis zu 15,1 cm und 15 g erreichen können. In freier Wildbahn können Alpensalamander ein Alter von bis zu 17 Jahren erreichen, wobei einzelne Tiere vermutlich auch älter werden können (de Magalhães et al., 2024). Die Unterscheidung beider Geschlechter ist erst durch die Betrachtung der Kloakenregion möglich. Männliche Alpensalamander weisen eine angeschwollene Kloake auf und besitzen oft im Vergleich zu den Weibchen einen schlankeren Körperbau. Bei den Jungtieren sind die sexualdifferenzierenden Merkmale oft noch schwach ausgeprägt, was die Geschlechtsbestimmung erschwert bis unmöglich macht (Klewen, 1988).

Verwechslungsgefahr

Der Alpensalamander wird von Laien bei unzureichender Betrachtung gelegentlich mit dem Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*) verwechselt. Der Bergmolch besitzt außerhalb der Fortpflanzungszeit eine eher unscheinbare Landtracht (Abb. 2), die dem Alpensalamander (Abb. 1) ähnelt. Unterscheiden kann man den Bergmolch vom Alpensalamander durch seinen für Molche typischen seitlich zusammengedrückten Schwanz, den orangenen Bauch und seine matte, körnig wirkende Haut (Nöllert & Nöllert, 1992).



Abbildung 1 *Salamandra atra* am Standort Haindlkarhütte (Steiermark)



Abbildung 2 *Ichthyosaura alpestris* am Standort Petzen (Kärnten)

Besonderheiten der Entwicklung

Eine der größten Besonderheiten in der Entwicklung ist die Viviparie des Alpensalamanders. Damit ist er der einzige in Österreich heimische Lurch, der in seiner Entwicklung nicht auf Fließgewässer angewiesen ist. Als letzte Überreste seiner Evolutionsgeschichte als aquatische Larve entwickeln sich während der Embryonalentwicklung Kiemen, die sich bis zur Geburt wieder vollständig zurückbilden (Abb. 3). Alpensalamanderweibchen besitzen eine der längsten Tragzeiten unter den Wirbeltieren. In Seehöhen zwischen 650 m und 1000 m beträgt die Tragezeit meist zwei Jahre, zwischen 1400 und 1700 m meist drei Jahre (Schwarzenbacher et al., 2009). Die ein bis zwei Jungtiere kommen bereits vollständig entwickelt sowie mit funktionierender Lungenatmung zur Welt und sind unmittelbar in der Lage, eigenständig an Land zu überleben (Freytag, 1955). Bei der Geburt weisen Alpensalamander eine Größe von etwa 4 – 5 cm auf. Ab einer Größe von 9 cm gelten sie als adult (Klewen, 1986).

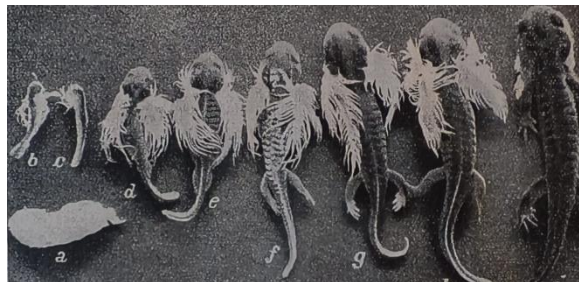


Abbildung 3 Aus- und Rückbildung der Kiemen im Uterus des Weibchens aus Freytag (1955)

Verbreitung und Lebensraum

Der Alpensalamander gilt als Gebirgsendemit. Seine Verbreitung erstreckt sich über den europäischen Alpenraum bis in kleine isolierte Teilgebiete der Dinariden im westlichen Balkan (Abb. 4). Das Hauptverbreitungsgebiet des Alpensalamanders liegt in Österreich. Die Art ist hauptsächlich in Höhenlagen zwischen 600 m und 2000 m anzutreffen, wobei vereinzelt Individuen auch in niedrigeren oder höheren Lagen nachgewiesen wurden. Die bislang tiefst- und höchstgelegenen Fundorte befanden sich in Österreich auf einer Seehöhe von etwa 430 m und 2800 m über dem Meeresspiegel (Schwarzenbacher et al., 2009).

Trotz seiner entwicklungsbedingten Unabhängigkeit vom Wasser ist er häufig in der Nähe von Gewässern anzutreffen. In der Umgebung von Bächen und Quellen herrscht ein kühles, feuchtes Mikroklima mit hoher Luftfeuchtigkeit und strukturreichem Untergrund, das ideale Bedingungen für den Alpensalamander darstellt. Aus geologischer Sicht deckt sich die Verbreitung des Alpensalamanders weitgehend mit dem Vorkommen von alkalischen Kalksteinsubstraten (Günther & Grossenbacher, 1996). In tiefer gelegenen Bereichen ist die Art vor allem in Laub- und Mischwäldern aufzufinden. In höheren Lagen bevorzugt der Alpensalamander offene Gebiete wie Alpenweiden, Strauchheiden oder Felsfluren. Selten werden Alpensalamander dagegen in Nadelwäldern nachgewiesen (Heinrich, 2007). Als möglichen Grund für die Bevorzugung von Laubwäldern vermutet Geiger (2006) den pH-Wert des Bodens. Bei einigen Salamanderarten wie *Plethodon cinereus* (Rotrückensalamander) in Nordamerika ist bekannt, dass vor allem Lebensräume mit höherem Boden-pH-Wert bevorzugt werden (Sugalski & Claussen, 1997). Oft weisen die Böden von Laubwäldern (Błońska et al., 2016) oder zumindest das dort vorhandene Laubstreu im Gegensatz zu Nadelwäldern einen höheren pH-Wert auf, der womöglich bessere Bedingungen für die empfindliche Salamanderhaut bietet (Burgess-Conforti, 2019).



Abbildung 4 Verbreitungsgebiet des Alpensalamanders (*Salamandra atra*) nach Martel et al. (2024), verändert.

Klimatische Bedingungen und Aktivität

Der Alpensalamander ist wie die meisten Amphibien nachtaktiv und auf ausreichende Feuchtigkeit angewiesen. Zu hohe Sonneneinstrahlung birgt das Risiko des Austrocknens und kann tödlich enden. Während des Winters verharren die Tiere in Hibernation in geschützten Verstecken wie Felsspalten oder Kleinsäugerbauen. Optimal ist eine Temperatur von 5 – 13 °C im Unterschlupf, der möglichst vom Frost verschont bleiben sollte. Älteren, überwiegend anekdotischen Berichten zufolge sollen manche Alpensalamander auch kurzfristiges Einfrieren überstanden haben.

Die jährliche Aktivitätszeit beschränkt sich größtenteils auf das Sommerhalbjahr zwischen den Monaten April und Oktober. Den Höhepunkt erreicht die Aktivität im Hochsommer von Juni bis August. Es wird vermutet, dass diese Salamanderart mindestens eine Außentemperatur von 4 °C benötigt, um aktiv zu werden. Wie lange die Aktivitätsperiode dauert, hängt entsprechend stark von der Seehöhe des Habitats ab. Als poikilothermes Amphib ist der Alpensalamander direkt von der Umgebungstemperatur abhängig, die mit steigender Höhenlage sinkt und eine immer kürzere Aktivitätsperiode zulässt. Die Tageshauptaktivitätszeit liegt laut Klewen (1986) zwischen 4:00 und 8:00 Uhr morgens. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Beobachtung an ansonsten freilebenden Individuen gemacht wurde, die nur kurzfristig in Gefangenschaft gehalten wurden.

Für das Auffinden von Alpensalamandern spielen viele Faktoren eine Rolle. Besonders die relative Luftfeuchtigkeit ist ein wichtiger Faktor. Die meisten Beobachtungen konnten erst bei einer Luftfeuchtigkeit über 85 % außerhalb des Unterschlupfes gemacht werden. Die Beobachtungswahrscheinlichkeit ist am größten bei Regenfällen, die einer mehrtägigen Trockenperiode folgen und am Tag danach. Vereinzelt können sie auch in einem Zeitraum von bis zu einer Stunde vor eintretenden Gewitterschauern beobachtet werden. Regnet es mehrere Tage hintereinander, sinkt die Aktivität mit dem zweiten Regentag stark ab (Klewen, 1986). Es gibt Hinweise darauf, dass eine hohe Niederschlagshäufigkeit in einem Gebiet für das Auftreten von *Salamandra atra* wichtiger ist als Regenfälle mit großen Niederschlagsmengen (Cabela & Hill, 2007).

Die Untersuchungsgebiete

Der Nationalpark Gesäuse und seine Bedeutung

Der Nationalpark Gesäuse wurde am 26. Oktober 2002 nach den Richtlinien der IUCN gegründet und ist damit der jüngste Nationalpark Österreichs. Er befindet sich im Bundesland Steiermark und erstreckt sich über eine Fläche von 12 300 ha. Aufgrund seiner einzigartigen alpinen Lage ist der Nationalpark Gesäuse ein wichtiges Schutzgebiet für zahlreiche Arten und Lebensräume. Er beherbergt schätzungsweise etwa 200 endemische Tierarten sowie rund 30 endemische Pflanzenarten, die ausschließlich in diesem Gebiet zu finden sind, und darüber hinaus zahlreiche weitere geschützte Arten. Eine dieser geschützten Arten ist der Alpensalamander. Der Nationalpark liegt mitten im Kernverbreitungsgebiet der Art, weshalb er für den Erhalt und Schutz von großer Bedeutung ist (Nationalpark Gesäuse GmbH, n. d.).

Der Hartelsgraben

Der Weg, der sich durch den Hartelsgraben zieht, existiert bereits seit dem späten Mittelalter und ist somit etwa 500 Jahre alt. Er hatte einst große Bedeutung für den Kohletransport, da er die Ortschaften Johnsbach und Hieflau miteinander verband. Im Jahr 1892 begann die Steiermärkische Landesforste mit der Errichtung der heutigen Straße, die seither als älteste Gebirgsforststraße der Steiermark gilt. Die neun Brücken, die damals errichtet wurden, halten bis heute, über 130 Jahre später, den Witterungen problemlos stand. Knappe zehn Jahre nach Baubeginn der Straße wurden die Kohleöfen in Hieflau stillgelegt und weitere acht Jahre später wurden alle Kohlelieferungen eingestellt (Hasitschka, 2008). Im Jahr 2023 wurde der Hartelsgraben (41,4 ha) zusammen mit dem Bruckstein (71,5 ha) in das Gebiet des Nationalpark Gesäuse aufgenommen und steht seither unter dem strengen Schutz der Nationalparkrichtlinien (Nationalpark Gesäuse GmbH, n. d.).

Das Haindlkar

Im Jahr 1923 wurde nach zweijähriger Bauzeit zum ersten Mal im Haindlkar ein Stützpunkt für Bergsteiger eröffnet. Dieser wurde noch im selben Jahr von einer Schuttlawine überrollt. Ein Jahr darauf begannen die Errichtungsarbeiten für die sogenannte „alte Haindlkarhütte“, die im Schatten eines riesigen Felsblocks errichtet wurde. Aufgrund zunehmender Überlastung wurde 1958 wenige Meter weiter mit dem Bau einer weiteren Hütte begonnen, der „neuen Haindlkarhütte“. Der Umkreis von 50 m um diese Hütte stellt das Untersuchungsgebiet für die vorliegende Arbeit dar (Österreichischer Alpenverein – Sektion Graz-Draugau, n. d.).

