

Journal Europäischer Orchideen

Vol. 52 Heft 2-4 Dezember 2020

Mitteilungsblatt des AHO Baden-Württemberg



Abbildung Titelseite: *Nigritella rhellicani*, vermutlich homozygote Mutante, rötlichweiß, *lusus. variegata*, Puflatsch, Südtirol, Italien, 15.7.2011 (Richard Lorenz).



Richard Lorenz, Mikael Hedrén, Roman T. Kellenberger, Johann Madl und Philipp M. Schlüter

Die bunten Brunellen vom Puflatsch in Südtirol – ein bedrohtes Naturwunder

In Erinnerung an den Alt-Landeshauptmann Silvius Magnago (1914-2010), der sich sehr für den Naturschutz in Südtirol eingesetzt hat und in dessen Amtszeit das erste regionale Naturschutzgesetz Italiens erlassen wurde.

Keywords

Orchidaceae; Gymnadenia conopsea subsp. *alpina*, *Nigritella rhellicani*, *Gymnigritella* ×*suaveolens*; colour morphs; distribution, genetics, ecology, endangerment, conservation; Italy, South Tyrol, Seiser Alm, Puflatsch.

Summary

Lorenz, R., Hedrén, M., Kellenberger, R.T., Madl, J. & P.M. Schlüter (2020): The colourful Brunelles from Puflatsch in South Tyrol - an endangered natural wonder.- J. Eur. Orch. 52 (2-4): 249-278.

The *Nigritella rhellicani*-population on the Puflatsch (Seiser Alm, South Tyrol) is characterized by an extraordinary variance in flower colour from black-brown to red-whitish-red, reddish-yellow, yellow, reddish-white to white. The history of development and ecology of the Puflatsch since the end of the last Ice Age are presented using available sources. Research into the *Nigritella*-population of the Seiser Alm started at the end of the 19th century, and the colourful morphs aroused great interest from beginning on. The genetic basis for the floral colour polymorphism at Puflatsch is now well understood thanks to recent in-depth molecular analyses. It has also been shown that the polymorphism is maintained by divergent preferences among major groups of pollinators and a higher fitness of red plants heterozygous for the genes determining floral colour. The resulting high nature conservation value of the unique Puflatsch *Nigritella*-population requires protective measures to be taken soon in view of the current high risk from intensification of meadow management and increasing horse grazing. Proposals are made for area designation and the reduction of stressful forms of land use as well as adapted care regimes.

Zusammenfassung

Lorenz, R., Hedrén, M., Kellenberger, R.T., Madl, J. & P.M. Schlüter (2020): Die bunten Brunellen vom Puflatsch in Südtirol – ein bedrohtes Naturwunder.- J. Eur. Orch. 52 (2-4): 249-278.

Die *Nigritella rhellicani*-Population am Puflatsch (Seiser Alm, Südtirol) ist durch eine außergewöhnliche Varianz der Blütenfarbe von schwarzbraun über rot, weißlichrot, rötlichweiß bis weiß, selten rötlichgelb und gelb gekennzeichnet. Entwicklungsgeschichte und Ökologie des Puflatsch seit dem Ende der letzten Eiszeit werden anhand verfügbarer Quellen dargestellt. Die Erforschung der *Nigritella*-Population der Seiser Alm setzte mit dem ausgehenden 19. Jahrhundert ein, dabei erweckten die bunten Farbmorphen von Anbeginn an großes Interesse. Die genetische Basis für den floralen Farbpolymorphismus bei Puflatsch ist dank jüngster vertiefender molekularer Analysen inzwischen gut bekannt. Dabei konnte gezeigt werden, dass dieser Polymorphismus durch unterschiedliche Präferenzen für die hauptsächlichen Bestäubergruppen und durch eine höhere Fitness der rotblühenden Pflanzen, heterozygot für die die Blütenfarbe bestimmenden Gene, aufrechterhalten wird. Der damit begründete hohe naturschutzfachliche Wert der einzigartigen Puflatsch *Nigritella*-Population erfordert in Anbetracht aktuell starker Gefährdung durch Intensivierung der Wiesenwirtschaft und zunehmender Pferdebeweidung bald zu ergreifende Schutzmaßnahmen. Für Gebietsausweisungen und Reduzierung der belastenden Nutzungsformen sowie angepasste Pflegeregime werden Vorschläge unterbreitet.

Riassunto

Lorenz, R., Hedrén, M., Kellenberger, R.T., Madl, J. & P.M. Schlüter (2020): Le Nigritelle variopinte della Bullaccia in Alto Adige - una meraviglia naturale in pericolo.- J. Eur. Orch. 52 (2-4): 249-278.

La popolazione di *Nigritella rhellicani* sulla Bullaccia (Alpe di Siusi, Alto Adige) è caratterizzata da una straordinaria variabilità del colore dei fiori dal bruno-nero al rosso-biancastro, giallo-rossastro, giallo, bianco-rossastro fino al bianco. La storia dello sviluppo e dell'ecologia della Bullaccia dalla fine dell'ultima era glaciale viene presentata utilizzando le fonti disponibili. La ricerca sulla popolazione di *Nigritella* dell'Alpe di Siusi è iniziata alla fine dell'Ottocento e le forme coloratissime hanno suscitato fin dall'inizio grande interesse. La base genetica per il polimorfismo del colore floreale sulla Bullaccia è ora ben compresa grazie a recenti analisi molecolari approfondite. È stato anche dimostrato che il polimorfismo è mantenuto da preferenze divergenti tra i principali gruppi di impollinatori e una maggiore fitness delle piante rosse eterozigoti per i geni che determinano il colore floreale. L'elevato valore di conservazione della natura delle Nigritelle singolari della Bullaccia

richiede l'adozione rapida di misure protettive in considerazione dell'attuale alto rischio derivante dall'intensificazione nell'utilizzo dei prati e dall'aumento del pascolo dei cavalli. Vengono proposte la designazione delle aree e la riduzione delle attività di gestione gravose, nonché dei regimi assistenziali adeguati.

* * *

1. Einleitung

Nigritella rhellicani Teppner & E. Klein, eine diploide, subalpin-alpine, allogame Orchideenart mit einem dichten, kegelförmigen bis zylindrischen Blütenstand mit kleinen, meist schokoladenbraun bis schwarzpurpurn gefärbten Blüten, hat ihr Hauptvorkommen in den Zentral- und Westalpen, wird nach Osten spärlicher und fehlt in Niederösterreich, nach Süden strahlt sie bis in den Nordapennin und Nordgriechenland aus (BAUMANN et al. 2006: 134). Der optisch deutlich zur Umgebung kontrastierende Blütenstand sowie der starke, aromatisch würzig-blumige, nach einem Gemisch von Schokolade und Vanille riechende Duft der Art (KAISER 1993: 183) lockt eine Vielzahl von Insekten an; die Bestäubung erfolgt vorwiegend geitonogam durch Tag- und Nachtfalter (MÜLLER 1881, VÖTH 2000). Da dieselben Falter häufig Arten der Schwester-Gattung *Gymnadenia* besuchen und oft auch bestäuben, hybridisiert *Nigritella rhellicani* bei sympatrischen Vorkommen gerne mit *Gymnadenia conopsea* und *G. odoratissima* (HEDRÉN et al. 2018a). Nach aktueller Kenntnis ist sie die erste europäische Orchideenart, die im Zuge der Klimaerwärmung die 3.000 m-Linie überschritten hat (COSTA et al. 2017: 414-415).

In Südtirol ist *Nigritella rhellicani* in den Gebirgen oberhalb 1.800 m weit verbreitet und gelegentlich häufig (FLORAFUNASÜDTIROL 2020; LORENZ & LORENZ 1998: 181, Karte 42, sub *N. nigra*). Sie ist bekannt als Brunelle (Braunelle, Prunelle) im westlichen und zentralen Landesteil, als Nosnbliaterle im Pustertal, als Bluitschwitzerle im Ahrntal, ladinisch Sangon linëus, Sangon scur in Gröden; italienisch Vaniglia d'Alpe, u.a. Kohlröschen in Österreich.

2. Entdeckungsgeschichte und Erforschung der bunten Brunellen auf dem Pufletsch

Hellblütige bunte Farbmorphen der dunkelbraun-schwarzbraunen *Nigritella rhellicani* sind sehr selten (SOÓ 1933: 266), sie treten selbst in individuenreichen Populationen, wenn überhaupt, meist nur als Einzelexemplare auf wie z.B. im Bernina-Gebiet (Schweiz, REINHARD et al. 1991: 160-163). Kleinere bunte

Gruppen sind vom Monte Bondone (Trentino, PERAZZA 1992: 118-119) und gelbblühende bei Chandolin (Wallis, (BRÜTSCH 2000: 28) bekannt geworden. Eine große Ausnahme hingegen ist das *N. rhellicani*-Vorkommen am Puflatsch mit einem hohen Anteil an bunten Farbmorphen von rot über weißlichrot, rötlichweiß bis weiß, selten rötlichgelb und gelb am NW-Rand der Seiser Alm. Früheste Hinweise auf weiße und gelbe Blüten von *N. rhellicani* in der Schweiz und Österreich zitiert SCHULZE (1894: 43, 1-2), darunter auch weißblütige Exemplare in den Dolomiten, "Grassleiten ob. Tiers bei Bozen in Süd-Tirol".

Die Angaben von Wilhelm Pfaff (Bozen) in DALLA TORRE & SARNTHEIN (1906: 530, sub *Gymnadenia nigra*) und HEGI (1909: 366) zu Farbvarianten ("um Bozen in allen Farbentönen von weiß durch rosenrot bis schwarzpurpur") können nach heutiger Kenntnis über das Vorkommen von *Nigritella rhellicani* in Südtirol (LORENZ & LORENZ 1998: 181, Karte 42; PERAZZA & LORENZ 2013: 294.1; FLORAFUNASÜDTIROL 2020) mit großer Sicherheit der Population am Puflatsch zugeordnet werden.

