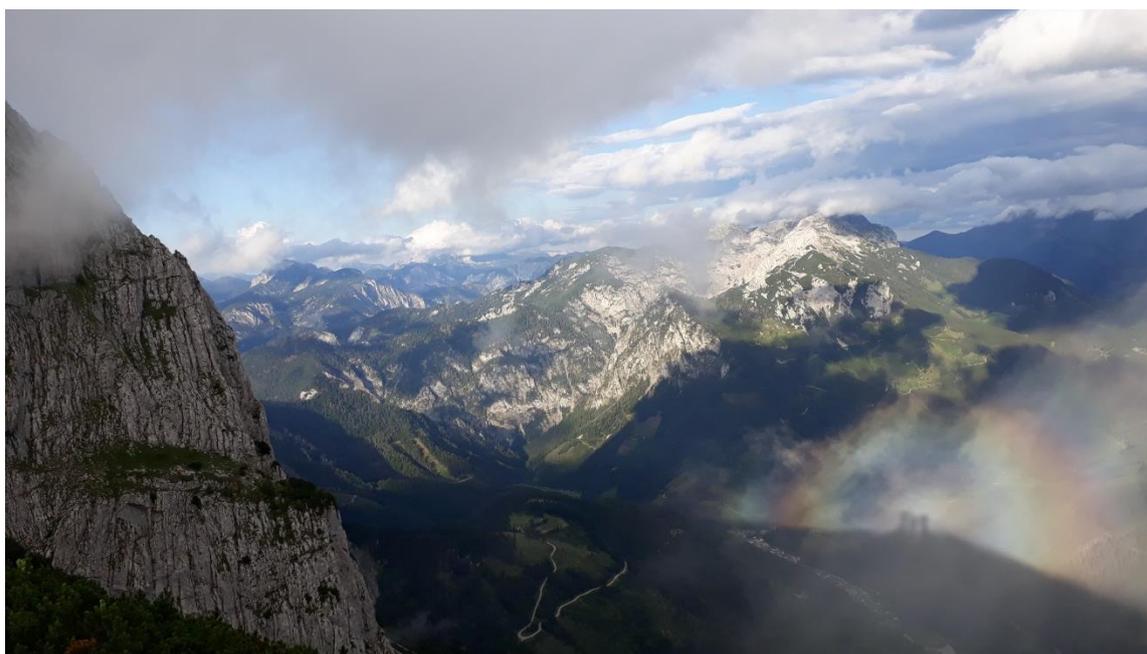


Abschlussbericht zur dritten Erhebung der GLORIA-Gipfel im Nationalpark Gesäuse 2022

von Michael Suen



MIT UNTERSTÜTZUNG DES LANDES STEIERMARK UND DER EUROPÄISCHEN UNION



Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete



Projekttitle laut Auftrag		
2. Wiederholungskartierung (inkl. Dateneingabe) für das Projekt „GLORIA“ auf 3 Gipfeln (Speikgupf, Gsuchmauer und Unterlugauer) im Nationalpark Gesäuse.		
<input type="checkbox"/> Artinventar/Bestandsaufnahme	<input type="checkbox"/> Grundlagenforschung <input type="checkbox"/> Managementorientierte Forschung <input type="checkbox"/> Erforschung Naturdynamik <input type="checkbox"/> Sozial-ökologische Forschung	<input type="checkbox"/> Maßnahmenmonitoring <input checked="" type="checkbox"/> Prozessmonitoring <input type="checkbox"/> Schutzgüter-Monitoring <input type="checkbox"/> Besuchermonitoring
Schlagwörter Gloria, Diversität, Termophilisation, Klimawandel, Nationalpark		
Zeitraum der Geländeaufnahmen Juli 2022	Projektlaufzeit 15.07.2022 bis 31.10.2022	
Raumbezug (Ortsangaben, Flurnamen) Nationalparkgebiet, NATURA2000-Gebiet und Umgebung		
Beteiligte Personen/Bearbeiter Suen Michael, Till Angelika, Pleyer Julian, Fallgatter Moritz, Türk Nicolas		
Zusammenfassung 500 Zeichen Deutsch Die Dritte Erhebung (zweite Wiederholungskartierung) im Rahmen des GLORIA Multi-Summit-Approches nach den Erhebungen von 2009 (Ersterhebung) und 2015 (erste Wiederholungskartierung) fand im Juli 2022 statt. Es wurden alle Groß- und Quadratflächen der drei GLORIA-Gipfel im Gesäuse Nationalpark erhoben. Bei den Einzel-Quadratflächen wurde zusätzlich zur Vegetationsaufnahme ein Pointing durchgeführt. Es konnten bei diesem Projekt 188 Gefäßpflanzenarten erhoben werden.		
Zusammenfassung 500 Zeichen Englisch Alongside the GLORIA multi-summit-approach, the second revisitation (third monitoringcycle) was done in July 2022, after the first edition in 2009 and the first revisitation (second monitoringcycle) in 2015. All of the summit sections and quadrat plots could be done on the three Gloria summits in the national park Gesäuse. At the quadrat plots a pointing was also done after the usual species list and abundance estimation. 188 vascular plant species could be found during this year's project.		
Anlagen <input type="checkbox"/> Anhänge und Daten vollständig in diesem Dokument enthalten	digital <input type="checkbox"/> Kartenprodukte <input checked="" type="checkbox"/> Datenbank <input type="checkbox"/> Biodiversitätsdaten für BioOffice <input type="checkbox"/> Räumliche Daten (GIS-files) <input type="checkbox"/> Fotos, Videos <input type="checkbox"/> Rohdaten (gescannt, Tabellenform)	analog <input type="checkbox"/> Kartenprodukte <input type="checkbox"/> Fotos, Videos <input type="checkbox"/> Rohdaten (Aufnahmeblätter, Geländeprotokolle etc.)

