



Langzeitmonitoring von Ökosystemprozessen

Modul 02 – Botanisch/Vegetationskundliche Analysen

Endbericht 2023

Impressum

Für den Inhalt verantwortlich:

Thomas Eberl, Roland Kaiser

Nationalpark Hohe Tauern, Kirchplatz 2, 9971 Matrei i.O.

Projektleitung: Thomas Eberl, Roland Kaiser

Fotos: © Thomas Eberl, Roland Kaiser

Titelbild: Ansicht Kamera-Stativkonstruktion am Standort Untersulzbachtal mit Blick auf das schwindende Käferfeldkess

Zitiervorschlag: Eberl, T & Kaiser, R (2023): Langzeitmonitoring von Ökosystemprozessen, Modul 02 – Botanisch/Vegetationskundliche Analysen – Endbericht 2023

Feldkirchen bei Mattighofen, 22. Juni 2023



Forschungsförderung Forschungsprojekt
»Langzeitmonitoring
von Ökosystemprozessen
im Nationalpark Hohe Tauern«
Modul 02

Endbericht 2023

Thomas Eberl & Roland Kaiser

22. Juni 2023



Environment Nature Consulting KG
Beratende Ingenieure für Biologie
Altheim 13
5143 Feldkirchen b. Mattighofen



Mit Unterstützung von

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Material und Methoden	2
a. Verwendete Ausrüstung	2
b. Ablauf	2
c. Geländearbeit und Nachbereitung der Rohdaten	2
3. Ergebnisse	5
a. Erzeugte Datengrundlage	5
b. Auswertung auf Populationsebene	5
c. Auswertung von Bildkategorien und Erfassung von Grenzlinien	6
d. Forschungstätigkeit und Publikationen	6
4. Schlussbemerkung	8
Danksagung	9
Literatur	9

Tabellenverzeichnis

1. Untersuchungszeitpunkte	3
2. Annotationen	7
3. Deckung der Pflanzenarten auf Basis der Annotationen	7
4. Vergangene und künftige Untersuchungsintervalle	8

Abbildungsverzeichnis

1. Vergleich Annotationen	3
2. Vergleich Transekt 3 Innergschloß	4
3. Beispiel Computer-Vision Modelle	5
4. Bildmosaike 2021	10
5. Bildmosaike 2022	11
6. Evaluationsergebnisse Computer-Vision Modelle	12
7. Computer-Vision Modelle Haarmützenmoos	13
8. Mäusefras Untersulzbachtal	14

1. Einleitung

Die Firma Ennacon KG wurde vom Nationalpark Hohe Tauern, vertreten durch den Verein Sekretariat des Nationalparkrates Hohe Tauern, Kirchplatz 2, 9971 Matrei in Osttirol, per Forschungsvereinbarung vom 2. August 2021 mit einer Forschungsförderung bedacht.

Mit dem vorliegenden Endbericht werden die in den Jahren 2021 bis 2022 durchgeführten Arbeiten dokumentiert und an den Förderungsgeber übermittelt. Weitere Tätigkeiten des Fördernehmers im Rahmen von Eigenleistungen (begleitende Kleinprojekte) werden in Form der angeschlossenen Publikationen dargestellt.

2. Material und Methoden

Die methodischen Details der Felderhebungen sind in [Eberl und Kaiser \(2019\)](#) umfassend beschrieben. Den dort angeführten Vorgaben wurde exakt gefolgt. Allfällige kleinere Anpassungen werden nachfolgend aufgeführt.

a. Verwendete Ausrüstung

In den Jahren 2021 und 2022 wurde die 2021 angeschaffte Kamera verwendet (Nikon® Z 7II mit 45,7 MP und Baujahr Ende 2020 ausgerüstet mit Nikon® Nikkor Z 50mm f/1,8 S). Alle anderen Ausrüstungsgegenstände verblieben wie zuletzt (2019) gehabt (Yonguno® Speedlite YN560-III mit Yongnuo® YN560-TX Steuerungsgerät). Die Blitzstärke wurde mit 1:1/2 + 1/3 geringfügigst erhöht. In beiden Jahren wurden jeweils neue Farb- und Graukeile verwendet. Die Kamera-Stativkonstruktion wurde 2022 mittels eines Gehstocks versteift – wobei die Geometrie der Apparatur unverändert blieb, Steifigkeit und Justage jedoch entscheidend verbessert wurden.

b. Ablauf

Zur Effizienzsteigerung wurde in beiden Jahren (2021 und 2022) darauf verzichtet, die genaue Bezeichnung einer Bildkachel (z. B. IN1B 1a) jedem Foto beizugeben. So wurde nur die Bezeichnung des jeweiligen Transekts (z. B. IN1B) als Papierzettel platziert.

c. Geländearbeit und Nachbereitung der Rohdaten

Termine. Aufgrund der mächtigen Altschneedecke im Jahr 2021 war die Vegetation an den Standorten Innergschloß und Untersulzbachtal um ca. 10 Tage verspätet entwickelt. Infolgedessen wurden die bisher praktizierten Termine um ein bis zwei Wochen nach hinten verlegt. Am Standort Seebachtal wirkte sich die Schneelage dahingehend nicht einschränkend aus (vgl. Tab. [1 auf der nächsten Seite](#)). Insgesamt war die Wetterlage im Hochsommer des Jahres 2021 für die Unternehmung als stark limitierend zu bezeichnen. In Ermangelung wirklich günstiger Wetterlagen – mehrere Tage andauerndes Hochdruckwetter trat im notwendigen Zeitraum nicht auf – mussten teils nicht gänzlich stabile Tage wahrgenommen werden.

Im Folgejahr 2022 war die Vegetation der Untersuchungs-Standorte aufgrund der geringmächtigen Schneedecke und des besonders warmen Sommers ohne Kaltlufteinbrüche sehr früh und somit ähnlich wie in den Jahren 2017 und 2018 entwickelt. Infolgedessen wurden die in den ersten beiden Jahren (2017 und 2018) praktizierten Termine realisiert (vgl. Tab. [1 auf der nächsten Seite](#)). Insgesamt war die Wetterlage im Hochsommer des Jahres 2022 für die Unternehmung günstig. In diesem Jahr konnten erstmals alle drei Standorte in einem Zug bearbeitet werden. Dabei mussten jedoch Wetterlagen mit teils vorangegangenen Niederschlägen und bedecktem Himmel (Innergschloß) akzeptiert werden.