Nach einem deutlichen Rückgang floristischer Aktivitäten in Südtirol nach dem Ersten Weltkrieg dauerte es sehr lange, bis verschiedene Autoren erstmals die bunte Vielfalt der Puflatsch-Farbmorphen von *N. rhellicani* auch in Farbfotos dokumentierten (damals noch unter *N. nigra*: UHLIG 1971a: 65-66; KOHLHAUPT 1976: 172, Abb. 293 a-e; DANESCH & DANESCH 1977: 133, Abb. 42a, c, d, non b). Früheste, unveröffentlichte Farbfotos liegen nach UHLIG (l.c., fot. Schwabe/Braunschweig, ca. 1960) im Archiv der Deutschen Orchideen Gesellschaft (DOG) vor; aus 1971 und später finden sich mehrere auch in der Dia-Sammlung von Josef Wanker/St.Ulrich, aufbewahrt im Naturmuseum Südtirol in Bozen (s.a. DEMETZ & WANKER 2004: 66-67, Fig. 95-96). Ein Dia von H.R. Reinhard mit einer weißlichroten Farbmorphe mit Schmetterling vom Puflatsch aus 1971 befindet sich in der digitalisierten Dia-Sammlung der ETH ZÜRICH (2020). Orchideenliebhaber und Spezialisten aus vielen Ländern Europas wurden durch die bunten Farbmorphen zum Puflatsch gelockt und bestätigen die Einzigartigkeit des Vorkommens (u.a. BAUMANN & KÜNKELE 1982: 180-181; BUTTLER 1986: 66-67; ALMERS et al. 1996: 53; KREUTZ 1996: 43-45; BRÜTSCH 2000: 22; GERBAUD & GERBAUD 2006, 2011; ZSCHUNKE 2009; FOELSCH 2012: 1; PERAZZA 2016: 101). Hierhin werden sogar geführte Reisen angeboten (JÖDICKE 2019).

Die Puflatsch-Brunellen weckten vielfaches Interesse für tiefergehende morphologische, chemische und molekulargenetische Untersuchungen. So legten die beiden Schweizer Orchideenforscher GÖLZ & REINHARD (1986: 41-43) erste eingehende morphometrische, statistisch abgesicherte Analysen der Farbmorphen des Puflatsch vor.



Abb. 1: Seiser Alm mit der Kuppe des Puflatsch im Mittelgrund, im Vordergrund *Nigritella miniata* am Grumser Bichl, Südtirol, 11.7.2013, fot. RL.



Abb. 2-3: Biotop mit *Gymnadenia conopsea* subsp. *alpina*, *Nigritella rhellicani*, Farbmorphe rötlichweiß, Puflatsch, Bereich II, KB 1, 14.7.2014, fot. RL.



Abb. 4-15: *Nigritella rhellicani*, Reihe der verschiedenen Farbmorphen mit Angabe der vermutlichen Zygotie (diese Pflanzen wurden nicht genotypisiert!), Puflatsch, aus den Jahren 2004 - 2014. Abb. 4-5: Homozygoter Wildtyp, dunkelbraun, schwarzbraun. Abb. 6-7: Heterozygote Mutante, rot (*lusus fulva*). Abb. 9-14: Homozygote Mutante, rötlichweiß, l. *variegata*; weiß, l. *alba*. Fot. RL. Abb. 15: sehr seltenes, rein gelbes Einzelindividuum mit anderer als bisher beschriebener Mutation (l. *flava*), 10.7.2018, fot. JM.

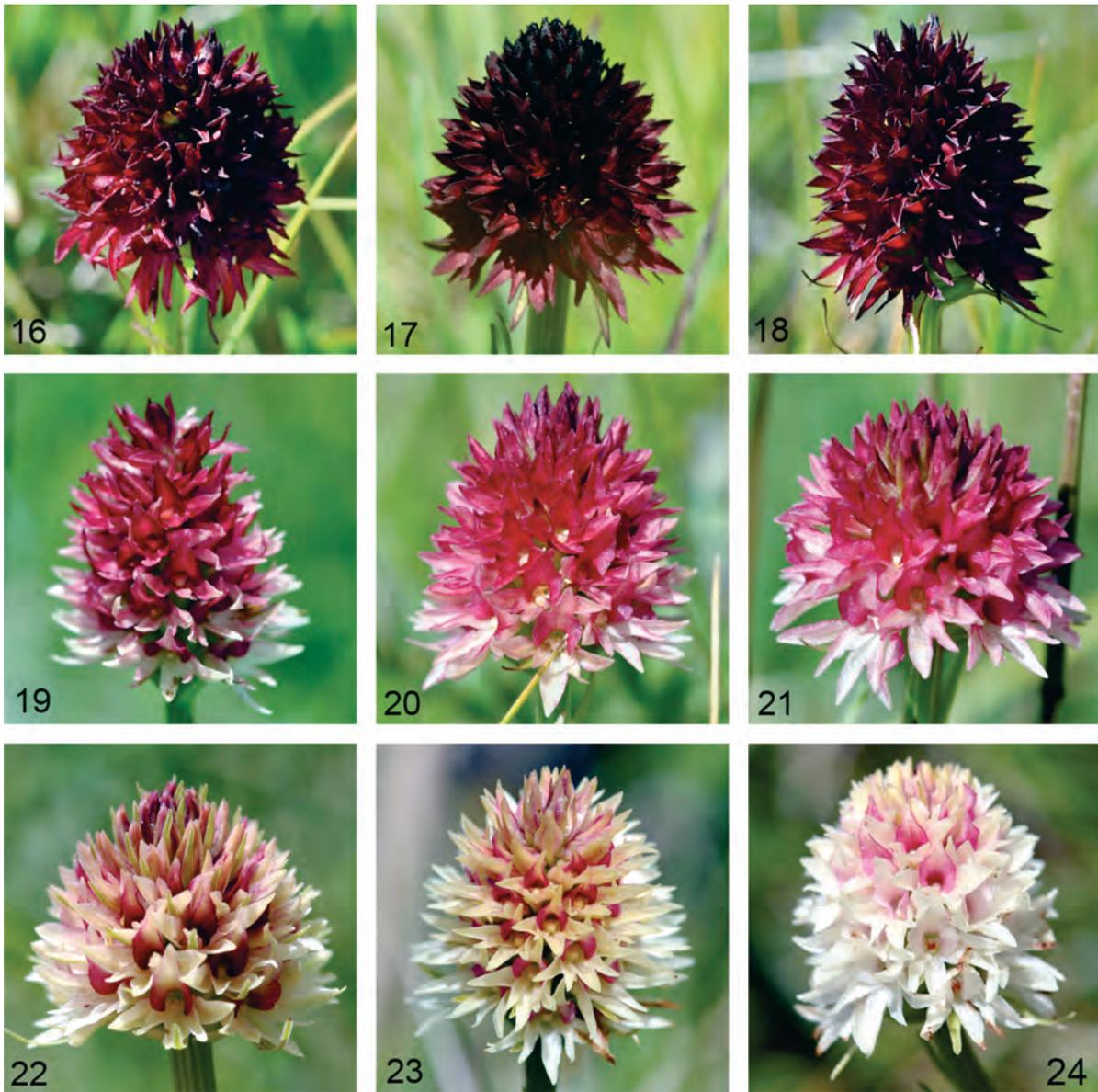


Abb. 16-24: *Nigritella rhellicani*, Reihe der verschiedenen Farbmorphen von genotypisierten Pflanzen. Puflatsch, 17.7.2014, fot. RTK.

Abb. 16-18: Homozygoter Wildtyp, dunkelbraun; Abb. 19-21: heterozygote Mutante, rot (-weißlichrot); Abb. 22-24: Homozygote Mutante, weiß (-rötlichweiß).

Die beiden Autoren konnten zeigen, dass diese keine Hybriden der schwarzbraunen *Nigritella rhellicani* (damals noch unter dem Namen *N. nigra*) mit der rotblühenden *N. miniata* (sub *N. rubra*) darstellen, sondern Farbvarianten von *N. rhellicani* sind. Sie bezeichneten sie als einen „aufsehenerregenden Exploit“ und wiesen damit klar auf die biologische Besonderheit der Puflatsch-Population hin. Ihre Ergebnisse konnten später sowohl in umfangreichen biometrischen Vergleichen (LORENZ & PERAZZA 2013: 90, 115 Abb. 26, 120 Abb. 30, 129 Abb. 48c-f) als auch durch molekulargenetische Arbeiten (HEDRÉN et al. 2018b: 17) bestätigt werden. Bei Untersuchungen der Farbstoffe von europäischen Orchideenarten zeigten

STRACK et al. (1989: 2136), dass sich die Anthocyan-Muster der Gattungen *Gymnadenia* und *Nigritella* deutlich unterscheiden. Nach KLEIN (1996: 60) ist bei den dunkelblütigen Arten wie *N. rhellicani* (diploid) der Aufbau hoher Konzentrationen von Cyanidinfarbstoffen durch anabole Enzyme für die schwarzbraune Farbe ursächlich, nicht die Bildung schwarzer Farbstoffe; geringfügige Schwankungen der Farbtiefe werden durch die Anwesenheit von katabolen Enzymen verursacht. Das Vorkommen von buntblütigen Spielarten (\pm weißlichrot, gelb, weiß und Zwischenformen, Abb. 3-15, 16-24) bei *N. rhellicani* ist vermutlich das Ergebnis einer funktionsbeeinträchtigenden Mutation in einem Anthocyanin-biosynthetischen Gen, in Folge derer die Biosynthese der Farbstoffe bereits auf Vorstufen unterbunden wird. Dieser Mechanismus dürfte bei der Puflatsch-Population von Bedeutung sein. Bei apomiktischen hellblütigen Arten wie *N. miniata* (tetraploid) führt hingegen ein unterschiedliches Verhältnis anaboler und kataboler Enzyme zu verstärktem Abbau der Farbstoffe (KLEIN l.c.).

Die chemisch-genetisch-biologischen Grundlagen der Ausbildung der Farbmorphen der *Nigritella rhellicani*-Population am Puflatsch wurden von Roman T. Kellenberger (Schweiz) im Rahmen seiner Dissertation in den Jahren 2014-2017 eingehend untersucht (KELLENBERGER 2018; KELLENBERGER et al. 2019). Die Untersuchungen fanden dabei insbesondere in den Kernbereichen 1 und 2 (s. Erläuterungen in Kap. 4 und Abb. 25) statt und erbrachten sehr aufschlussreiche Befunde:

- Der Fruchtansatz ist bei roten (\pm weißlichroten) Farbmorphen (Abb. 3, 6-7) höher als bei dunkelblütigen (Abb. 4-5), \pm rötlichweißen (Abb. 8-11) und rötlichgelben bis gelben (Abb. 12-15) Farbmorphen;
- hellbunte Farbmorphen werden mehrheitlich von Fliegen besucht, während sich für die dunkle Normalform eher Bienen interessieren;
- chemische Zusammensetzung und Menge der flüchtigen organischen Duftkomponenten (volatile organic compounds, VOC) unterscheiden sich nicht zwischen den Farbmorphen; die Anthocyanin-Konzentration ist in den roten (\pm weißlichroten) Farbmorphen um das 7,5-fache, in den weißen (\pm rötlichweißen) Farbmorphen um das 30-fache niedriger als in der schwarzbraunen Normalform; die zunächst normal einsetzende Anthocyanin-Synthese wird, genetisch gesteuert, auf unteren Reaktionsstufen unterbunden;
- die Population ist charakterisiert durch einen Einzelnukleotid-Polymorphismus (SNP) in einem genetischen Regulator der Anthocyanin-Biosynthese, mit drei geerbten und vererbaren genetischen Varianten, eine für die ursprüngliche dunkle, homozygote Farbmorphe, zwei in den Farbmorphen rötlich (heterozygot) und weiß (homozygot für nicht-funktionelle Allele).