Einleitung

Im Rahmen des internationalen Netzwerks GLORIA (*Global Observation Research Initiative in Alpine Environments*) sind derzeit weltweit ca. 128 Untersuchungsgebiete im Hochgebirge etabliert, um in Langzeitbeobachtungen die biologische Vielfalt dieser Lebensräume vergleichend zu erfassen. Der Focus wird hauptsächlich auf die Migration von Gefäßpflanzen durch den anthropogen verursachten Klimawandel gelegt. (www.GLORIA.ac.at; Pauli, H. et al., 2015)

Die Untersuchungsflächen im Gesäuse stellen aktuell, neben dem Hochschwab, das zweite Untersuchungsgebiet von GLORIA in Österreich dar. Diese sogenannten *Target-regions*¹ unterscheiden sich methodisch vom GLORIA-Untersuchungsgebiet Schrankogel in den Stubaier Alpen, das als *Master-site*² eingerichtet wurde (mehr hierzu in Pauli, H. et al., 2015).

Die Monitorings des GLORIA-Netzwerks konzentrieren sich auf das Hochgebirge, da sich weltweite Studien dort am besten vergleichen lassen, es dort langlebige Gefäßpflanzen gibt und anthropogene Störungen sehr gering sind. Zudem werden Untersuchungsgebiete in Schutzgebieten präferiert, weil eben dort menschliche Eingriffe in die Natur weitestgehend fehlen und somit ist es nach wie vor naheliegend im Nationalpark Gesäuse ein derartiges Dauermonitoring einzurichten und zu unterhalten.

Das Gebiet

Das Gesäuse liegt in den nordöstlichen Kalkalpen, ist Teil der Ennstaler Alpen und beherbergt den jüngsten Nationalpark Österreichs.

Es zeichnet sich durch sehr schroffe Gebirgszüge von Dachsteinkalk und Dolomit aus, wird vom Fluss Enns tief eingeschnitten und somit regelrecht zweigeteilt. Dazwischen eingelagert finden sich Hochtäler und kleine Almgebiete von denen viele mittlerweile aufgelassen worden sind. Die höchste Erhebung des Gebiets kulminiert im 2369 m hohen Hochtorgipfel während die Tallage der Enns bei ca. 600 m über Normalnull liegt.

GLORIA-Gipfel

Gsuachmauer (GSU)

Die Gsuachmauer ist mit 2.116 m der höchste GLORIA-Gipfel im Untersuchungsgebiet und vertritt somit die alpine Zone. Der Gipfel ist geprägt von alpinen Rasen, Fels- und Schuttvegetation und dort wo sich der Schnee im Frühjahr länger hält, finden sich die Pflanzengesellschaften der Schneeböden und Schneetälchen.

Außerdem variiert die Vegetation in ihrer Zusammensetzung bezüglich ihrer Lage durch eine Grat-



Abbildung 1: GLORIA-Gipfel Gsuachmauer (GSU) vom eigentlichen Gipfel gesehen; Foto: M. Suen

¹ Forschungsgebiete des GLORIA-Netzwerks welche drei oder vier Gipfel in einer geologisch einheitlichen Region (Multi-Summit Approach) beinhalten und weltweit mit derselben Methodik untersucht werden

² Forschungsgebiete einzelner GLORIA-Partner für weiterführende Forschungsziele, Testuntersuchungen und zusätzliche Erhebungen von Organismengruppen (Z.B. Flechten, Moose, Bodenorganismen,...); aktuell nur am Schrankogel (Tirol) und in den White Mountains (Kalifornien) etabliert

Ausbildung des Gipfelbereichs und der daraus abgeleiteten stark unterschiedlichen Wind- und Sonnenexponiertheit. Eine geologische Karsterscheinung ist auf der südlichen Seite der Gsuachmauer in Form von Karren ausgeprägt.

Speikgupf (SPE)

Nordöstlich unterhalb des Hochzinödls und direkt neben dem Speikboden gelegen, ist der Speikgupf (2.046 m) der zweithöchste GLORIA-Gipfel im Gesäuse. Seine Höhenzonierung entspricht der unteren alpinen Stufe, aufgrund seiner teilweisen Exposition zu Wind weist die Vegetation durchaus auch alpinen Charakter auf. Eine ausgeprägte Schuttvegetation wechselt mit Blaugrasgesellschaften und Felsvegetation ab, während am unteren Rand der Aufnahmeflächen einige größere Latschengebüsche zu finden sind.



Abbildung 2: GLORIA-Gipfel Speikgupf (SPE) mit Hochzinödl im Hintergrund; Foto: M. Suen

Unterlugauer (ULU)

Südlich der Lugauerplan am Südwest-Grat des Lugauer-Gipfelaufbaus, wurde der dritte und niedrigste (1.838 m) GLORIA-Gipfel eingerichtet. Auch hier teilt eine Gratsituation das Untersuchungsgebiet in eine steilere und schuttige Seite Richtung Radmer (SO) und eine flachere rasige Seite Richtung Lugauerplan (NW). Der Unterlugauer befindet sich an der oberen Baumgrenze und kann somit der subalpinen Zone zugeordnet werden. Neben alpinen Rasen, Fels- und Schuttvegetation, ist hier deutlich die Nähe des Bergwaldes zu sehen, verdeutlicht durch einen starken Latschenbestand auf der steilen und bereits herannahenden Baumarten der höheren Lagen auf der flacheren Seite.