Material und Methoden

Allgemeine Vorgehensweise bei der Datenaufnahme

Bei der Datenaufnahme wurde darauf geachtet, dass die Begehungen bei für Alpensalamander geeigneten Wetterbedingungen und Tageszeiten stattfanden. Die Kartierungszeitpunkte wurden daher an die Vorhersage des lokalen Wetterdienstes (bergfex.at) angepasst. Als günstig galten insbesondere Prognosen für Niederschläge nach längeren Trockenperioden sowie allgemein hohe Luftfeuchtwerte und Temperaturen im artspezifischen Aktivitätsbereich. Aufgrund der anspruchsvollen Wetterbedingungen und Geländeverhältnisse erfolgten die Datenerhebungen aus Sicherheitsgründen ausschließlich zu zweit.

Bei jeder Begehung wurden Datum, Uhrzeit sowie die vorherrschenden Wetterparameter (Temperatur, Niederschlag, relative Luftfeuchtigkeit, Luftdruck) dokumentiert. Das Geschlecht der Individuen wurde anhand äußerer morphologischer Merkmale bestimmt. Bei adulten Individuen wurde hierzu die Kloakenform beurteilt, da Männchen typischerweise eine stärker vorgewölbte Kloake aufweisen als Weibchen. Das Körpergewicht wurde mithilfe einer Federwaage der Marke Pesola (Messbereich bis 30 g, Ablesegenauigkeit $d = 0,25$ g) ermittelt. Zur Vermeidung des direkten Kontakts wurden die Tiere dazu veranlasst, selbstständig in für die Messung vorgesehenen Plastikbeutel zu gelangen. Nach jeder Messung wurde ein neuer, unbenutzter Beutel verwendet, um das Risiko einer Krankheitsübertragung zu minimieren. Alle Tiere wurden nur kurzfristig und schonend gehandhabt und unmittelbar nach der Datenerhebung am Fundort wieder freigelassen.

Die gefundenen Individuen wurden mit einem Lineal als Referenzmaß fotografiert und die Aufnahmen mit möglichst exakten Koordinaten auf die Plattform iNaturalist hochgeladen. Zusätzlich wurde ein öffentlich zugängliches iNaturalist-Projekt mit dem Namen „Alpensalamander Gesäuse“ erstellt, dem alle auf iNaturalist hochgeladenen Nachweise von Alpensalamandern aus dem Nationalpark Gesäuse automatisch zugeordnet wurden.

Standortspezifische Informationen

Im Nationalpark Gesäuse wurden im Rahmen dieser Arbeit zwei Untersuchungsgebiete bearbeitet: der Hartelsgraben und der Bereich um die Haindlkarhütte.

Hartelsgraben

Der untersuchte Abschnitt der Forststraße im Hartelsgraben erstreckt sich vom Bahnübergang gegenüber dem Parkplatz Hartelsgraben über etwa 6,7 km und rund 550 Höhenmeter bis zur Hartelsgrabenhütte. Die private Jagdhütte liegt auf 1050 m Seehöhe und markiert den höchsten Punkt des Transekts. Das Gesamttransekt wurde in zehn Wegabschnitte unterteilt, die größtenteils durch die alten Holzbrücken begrenzt werden.

Zur Orientierung im Gelände wurde zunächst eine Übersichtsbegehung durchgeführt. Anschließend erfolgten vier reguläre Begehungen nach dem unter „Allgemeine Vorgehensweise bei der Datenaufnahme“ beschriebenen Schema (Erfassung der GPS-Daten, Geschlecht, Gewicht sowie Fotodokumentation mit Referenzmaß).

Haindlkarhütte

Das zweite Untersuchungsgebiet umfasste einen Radius von etwa 50 m um die Haindlkarhütte, die auf 1121 m Seehöhe liegt. In diesem Bereich wurde eine einmalige Begehung durchgeführt. Aufgrund der parallelen Sammlung von genetischen Proben und Hautabstrichen im Zuge eines anderen Projekts wurde auf die Anlage eines Transekts verzichtet. Die Datenerhebung beschränkte sich daher auf die Erfassung von Körpergewicht, Körpergröße sowie die exakten Fundortkoordinaten der Individuen, die auf iNaturalist dokumentiert wurden.

Datenaufbereitung und Bewertungsmethodik

Datenaufbereitung für den Ergebnisteil

Die Gesamtlänge der Alpensalamander von der Schnauze bis zur Schwanzspitze wurde anhand des Referenzmaßes (Lineal) mit der Software Fiji (basierend auf ImageJ) vermessen. Die Körperlängen und Körpergewichte wurden mithilfe von Microsoft Excel ausgewertet und grafisch dargestellt. Für beide Standorte wurden repräsentative Bilder der Untersuchungsgebiete dokumentiert, und auf Basis der Nachweise die maximale sowie die mittlere Aktivitätsabundanz (Individuen pro Hektar) berechnet. Spezifisch für den Hartelsgraben wurden die Habitatbedingungen anhand einer qualitativen Beschreibung der Vegetation dokumentiert. Ergänzend wurden historische Funddaten aus dem Hartelsgraben in tabellarischer Form aufbereitet und in die Analyse integriert. Die kartografische Darstellung der Fundpunkte im Hartelsgraben erfolgte mit QGIS (Version 3.42.)

Bewertungsmethodik für die Diskussion

Die Bewertung des Erhaltungszustands der Population im Hartelsgraben erfolgte anhand des deutschen Monitoring-Leitfadens für Alpensalamander nach Groddeck & Weddeling (2006, S. 267–268). Bewertet wurden die drei Hauptkategorien Populationszustand, Habitatqualität und Beeinträchtigungen, die jeweils in Unterkriterien gegliedert sind und eine differenzierte Einstufung ermöglichen. Die Bewertung erfolgte anhand des Schemas A (hervorragend), B (gut) und C (mittel bis schlecht). Abweichungen vom Monitoring-Leitfaden wurden dokumentiert und in der Diskussion berücksichtigt. Zur besseren Nachvollziehbarkeit wurde der verwendete Bewertungsbogen mit farblicher Hervorhebung der aktuellen Einstufungen im Anhang beigelegt.

Ergebnisse

Standort Haindlkarhütte

Am 2. Juni 2025 wurde das Gebiet im Umfeld der Haindlkarhütte (Abb. 6) auf das Vorkommen von Alpensalamandern untersucht. Während der Begehung herrschte eine Außentemperatur von etwa 15 °C, eine relative Luftfeuchtigkeit von 88 % sowie ein Luftdruck von 1006 hPa. Im Verlauf der Abendstunden nahmen Regen und Wind ab und zeitenweise bildete sich Nebel. In Tab. 1 sind die Begehungsdaten und zugehörigen Wetterparameter zusammengefasst.

Tabelle 1 Begehungsdaten und Wetterbedingungen der Alpensalamander-Erhebung bei der Haindlkarhütte am 2. Juni 2025

1. Begehung: (02.06.2025)	Haindlkarhütte (Gesäuse)
Suchzeit	18:00 -23:00 ✓
Temperatur	15 C°
Niederschlag	Regen
Luftfeuchtigkeit	ca. 88 %
Luftdruck	1006 hPa
Wind	windstill bis leichter Wind
suchende Personen	2 Personen
Individuen	25 (11w, 14m)

Das grüne Häkchen kennzeichnet, dass zu diesem Zeitpunkt Alpensalamander nachgewiesen wurden.

Der erste Alpensalamander wurde um 18 Uhr in unmittelbarer Nähe zur Haindlkarhütte gesichtet. Insgesamt konnten in einem 50 m Radius um die Haindlkarhütte (Abb. 7) 25 Individuen erfasst, gewogen und vermessen werden. Daraus ergibt sich eine maximale Aktivitätsabundanz von rund 32 Individuen pro Hektar.

Berechnung der maximalen Aktivitätsabundanz

Radius: $r = 50 \text{ m}$

$$A = \pi r^2 = \pi * 50^2 = 7854 \text{ m}^2$$

Kreisfläche: $A = \pi r^2$

$$\approx 0,785 \text{ ha}$$

$$\frac{25 \text{ Ind.}}{0,785 \text{ ha}} = 31,8 \text{ Ind./ha}$$

Es handelte sich um 14 Männchen und 11 Weibchen (vgl. Tabelle 2). Die Individuen beider Geschlechter wogen durchschnittlich etwa 7 g bei einer Größe von 11 bis 12 cm. Ein Weibchen wies bei durchschnittlicher Körpergröße ein deutlich höheres Körpergewicht von 10,25 g auf, während das maximale Gewicht der übrigen Tiere 8,25 g betrug. Das geringste Gewicht wurde bei einem Weibchen mit 4,25 g gemessen. Das größte Individuum war weiblich und maß in seiner Gesamtlänge 14 cm, das kleinste war männlich und 9 cm lang. Die linearen Trendlinien in der Abbildung 5 zeigen bei beiden Geschlechtern einen ähnlichen Verlauf mit steigendem Gewicht bei zunehmender Länge (Abb. 5).

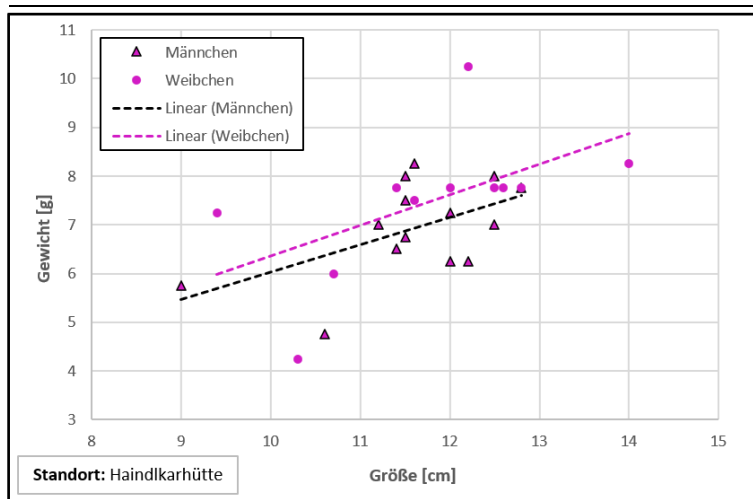


Abbildung 5 Zusammenhang zwischen Körperlänge und Körpergewicht der bei der Haindlkarhütte nachgewiesenen Alpensalamander im Sommer 2025. Weibchen (rosa Punkte) und Männchen (schwarz umrandete Dreiecke) sind getrennt dargestellt; die gestrichelten Linien zeigen die Trendlinien.

Tabelle 2 Biometrische Maße (Körperlänge und Gewicht) der bei der Haindlkarhütte nachgewiesenen Alpensalamander, getrennt nach Geschlecht.

Maß	Gewicht (g)		Körperlänge (cm)	
♂ / ♀	♂	♀	♂	♀
	5,75	7,75	9	11,4
	8	6	12,5	10,7
	7,5	7,75	11,5	12,5
	8,25	8,25	11,6	14
	7,25	7,25	12	9,4
	7	7,75	11,2	12
	7,75	7,75	12,8	12,8
	8	7,5	11,5	11,6
	4,75	4,25	10,6	10,3
	6,5	7,75	11,4	12,6
	6,25	10,25	12,2	12,2
	7		12,5	
	6,25		12	
	6,75		11,5	
MW:	6,9	8,2	11,6	11,8

Während der Freilandarbeit konnte zudem eine interessante Beobachtung gemacht werden: Bei mehreren Individuen wurden kurze, hochfrequente Lautäußerungen („Fiepslaute“) wahrgenommen. Diese traten unabhängig von direkter Berührung auf, wurden jedoch verstärkt bei Bedrängnis beobachtet. Einige Individuen gaben wiederholt Laute von sich, während andere keinerlei Lautäußerungen zeigten. Bemerkenswert ist, dass solche Laute im Zuge dieser Arbeit ausschließlich an diesem Standort festgestellt wurden.