Danach liegt hier eine Überdominanz, eine Form von balancierter Selektion vor, welche durch unterschiedliche Bestäuber-Präferenzen ausgelöst werden kann. Dadurch könnten nach erfolgter Bestäubung bunte heterozygote Individuen an einem für die Blütenfarbe zuständigen Genort (Locus) gegenüber dunkelfarbigem homozygoten Individuen bevorteilt sein, sodass eine genetische und phänotypische Variation in Mikroevolution verharren bleibt. Diese Mutation führt im homozygoten Zustand zu komplett weissen Tepalen und aufgehellter Lippe. Die Färbung der Lippe scheint jedoch noch von anderen Genen beeinflusst zu sein, und hat daher noch eine gewisse Streubreite innerhalb der Mutantengruppe. Die gelbe Grundfärbung hingegen hat eine komplett andere genetische Grundlage und wird durch diese Mutation höchstens indirekt beeinflusst. Eine rein gelbe Pflanze (Abb. 15) ist völlig ohne rote Anthocyanfarbstoffe, was darauf hindeutet, dass eine andere Mutation vorherrscht.

Zusammenfassend unterstreichen die hier vorgelegten Befunde die biologische Besonderheit der bunten *Nigritella*-Farbmorphen des Puflatsch. Die Entstehung ihrer Farbmorphen-Variation verläuft in einem Wechselspiel aus zufälliger Variation und natürlicher Selektion. Der Mechanismus, der sich dabei herausgebildet hat, ist ein Paradebeispiel einer mehr als 70 Jahre alten evolutionären Theorie (DOBZHANSKY 1951), was der Population einen hohen wissenschaftlichen Wert verleiht. Die Puflatsch-Population stellt somit nicht nur ein ästhetisch attraktives Farbenspiel dar, sondern belegt komplexe Feinheiten der Biodiversität und der Symbiose verschiedener ökologischer Faktoren wie Bodenbeschaffenheit, Mykorrhiza, Insekten und Pflanzen sowie der anthropozentrischen Nutzung ihres Lebensraumes.

3. Die Landschaft des Puflatsch und ihre Nutzungsgeschichte

Die Seiser Alm, nordöstlich von Bozen auf einer Höhe von 1.680 - 2.350 m ü.d.M. gelegen, ist mit einer Größe von 56 km² eines der größten geschlossenen Hochplateaus in den Alpen. An ihrem NW-Rand erhebt sich der Puflatsch, ein breit ellipsenförmiges, vulkanisch entstandenes Hochplateau auf 1.980 - 2.174 m ü.d.M., mit einer Fläche von 2,9 km², einer Ausdehnung SW-NE von 2,4 km, NW-SE 1,5 km und einem Umfang von 7,5 km. Der Puflatsch grenzt die Seiser Alm gegen Kastelruth und Gröden ab (Abb. 25).

Der Name geht auf die Römerzeit zurück, er leitet sich von lat. *bovile* und dem Suffix *-acea* ab. Er bedeutet "hochgelegener Rinderstall" (KÜHEBACHER 1995: 342) und weist ganz klar auf die frühe Nutzung als Weideland durch die alpenromanische Bevölkerung hin. Der ladinische Name "Bulácia" vermittelt

zum späteren mundartlichen "Puflátsch" der im frühen Mittelalter einwandernden germanischen Volksstämme (Alemannen, Bajuwaren, Goten). Der italienische Name "Bullaccia" wurde erstmals von Ettore Tolomei in seinem Prontuario (1916) aufgeführt.

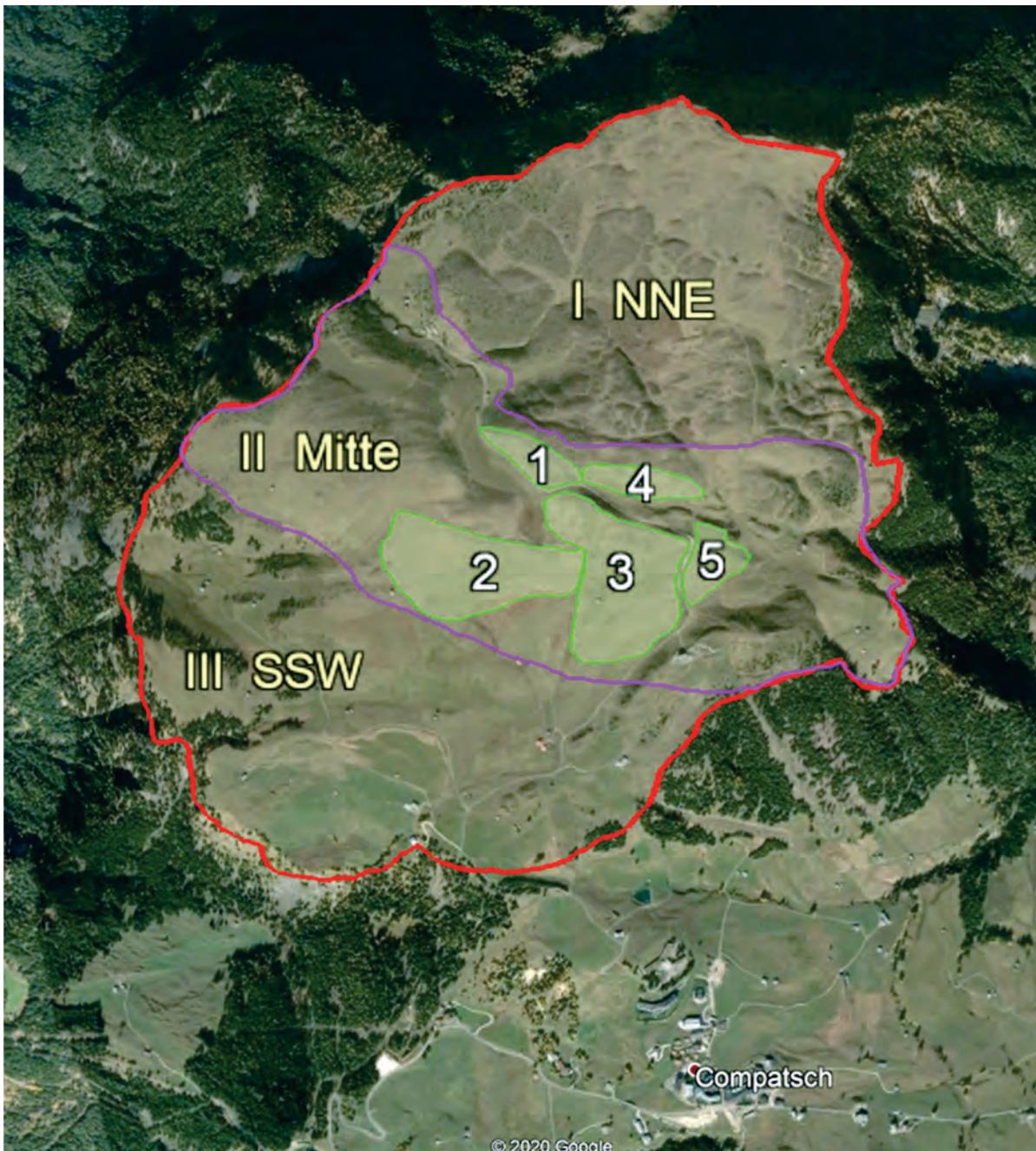
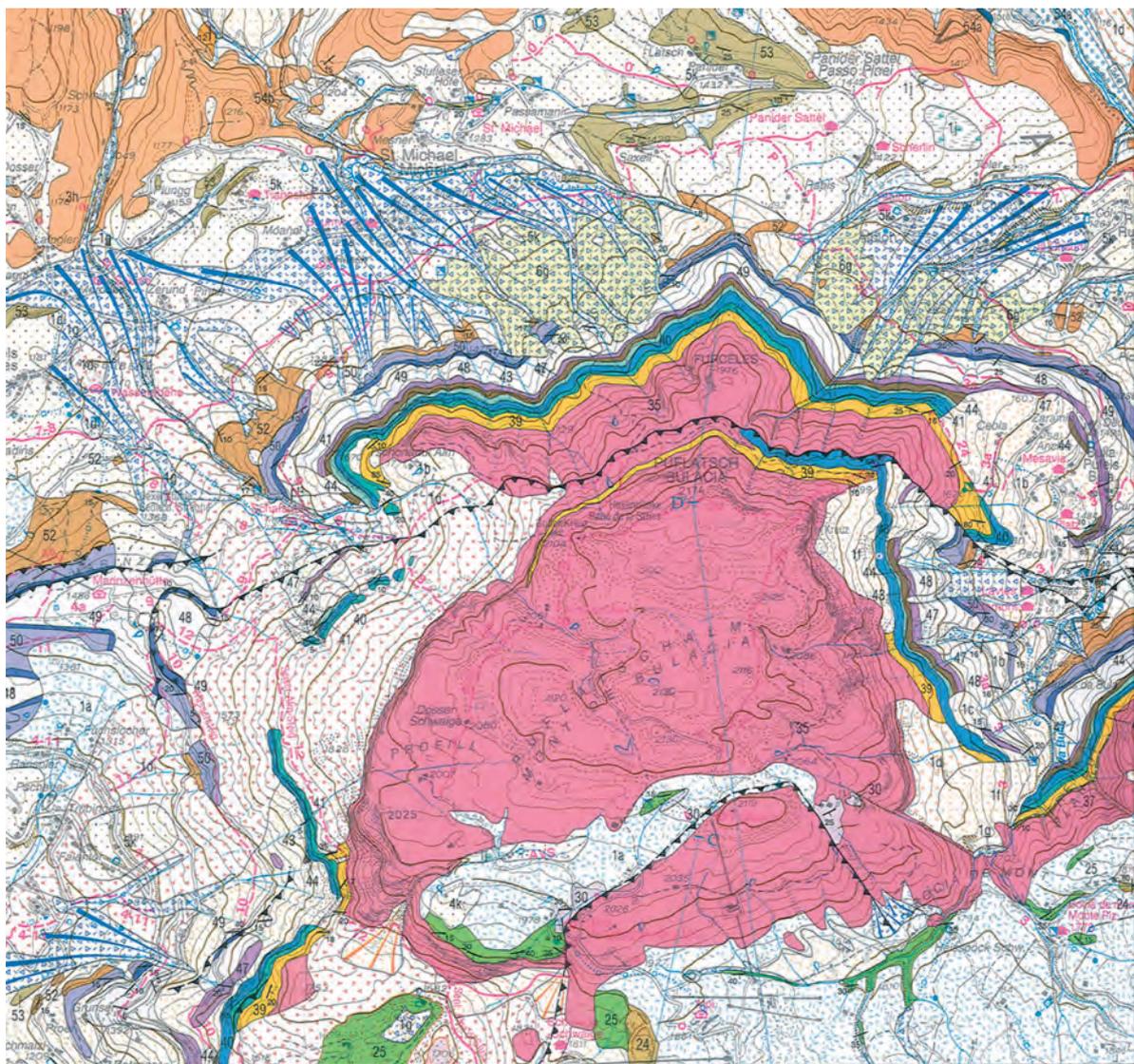


Abb. 25: Karte des Puflatsch aus Google Earth (Herbstaspekt, aufgenommen am 16.10.2017). Rot umrandet ist das gesamte Hochplateau. Die drei Hauptbereiche I, II und III sind durch violette Linien voneinander abgetrennt. Die grün markierten Flächen stellen die Kernbereiche 1, 2, 3, 4 und 5 mit den Hauptvorkommen der Orchideen dar.