Tabelle 1: Vergleich der Untersuchungszeitpunkte für die Jahre 2017, 2018, 2021 und 2022. Im Jahr 2021 und 2022 wurde wie auch in den Jahren 2018 und 2021 am Standort Untersulzbachtal vor Ort biwakiert.

Standort	2017	2018	2021	2022
Innergsschlöß (IN)	31. Juli	1. August	11. August	2. August
Seebachtal (SE)	15. August	13. August	7. August	5. August
Untersulzbachtal (UN)	1. August	30. & 31. Juli	12. & 13. August	3. & 4. August

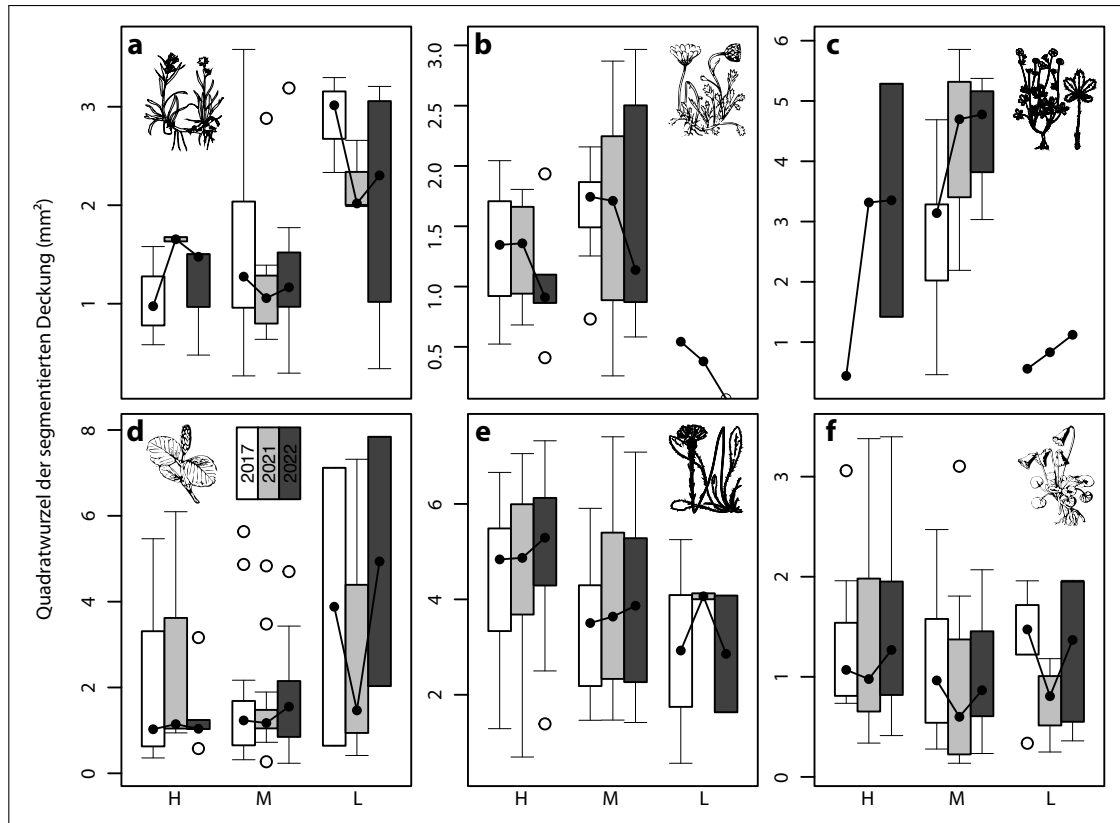


Abbildung 1: Vergleich der Annotationen für die Jahre 2017, 2021 und 2022 auf Basis der Auswahlstichprobe (N=39 pro Jahr). Der Vergleich ist für drei ökologische Zonen, die einen Schneeschmelzgradienten abbilden (vgl. Körner u. a., 2022), gruppiert. Die Gradienten reichen von der lokal höchsten (H) bis zur lokal niedrigsten (L) pflanzlichen Biomasseproduktion. Insbesondere im Bereich L sind starke Fluktuationen typischer Arten für diesen Lebensraumausschnitt zu verzeichnen. a) *Gnaphalium supinum* (Zwerg-Ruhrkraut) b) *Leucanthemopsis alpina* (Gewöhnliche Alpenmargerite) c) *Potentilla aurea* (Gold-Fingerkraut) d) *Salix herbacea* (Kraut-Weide) e) *Scorzonoides helvetica* (Schweizer Löwenzahn) f) *Soldanella pusilla* (Zwerg-Alpenglöckchen).

Entwicklung digitaler Negative und Rektifizierung. Es wurde weitestgehend wie im Handbuch (Eberl und Kaiser, 2019) beschrieben vorgegangen. Bei der Entwicklung der digitalen Negative wurde die Schärfung des Sensorbildes wie zuletzt gesetzt (Parameter »Amount«: 100 %, Parameter »Detail«: 50 %). Die Belichtung wurde um eine halbe Blendenstufe erhöht. Der Parameter »Clarity« wurde auf 30 % eingestellt. Insgesamt konnten mit diesen Einstellungen optimale Ergebnisse erzielt werden.