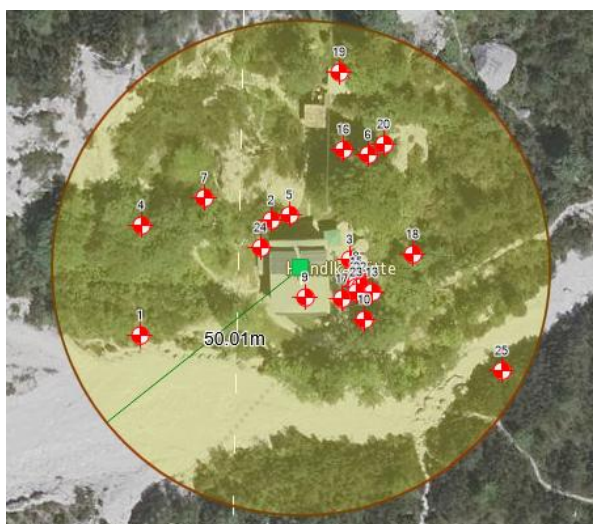


Abbildung 6 Haindlkarhütte mit den Fundpunkten und dem eingezeichneten 50 m Radius. Die Koordinaten befinden sich in Tab. 7 im Anhang. Die Kartenerstellung erfolgte mit GIS Steiermark (Land Steiermark, 2025).



Abbildung 7 Untersuchungsgebiet Haindlkarhütte im Sommer 2025. Ein Großteil der nachgewiesenen Individuen wurde im Bereich der Sitzbänke erfasst.

Standort Hartelsgraben

Analyse der historischen Daten

Die früheste Dokumentation von Alpensalamandern im Hartelsgraben stammt aus dem Jahr 2004. In den darauffolgenden Jahren wurden in mehrjährigen Abständen wiederholt Sichtungen in diesem Gebiet verzeichnet (Tab. 3). Die höchste dokumentierte Individuenzahl von etwa 50 bis 60 Tieren wurde 2017 von C. Leutgeb erfasst. Die zugehörige Koordinate konnte zwischen der ersten und zweiten Brücke auf östlicher Seite des Hartelsgrabenbachs lokalisiert werden (Abb. 8). Laut den vorliegenden Dokumentationen wurden die Tiere entlang des Hartelsgrabenwegs bis zum Kohlanger verteilt gesichtet. An diesem Tag wurden zudem Paarungsverhalten und ein Jungtier nachgewiesen. Bei den Angaben aus den Jahren 2008, 2015 und 2019 wurde die Individuenzahl nicht oder nur qualitativ angegeben (z. B. „viele“, „einige“). Für das Jahr 2024 liegen 25 gesicherte Nachweise vor, die im Zuge einer genetischen Beprobung der Alpensalamander für eine Studie der Universität Graz dokumentiert wurden. Auch bei dieser Erhebung konnte ein Jungtier erfasst werden. Die Erhebung wurde jedoch nach Erreichen der benötigten 25 Proben beendet, sodass von weiteren, nicht erfassten Individuen auszugehen ist. Die Auswertung der Koordinaten zeigt, dass die Alpensalamander im Hartelsgraben nicht einheitlich nur auf einer Bachseite gefunden wurden, weshalb eine zusätzliche Einordnung in östliche und westliche Bachseite vorgenommen wurde. In den Jahren 2005 und 2015 konnten Alpensalamander auch ganz am Fuße des Hartelsgrabens in der Nähe der Gesäusestraße beobachtet werden.

Tabelle 3 Übersicht der dokumentierten Alpensalamander-Nachweise im Hartelsgraben (2004 bis 2025)

Jahr	Datum	Individuen	Beobachter:innen	Koordinaten		Bachseite	Zusatzinformation
2004	31.7.	20	Zechner L. et al.	47,58261	14,70633	wsl. westlich	
2005	5.5.	3	Heinrich I.	/	/	/	aus Heinrich (2007); 2 am Fuße des Hartelsgrabens, 1 kurz vor Jagdhütte
2008	8.7.	viele (keine genaue Angabe)	Hofer F. & Wagner M.	47,57877	14,70566	wsl. westlich	
2015	18.7.	k.A. (aber 4 Koordinatenpunkte)	Blatt/Resch & Biedermann	47,57833 47,58264 47,58564 47,57763	14,70628 14,70592 14,70643 14,70612	östlich westlich westlich östlich	"Tag der Artenvielfalt", 1 Alpensalamander unter Teichfolie
	19.7.	1	iNaturalist (U. Kozina)	47,59101	14,70462	westlich	am Fuße des Hartelsgrabens
2017	2.7.	50-60	Leutgeb C.	47,58753	14,70607	wsl. östlich u. westlich	am Hartelsgrabenweg zum Kohlanger verteilt, teilweise sich paarend, 1 Jungtier gesehen
2019	7.7.	einige (keine genaue Angabe)	Höhlenforscher:Innen von cave.at	/	/	/	
2020	29.8.	2	iNaturalist (benjaminmb)	47,58041 47,58145	14,70471 14,70497	westlich westlich	
2024	31.5.	1	iNaturalist (guntram)	47,58175	14,70605	östlich	
2024	1.6.	25	Sedlmayer I., Studie: donabaum et al. (unpubl.)	47,58069	14,70571	westlich	im Zuge einer genetischen Beprobung für eine Studie der Uni Graz; 1 Jungtier gesichtet
2025	27.6.	1	iNaturalist (alexmaringer)	47,58020	14,70577	westlich	

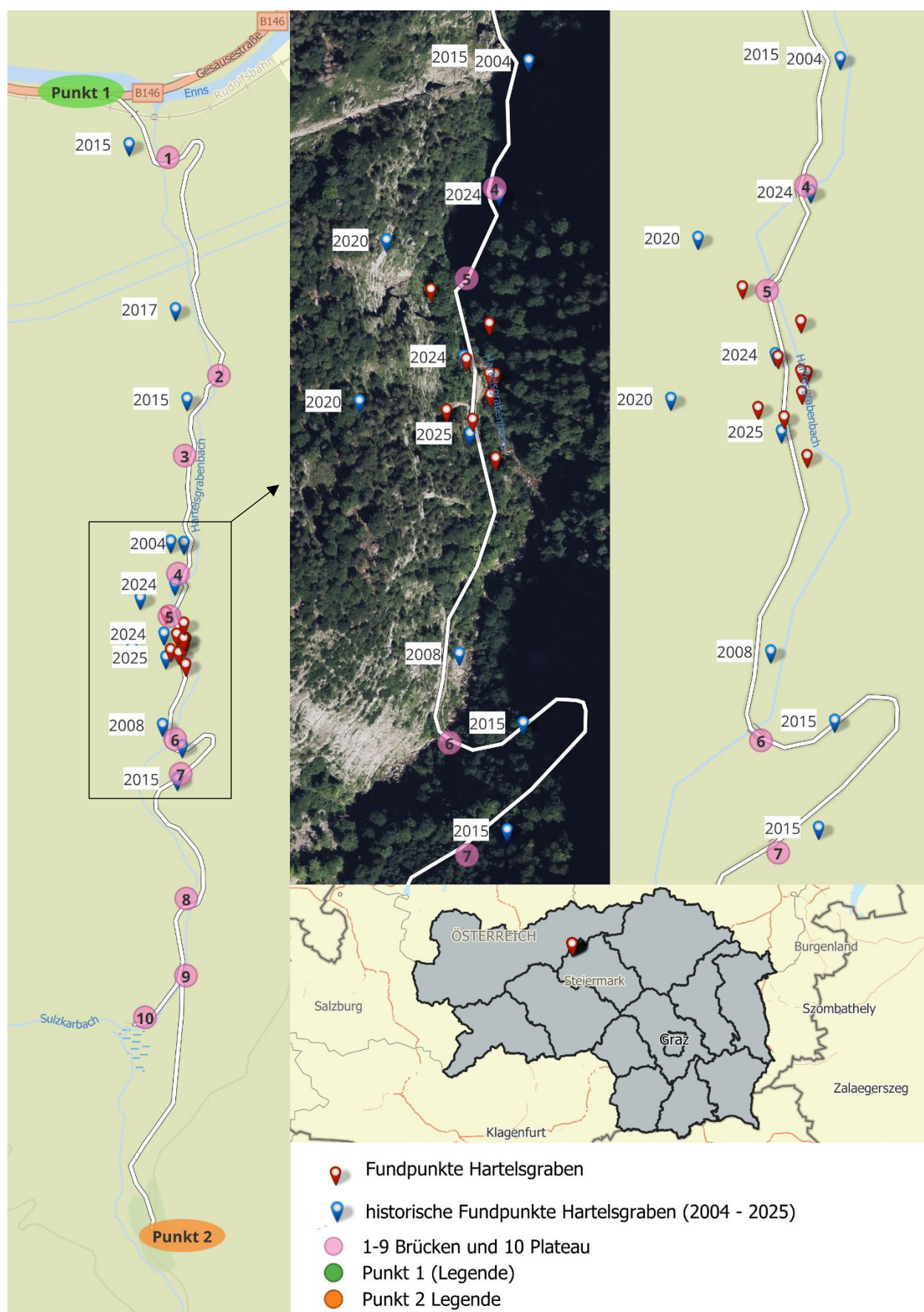


Abbildung 8 Übersichtskarte des Untersuchungsgebiets Hartelsgraben mit Gesamtt transekt, Detailausschnitten (Orthofoto und ESRI OSM Street) sowie regionaler Lageübersicht in der Steiermark. Die aktuellen Koordinaten befinden sich in Tab. 6 im Anhang. Die Kartenerstellung erfolgte mit QGIS 3.42 (QGIS Development Team, 2025)

Aktuelle Daten

Die Übersichtsbegehung am 24. April 2025 blieb ohne Alpensalamander-Nachweis. Auch die erste reguläre Begehung am Morgen des 29. Mai 2025 war erfolglos. Die Lufttemperatur lag an diesem Tag zwischen 8 und 12 °C bei leichtem Regen. Die drei weiteren Begehungen am 14. Juli, 26. Juli und 16. August 2025 wurden in den frühen Nachtstunden bei Temperaturen zwischen 17 und 20 °C durchgeführt. Während aller Begehungen lag die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 83 % und 91 % und der Luftdruck im Bereich von etwa 1011 hPa bis 1021 hPa. Die Windstärke war über den Zeitraum der Begehungen variabel, es war jedoch überwiegend windstill. In Tabelle 1 sind die Begehungszeiten mit den jeweiligen Wetterparametern zusammengefasst. Die Zeitpunkte, an denen Alpensalamander nachgewiesen wurden, sind in der Tabelle mit grünen Häkchen gekennzeichnet.

Tabelle 4 Begehungen und Wetterdaten der Alpensalamander-Erhebungen im Hartelsgraben im Sommer 2025

Übersichtsbegehung:	24.04.2025 12:10 - 14:50 Uhr			
Hartelsgraben (Gesäuse)	1. Begehung: (29.05.2025)	2. Begehung: (14.07.2025)	3. Begehung: (26.07.2025)	4. Begehung: (16.08.2025)
Aufstieg	6:20 - 9:05 Uhr	18:00 - 20:00 Uhr	17:30 - 19:30	18:00 - 20:00 Uhr
Abstieg	9:20 - 10:45 Uhr	21:00 - 23:00 Uhr ✓	19:30 - 21:30	20:00 - 22:00 Uhr ✓
Temperatur	8-12 C°	17 C°	19 C°	20 C°
Niederschlag	teil. leichter Regen (ca. 0,9 l/m ²)	Regen	leichter Regen	trocken, dann Regen
Luftfeuchtigkeit	ca. 90 %	ca. 91%	ca. 83%	ca. 89%
Luftdruck	1017 hPa	1021 hPa	1011 hPa	1018 hPa
Wind	windstill bis windig (18 km/h)	windstill bis leichter Wind (5 km/h)	fast windstill (ca. 2 km/h)	windstill bis windig (10 km/h)
suchende Personen	2 Personen	2 Personen	2 Personen	2 Personen
Individuen	/	8 (4w, 4m)	/	1 (w)

Die Alpensalamander dieser Population wurden nach 20:00 Uhr angetroffen und entsprechend erst beim Abstieg entdeckt. Insgesamt konnten im Rahmen der vier regulären Begehungen und der zusätzlichen Übersichtsbegehung neun Alpensalamander nachgewiesen werden. Bezogen auf den vollständig begangenen, 6,7 km langen Transekt (Suchbreite 4 m; 2,68 ha) ergibt sich eine maximale Aktivitätsabundanz von rund 3 Individuen pro Hektar und eine mittlere Aktivitätsabundanz von etwa 0,8 Individuen pro Hektar.