Die oberen Schichten des Puflatsch sind aus Vulkaniten aufgebaut, hier grünscharze Pillow- und Blocklaven (Abb. 26), die sich in der Zeit des Ladinischen Vulkanismus in der Mittleren Trias vor ca. 236 Millionen Jahren gebildet und die vorliegenden Riffkörper und Beckensedimente mit einer Mächtigkeit bis zu 50 m, gelegentlich auch mehr, unter sich begraben haben (HEIBEL & LADURNER 1936; BRANDNER et al. 2007; KEIM 2008). Am Puflatsch-Nordrand bilden verwitterte Querschnitte von Basaltsäulen ein auffälliges Muster, die sogenannten Hexenbänke.



LAVEN - LAVE
 35 Grünscharze Pillowlaven und Blocklaven mit säuliger und kissenartiger Absonderung; Entgasungsblasen mit Mineralneubildungen (Zeolithe, Feldspäte, Quarz, Sulfate; "Mandelsteinlaven"). Örtlich Einschaltungen von vulkanischen Breccien oder Lakkolithen. Mächtigkeit: 0–300 m (Seiser Alm), meist 10–50 m.
Lave a pillow e lave a blocchi verdi-nerastre con segregazioni colonnari e a pillow; sacche da degassamento con minerali di neoformazione (zeolite, feldspati, quarzo, solfati). Locali intercalazione di breccie vulcaniche o di laccoliti. Spessore: 0–300 m (Alpe di Siusi), generalmente 10–50 m.

Abb. 26: Ausschnitt aus "Geologische Karte Westliche Dolomiten – Blatt West, 1:25.000". Amt für Geologie, Autonomen Provinz Bozen. 2007, Firenze. Die weinroten Flächen (35) stellen die Vulkanite des Puflatsch dar.

Das Hochplateau des Puflatsch ist relativ flach und nahezu waldfrei. Es kann entsprechend der unterschiedlichen Nutzung und Exposition in drei Hauptbereiche gegliedert werden:

- I. Im nordöstlichen Drittel (0,9 km²) setzt sich die Pflanzendecke aus einem Mosaik von Latschengruppen (*Pinus mugo*), Zwergstrauchheiden mit *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Vaccinium gaultherioides*, *Erica carnea*, moorigen Mulden und Magerrasen zusammen (I-NNE).
- II. Der süd-südwestlich anschließende zentrale Teil (1,1 km²) fällt in sanften Hängen leicht nach Südwesten ab. Diese Hänge nehmen etwas mehr als ein Drittel der Plateaufläche ein, bestehen ausschließlich aus Mähwiesen und traditionell extensiv bewirtschaftetem Weideland, werden von subalpinem Borstgrasrasen (*Nardetum strictae*) dominiert und können gemäß der etwas weiteren Interpretation durch LASEN & WILHALM (2004: 64-67) zum prioritären Habitat "Artenreiche montane Borstgrasrasen auf Silikatböden" (Natura 2000: Code 6230) gestellt werden. Als charakteristische Orchideen werden im zugehörigen Handbuch für C. 6230 *Coeloglossum viride*, *Nigritella rhellicani*, *Platanthera bifolia* aufgeführt, nach LASEN & PERAZZA (2013: 55) gehören auch *Gymnadenia conopsea* und *Orchis mascula* subsp. *speciosa* dazu. Hier haben sich durch die traditionell extensive Heu- und Weidewirtschaft die artenreichsten Biotope des Puflatsch ausgebildet (II-Mitte).
- III. Die Randbereiche im Südwesten nehmen knapp ein Drittel der Fläche ein (1,0 km²), ihre intensiver genutzten Mähwiesen zeigen Übergänge zu Fettwiesen an (III-SSW).

Die von den markanten Kanten des Hochplateaus nach Westen, Norden und Osten steil abfallenden Flanken sind mit Fichtenwald bewachsen. Nach Süden gibt es an den weniger steilen Hängen Unterbrechungen des Waldgürtels durch Wiesen.

Während der letzten Eiszeit war die Seiser Alm und der Puflatsch im Würm-Hochglazial völlig vergletschert (GRUBER et al. 2006). Der Puflatsch befand sich ungefähr an der Grenze des Eisack- und der Dolomitengletscher (Abb. 27). Nach dem Rückzug der Gletscher vor ca. 18.000 Jahren erfolgte eine Wiederbewaldung vorwiegend mit *Betula* und *Pinus sylvestris*, in den Hochlagen mit *Pinus cembra* und *Larix* (LANG 1994: 119). Im Zuge der zunehmenden menschlichen Besiedlung der Alpen und Almbeweidung erfolgte ab der mittleren Bronzezeit eine Absenkung der maximalen Waldgrenze von ca. 2.400 - 2.500 m um bis zu 300 m (HOLTMEIER 2003: 236) und somit auch ein deutlicher Bewaldungsrückgang und Öffnung zu parkartigen Landschaften

mit Einzelbäumen und kleinen Baumgruppen (STAFFLER et al. 2011: 105). Im montanen - subalpinen Bereich der Seiser Alm ersetzte die Fichte an der Wende vom Boreal zum Atlantikum die Waldföhre (KRAL 1983, 1986; KRAL & CARMIGNOLA 1986, zit. in BURGA & PERRET 2013: 61). Verschiedene rezente Untersuchungen im ostzentralen Alpenraum geben neue Hinweise auf bronzezeitliche Nutzung hochgelegener Almweiden (4.000 - 3.000 BP, vor heute; u.a. PINDUR et al. 2007: 191, 196; REITMEIER 2010: 231; KRUTTER 2019) und zu Beginn der Eisenzeit (3.000 - 2.500 BP; CARRER et al. 2016). Funde bronzezeitlicher Erdöfen auf dem Schlern weisen auf Rituale mit Weidetieren hin, wie Rind, Schaf/Ziege und wenig Schwein (HAUPT 2010: 12).

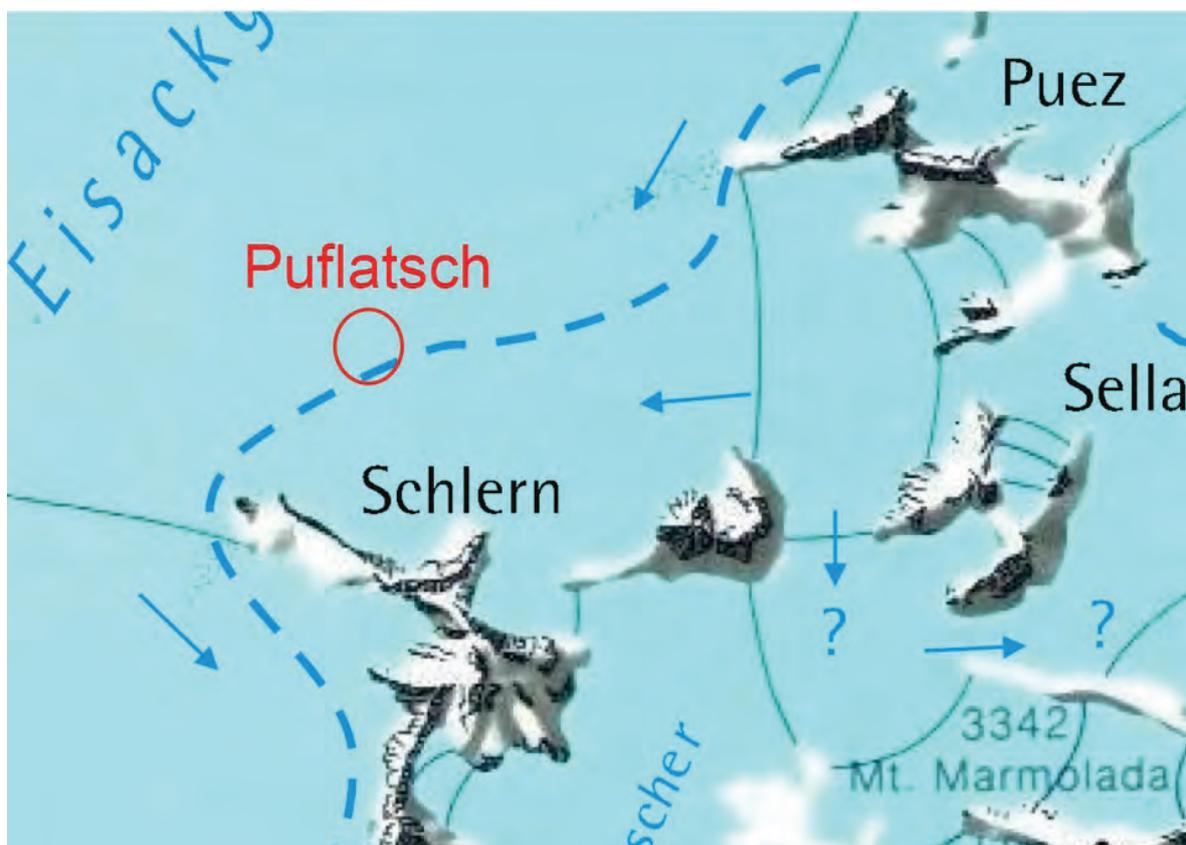


Abb. 27: Die Lage des Puflatsch (roter Kreis) im Würm-Glazial im Bereich der Kontaktzone des Eisackgletschers mit den Dolomitengletschern (Avisio, Cordevole). Ergänzter Ausschnitt nach GRUBER et al. (2006).