Abbildung 3: GLORIA-Gipfel Unterlugauer (ULU); Foto: M. Suen

Die Monitoring-Zyklen

Ersterhebung

Im Jahr 2009 wurde die Erstkartierung im Nationalpark Gesäuse organisiert. Zunächst von Martin Klipp als Dissertationsprojekt zusammen mit der wissenschaftlichen Abteilung des Nationalparks initialisiert, suchte dieser drei geeignete Gipfel (Beispiel Abbildung 4) noch im Frühjahr aus, welche im Sommer 2009 eingerichtet und erhoben wurden. Das fünfköpfige Team der KartiererInnen bestand damals aus Andrea Lamprecht, Klaus Steinbauer, Martin Klipp, Michael Suen und Thomas Gassner. Mehr Infos zur Erstkartierung in Klipp M. 2010.

Zweite Erhebung (erste Wiederholungskartierung)

2015 bzw. sechs Jahre später wurde die erste Wiederholung des Gesäuse-Gebietes durchgeführt - zeitgleich zur zweiten Wiederholungsreihe der bereits seit 2001 etablierten europäischen GLORIA *Target-regions*.

Dem Autor wurde die Organisation und Leitung des Projekts anvertraut und zusammen mit Daniel



Abbildung 5: Der Autor, Michael Suen, bei einer Datenerhebung neben einem Pointing-Rahmen; Foto: D. Paternoster

Dritte Erhebung (zweite Wiederholungskartierung)

Nach weiteren sieben Jahren und diesmal dem Standard-Intervall des GLORIA-Monitorings folgend, fand im Sommer 2022 die dritte Erhebung der GLORIA-Gipfel im Nationalpark Gesäuse statt. Nach den Vorbereitungen im Frühjahr zusammen mit Alexander Maringer (Fachbereichsleiter Naturschutz und Forschung NP Gesäuse) und Barbara Bock (Fachassistentin Naturschutz und Forschung NP Gesäuse), konnte der Autor zusammen mit Angelika Till, Julian Pleyer, Nikolas Türk und Moritz Fallgatter im Sommer 2022 erneut die drei GLORIA-Gipfel einrichten und erheben. Unterstützend an den ersten drei Erhebungstagen war Valerie Christ mit dabei, welche zu der Zeit ein Praktikum im Nationalpark absolvierte.

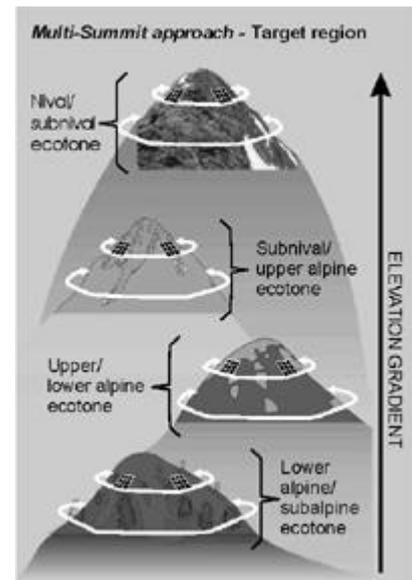


Abbildung 4: Grafik zur Gipfelverteilung in einem GLORIA-Untersuchungsgebiet; Grafik: www.GLORIA.ac.at

Kreiner (damaliger Leiter der wissenschaftlichen Abteilung Nationalpark Gesäuse) wurden im Frühjahr 2015 die Vorbereitungen für das Folgeprojekt getroffen. Die Wiedereinrichtung der drei Untersuchungsgipfel und deren Erhebung erfolgten schließlich wieder im Sommer. Das Kartiererteam von 2015 setzte sich aus Andreas Berger, Christian Gilli, David Paternoster, Simon Stifter und Michael Suen zusammen.

Methode

Einrichten

Die drei Untersuchungsgipfel werden nach einem streng vorgegebenen Protokoll sorgfältig ausgewählt und eingerichtet (siehe Abbildung 4 und 6): Es werden je eine Linie fünf und zehn Höhenmeter unterhalb des höchsten Geländepunktes um den gesamten Gipfel geführt. Die den vier Haupthimmelsrichtungen zugewandten Flächen werden durch Linien in Richtung SO, SW, NW und NO abgegrenzt. Daraus resultieren acht größere Flächen, die sogenannten *Summit-area-sections* (SAS), pro GLORIA-Gipfel.

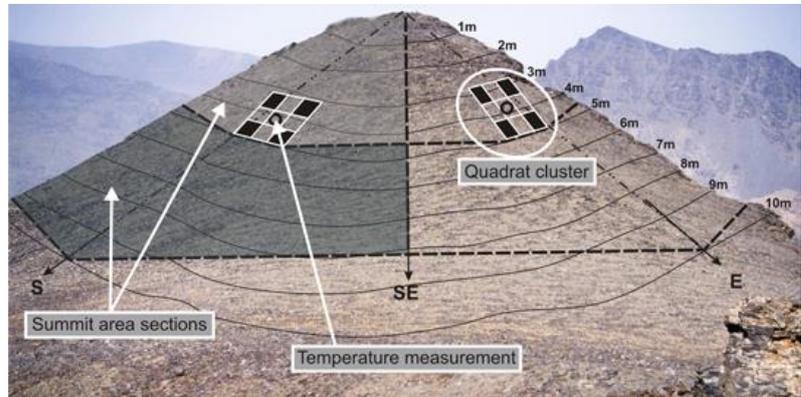


Abbildung 6: Einrichtungsschema eines GLORIA-Gipfels; Grafik: www.GLORIA.ac.at

Des Weiteren werden in jeder Haupthimmelsrichtung direkt oberhalb der 5 Höhenmeterlinie *Quadrat-cluster*³ installiert, von denen die vier 1 m² großen Eck-Quadrate erhoben werden (= 16 Einzel-Quadrate pro GLORIA-Gipfel).