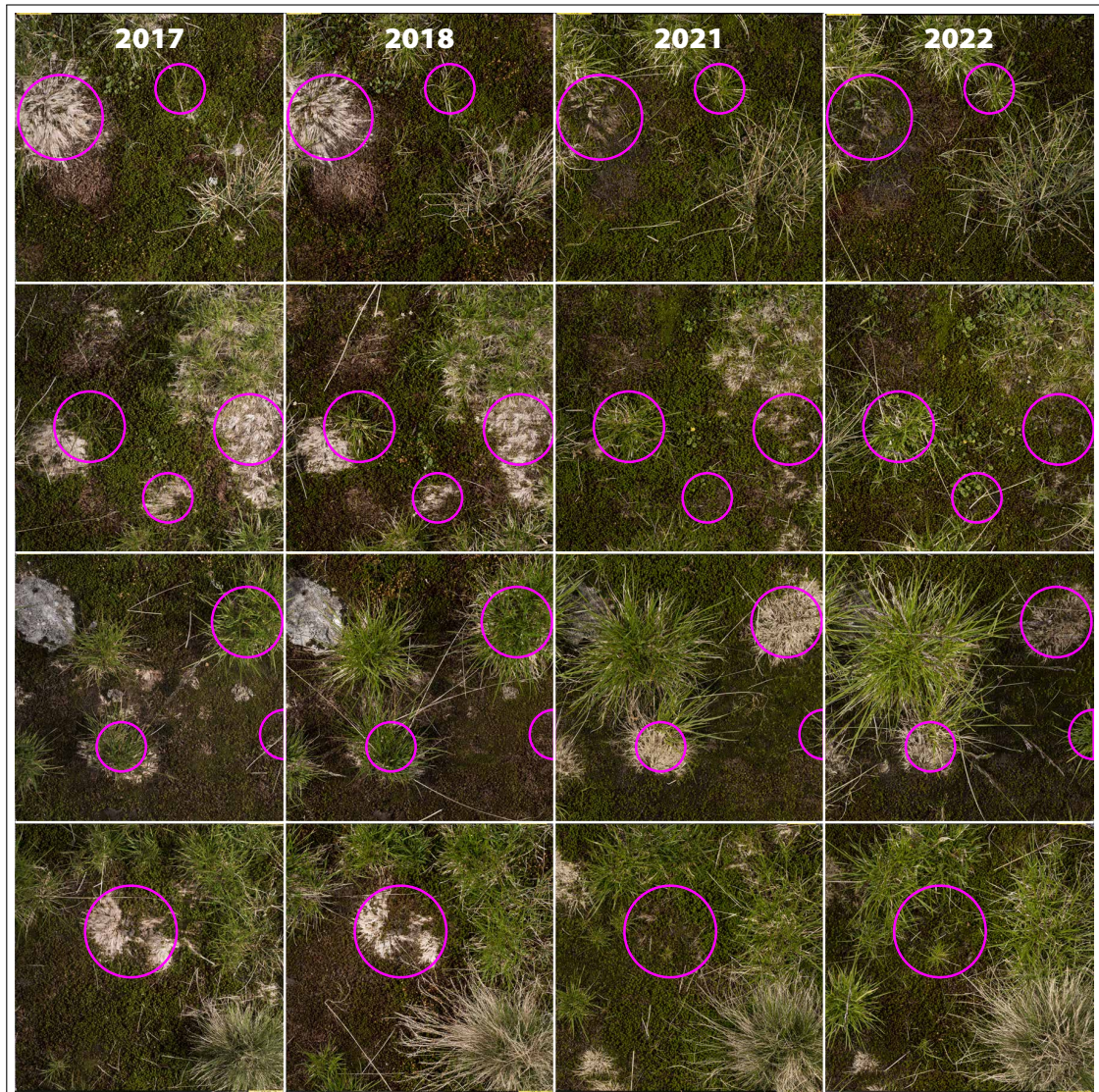


Abbildung 2: Beispiel einer Zeitreihe (2017 bis 2022) des Transekts 3 am Standort Innergschloß (IN3) für den ersten Meter des Transekts, welcher der lokal niedrigsten pflanzlichen Biomasseproduktion (L Abschnitt des Gradienten, vgl. [Körner u. a. 2022](#)) entspricht. Plakative Änderungen zwischen den Jahren sind mit Kreisen in Magenta gekennzeichnet. An diesem Beispiel zeigt sich eine recht dynamische Abfolge. Einerseits kam es zur Besiedlung von zuvor abgestorbenen Grashorsten (*Deschampsia caespitosa* und *Nardus stricta*) bzw. zu einer Etablierung neuer Grashorste (dieser Arten); andererseits kam es auch zu einem Absterben von anfänglich vorhanden Grashorsten.

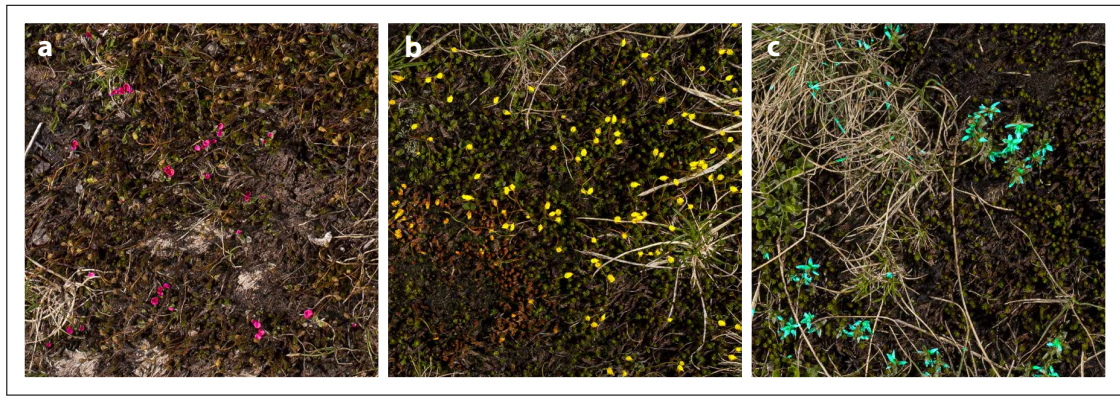


Abbildung 3: Beispielhafte Ergebnisse der Computer-Vision Modelle für die Arten *Soldanella pusilla* (a), *Polytrichum sexangulare* (b) und *Gnaphalium supinum* (c). Vgl. dazu auch Tab. 2 auf Seite 7.

3. Ergebnisse

a. Erzeugte Datengrundlage

Erstellte Einzelfotos In beiden Jahren (2021 und 2022) wurden sämtliche Transekte an den drei Standorten bearbeitet. Fehlende Einzel-Datensätze (Einzelfotos) sind nicht zu verbuchen. Zum gegebenen Zeitpunkt liegen 1.372 einzelne Bildkacheln (50 cm × 50 cm) aus vier Jahren (2017, 2018, 2021, und 2022) vor. Das Transekt UN6 konnte im Jahr 2017 jedoch nicht dokumentiert werden. Hier reicht die Zeitreihe nur bis in das Jahr 2018 zurück.

b. Auswertung auf Populationsebene

Die Auswertung basiert auf einem neuen (und aktuellen) Forschungsansatz (siehe dazu auch den Abschnitt [d auf der nächsten Seite](#)), welcher – entgegen der bisherigen Methodik – nunmehr einzelne Pflanzen oder deren Organe mittels Polygonen auf den Bildern (Bildausschnitte von 10 cm × 10 cm) markiert (vgl. [Kaiser, 2022](#)). Zuvor wurden lediglich Mittelpunkte (z. B. die Mitte einer Blattrosette oder die Basalbucht eines einzelnen Blättchens) erfasst, was einem wesentlich geringeren Informationsgehalt gleichkommt. So konnte auf Basis der Datengrundlage erfolgreich eine Identifizierung von alpinen Pflanzenarten mit Hilfe von Algorithmen des maschinellen Lernens und der Computer-Vision umgesetzt werden (Abb. 3).