Damit kann eine zumindest teilweise Öffnung der Waldlandschaft auf der Seiser Alm auch für den Puflatsch angenommen werden. So können sich dort blühende Weidewiesen und Biotope für montan bis alpine Offenland-Pflanzenarten bereits ab der späten Bronzezeit entwickelt haben, unabhängig von einer deutlich später datierten, nahezu vollständigen Rodung der Seiser Alm im 12./13. Jahrhundert (GÖPFERT 2020). Eine frühe Rechtsordnung aus

dem Jahr 1480 zur Regelung u.a. der Beweidung, "Castelrutterische Seiser-Albn-Zetl" genannt (GRASS 1986, zitiert in GÖPFERT l.c.), weist auf die Bedeutung der Seiser Alm für die lokale Landwirtschaft hin. Die Entwicklung der bunten Farbmorphen von *Nigritella rhellicani* kann deshalb bereits vor 2000 Jahren eingesetzt haben (KELLENBERGER et al. 2019: 3), möglicherweise auch deutlich früher.

Das durch die Tätigkeit des Menschen mitgeprägte Gebiet der Seiser Alm ist von hohem naturschutzfachlichen und landschaftlichen Wert und ist mit dem Puflatsch seit 1959 Landschaftsschutzgebiet (Dekret des Landeshauptmanns vom 16. November 1959, Nr. 54. Überarbeitet im Sinne des Art. 1 des Landesgesetzes vom 25. Juli 1970, Nr. 16. Weiter novelliert durch Dekret Nr. 269/V/81 vom 10. Februar 1992). Auf die Wirkung dieses Dekrets auf Flora und Fauna wird später in Kap. 6 und 7 eingegangen.

4. Die Orchideen im Gebiet des Puflatsch und seiner Kernbereiche

Auf der Hochfläche des Puflatsch mit seinen Mähwiesen und Weiden sind in den letzten 40 Jahren acht Orchideenarten und ein Bastard sicher nachgewiesen und im Rahmen der Projekte "Kartierung der Farn- und Blütenpflanzen Südtirols" (WILHALM et al. 2014) und "Kartierung der Orchideen Südtirols" (LORENZ & LORENZ 1998 und Fortführung) erfasst worden (Tabelle 1). Eine neunte Art, *Platanthera chlorantha*, wurde lediglich einmal beobachtet (J. Wanker, 3.8.1973), eine rezente Bestätigung steht für diese Art noch aus.

Für *Gymnadenia conopsea* und *Nigritella rhellicani* ergeben sich stattliche Bestandsgrößen von je ca. 5.000 Ex. mit einer bemerkenswerten Häufung auf den extensiver genutzten Mähwiesen und Weiden des Bereichs II-Mitte, insgesamt ca. 80 % ihres Bestandes. Von Bedeutung hierbei ist insbesondere das relativ gehäufte Auftreten hellblütiger Farbmorphen, teils konzentriert auf Kleingebiete mit nur 30 m Durchmesser.

Im Bereich II-Mitte trifft man auch häufig auf die Hybride *Gymnigritella* × *suaveolens* (*Gymnadenia conopsea* × *Nigritella rhellicani*). Alle anderen Orchideenarten sind in kleinen Gruppen oder Einzelpflanzen über die Bereiche I, II und III verstreut vorhanden. *Dactylorhiza majalis* subsp. *alpestris* beschränkt sich dabei auf wenige Quellhänge geringer Ausdehnung im Süden des Puflatsch im Bereich III-SSW.

Tabelle 1: Übersicht der am Puflatsch nachgewiesenen Orchideenarten und ihrer Häufigkeit mit halbquantitativer Schätzung der durchschnittlich in einem Jahr blühenden Exemplare auf Basis mehrjähriger Zählungen im Zeitraum 1997-2020.

Art	Unterart/ var./lus.	Häufigkeit in den drei Hauptbereichen			Exem- plare n
		I Nordost	II Mitte	III Südwest	
Fläche (ha)		90	110	100	
<i>Coeloglossum viride</i>		sehr selten	selten	sehr selten	50
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	<i>sudetica</i>	sehr selten	sehr selten	sehr selten	50
<i>Dactylorhiza majalis</i>	<i>alpestris</i>	sehr selten	sehr selten	selten	75
<i>Gymnadenia conopsea</i>	<i>alpina</i>	zerstreut	sehr häufig	zerstreut	5000
<i>Gymnigritella xsuaveolens</i>		selten	häufig	---	150
<i>Nigritella rhellicani</i>	braun <i>rhellicani</i>	zerstreut	sehr häufig	zerstreut	5500
	rötlich, weißlichrot <i>variegata</i>	selten	häufig	---	500
	rötlichweiß, rötlichgelb <i>flavo-rosea</i>	---	selten	---	220
	gelb <i>flava</i>	sehr selten	sehr selten	---	40
	weiß <i>alba</i>	---	extrem selten	---	5
<i>Orchis mascula</i>	<i>speciosa</i>	---	sehr selten	sehr selten	10
<i>Platanthera bifolia</i>	<i>subalpina</i>	sehr selten	sehr selten	sehr selten	10
<i>Platanthera chlorantha</i>	<i>gselliana</i>	---	---	sehr selten	1
<i>Pseudorchis albida</i>	<i>albida</i>	zerstreut	selten	---	100

Dem Bereich II-Mitte kommt wegen der hier liegenden Hauptvorkommen der bunten Farbmorphen von *Nigritella rhellicani* für deren Erhaltung eine besondere Bedeutung zu. Bedauerlicherweise hat sich der Erhaltungszustand der Populationen in den letzten 15 Jahren teilweise sehr verschlechtert, sodass wir es für wichtig halten, diesen Bereich II-Mitte detaillierter zu analysieren, um negative Entwicklungen für die Zukunft abwenden zu können. Nach unseren Beobachtungen im Rahmen der Kartierung der Orchideen Südtirols kann der Bereich II-Mitte in fünf Kernbereiche (Abb. 25) gegliedert werden, deren Charakteristika in Tabelle 2 zusammengestellt sind.

Die Kernbereiche (KB) 1-5 können alle gänzlich oder vorwiegend dem prioritären subalpinen Borstgrasrasen auf Silikatböden (Natura 2000: Code 6230) zugeordnet werden.

KB 1: Der Kernbereich 1, ein schmaler, ca. 200 m langer Magerwiesen-Hang nördlich des Weges zur Arnika-Hütte bis zum Latschengürtel der Hochfläche bei der Gollerlacke, erschien bis vor wenigen Jahren völlig intakt, hier liegt einer der Schwerpunkte der *Nigritella*-Farbmorphen-Population. Seit einigen Jahren wird an seinem östlichen Rand vermehrt Kuhmist abgelagert (Abb. 28). Zudem wird der schmale Magerwiesenstreifen neuerdings gedüngt. Die Mahd fand zuletzt bereits Anfang August statt, zu früh im Hinblick auf die Samenreife Mitte bis Ende August.

KB 2: Die mageren Mähwiesen im Kernbereich 2, südwestlich des Moores der Dosserlacke gelegen, befinden sich aktuell in einem guten Erhaltungszustand. Der Bestand an *Gymnadenia conopsea* und *Nigritella rhellicani* kann, abgesehen von natürlichen, meist wetterbedingten jährlichen Schwankungen, zur Zeit als stabil eingestuft werden. Hier konnte auch ein weiterer besonderer Schwerpunkt der Farbmorphen langjährig beobachtet werden. Anfang August 2020 war die Mahd noch nicht erfolgt, die Samenreife könnte damit noch abgeschlossen werden.

KB 3: Der Kernbereich 3, westlich-südwestlich des Weges zur Arnika-Hütte gelegen, besitzt die größte Fläche der fünf Kernbereiche. Hier ziehen sich die Orchideenbestände vom Nordosten (Abb. 29) in wechselndem Artenspektrum und unterschiedlicher Dichte nach Westen; hangabwärts nach Süden nimmt ab der Gruberhütte die Intensität der Nutzung zu, der Bestand an Blütenpflanzen allmählich ab. Insgesamt kommt hier, besonders im Bereich n-NE-NW der Gruberhütte, eine beträchtliche Anzahl an *Nigritella*-Farbmorphen vor, wenn auch in den letzten Jahren zurückgehend durch Umtriebbeweidung mit Haflinger-Pferden.

KB 4: Dieses Gebiet, wie KB 1 nördlich des Weges zur Arnika-Hütte ist seit ca. 10 Jahren völlig überdüngt (Abb. 30), der Bestand an Orchideen ist nahezu völlig eingebrochen. Sehr beeinträchtigend wirkt sich auch die zunehmende Ablagerung von Kuhmist in diesem Bereich aus.

KB 5: Das östlich des Weges zu den Hexenbänken gelegene Gebiet war ursprünglich sehr reich an Blütenpflanzen und auch Brunellen mit ihren Farbmorphen. In Folge intensiver Beweidung mit Haflinger-Pferden ist der Bestand stark zurückgegangen. Anfang August 2020 weideten, sehr zur Freude von vorbeigehenden Wanderern, ca. zehn Haflinger-Pferde auf dieser Fläche von ca. 2 ha (Abb. 31). Für artenreiche Bergwiesen wird eine Besatzdichte von 0,3-0,6 GV/ha empfohlen (Großvieheinheiten/Hektar, s. SEIFERT et al. 2009: 26-27, Tab. 2, 3). Für ein Haflinger Pferd von durchschnittlich 470 kg werden 0,9 GV angesetzt. Das ergibt bei 10 Haflingern, entsprechend 9 GV bei 2 ha, in KB 5 einen Wert von 4,45 GV/ha, damit einer mindestens siebenfachen Überbesetzung..

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Zustand der Borstgrasrasen im Gebiet der Kernbereiche 1-5 sehr unterschiedlich ist, die Mähwiesen und Weiden sich teils sehr naturnah, teils deutlich bis stark anthropo-/zoogen überformt darstellen.

Tabelle 2: Übersicht über die im Bereich II-Mitte des Puflatsch in den Kernbereichen 1-5 nachgewiesenen Exemplare von *Nigritella rhellicani*, *Gymnadenia conopsea* und *Gymnigritella* ×*suaveolens*, den aktuellen Erhaltungszustand der Biotope sowie Gefährdung der Orchideen-Teilpopulationen und hauptsächlichen Gefährdungsursachen. Die Angaben zur Häufigkeit beruhen auf halbquantitativer Schätzung der durchschnittlich in einem Jahr blühenden Exemplare auf Basis mehrjähriger Zählungen im Zeitraum 1997-2020. Das Ausmaß der Gefährdung wird mit steigender Anzahl von Plus-Zeichen (+) angegeben.