Erheben

Für die *Summit-area-sections* (SAS) wird eine komplette Artenliste und eine grobe verbale Abundanz-Schätzung der Arten erstellt, während in den einzelnen Quadratmeterflächen jede Pflanzenart mit einer Prozentschätzung ihrer Deckung erhoben wird. Zusätzlich wird mittels eines *Pointings*⁴ die statistische Wahrscheinlichkeit der Arten in den Quadratmeterflächen ermittelt (optional kann zusätzlich auch eine Frequenzanalyse durchgeführt werden, welche im Jahr 2009 noch anstatt des *Pointings* durchgeführt wurde).



Abbildung 7: E3x3m-Cluster im Osten vom Speikgupf (SPE) mit Kartiererin V. Christ; Foto: M. Suen

³ *Quadrat-cluster*: neun Quadratmeter-Raster (3x3 m) und vier Eckquadrate mit exakter Erhebungs-Methodik

⁴ *Pointing*: hundert Punkte werden innerhalb einer Ein-Quadratmeter-Fläche mit einer Stricknadel anvisiert und die Treffer (Pflanzenarten oder Oberflächentyp) notiert

Daten

Die erhobenen Daten der Erhebungen wurden 2009 und 2015 via Eingabetools, die das GLORIA Koordinations-Team bereitstellte, in die GLORIA-Datenbanken eingegeben. 2022 wurden die Daten bereits über die online Schnittstelle der GLORIA-Webpage digitalisiert.

Tabelle 2 im Anhang präsentiert alle erhobenen Arten von Gefäßpflanzen der Projekte 2009, 2015 und 2022. Einen kleinen Überblick über die Gesamt-Artenzahlen der einzelnen Gipfel und des Gebietes nach Erhebungsintervallen bietet Tabelle 1.

Für die Erstellung der Tabellen wurden die Daten der drei Erhebungsjahre 2009, 2015 und 2022 vom Autor mehrmals auf Fehler kontrolliert, von offensichtlich unlogischen Einträgen bereinigt und die Dateneingaben kritisch beurteilt.

Fotodokumentation

Parallel zur Erhebung der Daten werden alle Schnittpunkte, Cluster und Quadrate abfotografiert. Einerseits gewährleistet dies ein Wiederfinden der Flächen und erleichtert das Einrichten der Gipfel, andererseits können die Einzel-Quadrate somit auch optisch verglichen und auf Veränderungen untersucht werden. Während von den Eck- und Schnittpunkten der großen Flächen und der Cluster Übersichtsfotos erstellt werden, verlangt die Methodik bei den Einzel-Quadraten ein genaues Foto senkrecht über der Fläche aufzunehmen. Alle Fotos beinhalten eine Abbildung einer Tafel mit relevanten Daten zur Aufnahme (Datum, Gebiet, Fläche oder Punkt, Richtungspfeil).



Abbildung 8: Fotodokumentation eines Punktes mittels Schreiftafel und Stock. In diesem Fall der Punkt SPE_5m-NE (Schnittpunkt der Nordost-Grenzlinie und der 5 Meter Höhenlinie am Speikgupf) mit Kartierer N. Türk; Foto: M. Suen

Ergebnisse und Beobachtungen

Wie in Tabelle 1 veranschaulicht wird, wurde 2022 (wie 2015 zu 2009) die Gesamtartenzahl im Vergleich zu 2015 ein wenig angehoben, während sich die Artenzahlen der GLORIA-Gipfel, mit Ausnahme der Gsuachmauer, verringerten. Die Artenzahlen der Gipfel verringerten sich bereits von 2009 auf 2015, womit eine fortschreitende Ausdifferenzierung der drei GLORIA-Gipfel in Bezug auf deren Artenkomposition weiterhin angenommen werden kann. Das heißt, während die Artenvielfalt auf allen drei Gipfeln zusammen leicht ansteigt, wird der Unterschied der Gipfel zueinander größer. Welche Effekte die Zunahme der Gesamtartenzahl und die zunehmende Eigenständigkeit der einzelnen Gipfel bewirken, kann zu diesem Zeitpunkt nicht beantwortet werden. Diverse Publikationen des GLORIA-Netzwerks zeigen aber, dass Artenzunahmen im mitteleuropäischen Hochgebirge durch die Klimaerwärmung begünstigt werden (Steinbauer, M.J. et al., 2018), während in der Mediterraneis durch zunehmende Trockenheit bereits abnehmende Artenzahlen in den *Target-regions* zu beobachten sind.

Tabelle 2 im Anhang zeigt auch, dass der GLORIA-Gipfel Gsuachmauer in Bezug auf die Artenkomposition eine gewisse Nähe zu den beiden anderen Gipfeln Speikgupf und Unterlugauer aufweist, während die beiden letzteren sich in dieser Hinsicht mehr unterscheiden. Tendenziell sind sich Gsuachmauer und Speikgupf am ähnlichsten. Diese Beobachtungen sind insofern interessant, da es sich bei der Gsuachmauer um den höheren der drei Gipfel handelt und es nicht zu erwarten war, dass dieser zu den beiden anderen vermittelt. Daraus kann abgeleitet werden, dass viele Faktoren (Exposition zu Sonne, Wind und Niederschlag, Bodenchemismus und geologisches Relief, Gipfelform) im Spiel sind und nicht allein die Höhe über Normalnull das Artenvorkommen beeinflusst (Winkler, M., 2016).