Berechnungen der Aktivitätsabundanzen:

Transekt: 6,7 km

Suchbreite: 4m

Fläche: 6700 m x 4 = 2,68 ha

max. Individuenzahl: 8

Gesamte Individuenzahl: 9

Begehungen: 4

mittlere Ind.-Anzahl / Begehung:

$$\frac{9 \text{ Ind.}}{4 \text{ Beg.}} = 2,25 \text{ Ind.}$$

maximale Aktivitätsabundanz:

$$\frac{8 \text{ Ind.}}{2,68 \text{ ha}} = 2,99 \approx 3,0 \text{ Ind./ha}$$

mittlere Aktivitätsabundanz:

$$\frac{2,25 \text{ Ind./Beg.}}{2,68 \text{ ha}} \approx 0,8 \text{ Ind./ha}$$

Acht der nachgewiesenen Individuen wurden am 14. Juli 2025 nach Einbruch der Dunkelheit beobachtet. Es handelte sich dabei um vier Weibchen und vier Männchen. Ein weiteres Weibchen wurde bei der letzten Begehung am 16. August beobachtet. Beide Geschlechter wiesen im Durchschnitt eine Körperlänge von 11 cm und ein Gewicht von 5 bis 6 g auf (vgl. Tab. 3). Das kleinste Individuum war ein 10 cm großes Männchen, das größte ein Weibchen mit einer Gesamtlänge von 12 cm. Das bei der letzten Begehung am 16. August erfasste Weibchen war 10,4 cm lang und wog mit 9 g rund 3 g mehr als der Durchschnitt der acht übrigen Individuen. Die linearen Trendlinien zeigen bei beiden Geschlechtern einen ähnlichen Verlauf mit leicht abnehmendem Gewicht bei zunehmender Länge.

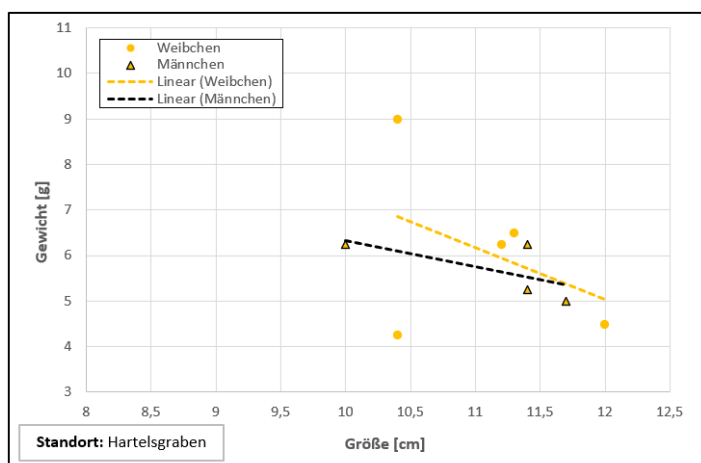


Tabelle 5 Biometrische Maße (Körperlänge und Gewicht) der im Hartelsgraben nachgewiesenen Alpensalamander, getrennt nach Geschlecht.

Maß	Gewicht (g)		Körperlänge (cm)	
	♂	♀	♂	♀
♂ / ♀	5	6,5	11,7	11,3
	6,25	4,5	10	12
	6,25	4,25	11,4	10,4
	5,25	6,25	11,4	11,2
		9		10,4
MW:	5,7	6,1	11,1	11,1

MW = Mittelwert

Abbildung 9 Zusammenhang zwischen Körperlänge und Körpergewicht der im Hartelsgraben nachgewiesenen Alpensalamander im Sommer 2025. Weibchen (gelbe Punkte) und Männchen (schwarz umrandete Dreiecke) sind getrennt dargestellt; die gestrichelten Linien zeigen die Trendlinien.

Die Vegetation im Hartelsgraben ist durch einen strukturreichen Schluchtwald geprägt, der sich aus Mischbeständen von Laub- und Nadelbäumen zusammensetzt. In einigen Waldabschnitten sind große, moosbewachsene Felsblöcke vorhanden, die teilweise kleine Hohlräume bilden. Der Wald weist einen naturnahen Charakter auf und ist durch einen hohen Anteil an liegendem Totholz gekennzeichnet. Die Plateaufläche im oberen Bereich des Transekts ist im Sommer großteils feucht bis sumpfig und von Ruderalpflanzen, darunter *Petasites* sp. bewachsen.

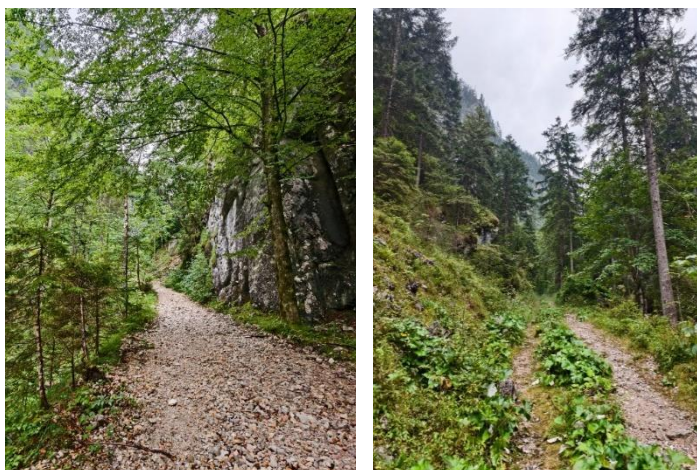


Abbildung 10 Vegetation und Wegverlauf im Untersuchungsgebiet Hartelsgraben. Dargestellt sind unterschiedliche Abschnitte des Transekts.

Diskussion

Vergleich der Körpermaße zwischen den Standorten

Körpergröße

Bei beiden Populationen lag die durchschnittliche Körperlänge der Alpensalamander gemessen von der Schnauze bis zur Schwanzspitze, zwischen 11 und 12 cm. Damit konnte weder am Standort Haindlkarhütte noch im Hartelsgraben ein ausgeprägter geschlechtlicher Größendimorphismus festgestellt werden, was die zu Beginn aufgestellte Hypothese bestätigt.

Die Individuen der Haindlkarhütte waren innerhalb dieser Spanne im Mittel etwa 0,5 cm größer als jene aus dem Hartelsgraben. Ein derart geringer Unterschied kann jedoch bereits durch die Stichprobenzusammensetzung erklärt werden. Passiert es, dass an einem Erhebungstag zufällig mehr vollständig ausgewachsene Individuen erfasst werden, erhöht sich der Mittelwert der Körperlänge unabhängig von der tatsächlichen Populationsstruktur. Zudem ist eine Messunsicherheit im Millimeterbereich bei der fotobasierten Vermessung nicht auszuschließen. Der beobachtete Unterschied zwischen den beiden Populationen ist daher als vermutlich vernachlässigbar einzustufen. Für präzisere Ergebnisse müssten weitere statistische Test angewendet werden und die Stichprobengröße vergrößert werden.

Die ermittelten durchschnittlichen Körperlängen stimmen gut mit den Ergebnissen von Romano et al. (2018) überein, die für eine Population in Norditalien vergleichbare Werte beschrieben. Gleichzeitig ist bekannt, dass Alpensalamanderpopulationen deutliche innerartliche Größenunterschiede aufweisen können. Wunderer (1909) beschrieb beispielsweise, dass das größte Weibchen der Klosterfrauenalpe (Tirol) mit 14,4 cm rund 1,4 cm größer war als das größte Weibchen der Galitzenklamm (Tirol) mit 13,0 cm Gesamtlänge. Ein ähnlicher Unterschied konnte auch in der vorliegenden Arbeit beobachtet werden. Das größte Weibchen der Haindlkarhütte war mit 14,0 cm etwa 2 cm größer als das größte Weibchen des Hartelsgraben, das eine Gesamtlänge von 12 cm besaß.

Aufgrund der geringen Stichprobengröße im Hartelsgraben lässt sich jedoch nicht eindeutig beurteilen, ob dieser Unterschied populationspezifisch ist oder lediglich auf zufällige Stichprobenverzerrung zurückzuführen ist. Die ähnlichen durchschnittlichen Körperlängen beider Populationen sprechen eher dafür, dass es sich um einzelne besonders große Individuen handelt. Übereinstimmend mit den Beobachtungen von Wunderer (1909) und Romano et al (2018) waren auch in der vorliegenden Arbeit die größten Individuen Weibchen.

Körpergewicht

Auch beim Körpergewicht zeigte sich kein ausgeprägter Unterschied zwischen Männchen und Weibchen. Zwischen den beiden Populationen Hartelsgraben und Haindlkarhütte bestand jedoch ein deutlicher Unterschied. Während die Individuen im Hartelsgraben bei vergleichbarer Körperlänge im Mittel 5 - 6 g wogen, erreichten die Alpensalamander der Haindlkarhütte durchschnittlich etwa 7 g. Dieser Unterschied könnte auf den ersten Blick auf eine schlechtere Kondition der Population im Hartelsgraben hindeuten, sollte jedoch differenziert betrachtet werden.

Eine mögliche Erklärung liegt in der stark schwankenden Nahrungsaufnahme dieser Art (Šunje et al., 2022). Im Zuge der Datenerhebung im Umfeld der Haindlkarhütte konnte beobachtet werden, wie ein äußerlich unauffälliges Individuum einen etwa 15 cm langen lebenden Regenwurm hochwürgte. Da das Tier sowohl vor als auch nach dem Hochwürgen der Beute gewogen wurde, konnte ein Gewichtsverlust von rund 3 g dokumentiert werden, der ausschließlich auf die aufgenommene Nahrung zurückzuführen war. Dies zeigt, dass das Körpergewicht bei Alpensalamandern stark vom Zeitpunkt der letzten Nahrungsaufnahme abhängt. Die geringeren Gewichte im Hartelsgraben könnten daher darauf zurückzuführen sein, dass die dort erfassten Individuen zum Zeitpunkt der Begehung noch nicht oder bereits länger nicht gefressen hatten.

Diese Annahme wird durch das zuletzt nachgewiesene Individuum im Hartelsgraben gestützt, das mit einem Gewicht von 9 g rund 3 g schwerer war als der Durchschnitt, der zuvor in diesem Gebiet erfassten Individuen und vermutlich kurz zuvor Nahrung aufgenommen hatte.