In Summe wurde eine Anzahl an 15.606 Polygonabgrenzungen erstellt (Tab. 2 auf Seite 7). Hierzu wurde auf die Bilder der Jahre 2017, 2021 und 2022 zurückgegriffen und eine Auswahlstichprobe mit der Größe $N = 49$ aus der initialen Stichprobe ($N = 416$) bearbeitet (vgl. Abb. 1). Zusätzlich wurde das Transekt IN4 (Innergshlöß) bezüglich *Polytrichum sexangulare* (Norwegisches Haarmützenmoos) analysiert (vgl. Abb. 7 auf Seite 13). Sämtliche Annotationen aus den verschiedenen Jahren bildeten die Grundlage für die Entwicklung eines Software-Prototypen zur automatisierten Erkennung von Pflanzen aus Bilddaten mittels Maschinellen Lernen und Computer-Vision. Einzelne Pflanzen oder Pflanzenorgane können nun klassifiziert, in ihren Umrissen abgegrenzt und somit quantifiziert werden. Somit wird dem Ziel näher gekommen, die Dynamik der Vegetation schneller, einfacher und nachvollziehbarer feststellen zu können. Die Vertrauenswürdigkeit der vorliegenden Modelle erlaubt aktuell jedoch noch keine Ableitung von belastbaren Statistiken, da die Fehlerquote der Modelle dafür noch zu hoch liegt. Insbesondere falsch-

positive Modellvorhersagen stellen hierbei eine wesentliche Einschränkung dar (vgl. Abb. 6 auf Seite 12).

Aus den oben genannten, manuell erzeugten Polygonabgrenzungen (Annotationen) konnte jedoch ohne Ambivalenz die von einer Art bedeckte Fläche (Deckung) errechnet und analysiert werden. Die daraus resultierenden Werte sind in Tab. 3 auf der nächsten Seite zusammengefasst und in Abb. 1 auf Seite 3 illustriert. Es zeigt sich, dass Deckungszunahmen vorrangig auf Arten mit einer Hauptverbreitung in niedrigeren Vegetationsstufen (*Potentilla aurea*, *Scorzoneroide helvetica*, *Vaccinium gaultherioides*) entfallen. Rückgänge sind vor allem bei Arten der Schneeböden zu verzeichnen (*Gnaphalium supinum* und *Primula glutinosa*). Die interannuelle Variabilität ist im Bereich der geringsten pflanzlichen Biomasseproduktion (L Sektor) am auffälligsten ausgeprägt (siehe auch Abb. 2 auf Seite 4).

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Visualisierungen zu erstellen, die das Wachstum und die Verlagerung von Pflanzen (Translozierung) beschreiben können (Pritz u. a., 2022). In diesem Ansatz wurden multitemporale Daten (Bildpaare aus zwei verschiedenen Jahren) verwendet. Die bewerteten Methoden umfassen einen Vergleich von Bildmasken, die Schätzung des optischen Flusses (optical flow), die Erkennung einzelner Pflanzen (inklusive der Detektion ihres Vegetationskegels) und die deskriptive statistische Analyse von Bildmerkmalen. Die Tests mit dem gegebenen Datensatz zeigten, dass alle Methoden mit Ausnahme der Schätzung des optischen Flusses ein großes Potenzial haben. Die Methode des Maskenvergleichs hat das Wachstum und die Verlagerung von Pflanzen am zufriedenstellendsten erfasst. Die Erkennung einzelner Pflanzen und die statistische Analyse halfen ferner bei der Bewertung von Veränderungen in der Pflanzendecke. Werden die vorgeschlagenen Methoden kombiniert, so kann ein Überblick über relevante Veränderungen in den multitemporalen Daten ermöglicht werden.

c. Auswertung von Bildkategorien und Erfassung von Grenzlinien

Diese zwei Auswertungsschritte wurden nicht vollständig und systematisch durchgeführt. Vielmehr wurde das dafür gedachte Zeitbudget auf die methodische Weiterentwicklung der Bildanalyse übertragen (vgl. dazu auch den Abschnitt d). Bezüglich der Verschiebung von Grenzlinien konnte festgestellt werden, dass diese vorrangig durch das Wachstum bzw. das Absterben von Gräsern hervorgerufen werden. Ein Beispiel der teils hohen Variabilität von Jahr zu Jahr soll die Abb. 2 auf Seite 4 illustrieren. Nachrangig sind Änderungen durch Ausbreitung von Zwergsträuchern (insbesondere *Vaccinium gaultherioides*) gegeben. Die am offensichtlichsten erkennbaren Muster sind auf Fräs durch Mäusen zurückzuführen. So konnte in den Jahren 2017, 2021 und 2022 untrüglich festgestellt werden, dass am Standort Untersulzbachtal Mäuse – wiederholt und wohl auch in Zukunft – einen erheblichen Einfluss auf die Vegetation aufweisen (siehe Abb. 8 auf Seite 14).

Allfällige Trends in der Musterverschiebung sind anhand der bis dato festgestellten Variabilität noch überwiegend als zufällig zu werten. Nach nunmehr 6 Jahren konnte sich noch kein generelles Muster herausbilden, aus welchem abgeleitet werden könnte, wann das derzeitige Monitoring einen robusten Schätzer der jährlichen Variabilität ermöglicht. Die Entwicklung der Pflanzenbestände deutet jedoch auf ein generell gesteigertes pflanzliches Wachstum hin.

d. Forschungstätigkeit und Publikationen

In Zusammenarbeit mit der FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH (Roseggerstraße 15, 4600 Wels, kurz FH OÖ) wurde ein Forschungsvorhaben unter dem Titel »Prototyp-Entwicklung einer semiautomatischen Daten-Augmentierung zur Datenaufbereitung für Deep Learning im Bereich der Botanik« durchge-

Tabelle 2: Im Rahmen des Projekts bearbeitete Arten mit Anzahl an dazu angefertigten Annotationen.