Grundlegende und pauschale Aussagen über Veränderungen von Artenzahlen und -abundanz auf den GLORIA-Gipfeln können langfristige statistische Auswertungen gewährleisten, z.B. nehmen die Deckungswerte der an Kälte angepassten Arten welche in großer Höhe wachsen bereits drastisch ab (Steinbauer, K., 2020).

Tabelle 1: Artenanzahl der einzelnen GLORIA-Gipfel und des gesamten Gebietes nach Erhebungsjahr

Gipfel	<i>Gsuachmauer</i>	<i>Speikgupf</i>	<i>Unterlugauer</i>	Gesamt
2009	153	108	129	181
2015	146	107	127	186
2022	148	103	121	188

Wie unterschiedlich sich Flächen über die Monitoring-Intervalle verändern, soll die Bilderreihe von Abbildung 9 zeigen: Die Fotos zeigen von oben nach unten jeweils dasselbe Quadrat in den unterschiedlichen Erhebungsjahren 2009, 2015 und 2022. Die linke Reihe zeigt das Quadrat E31 am Speikgupf und die rechte das Quadrat E33 am Unterlugauer. Die beiden Quadrate entwickelten sich im Laufe der letzten 14 Jahre komplett unterschiedlich. Während sich SPE-E31 (links) in Artenzahl und Abundanz kaum veränderte, hat sich die Latsche in ULU-33 (rechts) von ca. 15 % Quadratdeckung auf über 75 % ausgebreitet. Dies wirkt sich natürlich auch auf die Vegetation darunter aus und es konnte eine Abnahme der Artenzahl im Quadrat festgestellt werden. Das

Quadrat E33 soll hier auch als Beispiel für die starke Flächenzunahme (besonders der letzten sieben Jahre) der Latsche an der Südseite des Unterlugauers (ULU), an welcher sich die Ost- und Westflächen dieses GLORIA-Gipfels befinden, stehen.



Abbildung 9: Vergleich zweier Quadrate mit einerseits wenig und andererseits starker Veränderung über die drei Erhebungszyklen 2009, 2015, 2022 | Quadrat E31 am Speikgupf (SPE) links; Quadrat E33 am Unterlugauer (ULU) rechts; Fotos: M. Suen

Die Bilderreihe von Abbildung 10 hingegen soll zwei unterschiedliche Quadratflächen mit leichter Veränderung der Vegetation am selben Gipfel in entgegengesetzten Expositionen zeigen. Die Fotos Links mit Quadrat S33 der Gsuachmauer (GSU) zeigen eine schwache Zunahme der Vegetation über die Erhebungsjahre und es kann zusätzlich eine Überwachung der Steine und deren Bewegung beobachtet werden. Eine ähnliche Zunahme der Vegetationsdeckung ist bei der rechten Fotoreihe am Quadrat N11 der Gsuachmauer (GSU) zu erkennen, allerdings ist hier keine Überwachung des Gesteins sondern eine Verdrängung von anderen Pflanzenarten festzustellen. Es kann beobachtet

werden, wie eine typisch alpine Vegetation mit *Carex firma* (Polstersegge) und *Dryas octopetala* (Silberwurz), welche am Bild aus 2009 noch die ganze obere Quadrathälfte einnahm, von einer eher subalpinen Rasengesellschaft mit *Carex sempervirens* (Horstsegge) und *Sesleria caerulea* (Kalk-Blaugras) verdrängt wird.



Abbildung 10: Vergleich zweier Quadrate mit unterschiedlicher Veränderung über die drei Erhebungszyklen 2009, 2015, 2022 | Quadrat S33 der Gsuachmauer (GSU) links; Quadrat N11 der Gsuachmauer (GSU) rechts; Fotos: M. Suen

Beide Beispiele zeigen also eine Begünstigung für die Vegetation generell oder für Pflanzen tieferer Höhenlagen und dies kann auf eine Zunahme der Durchschnittstemperatur der letzten Jahre zurückzuführen sein bzw. aufzeigen.

Abschließend darf an dieser Stelle noch erwähnt werden, dass die seltene *Draba sauteri* (Sauters Felsenblümchen, Endemit der nordöstlichen Kalkalpen) auch im Zuge der dritten Erhebung der GLORIA-Gipfel wiedergefunden werden konnte. Es ist sehr erfreulich, dass diese winzige Population

von *Draba sauteri*, welche 2009 das erste Mal entdeckt wurde und bis dato auch den einzigen Fundort im Nationalpark Gesäuse darstellt, bisher überdauern konnte, denn sie ist vermutlich eine der durch den Klimawandel betroffenen Arten.



Abbildung 11: *Draba sauteri* (Sauter-Felsenblümchen); Foto: M. Suen

Danksagung

Großer Dank gebührt dem großartigen Kartierteam: Angelika Till, Julian Pleyer, Nikolas Türk und Moritz Fallgatter.

Vielen Dank auch an das ganze Team des Nationalpark Gesäuse: vor allem an Barbara Bock, Alexander Maringer, Valerie Christ, Gudrun Bruckner und Reinhard Thaller.

Herzlichen Dank an Emma Shih Mendez für die Unterstützung an den ersten beiden Tagen.

Danke an das Team der Hesshütte, allen voran Kazimiera Kozik-Aigner und Leopold Aigner.

Vielen lieben Dank an Eduard Edlinger und Partnerin für die Haselkaralm.