	Kernbereich				
	1	2	3	4	5
Fläche (ha)	1,89	9,27	10,04	1,90	2,12
UTM _{WGS84} Koordinaten Mitte Zone 32T	700150 5159150	700020 5158890	700410 5158900	700440 5159085	700605 5158905
mittlere Höhe (m ü.d.M.)	2115	2100	2095	2118	2098
Kataster Flurstücks-Nr.	823	4336, 4353	4335/1, 4337/1	4338/1	4335/1 4337/1 4338/1
<i>N. rhellicani</i> (n Ex.) gesamt	1800	625	1150	325	190
schwarzbraun	1500	500	1000	250	150
rot, weißlichrot	200	80	120	50	25
rötlichweiß, rötlichgelb	100	40	40	20	10
gelb	10	5	5	5	3
weiß	---	---	1	---	---
<i>Gymnigritella</i> × <i>suaveolens</i>	15	20	100	5	5
<i>Gymnadenia conopsea</i>	1500	1000	2000	200	150
Erhaltungszustand	mäßig	gut	mäßig	s. schlecht	schlecht
Gefährdungsstufe	hoch	mittel	hoch	sehr hoch	hoch
Gefährdungsursachen					
Mistablagerung	++			+++	+++
Überdüngung	++		+	+++	
Koppelbeweidung Pferde			+++		+++
Beweidung Rinder		+	+		
Vorzeitige Mahd	++	+	+		

5. Naturschutzfachliche Bewertung der *Nigritella*-Biotope am Puflatsch

Der Puflatsch gehört nach der FFH-Richtlinie 92/43/EWG zur alpinen biogeographischen Region. Die offenen, subalpinen Wiesen- und Weideflächen können zu einem beträchtlichen Teil entsprechend der FFH-Richtlinie 92/43/EWG dem prioritären Habitat Code 6230 (Natura 2000) "Artenreiche montane Borstgrasrasen auf Silikatböden" zugeordnet werden. Das Vorkommen individuenstarker Gruppen von *Gymnadenia conopsea* und *Nigritella rhellicani* sowie anderer seltener Orchideen wie *Coeloglossum viride*, *Orchis mascula*, *Platanthera bifolia* und *Pseudorchis albida* zeigt eine naturschutzfachlich hohe Wertigkeit des Gebietes an.

Hier am Puflatsch bestehen auch günstige Verhältnisse hinsichtlich der zum Aufbau stabiler Populationen der Orchideenarten notwendigen Symbiose, einerseits mit Bodenpilzen, andererseits mit den die Orchideen bestäubenden Insekten. Diese Faktoren unterstreichen, zusammen mit dem einzigartigen Vorkommen der zahlreichen *Nigritella*-Farbmorphen mit ihren außergewöhnlichen biologisch-genetischen Eigenschaften, die hohe naturschutzfachliche Wertigkeit der Borstgrasrasen am Puflatsch. Eine nachhaltige Sicherung dieser Biotope durch geeignete Schutzmaßnahmen erscheint deshalb notwendig und gerechtfertigt. Die vorliegenden Daten sollen eine fachliche Bewertung und Flächenauswahl für zukünftige Schutzgebiete ermöglichen.

6. Schutz und Gefährdung der *Nigritella*-Biotope am Puflatsch

In den Erläuterungen zum Naturpark Schlern-Rosengarten wird als ein Ziel der Südtiroler Naturschutzverwaltung die Erhaltung der "durch den Menschen geprägten, sich in einem äußerst sensiblen Gleichgewicht befindlichen Landschaft, heute auch als Kulturlandschaft bezeichnet, als Zeugnis jahrhundertelanger Kenntnisse der Bodennutzung" genannt (BRUTTI & SCHROFFENEGGER 2011: 12). Damit verknüpften sich gewisse Erwartungen und Hoffnungen auch für naturschutzfachlich wertvolle Areale im angrenzenden Landschaftsschutzgebiet Seiser Alm.

Der Puflatsch ist, wie bereits am Ende des Kap. 3 im Detail erläutert, Teil des 1959 durch Dekret eingerichteten Landschaftsschutzgebietes Seiser Alm. In der Novellierung Nr. 269/V/81 von 1992 gibt es 30 Änderungen, vorwiegend Bauordnungen und Regelungen für sportliche Tätigkeiten betreffend.



Abb. 28: Langjährige Ablagerung von Stallmist im Bereich KB 1 / KB 4, 4.8.2020. Der Misthaufen in Abb. 2 Mittelgrund rechts befand sich in nächster Nähe. Verunreinigtes Sickerwasser dringt hangabwärts in die Wiese ein. Die hellgrüne Färbung der frisch gemähten Wiese in KB 1 kontrastiert zur gelbbraunen Magerwiese darüber und zeigt so stärkere Düngung an (RL).



Abb. 29: Pufplatsch, Misthaufen am Rand von KB 3, 15.7.2011, fot. RL.



Abb. 30: Ansammlung von Misthäufen am Pufplatsch im Überlappungsbereich der KB 4 und KB 5, 11.7.2012, fot. RL.



Abb. 31: Pferdebeweidung am Puflatsch in KB 5, 4.8.2020. Im Bereich des Bildes stehen sechs Haflinger Pferde von ca. zehn, die zu einer merklichen Überbesetzung führen (s. Erläuterungen in Kap. 4 unter KB 5). Fot. RL.



Abb. 32: Reitergruppe bei Film-Aufnahmen über Karl d. Großen zur Hauptblütezeit, Puflatsch, 11.7.2011. Filmteams arbeiteten in KB 3, KB 5. Fot. RL.

Für den Naturschutz von Belang ist dabei Art. 2 (2) b). Danach ist es verboten, "Tätigkeiten auszuführen, die wegen der Menschenansammlung Lebensräume, die Flora und Fauna beeinträchtigen können" und nach Art 3 (2) sind "Arbeiten zur Verbesserung von Landwirtschafts- und Almflächen" jedoch gestattet. Daneben regelt Art. 14 Schutzbestimmungen für verschiedene geologische Naturdenkmäler (u.a. den Hexensessel auf dem Puflatsch), Art. 15 für zwei "Biotope" (= größere Feuchtgebiete) und einige "Feuchtgebiete", darunter "Puflatsch 1 und 2" (kleinere naturnahe Feuchtgebiete). Weitere spezifische Bestimmungen für nachhaltigen Tier-, Pflanzen- und Biotopschutz fehlen allerdings. So sind naturschutzfachlich wertvolle Habitate wie subalpine Borstgrasrasen oder artenreiche Mähwiesen, die heute nach FFH-RL nachhaltig zu schützen wären, im Dekret nicht aufgeführt. Im Ergebnis bedeutet das, dass die hier behandelten orchideenreichen Borstgrasrasen im Bereich II-Mitte keinem besonderen Biotopschutz unterliegen.

Die bis hierher behandelten Aspekte der Puflatsch-Orchideenpopulationen zeigen deutlich auf, dass das seit Jahrhunderten bestehende Gleichgewicht zwischen traditioneller landwirtschaftlicher Nutzung – vorwiegend Heugewinnung und extensive Beweidung – und Artenreichtum der offenen Flächen aktuell gestört wird. Folgende Änderungen gegenüber früherer Landnutzung können als wesentliche negative Faktoren für die Verschlechterung der Naturnähe der Mähwiesen und Weiden benannt werden:

- Eutrophierung sensibler Biotope durch wiederholte und teils langfristige Ablagerung von Kuhmist,
- Intensivierung der Graswirtschaft durch übermäßige Düngung,
- zu hohe Bestockung mit Weidevieh (Rinder),
- zunehmende Überweidung durch Pferde mit kleinflächig wechselndem Umtrieb vor, während und nach der Blütezeit der Brunellen.

Nach SEIFERT et al. (2009: 17) kann Pferdebeweidung bei zu hoher Bestockung schneller als mit anderen Weidetieren zu Nachteilen führen. Zählungen der Infloreszenz-Verluste durch Herbivoren in einem Transsekt in KB 3 ergaben bei Rinderbeweidung Werte von ca. 30 % im Jahr 2015. Im darauffolgenden Jahr war derselbe Transsekt mit Pferden bestockt, die Verluste erhöhten sich auf über 70 % (KELLENBERGER et al. 2019: Suppl. Inform. Fig. S2a). Stärkere Übernutzung wirkt sich wegen floristischer Verarmung und einschneidenden Veränderungen in Struktur und Mikroklima auch auf die lebensraumtypische Fauna zunehmend negativ aus. Ein angepasstes Pferde-Weidemanagement ist deshalb in den betroffenen Kernbereichen 3 und 5 besonders wichtig.

"Traditionelles", extensives Mulchen wird in den oberhalb KB-1 liegenden Flächen bis heute noch ausgeübt. In größeren Abständen dürfte dies der

Artenvielfalt zuträglich sein, da hiermit die niederliegenden *Juniperus*-Arten zurückgestutzt werden, welche sonst alles zuwachsen. Wird falsch oder zu häufig gemulcht, kann jedoch großer Schaden entstehen.

Die Folgen für die im Bereich II-Mitte und die darin liegenden Kernbereiche 1-5 durch die aufgeführten Gefährdungen können neben einer allgemeinen Verarmung der Biodiversität vor allem für die *Nigritella*-Farbmorphen, dieser einzigartigen Besonderheit der natürlichen Pflanzenwelt, gravierend sein und bei Andauern der Gefährdung zu einem völligen Verlust derselben führen. Damit reiht sich der Puflatsch bedauerlicherweise in eine Reihe ähnlicher negativer Entwicklungen in benachbarten Gebieten ein, auf die Fachleute in der jüngeren Vergangenheit bereits mehrfach und deutlich hingewiesen haben.

DELLAGO et al. (2008) haben als Mitglieder der Bürgerinitiative Pro Seiser Alm in einer ausführlichen Darstellung eindringlich auf die Gefährdung der Seiser Alm durch Intensivierung der Bauwirtschaft, Tourismus und Landwirtschaft in Folge laufender Aufweichung der 1970 erlassenen strengen Schutzbestimmungen hingewiesen und verschiedene Vorschläge für eine Verbesserung der Situation gemacht wie Novellierung bestehender Gesetze, bessere Planung, Ausweisung von Bannzonen, nachhaltige an Umweltauflagen gebundene Berglandwirtschaft, Erweiterung des Naturparkgebietes auf die gesamte Seiser Alm [inkl. Puflatsch]. Bis heute ist hierzu praktisch nichts Relevantes passiert.

Da die allogamen Orchideen – hierzu gehören alle auf dem Puflatsch nachgewiesenen Arten (s. Tab. 1) – für ihre Reproduktion auf Bestäubung durch Insekten (Tag- und Nachtfalter, Bienen, Fliegen) angewiesen sind, kommt dem Erhalt einer intakten Fauna große Bedeutung zu. Bei Untersuchungen auf der Seiser Alm konnte HUEMER (2008: 516) einen starken Rückgang feststellen: "*So hat die intensive landwirtschaftliche Nutzung der Seiser Alm und die damit einhergehende Umwandlung ehemals artenreicher Wiesen und Weideflächen zum dramatischen Rückgang der meisten Wiesenschmetterlinge wesentlich beigetragen. Vor allem die massive Überdüngung und auch Überbeweidung sind Negativfaktoren.*" Offenbar fehlen Raupen und Imagines die notwendigen, oft spezifischen Futterpflanzen.