Pflanzenart	Annotationen
<i>Scorzoneroide helvetica</i> (Schweizer Löwenzahn)	5.230
<i>Soldanella pusilla</i> (Zwerg-Alpenglöckchen)	3.494
<i>Salix herbacea</i> (Kraut-Weide)	3.288
<i>Polytrichum sexangulare</i> (Norwegisches Haarmützenmoos)	1.526
<i>Gnaphalium supinum</i> (Zwerg-Ruhrkraut)	916
<i>Euphrasia minima</i> (Zwerg-Augentrost)	343
<i>Potentilla aurea</i> (Gold-Fingerkraut)	337
<i>Leucanthemopsis alpina</i> (Gewöhnliche Alpenmargerite)	281
<i>Vaccinium gaultherioides</i> (Kleinblättrige Rauschbeere)	86
<i>Primula minima</i> (Zwerg-Primel)	83
<i>Geum montanum</i> (Berg-Nelkenwurz)	11
<i>Primula glutinosa</i> (Klebrige Primel)	11
Summe	15.606

Tabelle 3: Deckung der Pflanzenarten (in Quadratmillimeter) auf Basis der angefertigten Annotationen (vgl. Tab. 2) für die Jahre 2017, 2021 und 2022 (N = 49 pro Jahr). Die Änderungsrate (rate of change) zwischen 2017 und 2022 ist in der Spalte Diff. als Prozentwert dargestellt.

Pflanzenart	2017	2021	2022	Diff.
<i>Euphrasia minima</i>	40,1	10,4	36,2	-10
<i>Geum montanum</i>	4,2	4,3	4,1	-1
<i>Gnaphalium supinum</i>	61,0	36,2	48,2	-21
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	28,1	31,0	37,4	33
<i>Potentilla aurea</i>	47,4	94,9	115,0	142
<i>Primula glutinosa</i>	8,9	4,7	2,1	-77
<i>Primula minima</i>	29,3	29,7	26,9	-8
<i>Salix herbacea</i>	156,3	149,6	144,7	-7
<i>Scorzoneroide helvetica</i>	644,3	837,6	834,8	30
<i>Soldanella pusilla</i>	48,1	49,2	49,6	3
<i>Vaccinium gaultherioides</i>	46,4	131,3	149,3	222

führt (vgl. Kaiser, 2022). An der Arbeit waren von Seiten der FH OÖ maßgeblich Gerald Zwettler, Christoph Praschl und Sebastian Pritz beteiligt.

Der in dieser Arbeit erstellte Software-Prototyp ermöglicht die Auswertung der vorliegenden umfangreichen Datenbasis (vgl. Tab. 2 und Abb. 3 auf Seite 5). Abgesehen von der mangelnden Unterstützung für visuell uneindeutige Pflanzenarten haben die Algorithmen die biologische Vielfalt im ersten Ansatz gut erfasst. Überlappende Pflanzenbestände schränken die Methode in dichten Gemeinschaften jedoch wesentlich ein.

Ein zusätzlicher Vorteil war die Verwendung der ursprünglichen Anmerkungspolygone zur Bewertung von Vegetationsveränderungen (vgl. Abb. 1 auf Seite 3). Wie die Evaluationen zeigten, ist die Trefferquote des Software-Prototyps aktuell jedoch noch zu gering um streng valide Ergebnisse zu erhalten (Abb. 6 auf Seite 12). Zusammenfassend kann jedoch festgehalten werden, dass Dank der jüngsten Entwicklungen im Bereich von Computer-Vision und maschinellem Lernen sowie der Fortschritte in der Computertechnologie die manuelle Erfassung von Arten in Untersuchungsflächen durch den Menschen künftig stärker automatisiert durchgeführt werden kann. Allerdings gilt es noch einige Herausforderungen zu bewältigen. Diese können adressiert werden, indem mehr Trainingsdaten und zusätzliche Arten bereitgestellt werden und die Modellarchitektur so erweitert wird, dass sie mehrere Arten gleichzeitig verarbeiten kann.

Das beschriebene, als Eigenleistung des Fördernehmers durchgeführte Forschungsvorhaben resultierte in drei als Konferenzbeiträge veröffentlichten Publikationen ([Praschl u. a., 2023](#); [Pritz u. a., 2022](#); [Kaiser u. a., 2023](#)). Der Fördernehmer beteiligte sich weiters intensiv an der Erstellung einer Übersichtsarbeit zum Gesamtprojekt, mit welchem ein erster 5-Jahres Vergleich gegeben wurde ([Körner u. a., 2022](#)).

4. Schlussbemerkung

Mit der hiermit abgeschlossenen Kampagne konnte ein weiterer essentieller Baustein für die langjährige Zeitreihe gelegt werden (vgl. Abb. 4 auf Seite 10 und Abb. 5 auf Seite 11). Somit liegen aktuell kontinuierliche und gleichsam vollständige Basisdaten aus den Jahren 2017, 2018, 2021 und 2022 vor. Die nächste Kampagne ist – nach einer systematischen Pause von zwei Jahren – für die Jahre 2025 und 2026 anberaumt. Mit dieser regelmäßigen Wiederkehr liegen alle zwei Jahre zwei gepaarte Datensätze vor. Mit Abschluss der nächsten Förderperiode bzw. Kampagne (2025 und 2026) kann ein 10-Jahresvergleich getätigt werden (Tab. 4). Zum gegebenen Zeitpunkt (sechs Jahre nach Beginn der Aufnahmen im Jahr 2017) sollen aber noch keine voreilenden Schlüsse gezogen werden.

Tabelle 4: Vergangene und künftige Untersuchungsintervalle. *Jahr*: Erhebungsjahr. *T*: Zeitschritt für 10-Jahresvergleich. *Kampagne*: Projektphase bzw. Förderperiode.

Jahr	T	Kampagne
2017	1	Pilotphase, erstes Jahr
2018	2	Pilotphase, zweites Jahr
2019	3	Pause (bzw. probeweise Durchführung durch NPHT-Mitarbeiter:innen)
2020	4	
2021	5	Erste reguläre Kampagne, erstes Jahr (5-Jahres Vergleich)
2022	6	Erste reguläre Kampagne, zweites Jahr
2023	7	Pause
2024	8	
2025	9	Zweite reguläre Kampagne, erstes Jahr
2026	10	Zweite reguläre Kampagne, zweites Jahr (10-Jahres Vergleich)

Danksagung

Für die Unterstützung bei den Geländearbeiten in jeglicher Form ist dem Nationalpark Hohe Tauern mit deren Landesstellen großer Dank auszusprechen. Für die übersichtliche Organisation wird Elisabeth Hainzer gedankt. Für die unkomplizierte Ausstellung von Fahrerlaubnissen danken wir Florian Jurgeit und Stefan Lerch. Für die Mitnahme bei der Regiefahrt sowie die unentgeltliche Beförderung danken wir den »Hochgebirgsbahnen Ankogel« sehr herzlich. Bei der Umsetzung vor Ort waren Meinrad Burgschwaiger (2022), Sven Gindorf (2021 und 2022) und Norbert Niedermayer (2021) als geschickte Hilfskräfte beteiligt. Gerald Zwettler, Christoph Praschl und Sebastian Pritz von der FH OÖ realisierten den Software-Prototypen. Für die Zusammenarbeit mit allen genannten Personen gilt unser herzlichster Dank!