Adresse und Kontakt des Autors

BSc. Suen Michael
Satzberggasse 19/6
1140 Wien

michael.suen@outlook.com

Webpages

www.gloria.ac.at

www.nationalpark-gesaeuse.at

Literatur

Pauli, H.; Gottfried, M.; Lamprecht, A.; Niessner, S.; Rumpf, S.; Winkler, M.; Steinbauer, K. and Grabherr, G., coordinating authors and editors (2015). The GLORIA field-manual –standard Multi-Summit approach, supplementary methods and extra approaches. 5th edition. GLORIA-Coordination, Austrian Academy of Sciences & University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna.

Klipp, M. (2010). GLORIA – Der Weg der Pflanzen in den Himmel in Kreiner, D.; Zechner, L. (2010). In höheren Lagen, Schriften des Nationalparks Gesäuse, Weng

Steinbauer, M.J., Grytnes, J.A., Jurasinski, G. *et al.* (2018). Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. *Nature* **556**, 231–234

Winkler, M., Lamprecht, A., Steinbauer, K., Hülber, K., Theurillat, J.-P., Breiner, F., Choler, P., Ertl, S., Gutiérrez Girón, A., Rossi, G., Vittoz, P., Akhalkatsi, M., Bay, C., Benito Alonso, J.-L., Bergström, T., Carranza, M.L., Corcket, E., Dick, J., Erschbamer, B., Fernández Calzado, R., Fosaa, A.M., Gavilán, R.G., Ghosn, D., Gigauri, K., Huber, D., Kanka, R., Kazakis, G., Klipp, M., Kollar, J., Kudernatsch, T., Larsson, P., Mallaun, M., Michelsen, O., Moiseev, P., Moiseev, D., Molau, U., Molero Mesa, J., Morra di Cella, U., Nagy, L., Petey, M., Puşcaş, M., Rixen, C., Stanisci, A., Suen, M., Syverhuset, A.O., Tomaselli, M., Unterluggauer, P., Ursu, T., Villar, L., Gottfried, M. and Pauli, H. (2016). The rich sides of mountain summits – a pan-European view on aspect preferences of alpine plants. *J. Biogeogr.*, 43: 2261-2273.

Steinbauer, K., Lamprecht, A., Semenchuk, P. *et al.* (2020). Dieback and expansions: species-specific responses during 20 years of amplified warming in the high Alps. *Alp Botany* **130**, 1–11

Fischer, M. A.; Oswald, K.; Adler W. (2008). Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. – 3. Aufl. – Linz: Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterr. Landesmuseen

Anhang

Tabelle 2: Gesamtartenliste aller drei Monitoringzyklen; links unterteilt nach Erhebungen und rechts nach GLORIA-Gipfel; gelb hinterlegte Arten kommen in allen Erhebungen auf allen drei Gipfeln vor, rot geschriebene Arten wurden bisher nur einem Jahr gefunden; Arten-Nomenklatur nach der Exkursionsflora von Österreich... (Fischer, M. A. et al., 2008)

2009			2015			2022			<-- nach Zyklus / nach Gipfeln -->	GSU			SPE			ULU		
GSU	SPE	ULU	GSU	SPE	ULU	GSU	SPE	ULU	Arten	2009	2015	2022	2009	2015	2022	2009	2015	2022
x	x	x		x				x	Acer pseudoplatanus	x			x	x		x		x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Achillea clavennae	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x			x			x			Achillea clusiana	x	x	x						
x		x	x	x	x	x	x	x	Aconitum napellus	x	x	x		x	x	x	x	x
x			x			x			Adenostyles alliariae	x	x	x						
x			x			x			Adenostyles alpina	x	x	x						
x	x	x	x	x		x	x	x	Agrostis alpina	x	x	x	x	x	x	x		x
	x		x	x	x	x	x	x	Agrostis rupestris		x	x	x	x	x		x	x
		x			x			x	Ajuga pyramidalis								x	x
x		x	x		x			x	Alchemilla anisiaca	x	x						x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Alchemilla vulgaris agg.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x			x			x			Allium schoenoprasum var. alpinum	x	x	x						
x	x		x	x		x	x		Androsace chamaejasme	x	x	x	x	x	x			
x	x	x	x	x		x	x		Anemonastrum narcissiflorum	x	x	x	x	x	x	x		
x	x	x	x	x	x	x	x		Anthoxanthum alpinum	x	x	x	x	x	x	x	x	
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Anthyllis vulneraria subsp. alpestris	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x			x			x			Arabis alpina	x	x	x						
x		x	x		x	x		x	Arabis stellulata	x	x	x					x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Arctostaphylos alpinus	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x		x	x		x	x		Arenaria ciliata	x	x	x	x	x	x			
x		x	x		x	x		x	Asplenium ruta-muraria	x	x	x					x	x
x		x	x		x	x		x	Asplenium viride	x	x	x					x	x
				x	x		x		Avenella flexuosa					x	x			x
	x		x	x		x	x	x	Avenula versicolor		x	x	x	x	x			x
								x	Athyrium distentifolium									x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Bartsia alpina	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Bellidiastrum michelii	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x		x		x		x			Botrychium lunaria	x		x		x			x	
		x			x			x	Campanula cochlearifolia								x	x
x	x		x			x			Campanula pulla	x	x	x	x					
								x	Campanula rotundifolia agg.									x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Campanula scheuchzeri	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x		x	x		x	x		x	Carduus defloratus subsp. defloratus	x	x	x					x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Carex atrata	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Carex capillaris	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x			x			Carex ferruginea	x	x	x	x				x	
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Carex firma	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x		x	x		x				Carex fuliginosa	x	x						x	x
x									Carex parviflora	x								
					x			x	Carex ornithopoda									x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Carex sempervirens	x	x	x	x	x	x	x	x	x