Auch der Lebensraum um die Haindlkarhütte könnte erklären, warum die dortigen Individuen im Durchschnitt etwas schwerer waren als die des Hartelsgraben. Die Nähe zur Hütte könnte für Alpensalamander potenziell günstigere Nahrungsbedingungen bieten, beispielsweise durch eine erhöhte Dichte an Invertebraten, die dort vermehrt Versteckmöglichkeiten auffinden. Auch das gelegentliche Fressen von Abfällen könnte eine Rolle spielen, wurde jedoch bei Alpensalamandern bislang nicht dokumentiert und bleibt daher eine hypothetische Überlegung. Da keine historischen Daten zu Alpensalamandervorkommen aus der Zeit vor der Errichtung der Hütte vorliegen, lässt sich nicht beurteilen, ob die Population an diesem Ort bereits zuvor bestand oder ob sich die Tiere erst später aufgrund veränderter Habitatbedingungen in diesem Bereich konzentrierten.

Eine Studie von Romano et al. (2018) zeigte, dass Individuen aus den italienischen Alpen im Durchschnitt noch schwerer waren als jene der Haindlkarhütte. Weibchen dieser italienischen Studie wogen im Mittel 8,1 g, Männchen durchschnittlich 8,6 g, wobei eine Spannbreite von 4,2 bis etwa 12,4 g dokumentiert wurde. Im Vergleich dazu wogen die beiden schwersten Individuen der Haindlkarhütte 8,25 und 10,25 g. Diese Unterschiede könnten auf populationsspezifische Unterschiede hinweisen, da die betrachteten Populationen geographisch weit voneinander getrennt sind. Dennoch ist auch hier ein Einfluss der individuellen Sättigung nicht auszuschließen. Mit einer von Romano et al. (2018) dokumentierten Standardabweichung von etwa 2 g lag das Durchschnittsgewicht der Alpensalamander im Hartelsgraben deutlich unter dem Mittelwert der dort untersuchten Populationen und im unteren Bereich der dokumentierten Spannbreite. Obwohl sich daraus keine gesicherten Rückschlüsse ziehen lassen, sollte das vergleichsweise geringe Körpergewicht der Individuen im Hartelsgraben dennoch berücksichtigt werden, um eine potenziell eingeschränkte Kondition der Population nicht auszuschließen.

Die in Abbildung 8 dargestellten negativ verlaufenden Trendlinien, welche den Zusammenhang zwischen Körperlänge und Körpergewicht der Hartelsgraben-Population darstellen, sind vermutlich auf die geringe Stichprobengröße in diesem Gebiet zurückzuführen. Am Standort Haindlkarhütte hingegen nimmt das Körpergewicht bei beiden Geschlechtern mit zunehmender Körperlänge in ähnlicher Steigung zu, was dem erwarteten biologischen Zusammenhang entspricht.

Lautäußerungen

Am Standort Haindlkarhütte wurden bei mehreren Individuen hochfrequente Lautäußerungen („Fiepslaute“) wahrgenommen, insbesondere bei Bedingungen, die auf Stress oder Bedrängnis hindeuteten. Nach Kenntnisstand der Autorin liegen bislang keine publizierten Angaben zu Lautäußerungen von Alpensalamandern vor, was darauf hindeutet, dass Berichte über akustisches Verhalten bei dieser Art bislang selten oder unerforscht sind. Lautäußerungen sind bei Salamandern insgesamt selten, können jedoch beispielsweise beim Feuersalamander als Abwehr- bzw. Stressreaktion aufgefasst werden. Simmons et al. beschreiben Lautäußerungen bei Salamandern folgendermaßen: „Salamander können Laute erzeugen, die unter anderem als Grunzen, Quietschen, Pfeifen, Zischen oder Klicken beschrieben wurden. Bis heute ist jedoch unklar, ob diese Laute der Kommunikation dienen oder lediglich durch das Ausstoßen von Luft aus der Lunge entstehen“ (Wells, 2007, zitiert nach Simmons, 2025).

Analyse der historischen Daten

Die bislang verfügbaren Daten zur Populationsgröße des Alpensalamanders im Hartelsgraben sind, wie Tab. 3 (S. 20) zu entnehmen ist, begrenzt. Die dokumentierten Beobachtungen belegen zwar, dass der Alpensalamander dieses Gebiet seit mehreren Jahrzehnten besiedelt, jedoch liegen große zeitliche Abstände zwischen den Sichtungen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass der Forstweg abgelegen liegt und bei regnerischem Wetter oder nachts nur schwach frequentiert wird. Zudem ist der Alpensalamander mit seiner dunklen Haut am Waldboden sehr gut getarnt und kann ohne gezielte Suche leicht übersehen werden. Zusätzlich ist davon auszugehen, dass nicht jede Sichtung der Tiere auch sorgfältig dokumentiert wurde.

Die vorhandenen Dokumentationen sind uneinheitlich und beruhen vermutlich größtenteils auf Zufallsbeobachtungen. Angaben zur Individuenzahl wie „viele“ oder „einige“ sind vage formuliert und erschweren einen quantitativen Vergleich zwischen den Beobachtungen. Der größte dokumentierte Fund aus dem Jahr 2017 zeigt jedoch, dass über den Hartelsgrabenweg verteilt zeitweise durchaus 50 bis 60 Individuen nachgewiesen werden konnten, wenngleich in anderen Gebieten deutlich höhere Individuenzahlen beschrieben wurden.

Auffällig ist, dass die dokumentierten Fundortkoordinaten zwischen 2004 und 2017 von der Gesäusestraße bis zur siebten Hartelsgrabenbrücke verstreut sind. Alpensalamander besitzen laut Klewen (1986) einen äußerst geringen Aktionsradius von 4 bis 22 m, weshalb Individuen meist innerhalb einer Distanz von wenigen Metern gefunden werden. Die räumlich weit auseinanderliegenden Fundpunkte könnten darauf hindeuten, dass im Hartelsgraben mehr als eine Population existiert.

Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass sowohl auf westlicher als auch auf östlicher Bachseite des Hartelsgraben Individuen aufgefunden wurden. Alpensalamander gelten als nicht schwimmfähig, weshalb der Hartelsgrabenbach grundsätzlich eine natürliche Barriere für die Tiere darstellt (Freytag, 1955). Zwar kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Bach in der Vergangenheit zeitweise weniger Wasser geführt hat, insgesamt erscheint ein regelmäßiges Austrocknen jedoch unwahrscheinlich. Die alten Holzbrücken, die die beiden Bachseiten miteinander verbinden, sind glitschig und besitzen teilweise Spalten, durch die die Alpensalamander hindurchfallen könnten. Den Tieren wäre es theoretisch möglich, die Brücke in der Mitte zu überqueren, ob das tatsächlich der Fall ist, konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Vor diesem Hintergrund erscheint es wahrscheinlich, dass die Individuen auf der östlichen Bachseite einer anderen Teilpopulation angehören als jene auf der westlichen Seite.

Natürliche Übergänge wären ebenfalls denkbar, müssten jedoch grundsätzlich innerhalb des geringen Aktionsradius der Tiere liegen. Eine gezielte Erfassung solcher Übergänge war in dieser Arbeit aufgrund der nächtlichen Begehungen und der Ausdehnung des Untersuchungsgebietes nicht möglich.

Die rezenten Funde aus den Jahren 2020 bis 2025 konzentrieren sich überwiegend auf das westliche Vorkommen zwischen der fünften und sechsten Brücke. In diesem Bereich wurden vor 2020 keine Alpensalamanderfunde dokumentiert. Die anfänglich aufgestellte Hypothese, dass die meisten Individuen in unmittelbarer Nähe zu historischen Fundorten aufgefunden werden, kann somit widerlegt werden. Dennoch muss das Ergebnis differenziert betrachtet werden. Warum die Alpensalamander in den letzten Jahren fast ausschließlich in diesem Abschnitt aufgefunden wurden, lässt sich nicht abschließend klären. Eine mögliche Erklärung ist, dass sich das Hauptvorkommen im Hartelsgraben schon länger in diesem Bereich befindet. Diese Überlegung wird gestützt durch den geringen Aktionsradius und die hohe Standorttreue der adulten Tiere. Bei dem historischen Nachweis der 50 bis 60 Individuen wurde zudem lediglich ein Koordinatenpunkt angegeben, wobei angemerkt wurde, dass die Tiere über den gesamten Hartelsgrabenweg bis zum Kohlanger verstreut auffindbar waren. Es ist daher möglich, dass auch damals ein Großteil der Tiere zwischen der fünften und sechsten Hartelsgrabenbrücke beobachtet wurde, dies jedoch nicht dokumentiert wurde.

Eine Studie der Universität Lausanne zeigte zudem, dass juvenile Individuen beider Geschlechter, insbesondere aber die Männchen zu starkem Ausbreitungsverhalten fähig sind, während die Ortstreue und der geringe Aktionsradius für adulte Alpensalamander bestätigt wurde. Bei den verstreuten Einzelnachweisen könnte es sich somit um wandernde juvenile Individuen gehandelt haben. Dies könnte auch die vereinzelt Fundorte am Fuße des Hartelsgraben erklären, die mit etwa 550 m Seehöhe vergleichsweise niedrig für die Art liegen.

Bewertung des Erhaltungszustandes der Population im Hartelsgraben

Die Bewertung der Ergebnisse für den Standorts Hartelsgraben erfolgt anhand etablierter deutscher Bewertungskriterien für Alpensalamanderpopulationen (Groddeck & Weddeling, 2006). Die Überprüfung wird in Deutschland einmal alle sechs Jahre empfohlen, um den Gesamtzustand der Alpensalamander-Populationen besser beobachten zu können. Üblich sind vier Transektbegehungen zur Hauptaktivitätszeit im Sommer. Diese Vorgabe wurde im Hartelsgraben eingehalten, wobei jede Begehung aufgrund der Geländestruktur zwangsläufig als Hin- und Rückweg durchgeführt werden musste. Um eine Doppelzählung zu vermeiden, wurden Individuen am Rückweg nur dann erfasst, wenn der Hinweg bereits ohne Nachweis geblieben war. In beiden Fällen, in denen Alpensalamander nachgewiesen werden konnten, erfolgten die Beobachtungen ausschließlich am Rückweg. Dies weist darauf hin, dass die Tiere erst in den Abendstunden aktiv wurden und zeigt, wie wichtig die Begehungszeit für die Auffindbarkeit ist.

Im Zuge der Datenerhebung kam es zu einer Abänderung der Begehungszeiten. Der Monitoring-Leitfaden empfiehlt eine Erhebungszeit zwischen 4:00 und 8:00 Uhr morgens, was sich vermutlich auf die in der Arbeit von Klewen (1986) beobachtete Hauptaktivitätszeit gefangener Alpensalamander bezieht. Auf Empfehlung von Personen mit langjähriger Erfahrung in der Feldarbeit mit Alpensalamandern sowie mit Vorerfahrung speziell in diesem Gebiet, erschienen die Abend- und frühen Nachtstunden für den Standort Hartelsgraben als vielversprechender. Tatsächlich waren die Individuen aus diesem Gebiet bei den Begehungen für die vorliegende Arbeit ausschließlich nach 21 Uhr anzutreffen. In den Jahren zuvor wurden im Hartelsgraben laut Dokumentationen auf iNaturalist auch tagsüber Alpensalamander gesichtet. Solche Beobachtungen sind insbesondere bei geeigneten Witterungsbedingungen möglich. Da die Tiere jedoch grundsätzlich nachtaktiv sind, ist die Wahrscheinlichkeit oft höher, sie nachts anzutreffen. Mögliche Unterschiede in der Aktivitätszeit zwischen Populationen sowie bislang unbekannte Einflussfaktoren, die sich auf jene auswirken, können nicht ausgeschlossen werden, lassen sich aber gegebenenfalls nur schwer erfassen und sind nicht Gegenstand dieser Arbeit.