Literatur

- [Eberl und Kaiser 2019] Eberl, T ; Kaiser, R:
Langzeitmonitoring von Ökosystemprozessen im Nationalpark Hohe Tauern. Modul 02: Botanisch / Vegetationskundliche Analysen. Methoden-Handbuch. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 2019
- [Kaiser 2022] Kaiser, R: Prototyp-Entwicklung einer semiautomatischen Daten-Augmentierung zur Datenaufbereitung für Deep Learning im Bereich der Botanik / Ennacon KG. 2022. – Forschungsbericht
- [Kaiser u. a. 2023] Kaiser, R ; Praschl, C ; Zwettler, G:
Counting the countless: machine learning for long-term monitoring of alpine plant diversity in the National Park Hohe Tauern. In: *7th Symposium for Research in Protected Areas (7 to 9 September 2022, Vienna)*, 2023, S. 115–118
- [Körner u. a. 2022] Körner, C ; Berninger, UG ; Daim, A ; Eberl, T ; Fernández Mendoza, F ; Füreder, L ; Grube, M ; Hainzer, E ; Kaiser, R ; Meyer, E ; Newesely, C ; Niedrist, GH ; Petermann, JS ; Seeber, J ; Tappeiner, U ; Wickham, S:
Long-term monitoring of high elevation terrestrial and 2 aquatic ecosystems in the Alps – a five-year synthesis. In: *ecomont 14* (2022), Nr. 2, S. 44–65
- [Praschl u. a. 2023] Praschl, C ; R, Kaiser. ; Zwettler, G:
Generative Adversarial Network Synthesis for Improved Deep Learning Model Training of Alpine Plants with Fuzzy Structures. In: *Proceedings of the 18th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications - Volume 4: VISAPP, 2023*, S. 151–158
- [Pritz u. a. 2022] Pritz, S ; Praschl, C ; Kaiser, R ; Zwettler, G:
Visual change detection in multi-temporal vegetation transects of alpine plants. In: *Proceedings of the 10th International Workshop on Simulation for Energy, Sustainable Development & Environment (SESDE 2022)*, 2022, S. 1–10

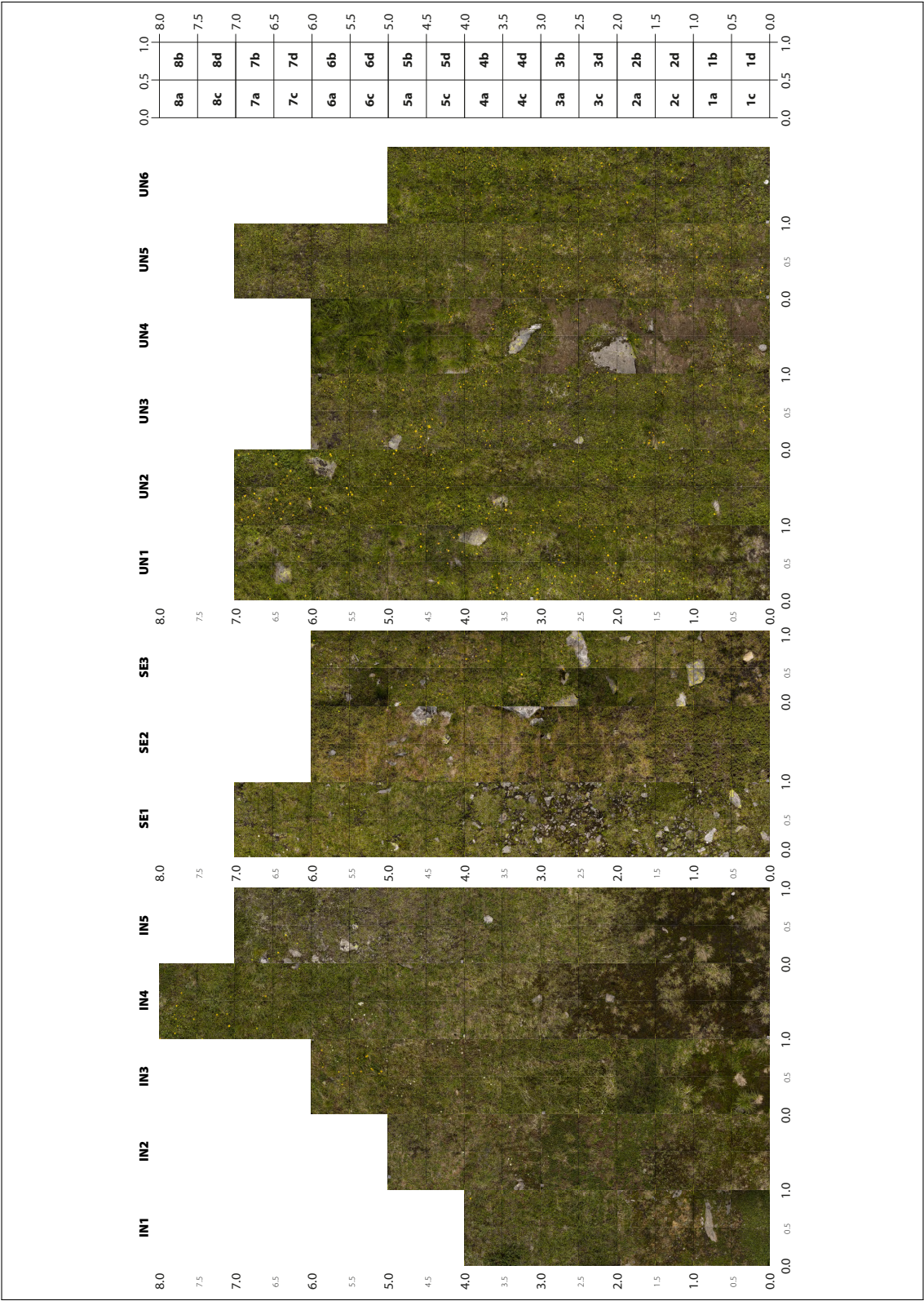


Abbildung 4: Mosaik aller Bilder aus dem Jahr 2021.