2009			2015			2022			<-- nach Zyklus / nach Gipfeln -->	GSU			SPE			ULU			
GSU	SPE	ULU	GSU	SPE	ULU	GSU	SPE	ULU	Arten	2009	2015	2022	2009	2015	2022	2009	2015	2022	
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Cerastium arvense subsp. strictum	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
							x		Cerastium latifolium						x				
x	x		x	x	x	x	x		Chamorchis alpina	x	x	x	x	x	x			x	
		x			x			x	Clinopodium alpinum								x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x		Coeloglossum viride	x	x	x	x	x	x	x	x		
x			x			x			Cortusa matthioli	x	x	x							
x				x		x	x		Crepis aurea	x		x		x	x				
	x			x			x		Crepis jacquinii subsp. jacquinii				x	x	x				
	x			x			x		Crepis terglouensis				x	x	x				
x		x	x			x		x	Cystopteris alpina	x	x	x				x		x	
x		x	x		x	x			Cystopteris fragilis	x	x	x				x	x		
					x				Daphne mezereum									x	
x	x		x		x	x		x	Deschampsia cespitosa	x	x	x	x					x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Dianthus alpinus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x				x			x	Draba aizoides				x					x	x
	x			x			x		Draba sauteri				x	x	x				
x		x	x		x	x		x	Draba stellata	x	x	x				x	x	x	
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Dryas octopetala	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		x			x			x	Dryopteris filix-mas								x	x	x
x			x			x			Dryopteris villarii	x	x	x							
x	x		x	x		x	x		Empetrum hermaphroditum	x	x	x	x	x	x				
		x						x	Epipactis atrorubens								x		x
		x			x			x	Erica herbacea								x	x	x
		x			x			x	Erigeron glabratus								x	x	x
x	x	x			x	x	x	x	Euphrasia minima	x		x	x		x	x	x	x	x
x			x	x		x			Euphrasia picta	x	x	x		x					
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Euphrasia salisburgensis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x		x			x				Festuca alpina	x							x	x	
x	x	x	x			x			Festuca norica	x	x	x	x				x		
x	x	x	x	x	x	x	x		Festuca pumila	x	x	x	x	x	x	x	x		
x		x	x	x		x	x	x	Festuca rupicaprina	x	x	x		x	x	x			x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Festuca versicolor subsp. brachystachys	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Galium anisophyllum	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Galium noricum	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x					x		x	Gentiana bavarica	x		x	x						x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Gentiana clusii	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x			x	x		x			Gentiana nivalis	x	x	x		x					
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Gentiana orbicularis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x		x	x			Gentiana pannonica	x	x	x	x				x	x	
x	x		x			x	x	x	Gentiana pumila	x	x	x	x			x			x
				x			x		Gentiana punctata							x	x		

2009			2015			2022			<-- nach Zyklus / nach Gipfeln -->	GSU			SPE			ULU		
GSU	SPE	ULU	GSU	SPE	ULU	GSU	SPE	ULU	Arten	2009	2015	2022	2009	2015	2022	2009	2015	2022
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Gentiana verna	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Gentianella germanica	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x	x				x	x		Gymnadenia conopsea			x	x		x	x		
					x				Gymnadenia odoratissima									x
		x			x			x	Gymnocarpium robertianum								x	x
x	x		x	x		x	x		Hedysarum hedysaroides	x	x	x	x	x	x			
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Helianthemum alpestre	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x			Helianthemum numm. subsp. glabrum	x	x	x	x	x			x	x
x	x	x	x		x	x		x	Helictotrichon parlatorei	x	x	x	x				x	x
x	x	x	x	x	x	x		x	Heliosperma alpestre	x	x	x	x	x			x	x
x		x	x	x	x	x		x	Heliosperma pusillum	x	x	x		x			x	x
x		x	x		x	x		x	Heracleum austriacum subsp. austriacum	x	x	x					x	x
					x			x	Hieracium alpinum									x
		x			x				Hieracium murorum								x	x
x		x			x			x	Hieracium pilosum	x							x	x
		x			x			x	Hieracium valdepilosum								x	x
x		x	x			x		x	Hieracium villosum	x	x	x					x	
x	x	x			x	x		x	Homogyne alpina	x				x	x	x	x	x
x		x	x	x	x	x	x	x	Homogyne discolor	x	x	x		x	x	x	x	x
x			x			x			Hornungia alpina subsp. alpina	x	x	x						
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Huperzia selago	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x		x	x		x	x		x	Juncus monanthos	x	x	x					x	x
		x			x				Juniperus communis subsp. nana								x	x
x	x		x	x		x	x		Kobresia simpliciuscula	x	x	x	x	x	x			
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Larix decidua	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x		x	x		x	x		Leontodon hispidus	x	x	x	x	x	x			
x		x	x		x	x		x	Leucanthemum atratum	x	x	x					x	x
		x			x				Linaria alpina								x	x
		x			x			x	Linum catharticum								x	x
x									Linum alpinum	x								
x	x		x	x		x	x		Loiseleuria procumbens	x	x	x	x	x	x			
x	x	x	x		x	x		x	Lotus corniculatus var. alpicola	x	x	x	x				x	x
x	x	x	x	x		x	x		Luzula alpina	x	x	x	x	x	x	x		
x	x	x	x	x		x	x		Luzula glabrata	x	x	x	x	x	x	x		
			x	x	x				Luzula multiflora		x			x				x
				x			x		Lycopodium annotinum					x	x			
x			x			x			Meum athamanticum	x	x	x						
		x			x			x	Minuartia austriaca								x	x
x			x			x			Minuartia cherlerioides	x	x	x						
x	x		x	x		x	x	x	Minuartia gerardii	x	x	x	x	x	x			x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Minuartia sedoides	x	x	x	x	x	x	x	x	x