Der Biologe und Botaniker Prof. Georg Grabherr (Wien) weist in seiner Untersuchung der Auswirkungen moderner Hochlagen-Wirtschaft auf die negativen Folgen für die Biodiversität durch Umstellung auf intensive Stallwirtschaft hin (GRABHERR 2010: 32): "*Für moderne, an Stallhaltung angepasste Milchkühe ist die Alpengras eine Stresssituation (...). Vor allem muss Kraftfutter eingesetzt werden, damit das Leistungspotential des Tieres*

ausgeschöpft werden kann. Mit dem Kraftfuttereinsatz verbunden ist ein Nettoinput an Stickstoff und anderen Nährstoffen, wodurch das Kreislaufsystem Almnutzung aufgebrochen wird. Über das Ausbringen des Stalldüngers verändern sich Artenzusammensetzung und -vielfalt massiv. Auf der Seiseralm in Südtirol lag die Diversität von ungedüngten Mähweiden bei mehr als 40 Pflanzenarten, in gedüngten bei weniger als 15 (...). Attraktive Arten wie Enzian oder Orchideen waren auf gedüngten Flächen nicht mehr vorhanden (Abb. 9). Insgesamt verlor die Seiseralm seit den 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts ca. 6.000.000 Enziane durch Düngung (...)."

In der ihrer ersten Bearbeitung der Orchideen Südtirols haben LORENZ & LORENZ (1998: 142-148) auf die großen Verluste naturnaher Biotope in den letzten 100 Jahren hingewiesen. Davon betroffen sind heute noch nicht nur seltene Arten wie *Himantoglossum adriaticum*, *Liparis loeselii*, *Ophrys holosericea*, *Anacamptis coriophora* und *Spiranthes aestivalis* oder mäßig verbreitete Arten wie *Herminium monorchis* und *Orchis tridentata*, sondern auch weiter verbreitete Arten der Mager- und Feuchtwiesen wie *Dactylorhiza cruenta*, *D. majalis* und *Traunsteinera globosa*. In den letzten 30 Jahren konnten, wohl mangels politischem Willen, nur sehr wenige neue, kleinflächige Schutzgebiete eingerichtet werden, z.B. das Orchideenbiotop Rohrach im Hochpustertal, in Anzahl und Fläche leider völlig unzureichend, um weitere massive landesweite Verluste zu unterbinden.

Diese sich leider häufenden Fachberichte über die Verschlechterung des Naturzustandes der Seiser Alm lassen erhebliche Zweifel aufkommen, ob UHLIG (1971b) sein 'Loblied auf die Seiser Alm' und über den von ihm dort beobachteten Artenreichtum heute noch singen würde. Hinzuweisen bleibt, dass nicht der Besuch der Gebiete durch Wanderer und Orchideenliebhaber zu folgenschweren Beeinträchtigungen der Puflatsch-Orchideen führt, sondern in erster Linie die massiven Nutzungsänderungen. Veranstaltungen mit größeren Menschenansammlungen sollten entsprechend den Vorschriften des Nr. 269/V/81 unterbleiben, werden dennoch gelegentlich durchgeführt (s. Abb. 32).

7. Vorschlag für erforderliche Schutzmaßnahmen am Puflatsch

Die hier erarbeiteten Unterlagen werden mit den aus der Orchideenkartierung verfügbaren Daten der innerhalb der Südtiroler Landesverwaltung zuständigen Abteilung 28 Natur, Landschaft und Raumentwicklung zur Verfügung gestellt. Damit sollten die Sachverhalte von Amts wegen geprüft und erforderliche

Maßnahmen zum nachhaltigen Schutz der Borstgrasrasen am Puflatsch mit ihren Orchideen eingeleitet werden können.

Im Einzelnen schlagen wir Folgendes vor:

1. Lokalisierung der schutzwürdigen, naturschutzfachlich wertvollen Areale,
2. Information der Grundstückseigentümer über die Eigenschaften der betroffenen Biotope und Erörterung von Möglichkeiten zur einvernehmlichen Abstellung der aktuellen Gefährdung,
3. Ausweisung der nicht zu düngenden Flächen und Abstimmung der Düngungsmenge für die restlichen artenreichen Flächen mit der Maßgabe, nicht mehr Mist auszubringen als Heu geerntet wird,
4. Reduzierung der Pferdebeweidung, Einführung eines angepassten Weidemanagements, Festlegung der Weideperioden und der Großvieheinheiten/ha in Anlehnung an die Erfahrungen z. B. in Baden-Württemberg (SEIFERT et al. 2009),
5. Einrichtung von definierten "Geschützten Biotopen" und Erarbeitung von Pflegeplänen mit einschüriger Mahd nach Samenreife, Nachbeweidung mit angepasster Bestockung, zwischen ausgesuchten Teilarealen wechselnde zweijährige Mahd,
6. Prüfung der Möglichkeiten zur Übernahme von zu schützenden Arealen durch das Land Südtirol.
7. Fortführung detaillierter Kartierung und jährliche Zählungen,
8. Fortführung entomologischer Erhebungen, um die Wechselwirkung zwischen Bestäuberfauna und Orchideenbeständen zu ermitteln.

8. Ausblick

Zweck dieser Arbeit ist es, Aufmerksamkeit für die kritische Lage der Orchideen-Populationen am Puflatsch zu wecken, mit dem Ziel, durch nachhaltige Bewirtschaftung und Biotoppflege im Rahmen geeigneter Schutzmaßnahmen zur Erhaltung der naturnahen Blumenwiesen des Puflatsch beizutragen und die *Nigritella*-Farbmorphen langfristig zu sichern.

Südtirol ist ein an Naturschätzen reiches Land. Dieses Kapital wird gerne und gewinnbringend in der Tourismus-Werbung eingesetzt. Dabei geht oft aus den Augen verloren, dass schöne Löwenzahnwiesen nicht gleichzusetzen sind mit artenreichen, bunten Blumenwiesen. Wie hier gezeigt werden konnte, ist ein merklicher Rückgang der Naturnähe großer Teile der Südtiroler Landschaft durch viele jüngst veröffentlichte Arbeiten sehr gut dokumentiert. Dazu haben Fachleute aus allen Gebieten der Biologie sowie viele ehrenamtliche

naturkundige Menschen beigetragen. Deshalb ist es an der Zeit, mehr Ehrlichkeit einzufordern, um diesen negativen Trend aufzuhalten und umzukehren. Dies erfordert Verständnis in der Bevölkerung, Unterstützung nachhaltiger Wirtschaftsformen durch die Gesellschaft und wegweisende Entscheidungen der verantwortlichen Landesregierung, damit die zuständigen Landesämter die notwendigen Schutzmaßnahmen soweit wie möglich einvernehmlich umsetzen können.

Früher galten Pferde als die vornehmsten Arbeitstiere in der Landwirtschaft. In ihrer spärlichen Freizeit konnten sie sich auf traditionellen Weiden in kleinerer Anzahl den Rindern zugesellen. Seit der Umstellung auf Maschinen und Traktoren werden Pferde nicht mehr für schwere Arbeiten gebraucht. Dafür können sie jetzt dank ihrer erfreulichen Beliebtheit in weiten Teilen der Bevölkerung quasi ein Luxusleben genießen. Dies wäre sehr zu begrüßen, wenn bei der Haltung der ästhetisch schönen Tiere auf die Belange des Naturschutzes mehr Rücksicht genommen würde.

Ein Versprechen unseres Landeshauptmannes lässt uns mit Zuversicht in die Zukunft schauen und nicht daran zweifeln, dass mit Unterstützung der Bevölkerung auch für die Puflatsch-Brunellen die notwendigen, amtlich abgesicherten Schutzmaßnahmen ergriffen werden und dieses Naturjuwel für unsere Nachkommen erhalten bleibt:

"Der Natur- und Umweltschutz ist und bleibt eine große Aufgabe. Wir wollen als „Green Region“ uns noch verbessern und arbeiten laufend daran. Natürlich ist es in einem wirtschaftlich so blühenden Land wie Südtirol eine große Herausforderung, das richtige Gleichgewicht zwischen Ökonomie und Ökologie zu finden, aber ich kann Ihnen versichern, dass wir jeden Tag daran arbeiten, dieses noch zu verbessern." (Arno Kompatscher an RL in e-litt. 20.10.2018).

Dank

Für vielfältige Unterstützung bei der Geländearbeit und Weitergabe von Fundmeldungen bedanken wir uns bei Marion Fink, Cesario Giotta, Werner Hiller, Walter Stockner und Thomas Wilhalm. Für die Vermittlung einer Kopie der Geologischen Karte der Westlichen Dolomiten und eingehende Diskussionen über die Situation am Puflatsch geht unser herzlicher Dank an Thomas Wilhalm. Für eine kritische Durchsicht des Manuskriptes und wertvolle Hinweise und Anregungen bedanken wir uns herzlichst bei Thomas Wilhalm, Dietrich Bergfeld, Werner Hiller, Michael Krichbaum, Helmut Läßle und Giorgio Perazza.