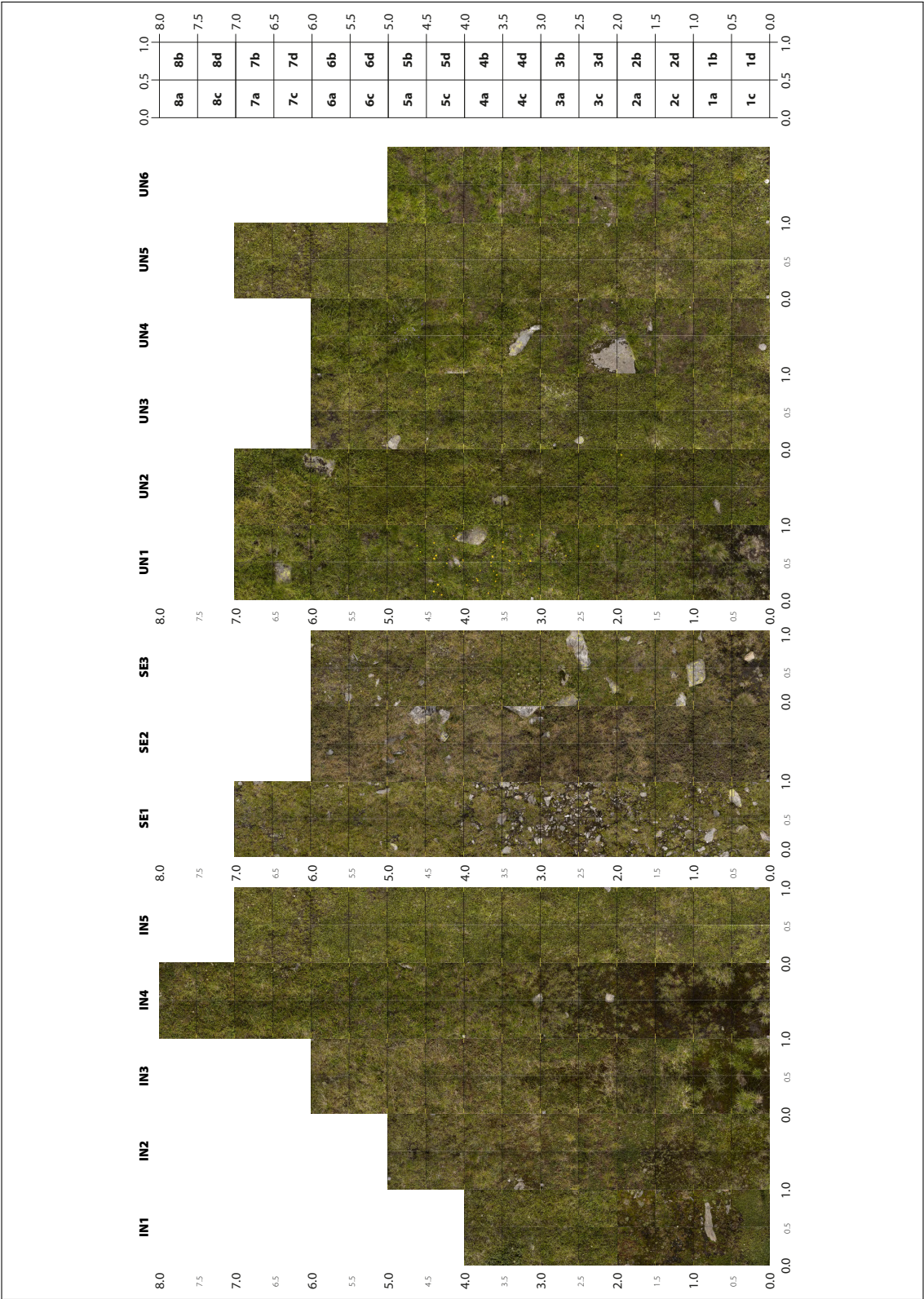


Abbildung 5: Mosaik aller Bilder aus dem Jahr 2022.