2009			2015			2022			<-- nach Zyklus / nach Gipfeln -->	GSU			SPE			ULU		
GSU	SPE	ULU	GSU	SPE	ULU	GSU	SPE	ULU	Arten	2009	2015	2022	2009	2015	2022	2009	2015	2022
					x				<i>Moneses uniflora</i>								x	
x			x			x			<i>Mutellina adonidifolia</i>	x	x	x						
x			x			x			<i>Myosotis alpestris</i>	x	x	x						
	x	x		x	x	x	x	x	<i>Nigritella nigra</i> agg.			x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x		x	<i>Noccaea crantzii</i>	x	x	x	x	x			x	x
x	x		x	x			x		<i>Oxytropis jacquinii</i>	x	x		x	x	x			
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Parnassia palustris</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x		x	x		x	x	x	<i>Pedicularis rosea</i>	x	x	x	x	x	x			x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Pedicularis rost. subsp. rostratocapitata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Pedicularis verticillata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Persicaria vivipara</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		x			x			x	<i>Phleum hirsutum</i>								x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Phyteuma orbiculare</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Picea abies</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
					x				<i>Pimpinella major</i>									x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Pinguicula alpina</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		x						x	<i>Pinus cembra</i>								x	x
	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Pinus mugo</i>		x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Poa alpina</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
					x			x	<i>Polygala amara</i>									x
x		x	x		x	x		x	<i>Polystichum lonchitis</i>	x	x	x					x	x
		x	x	x	x	x		x	<i>Potentilla aurea</i>		x	x		x			x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Potentilla clusiana</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Potentilla crantzii</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x		x			x	x		x	<i>Primula auricula</i>	x		x					x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Primula clusiana</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x			x		x	x		<i>Pseudorchis albida</i>	x		x	x	x	x			
x	x	x		x	x	x	x	x	<i>Pulsatilla alpina</i>	x		x	x	x	x	x	x	x
	x	x		x			x		<i>Pyrola minor</i>				x	x	x	x		
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Ranunculus alpestris</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x		x			x			x	<i>Ranunculus hybridus</i>	x							x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Ranunculus montanus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x			x			x			<i>Rhodiola rosea</i>	x	x	x						
							x		<i>Rhododendron ferrugineum</i>						x			
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Rhododendron hirsutum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x			x			x	x	<i>Rhododendron x intermedium</i>				x	x	x			x
x		x	x		x	x			<i>Rhodothamnus chamaecistus</i>	x	x	x					x	x
x			x			x			<i>Rumex alpestris</i>	x	x	x						
						x	x		<i>Sagina saginoides</i>			x			x			
x	x	x	x	x	x	x	x	x	<i>Salix alpina</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x			x			x			<i>Salix reticulata</i>	x	x	x						

2009			2015			2022			<-- nach Zyklus / nach Gipfeln -->	GSU			SPE			ULU		
GSU	SPE	ULU	GSU	SPE	ULU	GSU	SPE	ULU	Arten	2009	2015	2022	2009	2015	2022	2009	2015	2022
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Salix retusa	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x		x			x			Salix waldsteiniana	x	x	x	x					
		x			x			x	Sambucus racemosa							x	x	x
x	x		x	x		x	x		Saussurea pygmaea	x	x	x	x	x	x			
x	x	x	x	x		x	x		Saxifraga aizoides	x	x	x	x	x	x	x		
x	x		x			x			Saxifraga androsacea	x	x	x	x					
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Saxifraga caesia	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x			x			x			Saxifraga moschata	x	x	x						
x	x	x	x		x	x		x	Saxifraga paniculata	x	x	x	x			x	x	x
x			x						Saxifraga sedoides	x	x							
x			x			x			Saxifraga stellaris	x	x	x						
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Scabiosa lucida	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x		x	x		x	x			Sedum atratum	x	x	x				x	x	
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Selaginella selaginoides	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		x			x			x	Senecio abrotanifolius							x	x	x
x			x			x			Senecio subalpinus	x	x	x						
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Sesleria albicans	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Silene acaulis subsp. acaulis	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x		x	x	x	Soldanella alpina	x	x	x	x	x	x	x		x
x						x			Soldanella austriaca	x		x						
x		x	x		x	x		x	Thesium alpinum	x	x	x				x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Thymus praecox subsp. polytrichus	x	x	x	x	x	x	x	x	x
								x	Thymus pulegioides									x
x	x	x	x		x	x	x	x	Tofieldia calyculata	x	x	x	x		x	x	x	x
x		x	x			x	x	x	Tofieldia pusilla	x	x	x			x	x		x
		x			x			x	Trisetum alpestre							x	x	x
			x			x			Trollius europaeus		x	x						
x	x		x	x	x	x	x	x	Vaccinium gaultherioides	x	x	x	x	x	x			x
x	x	x		x	x	x	x	x	Vaccinium myrtillus	x		x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Vaccinium vitis-idaea	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x		x	x		Valeriana celtica subsp. norica	x	x	x	x	x	x	x		
			x		x	x		x	Valeriana montana		x	x					x	x
x		x	x	x	x	x	x	x	Valeriana saxatilis	x	x	x		x	x	x	x	x
								x	Veratrum album									x
								x	Veronica alpina			x						
x	x	x	x	x	x	x	x	x	Veronica aphylla	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x		x		x	x			Viola biflora	x	x	x	x				x	