Zustand der Population

Entgegen der anfänglichen Erwartung, bei geeigneten Wetterbedingungen eine deutlich höhere Individuenzahl als bisher nachweisen zu können, wurden insgesamt bei vier Begehungen lediglich neun Individuen erfasst. Daraus ergab sich eine mittlere Aktivitätsabundanz von 0,8 sowie eine maximale Aktivitätsabundanz von 3 Individuen pro Hektar. Laut Bewertungsbogen wird ein Durchschnittswert unter 20 Individuen pro Hektar als mittel bis schlecht eingestuft. Zudem waren alle nachgewiesenen Individuen größer als 9 cm und somit als adult zu klassifizieren. Ein Reproduktionsnachweis, der bei Alpensalamandern ausschließlich durch Sichtung von juvenilen oder subadulten Individuen möglich ist, konnte daher nicht erbracht werden. Da sich die Bewertung auf die aktuellen Daten der Population beschränkt, erfolgt in Hinblick auf Populationsgröße und Reproduktionsnachweis eine Einstufung in die ungünstigste Kategorie C (mittel bis schlecht).

Es ist anzumerken, dass die Angabe in Individuen pro Hektar für den Alpensalamander nur eingeschränkt geeignet ist. Die Art weist stark punktuelle Vorkommen auf und nutzt bevorzugt kleinräumige Mikrohabitate, während große Teile der untersuchten Fläche unbesiedelt sind. Bei der im Monitoring-Leitfaden verwendeten Bezugsgröße Individuen pro Hektar handelt es sich um einen Aktivitätsindex. Dieser stellt keine reale Populationsdichte dar, sondern dient primär der Vergleichbarkeit zwischen Untersuchungen. In weitläufigen Untersuchungsgebieten wie dem Hartelsgraben kann diese Vorgehensweise zu einer Unterschätzung der tatsächlichen lokalen Individuendichte führen. Gleichzeitig können kleinräumige Gebiete überrepräsentiert werden. Trotz dieser Einschränkungen wird die Berechnung der Aktivitätsabundanz bei Alpensalamanderpopulationen weiterhin angewendet, um eine standardisierte Bewertung zu ermöglichen. Auch unter Berücksichtigung dieser methodischen Einschränkungen bleibt die aktuelle Einstufung der Population in Kategorie C bestehen, da die aufgefundene Anzahl von neun Individuen bei vier Begehungen allgemein sehr gering ist.

Mit Blick auf die bisherigen Daten fällt auf, dass im Vorjahr bei einer Begehung im Hartelsgraben noch 25 Individuen nachgewiesen werden konnten. Das spricht entweder für einen starken Rückgang der Individuenzahl innerhalb eines Jahres oder aber dafür, dass die Tiere zum Zeitpunkt der aktuellen Begehungen schlichtweg nicht auffindbar waren. Eine mögliche negative Auswirkung auf die Alpensalamanderpopulation könnte das Wetter in der ersten Hälfte des Jahres 2025 gehabt haben. Der Frühling war außergewöhnlich warm und könnte bei den Alpensalamandern zu einer frühzeitigen Beendigung der Hibernation geführt haben. Der Monat Mai hingegen war wesentlich kälter und entsprach dem

Monatsdurchschnitt eines Jahres zwischen 1961 und 1990 (GeoSphere Austria, 2025). Ein solcher Kälteeinbruch könnte für die wechselwarmen Tiere physiologisch belastend gewesen sein. Ein derart rascher Individuenrückgang wäre jedoch angesichts des langsamen Generationswechsels der Art gravierend und bleibt aufgrund fehlender Überprüfbarkeit eine Hypothese.

Eine weitere mögliche Erklärung für die geringe Anzahl an nachgewiesenen Alpensalamandern ist die Tatsache, dass sich die Populationsgrößen von Alpensalamandern allgemein schwer einschätzen lassen. Das zeigt auch der Monitoring-Leitfaden, der die ungünstigste Kategorie C mit mittel bis schlechten Erhaltungszustand eher vage formuliert. Die Auffindungswahrscheinlichkeit für juvenile Alpensalamanders ist beispielsweise deutlich geringer als die für adulte Individuen. Laut Luiselli et al. (2009) beträgt der Anteil gefundener juveniler Tiere über mehrere Populationen gemittelt etwa 12 bis 20 %. Die Werte variieren jedoch sehr stark zwischen Populationen und hängen vermutlich von unterschiedlichen Faktoren wie Versteckmöglichkeiten und Erfassungsmethode ab. Es wird angenommen, dass junge Tiere den Großteil der Zeit in gut geschützten Verstecken verbringen und deshalb nur begrenzt auffindbar sind (Luiselli et al., 2009).

Doch auch bei adulten Individuen ist die Auffindbarkeit nur eingeschränkt vorhersagbar und selbst bei vergleichbaren Wetterbedingungen können große Unterschiede in den Abundanzen auftreten. Die Wahrscheinlichkeit einer Sichtung lässt sich durch die Kombination geeigneter Parameter wie Luftfeuchtigkeit und Temperatur zwar erhöhen, jedoch nie garantieren. Grossenbacher beschreibt dieses Problem treffend: „Alpensalamanderbeobachtungen lassen sich nicht programmieren. Die Tiere verbringen einen Großteil ihres Lebens versteckt im Untergrund, unter Steinplatten, Holz, Wurzeln, in Felsspalten u.ä.“ (Grossenbacher, 2005). Damit wird ein zentrales methodisches Problem bei der Erfassung der Art deutlich. Darüber hinaus könnten weitere, bislang unbekannte Faktoren bestimmen, wann die Tiere ihre Verstecke verlassen.

Um eine höhere Aussagekraft zur Populationsgröße zu erreichen, wären Begehungen über einen deutlich längeren Zeitraum erforderlich gewesen. Die Begehungsanzahl im Monitoring-Leitfaden versucht lediglich einen realistischen Mittelweg zwischen enormen Zeitaufwand und ausreichender Aussagekräftigkeit der Daten zu finden. Ein Vergleich mit den Standorten Haindlkarhütte und Petzen zeigt, dass dort bereits bei einmaliger Begehung deutlich höhere Individuenzahlen erfasst wurden. Auf der Petzen konnten im Rahmen eines anderen Projekts bei einer einzelnen Begehung 18 Alpensalamander beobachtet werden, was den vergleichsweise geringen Nachweis im Hartelsgraben unterstreicht. Dies spricht im Vergleich

für ein weniger gut gesichertes Vorkommen im Hartelsgraben. Da im Zuge der Datenerhebung dieser Arbeit auch die Größe und das Gewicht der Individuen bestimmt wurde, können auch diese Parameter für die Interpretation herangezogen werden. Die Individuen aus dem Hartelsgraben wiesen im Vergleich geringere Körpergewichte auf, was auf eine schlechte Kondition hindeuten könnte. Dennoch müssen auch diese Daten differenziert betrachtet werden, da sich diese Unterschiede auch durch andere Faktoren erklären lassen (siehe Diskussion „Vergleich der Körpermaße zwischen den Standorten“).

Abschließend ist zu beachten, dass der Alpensalamander laut historischen Berichten nicht immer so schwer aufzufinden war. Walde (1930) beschreibt die Art in seiner Arbeit mehrmals als „gewöhnlich“ oder „häufig und fast jedem Alpenwanderer bekannt“. In diesem Schriftstück berichtete er auch davon, dass der ebenfalls an Alpensalamandern forschende Wunderer einmal unter einem 20 x 100 cm großen Stein 35 Individuen gleichzeitig fand, von denen 10 trächtig waren. Wunderer selbst schildert in seiner Arbeit innerhalb von 13 Begehungen 2954 Individuen gefangen und für morphologischen Untersuchungen seziiert zu haben (Wunderer, 1909). Untersuchungen dieser Art sind heute zu Recht undenkbar, da der Alpensalamander mittlerweile als FFH-Anhang-IV-Art den höchstmöglichen Schutzstatus besitzt. Unabhängig davon, welche Auswirkungen ein solcher Individuenrückgang auf die beprobten Populationen hatte, zeigen die historischen Beschreibungen deutlich, dass vor etwa 100 Jahren wesentlich mehr Alpensalamander vorkamen als heute. Gleichzeitig ist es sinnvoll, an dieser Stelle nochmal darauf aufmerksam zu machen, wie wichtig ein verantwortungsvoller Umgang auch mit häufigen Tierarten ist.

Habitatqualität

Der Hartelsgrabenweg liegt in einer tief eingeschnittenen Schlucht, die vom Hartelsgrabenbach durchzogen wird. Wie im Ergebnisteil beschrieben, ist die Vegetation durch einen strukturreichen Schluchtwald mit Mischbeständen aus Laub- und Nadelbäumen gekennzeichnet. Das Gebiet besitzt einen hohen Totholzanteil, eine ausgeprägte Krautschicht sowie zahlreiche Felsen, die Versteck- und Rückzugsmöglichkeiten bieten und damit einen optimalen Lebensraum für den Alpensalamander darstellen. Sowohl die Lage als auch der Strukturreichtum dieser Probefläche lassen sich in die Kategorie A (hervorragend) einordnen.

Die Entfernung zu weiteren Alpensalamandervorkommen lässt sich nur näherungsweise abschätzen. Wie die Verteilung der Nachweise zeigt, liegen Individuen sowohl westlich als auch östlich des Hartelsgrabenbachs. Da der Bach eine natürliche Barriere darstellt und eine Überquerung der glitschigen Holzbrücken durch die Tiere als unwahrscheinlich gilt, ist von

einer eingeschränkten Vernetzung zwischen den Teilvorkommen auszugehen. Durch die verstreuten Einzelfunde kann man aber annehmen, dass das nächste Vorkommen nicht weit entfernt liegt. Die Distanz zur nächsten Population dürfte daher etwa 500 bis 1000 m betragen, was eine Einordnung in die Kategorie B (gut) rechtfertigt.

Beeinträchtigungen

Seit der Aufnahme des Hartelsgraben in den Nationalpark Gesäuse im Jahr 2023 ist davon auszugehen, dass das Gebiet gemäß den Nationalparkrichtlinien nicht oder nur sehr eingeschränkt forstwirtschaftlich genutzt wird. Bereits in den Jahren davor war die Nutzung nahezu vollständig eingestellt. Aktuelle Beeinträchtigungen durch Holzschlag oder forstwirtschaftliche Umwandlung von Laub- in Nadelwald können somit ausgeschlossen werden, weshalb diese Unterkategorie in die günstigste Kategorie A (keine bis geringe Beeinträchtigungen) eingeordnet wird.

Wie bereits im Kapitel Untersuchungsgebiete beschrieben, hat der Hartelsgraben dennoch eine lange forstwirtschaftliche Nutzungsgeschichte. Der Hartelsgrabenweg gilt sogar als älteste Forststraße der Steiermark. Dies ist insofern interessant, da der Alpensalamander als eine Art gilt, die sehr empfindlich auf anthropogene Einflüsse reagiert. Eine denkbare Erklärung für das Fortbestehen der Art in diesem Gebiet ist, dass der Hartelsgraben selbst nicht so stark von forstwirtschaftlichen Arbeiten betroffen war. Möglicherweise wurde der Forstweg früher überwiegend als Verbindungsstraße zum Holztransport genutzt, während die Schlucht selbst und ihre unmittelbare Umgebung von großflächigen Kahlschlägen verschont blieb. Es ist außerdem anzunehmen, dass früher durch forstwirtschaftliche Eingriffe weniger Schaden entstand. Es kamen keine großen Maschinen zum Einsatz, stattdessen wurde mit der Hand und mit Pferden gearbeitet. Zudem sind Alpensalamander besonders nachts und bei regnerischem Wetter aktiv. Dies sind Zeiten, in denen forstwirtschaftliche Tätigkeiten in der Regel nicht stattfinden.