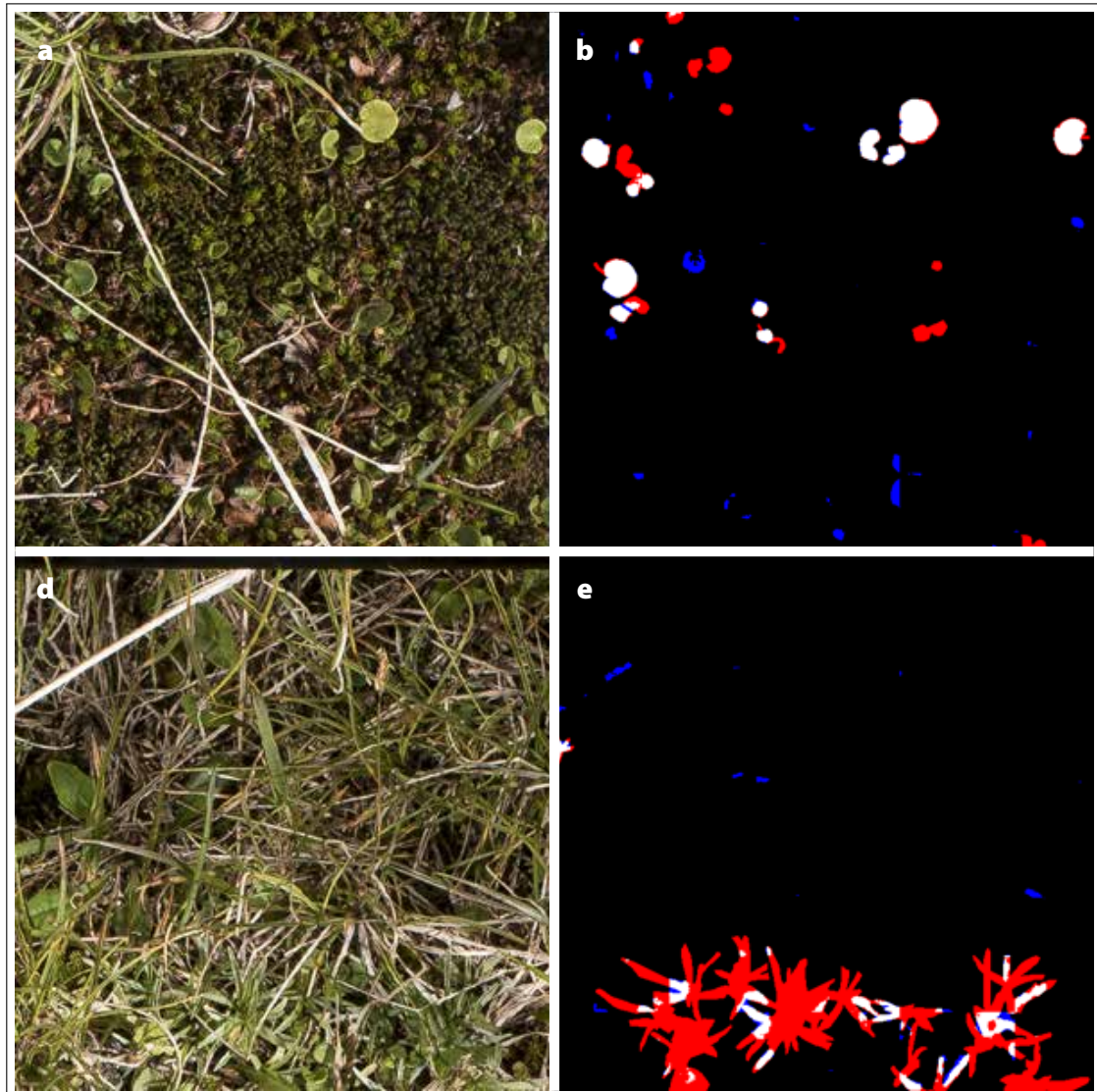


Abbildung 6: Beispielhafte Evaluationsergebnisse der Computer-Vision-Modelle für *Soldanella pusilla* (a, b) sowie *Gnaphalium supinum* (d, e). Die erste Spalte zeigt ein zufällig ausgewähltes Bild aus dem Datensatz. Die zweite Spalte zeigt die Segmentierungsergebnisse des U-Net-Modells. Werte, die als wahr-positiv eingestuft werden, sind in weiß dargestellt; wahr-negativ ist in schwarz, falsch-positiv in blau und falsch-negativ in rot dargestellt.

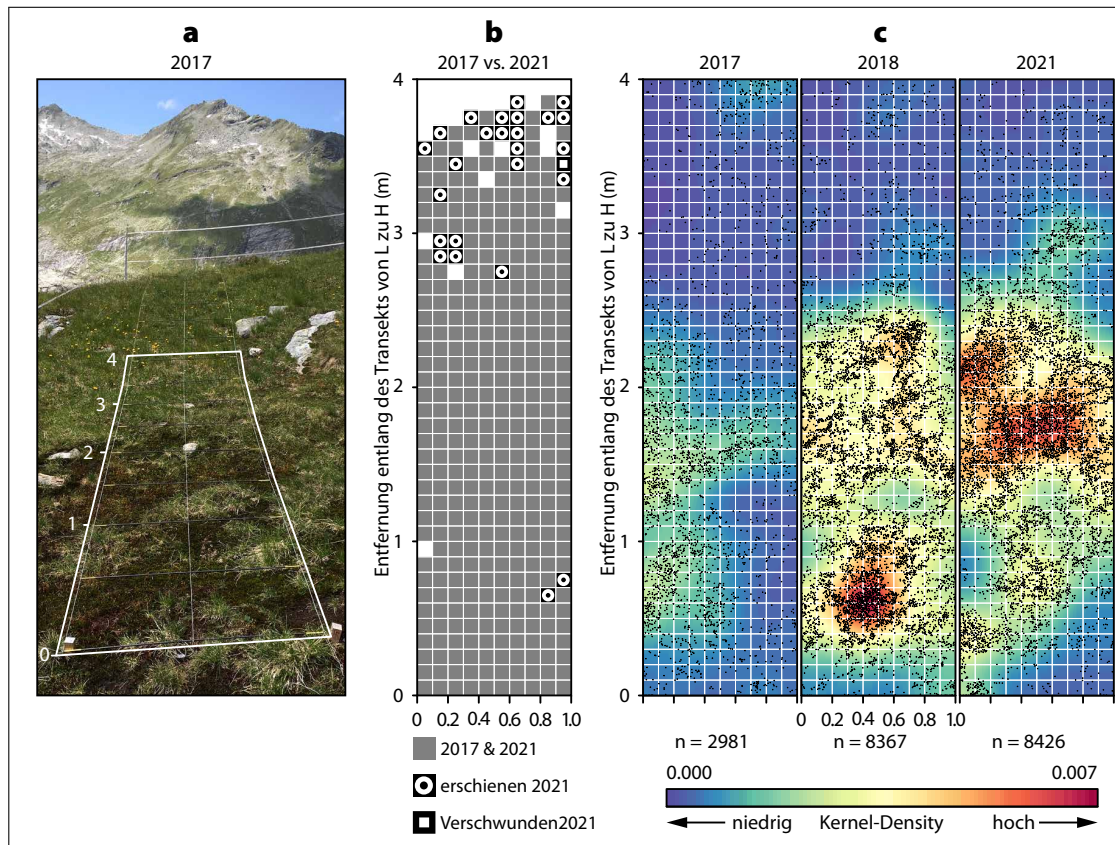


Abbildung 7: Modellergebnisse für die Kapseln der Moosart *Polytrichum sexangulare* (Norwegisches Haarmützenmoos) im Vergleich der Jahre 2017, 2018 und 2021 für das Beispieltransekt IN4 (Innergshlöß) a) Ansicht des gesamten Transekts im Jahr 2017 mit dem in b) und c) dargestellten Ausschnitt von 0 m bis 4 m als weißer Rahmen. b) Verteilung von *Polytrichum sexangulare* entlang des Schneeschmelzgradienten von unten (L) nach oben (H, oben) mit Unterschieden auf der Ebene von 10 cm × 10 cm Rasterzellen wie sie durch digitale Bildanalyse erfasst wurden. c) Ergebnisse des Computer-Vision Modells. Die beispielhafte Analyse zeigt eine sehr auffällige Änderung der Dichte an Kapseln über die Zeit. Der Befund auf Basis der entwickelten Modelle kann mit den »gängigen«, auf Geländeerhebungen beruhenden Erfassungsmethoden des etablierten Stands der Technik nicht erreicht werden.



Abbildung 8: Von Mäusen abgefressene Zonen (»braune« Stellen am Bild) am Standort Untersulzbachtal auf Basis der bis dato vorhandenen Zeitreihe. Identifizierte Eingänge zu den Bauten sind mit Kreisen in Magenta gekennzeichnet. Das Jahr mit Fräs ist hervorgehoben.



Medieninhaber und Herausgeber, Verleger:

Nationalparkrat Hohe Tauern

Kirchplatz 2, 9971 Mauterndorf

Tel.: +43 (0) 4875 / 5112 | E-Mail: nationalparkrat@hohetauern.at