Da keine historischen Dokumentationen von Alpensalamandern aus der Zeit intensiver Nutzung vorliegen, lässt sich nicht mit Sicherheit klären, ob die Art das Gebiet bereits damals besiedelte oder erst später eingewandert ist. Da Alpensalamander grundsätzlich sehr standorttreu sind und für gewöhnlich über Jahrzehnte dasselbe Gebiet bewohnen, scheint eine spätere Besiedelung zwar möglich, jedoch eher unwahrscheinlich.

Da es sich beim Hartelsgraben um keine Alm handelt, kann die Unterkategorie „Beweidung“ entweder unbeachtet gelassen oder ebenfalls in Kategorie A eingeordnet werden.

Eine Isolation durch Fahrwege ist nur in geringem Ausmaß gegeben. Der Hartelsgraben ist mit seinem steilen, gerölllastigen Weg und seinen bei Regenwetter glitschigen Brücken schwer befahrbar. Eine Nutzung erfolgt, wenn überhaupt, überwiegend durch die Eigentümer:innen der Jagdhütte. Am unteren Ende des Grabens grenzt die Gesäusestraße an, jedoch wurden dort nur vereinzelt Alpensalamander nachgewiesen. Die in der vorliegenden Arbeit nachgewiesenen Individuen wurden ungefähr in der Mitte des Transekts beobachtet und sind damit deutlich von der Straße entfernt. Eine potentielle Isolation im Hartelsgraben ergibt sich daher weniger durch Verkehrswege, sondern vielmehr durch den Hartelsgrabenbach, der eine Barriere zwischen der östlichen und westlichen Bachseite darstellt. Da ein regelmäßiger Austausch zwischen den beiden Bachseiten nicht nachgewiesen werden konnte, gleichzeitig jedoch keine vollständige Isolation vorliegt, wird die Unterkategorie Isolation in Kategorie B (gut) eingeordnet.

Gesamtbewertung

Die aufgestellte Hypothese, dass der Erhaltungszustand der Population im Hartelsgraben in den meisten Unterkategorien einen hervorragenden Zustand (Kategorie A) aufweist, konnte nur teilweise bestätigt werden. Während Habitatqualität und Beeinträchtigungen tatsächlich überwiegend in Kategorie A (hervorragend) eingeordnet wurden, weist der Zustand der Population selbst im Kontrast dazu deutliche Defizite auf und wurde in die Unterkategorie C (mittel bis schlecht) eingestuft. Insgesamt ergibt sich somit ein heterogenes Bild des Erhaltungszustands, bei dem insbesondere die geringe Individuenzahl und der fehlende Reproduktionsnachweis kritisch zu betrachten sind. Der Bewertungsbogen mit der Übersicht über die Bewertung aller Unterkategorien einschließlich der farblichen Einordnung ist im Anhang dargestellt (Abb. 11, S.42).

Schlussfolgerungen

Das zentrale Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, einen Beitrag zum Monitoring des Alpensalamanders zu leisten. Dieses Ziel konnte erreicht werden, allerdings unter deutlich größeren Einschränkungen als ursprünglich erwartet. Zu Beginn wurde davon ausgegangen, dass es sich bei dem Vorkommen im Hartelsgraben um eine große Population handelt. Aufgrund der geringen Stichprobengröße von nur neun nachgewiesenen Individuen, waren die gesammelten Daten bei der Auswertung nur bedingt aussagekräftig. Da in der Obersteiermark bislang keine Arbeit bekannt ist, die sich explizit mit dem Alpensalamander, seinen Körpermaßen und dem Erhaltungszustand lokaler Populationen befasst, konnte mit der vorliegenden Studie dennoch eine wichtige Datenlücke geschlossen werden. Die 25 bei der Haindlkarhütte nachgewiesenen Individuen stellen daher, insbesondere durch die geringe Datenlage, eine wertvolle Vergleichsbasis dar.

Die aufgestellte Hypothese eines fehlenden geschlechtlichen Größendimorphismus konnte bestätigt werden. Die zweite Hypothese, wonach beide Populationen ähnliche Körpermaße aufweisen, wurde hingegen durch das deutlich geringere durchschnittliche Körpergewicht der Individuen aus dem Hartelsgraben widerlegt. Erstaunlich war, dass sich die aktuellen Fundorte im Hartelsgraben nicht mit den historischen Nachweisen deckten, sodass auch diese Hypothese verworfen werden musste.

Insgesamt ergibt sich in Bezug auf den Erhaltungszustand ein heterogenes Bild, weshalb eine eindeutige Gesamtbewertung nur eingeschränkt möglich ist. Während die Habitatqualität und Beeinträchtigungen überwiegend günstig zu beurteilen sind, ist der Zustand der Population selbst als kritisch einzustufen. Der Hartelsgraben bietet bereits sehr gute Habitatbedingungen für den Alpensalamander, sodass das Potenzial für zusätzliche habitatverbessernde Schutzmaßnahmen vor Ort begrenzt ist.

Die Ergebnisse dieser Arbeit verdeutlichen die Bedeutung eines langfristigen, flächendeckenden Monitorings für den Alpensalamander. Nur durch wiederholte Erhebungen über mehrere Jahre hinweg können Aussagen zur Bestandsentwicklung getroffen und geeignete Schutzmaßnahme ergriffen werden.

Ausblick

Die vorliegende Arbeit liefert aktuelle Momentaufnahmen der beiden untersuchten Alpensalamanderpopulationen und zeigt deutlich die Herausforderungen bei kurzfristigen Erhebungen einer sehr versteckt lebenden Art mit geringer Datengrundlage. Bei zukünftigen Forschungen in diesem Bereich wäre es sinnvoll, eine größere Stichprobe zu untersuchen und auf statistische Signifikanz zu testen, um eine bessere Aussagekräftigkeit der Daten zu ermöglichen.

Da der Alpensalamander nach wie vor im Vergleich zu anderen Tierarten wenig erforscht ist, ergeben sich aus dieser Arbeit zahlreiche weiterführende Fragestellungen. So ist bislang kaum bekannt, ab welchem Körpergewicht bei dieser Art tatsächlich von einer verminderten Kondition gesprochen werden kann. Langfristige Untersuchungen könnten dabei helfen den Erhaltungszustand und das Nahrungsangebot von Alpensalamandern besser zu verstehen.

Auch die wahrgenommenen Lautäußerungen der Population am Standort Haindlkarhütte eröffnen neue Forschungsansätze. Da diese Laute ausschließlich bei einer der untersuchten Populationen auftraten, stellt sich die Frage, ob es sich um populationsspezifische Unterschiede, situationsbedingte Stressreaktionen oder um ein bislang kaum dokumentiertes Kommunikationsverhalten handelt. Akustische Untersuchungen könnten interessante Einblicke in die Verhaltensökologie des Alpensalamanders sowie generell von Salamandern liefern.

Weitere Aufmerksamkeit verdient auch das Wander- und Ausbreitungsverhalten der Art. Die Analyse historischer und aktueller Funddaten deutet darauf hin, dass sich die Alpensalamander in diesem Gebiet zumindest zeitweise über größere Distanzen bewegen. Ein besseres Verständnis des Ausbreitungsverhalten wäre insbesondere im Hinblick auf die Vernetzung von Teilpopulationen und die Bedeutung von Landschaftsbarrieren von großer Relevanz.

Insgesamt zeigt diese Arbeit, dass sich die Erfassung des Alpensalamanders als sehr schwierig gestaltet und der Erhaltungszustand nur durch regelmäßiges, standardisiertes Monitoring zuverlässig beurteilt werden kann. Die Forschung zum Alpensalamander weist nach wie vor viele offene Fragen auf und bietet großes Potenzial für zukünftige Erkenntnisse. Es bleibt zu hoffen, dass diese besondere Salamanderart auch in Zukunft noch lange in den heimischen Bergen beobachtet werden kann.

Literaturliste

- Błońska, E., Lasota, J., & Gruba, P. (2016). Effect of temperate forest tree species on soil dehydrogenase and urease activities in relation to other properties of soil derived from loess and glaciofluvial sand. *Ecological Research*, 31(5), 655–664. <https://doi.org/10.1007/s11284-016-1375-6>.
- Burgess-Conforti, J. R., Moore Jr, P. A., Owens, P.R., Miller, D.M., Ashworth, A.J., Hays, P.D., Evans-White, M.A., & Anderson, K.R. (2019). Are soils beneath coniferous tree stands more acidic than soils beneath deciduous tree stands? *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04883-y>.
- Cabela, A., & Hill, J. (2007). Salamandra atra Laurenti. 1768 in the Ötztaler Alpen Massif (Austria, Italy). *Herpetozoa*, 20(1/2), 88-91. https://www.zobodat.at/pdf/HER_20_1_2_0088-0091.pdf.
- de Magalhães, J. P., Abidi, Z., Dos Santos, G. A., Avelar, R. A., Barardo, D., Chatsirisupachai, K., Clark, P., De-Souza, E. A., Johnson, E. J., Lopes, I., Novoa, G., Senez, L., Talay, A., Thornton, D., & To, P. K. P. (2024). Human Ageing Genomic Resources: Updates on key databases in ageing research. *Nucleic Acids Research*, 52(D1), D900-D908. https://genomics.senescence.info/species/entry.php?species=Salamandra_atra.
- Freytag, G.E. (1955). *Feuersalamander und Alpensalamander*. A. Ziemsen Verlag.
- Geiger, C. (2006). Ecological requirements of the Alpine Salamander *Salamandra atra*: assessing the effects of current habitat structure and landscape dynamics on local distribution. [Diplomarbeit, Universität Bern]. https://www.cb.iew.unibe.ch/unibe/portal/fak_naturwis/d_dbio/b_ioekev/abt_cb/content/e58879/e480453/e1351416/Geiger_Dipl2006copy_eng.pdf.
- GeoSphere Austria. (2025, 28. Mai). Sehr milder Frühling mit kühlem Ende. GeoSphere Austria. <https://www.geosphere.at/de/aktuelles/news/sehr-milder-fruehling-mit-kuehlem-ende>
- Groddeck, J. & Weddeling, K. (2006). Kriterien zur Bewertung des Erhaltungszustands der Populationen des Alpensalamanders *Salamandra atra* Laurenti, 1768. In P. Schnitter, C. Eichen, G. Ellwanger, M. Neukirchen, & E. Schröder. (Hrsg.), *Empfehlungen für die Erfassung und Bewertung von Arten als Basis für das Monitoring nach Artikel 11 und 17 der FFH-Richtlinie in Deutschland*. (Sonderheft 2., S. 267-268). Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle).

- Grossenbacher, K. (2005): Der Alpensalamander. Lebensweise und Schutzmöglichkeiten. Merkblatt der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz. [Infoblatt, Universität Bern]. https://www.waldwissen.net/assets/wald/tiere/reptilien_amphibien_fische/wsl_alpensalamander/download/wsl_alpensalamander_merkblatt.pdf.pdf.
- Günther, R., & Grossenbacher, K. (1996). *Alpensalamander – Salamandra atra* L AURENTI 1768. Gustav Fischer Verlag, pp. 70-81.
- Hasitschka, J. (2009). *Köhlern im Hartelsgraben*. Steiermärkische Landesforste, 1-12. <https://austria-forum.org/web-books/kohlernimhartel00de2009iicm>.
- Heinrich, I. (2007). Analyse der Urodelen-Populationen auf der Sulzkaralm im Nationalpark Gesäuse. [Diplomarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz]. https://www.parcs.at/npg/pdf_public/2020/12572_20200108_085902_Heinrich2007-AnalysederUrodelen-Populationen.pdf.
- Helfer, V., Broquet, T., & Fumagalli, L. (2012). Sex-specific estimates of dispersal show female philopatry and male dispersal in a promiscuous amphibian, the alpine salamander (*Salamandra atra*). *Molecular Ecology*, 21(19), 4706 – 4720. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2012.05742.x>.
- Klewen, R. F. (1986). Untersuchungen zur Verbreitung, Öko-Ethologie und innerartlichen Gliederung von *Salamandra atra* LAURENTI 1768. [Inaugural-Dissertation, Universität Köln].
- Klewen, R. F. (1988). *Die Landsalamander Europas 1: Die Gattungen Salamandra und Mertensiella*. A. Ziemsen Verlag.
- Land Steiermark. (2026). GIS Steiermark – Digitales Kartenportal. <https://gis.stmk.gv.at/wgportal/atlasmobile/map/Basiskarten/Basiskarte>
- Martel, A., Schmidt, B., Miaud, C., Corti, C., Andreone, F., Pasmans, F., Crnobrnja-Isailović, J., Denoel, M., Edgar, P., Poboljšaj, K., & Romano, A. (2024). *Salamandra atra*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2024: e.T19843A227233771. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2024-2.RLTS.T19843A227233771.en>.
- Nationalpark Gesäuse GmbH. (n. d.) Was uns ausmacht im Nationalpark Gesäuse. Abgerufen am 4. Januar 2026, von <https://nationalpark-gesaeuse.at/>

- Nationalpark Gesäuse GmbH. (2023, 27 Oktober) Nationalpark Gesäuse wird erweitert: 113 Hektar mehr für die Artenvielfalt! Abgerufen am 10. Januar 2026, von <https://nationalpark-gesaueuse.at/service/news/nationalpark-gesaueuse-wird-erweitert/>
- Nationalpark Kalkalpen (2014). VielfaltNatur (früher Wir&Rundschau), 27, 3-4.
https://www.zobodat.at/pdf/vielfalt-natur_27_0001-0013.pdf.
- Nöllert, A., Nöllert, C. (1992). *Die Amphibien Europas. Bestimmung-Gefährdung-Schutz*. Franckh-Kosmos.
- Österreichischer Alpenverein – Sektion Graz-Draugau. (n. d.) Geschichte der Haindlkarhütte.
Abgerufen am 13. Januar 2026, von <https://www.alpenverein.at/haindlkarhuette/geschichte.php>
- QGIS Development Team. (2025). QGIS Geographic Information System (Version 3.42) [Computer software]. Open-Source Geospatial Foundation. <https://qgis.org/>
- Reinthalder-Lottermoser, U., Meikl, M., Gimeno, A., Weinke, E., & Schwarzenbacher, R. (2010). A new approach for surveying the Alpine Salamander (*Salamandra atra*) in Austria. *Acta Herpetologica*, 5(2), 249-253. https://doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-9040.
- Romano, A., Anderle, M., Forti, A., Partel, P., & Pedrini, P. (2018). Population density, sex ratio and body size in a population of *Salamandra atra atra* on the Dolomites. *Acta Herpetologica*, 13(2), 195-199. https://doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-22592.
- Schwarzenbacher, W., Reinthalder, U., Meikl, M., Bauch, K., Berninger, U., Zobl, E., Wopfner, N., & Schwarzenbacher, R. (2009). The alpine salamander. Conference Volume, 287-288. NP-Hohe-Tauern-Conference_4_0287-0288.pdf.
- Sedlmayr, I., Bernhart, E., Fachbach, G., Holzinger, W.E., Kammel, W., & Lipovnik, C. (2020). Erster Nachweis des Alpensalamanders (*Salamandra atra* LAURENTI, 1786) und aktuelle Bestandsaufnahmen im Steirischen Koralpengebiet. *Joannea Zoologie*, 18, 25-32. https://www.zobodat.at/pdf/JoanZoo_18_0025-0032.pdf.
- Simons, A. M. (2025). Amphibians. In Exploring animal behaviour through sound (Vol. 2, pp. 131-170. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-83460-8_3
- Sugalski, M. T. & Claussen, D.L. (1997). Preference for Soil Moisture, Soil pH, and Light Intensity by the Salamander, *Plethodon cinereus*. *Journal of Herpetology*, 31(2), 245-250. <https://doi.org/10.2307/1565392>.

Šunje, E., Courant, J., Vesnić, A., Koren, T., Bilela, L.L., & Van Damme, R. (2022). Patterns of variation in dietary composition among four populations of Alpine salamanders (*Salamandra atra prenzensis*). *Amphibia-Reptilia*, 43(4), 331-345. <https://doi.org/10.1163/15685381-BJA10100>.

Wunderer, H. (1909). Beiträge zur Biologie und Entwicklungsgeschichte des Alpensalamanders. Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere – 28: 23 – 80. https://www.zobodat.at/pdf/Zoologische-Jahrbuecher-Syst_28_0023-0080.pdf.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 <i>Salamandra atra</i> am Standort Haindlkarhütte (Steiermark)	10
Abbildung 2 <i>Ichthyosaura alpestris</i> am Standort Petzen (Kärnten)	10
Abbildung 3 Aus- und Rückbildung der Kiemen im Uterus des Weibchens aus Freytag (1955)	10
Abbildung 4 Verbreitungsgebiet des Alpensalamanders (<i>Salamandra atra</i>) nach Martel et al. (2024), verändert.	11
Abbildung 5 Zusammenhang zwischen Körperlänge und Körpergewicht der bei der Haindlkarhütte nachgewiesenen Alpensalamander im Sommer 2025. Weibchen (rosa Punkte) und Männchen (schwarz umrandete Dreiecke) sind getrennt dargestellt; die gestrichelten Linien zeigen die Trendlinien.	18
Abbildung 6 Haindlkarhütte mit den Fundpunkten und dem eingezeichneten 50 m Radius (Land Steiermark, 2025)	18
Abbildung 7 Untersuchungsgebiet Haindlkarhütte im Sommer 2025. Ein Großteil der nachgewiesenen Individuen wurde im Bereich der Sitzbänke erfasst.	18
Abbildung 8 Übersichtskarte des Untersuchungsgebiets Hartelsgraben mit Gesamttransekt, Detailausschnitten (Orthofoto und ESRI OSM Street) sowie regionaler Lageübersicht in der Steiermark. Die Kartenerstellung erfolgte mit QGIS 3.42 (QGIS Development Team, 2025)	20
Abbildung 9 Zusammenhang zwischen Körperlänge und Körpergewicht der im Hartelsgraben nachgewiesenen Alpensalamander im Sommer 2025. Weibchen (gelbe Punkte) und Männchen (schwarz umrandete Dreiecke) sind getrennt dargestellt; die gestrichelten Linien zeigen die Trendlinien.	22
Abbildung 10 Vegetation und Wegverlauf im Untersuchungsgebiet Hartelsgraben. Dargestellt sind unterschiedliche Abschnitte des Transekts.	22
Abbildung 11 Bewertungsbogen zur Einstufung des Erhaltungszustands der Alpensalamander-Population im Hartelsgraben nach Groddeck & Weddeling (2006), mit farblicher Hervorhebung der in dieser Arbeit vorgenommenen Bewertung.....	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Begehungsdaten und Wetterbedingungen der Alpensalamander-Erhebung bei der Haindlkarhütte am 2. Juni 2025	17
Tabelle 2 Biometrische Maße (Körperlänge und Gewicht) der bei der Haindlkarhütte nachgewiesenen Alpensalamander, getrennt nach Geschlecht.	18
Tabelle 3 Übersicht der dokumentierten Alpensalamander-Nachweise im Hartelsgraben (2004 bis 2025)	19
Tabelle 4 Begehungen und Wetterdaten der Alpensalamander-Erhebungen im Hartelsgraben im Sommer 2025	21
Tabelle 5 Biometrische Maße (Körperlänge und Gewicht) der im Hartelsgraben nachgewiesenen Alpensalamander, getrennt nach Geschlecht.	22
Tabelle 6 Koordinaten der neun Alpensalamanderfunde im Hartelsgraben	43
Tabelle 7 Koordinaten der 25 Alpensalamanderfunde bei der Haindlkarhütte.....	43

Anhang

Kriterien zur Bewertung des Erhaltungszustands der Populationen des Alpensalamanders <i>Salamandra atra</i> LAURENTI, 1768 - Bewertungsschema -			
--	--	--	--

Zustand der Population	A (hervorragend)	B (gut)	C (mittel bis schlecht)
Populationsgröße	> 100 Tiere/ha	20–100 Tiere/ha	< 20 Tiere/ha
Populationsstruktur: Reproduktionsnachweis	Adulte, Subadulte und Juvenile	Adulte, zusätzlich Subadulte oder Juvenile	nur Adulte
Habitatqualität	A (hervorragend)	B (gut)	C (mittel bis schlecht)
Lebensraum allgemein			
Lage der Probefläche (Bezugsraum)	Habitat (siehe allg. Hinweise) in Bachtobel oder Schlucht	Habitat (siehe allg. Hinweise) nicht in Bachtobel oder Schlucht	Nadelforst oder rutschender Hang oder Lawinenfeld
Struktureichtum des Untergrund (Steinplatten, Kleinsäugergänge, Felsspalten, Totholz, Baumstubben)	sehr hoch, Versteckmöglichkeiten sind reichlich vorhanden	hoch, Versteckmöglichkeiten sind vorhanden	gering, wenig Versteckmöglichkeiten
Vernetzung			
Entfernung zum nächsten Vorkommen	< 500 m	500–1.000 m	> 1.000 m
Beeinträchtigungen	A (keine bis gering)	B (mittel)	C (stark)
Wald (fakultativ)			
Holzeinschlag	kein oder nur wenig	mäßig – gering, Nutzung nur durch Privatpersonen	wirtschaftliche bzw. industrielle Nutzung
forstwirtschaftliche Umwandlung von Laub- in Nadelwald	keine	in kleinen Bereichen (→ Mischwald)	großflächig
Alm (fakultativ)			
Beweidung	keine oder Viehtrieb	extensive Viehhaltung	intensive Viehhaltung
Isolation			
Fahrwege im Jahreslebensraum bzw. an diesen angrenzend	nicht vorhanden	vorhanden, aber selten frequentiert	vorhanden, mäßig bis häufig frequentiert

Abbildung 11 Bewertungsbogen zur Einstufung des Erhaltungszustands der Alpensalamander-Population im Hartelsgraben nach Groddeck & Weddelling (2006), mit farblicher Hervorhebung der in dieser Arbeit vorgenommenen Bewertung

Tabelle 6 Koordinaten der neun
Alpensalamanderfunde im Hartelsgraben

Name	lon	lat
1	14.70538	47.58035
2	14.70563	47.58029
3	14.7058	47.58045
4	14.70585	47.58058
5	14.70557	47.58068
6	14.70579	47.58059
7	14.70579	47.58091
8	14.70523	47.58113
9	14.70585	47.58004

Tabelle 7 Koordinaten der 25
Alpensalamanderfunde bei der
Haindlkarhütte

Name	lon	lat
1	14.61144	47.56696
2	14.61179	47.56717
3	14.61200	47.56710
4	14.61144	47.56716
5	14.61184	47.56718
6	14.61205	47.56729
7	14.61161	47.56721
8	14.61202	47.56707
9	14.61188	47.56703
10	14.61204	47.56699
11	14.61203	47.56705
12	14.61203	47.56705
13	14.61206	47.56704
14	14.61202	47.56706
15	14.61202	47.56706
16	14.61198	47.56730
17	14.61198	47.56703
18	14.61217	47.56711
19	14.61197	47.56744
20	14.61209	47.56731
21	14.61202	47.56705
22	14.61203	47.56705
23	14.61202	47.56704
24	14.61176	47.56712
25	14.61241	47.56690