Literatur

- ALMERS, L., NEWGER, K. & D. WENKER (1996): Die Gattung *Nigritella* - ein allgemeiner Überblick - sowie einige Funde in den Süd- und Ost-Alpen. Ber. Arbeitskrs. Heim. Orchid. 13(1): 41-60.
- AMT FÜR GEOLOGIE BOZEN (2007): Westliche Dolomiten - West-Blatt; geologische Karte Maßstab 1:25.000.- Autonome Provinz Bozen, Abt. 11 - Hochbau und technischer Dienst, Amt für Geologie und Baustoffprüfung (Hrsg.). Litografia artistica Cartografica, Firenze.
- BAUMANN H. & S. KÜNKELE (1982): Die wildwachsenden Orchideen Europas.- Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- BAUMANN, H., KÜNKELE, S. & R. LORENZ (2006): Die Orchideen Europas mit angrenzenden Gebieten.- Ulmer Verlag, Stuttgart.
- BRANDNER, R., Gruber, A. & L. KEIM (2007): Geologie der westlichen Dolomiten: von der Geburt der Neotethys im Perm zu Karbonatplattformen, Becken und Vulkaniten der Trias.- GeoAlp 4: 95-121.
- BRUTTI, E. & V. SCHROFFENEGGER (Koord.) (2011): Dolomiten Welterbe Unesco – Naturparks Südtirol. Naturpark Schlern-Rosengarten - Alte Kulturen und Neue Aussichten: 1-88.- Autonome Provinz Bozen-Südtirol, Abteilung Natur und Landschaft, Amt für Naturparke.
- BURGA, C.A. & R. PERRET (2013): Spät- und nacheiszeitliche Floren- und Vegetationsgeschichte des Etschtales am Beispiel des Pollenprofils des Verlandungsmoores Lagabrun (1050 m ü.M.) bei Salurn, Provinz Trient (Italien).- Vierteljahrsschrift Naturforsch. Ges. Zürich 158(3/4): 55–63.
- BRÜTSCH, J.-P. (2000): Die Gattung *Nigritella* Rich.- Bauhinia 14: 21-32.
- BUTTLER, K.P. (1986): Orchideen.- Mosaik Verlag, München.
- CARRER, F., COLONESE, A.C., LUCQUIN, A., PETERSEN GUEDES, E., THOMPSON, A., WALSH, K., REITMAIER, T. & O. E. CRAIG (2016): Chemical analysis of pottery demonstrates prehistoric origin for high-altitude alpine dairying.- PLOS One. 11(4): e0151442. doi: 10.1371/journal.pone.0151442.
- COSTA, P., BOILLAT, V., BOILLAT, C. & R. LORENZ (2017): Neue höchstgelegene Funde von *Nigritella rhellicani* in Südtirol (Italien) und im Wallis (Schweiz).- J. Eur. Orch. 49 (2): 405-422.
- DALLA TORRE, K.W. & L. v. SARNTHEIN (1906): Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol. Vol. 6, 1.- Innsbruck.
- DANESCH, O. & E. DANESCH (1977): Tiroler Orchideen.- Athesia, Bozen.
- DELLAGO, O., VONMETZ, L. & P. ORTNER (2008): Die Südtiroler Seiser Alm am Scheideweg.- Jahrb. Ver. Schutz Bergwelt - München 73: 33-48.
- DEMETZ, K. & J. WANKER (2004): Flora y Fauna dla Dolomites, ed. 3.- Athesia Bozen.
- DOBZHANSKY, T. (1951): Genetics and the origin of species.- New York, NY,

- USA: Columbia University Press.
- ETH ZÜRICH (2020): e-pics - Tiere, Pflanzen, Biotope.- <http://biosys.e-pics.ethz.ch/#1604789211159> [eingesehen 7.11.2020].
- FLORAFUNASÜDTIROL (2020): Das Portal zur Verbreitung von Tier- und Pflanzenarten in Südtirol: *Nigritella rhellicani*.- Naturmuseum Südtirol. <http://www.florafuna.it/index.jsp?project=florafuna&view=BOT&locale=de> [eingesehen 27.10.2020].
- FOELSCH W. (2012): Bestimmungsschlüssel für die Kohlröschen der Ostalpen, Version 10. Mai 2012: 1-3. https://www.museum-joanneum.at/fileadmin/user_upload/Studienzentrum_Naturkunde/Downloads/Bestimmungsschlüssel_Nigritella_2012.pdf [eingesehen 26.10.2020].
- GERBAUD, M. & O. GERBAUD (2006): Les nigritelles de l'Est de l'Autriche et des Dolomites (2e partie).- *L'Orchidophile* 168: 3-15.
- GERBAUD, M. & O. GERBAUD (2011): Quelques observations sur des Nigritelles et autres Gymnadénies (*Orchidaceae/Orchideae*) des Grisons (Graubünden, Suisse) et du Seiser Alm (Dolomites, Italie).- *L'Orchidophile* 189: 121-130.
- GÖPFERT, H. (2020): Die Seiser Alm – größte Hochalm Europas.- <https://seiseralm-schlerngebiet.com/seiseralm/wissenswertes/220-die-seiser-alm.html> [eingesehen 28.10.2020].
- GÖLZ, P. & H.R. REINHARD (1986): Statistische Untersuchungen an alpinen und skandinavischen Orchideen.- *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal* 39: 36-47.
- GRABHERR, G. (2010): Biodiversitätsverlust durch moderne Hochlagen-Landwirtschaft.- *Jahrb. Verein Schutz Bergwelt (München)* 74/75: 29-40.
- GRASS, N. (1986): Aus der Rechtsgeschichte der Seiser Alm.- *Der Schlern* 60: 293-314.
- GRUBER, A., KEIM, L. & R. BRANDNER (2006): Prähochglaziale gravitative, fluviale und lakustrine Ablagerungen am Westrand der Südtiroler Dolomiten (Tiers, Völs, Seis, Gröden.- Poster, PANGEO 2006, Innsbruck / Tirol.- Österreichische Geologische Gesellschaft https://www.geologie.ac.at/fileadmin/user_upload/dokumente/pdf/poster/poster_2006_pangeo06_gruber_dolomiten.pdf [eingesehen 27.10. 2020].
- HAUPT, P. (2010): Bronzezeitliche Erdöfen auf dem Schlern.- *Der Schlern* 84(9): 4-15.
- HEDRÉN, M., LORENZ, R. & D. STÄHLBERG (2018a): Evidence for bidirectional hybridization between *Gymnadenia* and *Nigritella*.- *J. Eur. Orch.* 50 (1): 43-60.
- HEDRÉN, M., LORENZ, R., TEPPNER, H., DOLINAR, B., GIOTTA, C., GRIEBL, N., HANSSON, S., HEIDTKE, U., KLEIN, E., PERAZZA, G., STÄHLBERG, D. & B. SURINA (2018b): Evolution and systematics of polyploid *Nigritella* (*Orchidaceae*).- *Nord. J. Bot.* 36: 1-32. doi: 10.1111/njb.01539.
- HEGI, G. (1909): *Orchidaceae*.- In: *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, 2. Band,

- Ed. 1: 321-395.- München, J.F. Lehmann.
- HEIBEL, W. & J. LADURNER (1936): Geologie des Gebietes von Villnöß - Gröden - Schlern - Rosengarten.- Jahrb. Geol. Bundesanstalt 86 (1-2): 1-63, mit geolog. Karte 1:25.000.
- HOLTMEIER, F.-K. (2003): Mountain Timberlines - Ecology, Patchiness, and Dynamics.- Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- HUEMER, P. (2008): Der Naturpark Schlern-Rosengarten (Südtirol, Italien) – Lebensraum für seltene und gefährdete Schmetterlinge (Lepidoptera)?- Gredleriana 8: 497-518.
- JÖDICKE, D. (2019): Botanische Wanderreisen: Auf der Suche nach gelben Kohlröschen auf der Seiser Alm.- https://www.botanische-wanderreisen.de/files/Input/Bilder/Botanische-Wanderreisen/Botanische%20Wanderreisen_Tour_3_Puflatsch.pdf [eingesehen 31.10.2020].
- KAISER, R. (1993): Vom Duft der Orchideen – Olfaktorische und chemische Untersuchungen.- Basel.Lieber Georg
- KEIM, L. (2008): Geologie im Gebiet Schlern – Seiser Alm: vom Tethysmeer zum Gebirge.- Gredleriana 8: 25-46.
- KELLENBERGER, R.T. (2018): Insect-mediated microevolution of flowering plants – Chap. III Emergence of a floral colour polymorphism by pollinator-mediated overdominance.- Diss., University of Zurich, Faculty of Science.
- KELLENBERGER, R.T., BYERS, K.J.R.P., DE BRITO FRANCISCO, R.M., STAEDLER, Y.M., LAFOUNTAIN, A.M., SCHÖNENBERGER, J., SCHIESTL, F.P. & P.M. SCHLÜTER (2019): Emergence of a floral colour polymorphism by pollinator-mediated overdominance.- Nature communications 10(63): 1-11. Supplementary Information accompanies this paper at <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07936-x>.
- KLEIN, E. (1996): Die Blütenfärbung in der Gattung *Nigritella* (*Orchidaceae-Orchideae*) und ihre taxonomische Relevanz, inkl. einer Neukombination.- Phytion (Austria) 36(1): 53-62.
- KOHLHAUPT, P. (1976): Blumenwelt der Dolomiten, 3. erw. Aufl.- mit einem wissenschaftlichen Beitrag von H. Reisingl.- Athesia, Bozen.
- KRAL, F. (1983): Ein pollenanalytischer Beitrag zur Vegetationsgeschichte der Seiser Alm.- Der Schlern : 31-36. (n.v.)
- KRAL, F. (1989): Spät- und postglaziale Waldentwicklung in den italienischen Alpen.- Bot. Jahrb. Syst. 111, 213–229.
- KRAL, F. & G. CARMIGNOLA (1986): Ein Pollenprofil aus dem Wölflmoor bei Deutschnofen.- Der Schlern : 733–739. (n.v.)
- KREUTZ, C.A.J. (1996): Het geslacht *Nigritella* in Europa.- Eurorchis 8: 41-57.
- KRUTTER, S. (2019): Zwischen Berg und Tal - Die bronzezeitliche Hochweidenutzung auf dem Tennengebirge und die Frage der zugehörigen Tal-siedlungen (Salzburg, Österreich).- Forschungsberichte der ANISA für das

- Internet. 8, 19. Jg. (ANISA FB 8): 1-16. www.anisa.at
- KÜHEBACHER, E. (1995): Die Ortsnamen Südtirols und ihre Geschichte.- Athesia Bozen.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas.- G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- LASEN, C. & G. PERAZZA (2013): Note critiche sulla presenza di orchidee negli Habitat Natura 200.- In: PERAZZA, G. & R. LORENZ (2013): Le Orchidee dell'Italia nordorientale: 49-68.- edizionsiride, Rovereto.
- LASEN, C. & T. WILHALM (2004): Natura2000-Lebensräume in Südtirol.- Abteilung Natur und Landschaft, Autonome Provinz Bozen-Südtirol.
- LORENZ, R. & K. LORENZ (1998): Zum Stand der Kartierung der Orchideen Südtirols.- Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal 51: 124-190.
- LORENZ, R. & G. PERAZZA (2013): Beiträge zur Kenntnis der Blütenmorphologie der Artengruppe *Nigritella miniata* s.l. (*Orchidaceae*) in den Ostalpen.- Gredleriana 12 (2012): 67-146.
- MÜLLER, H. (1881): Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben.- Leipzig.
- PERAZZA, G. (1992): Orchidee spontanee in Trentino-Alto Adige.- Calliano.
- PERAZZA G. (2016): *Nigritella rhellicani*.- In: GIROS: Orchidee d'Italia, ed. 2.: 100-101.- Il Castello, Cornaredo (MI).
- PERAZZA, G. & R. LORENZ (2013): Le Orchidee dell'Italia nordorientale.- edizionsiride, Rovereto.
- PINDUR, P., SCHÄFER, D. & R. LUZIAN (2007): Nachweis einer bronzezeitlichen Feuerstelle bei der Schwarzensteinalm im Oberen Zemmgrund, Zillertaler Alpen.- Mitt. Österr. Geogr. Ges. 149: 181-198.
- REINHARD, H.R., GÖLZ, P., PETER, R. & H. WILDERMUTH (1991): Die Orchideen der Schweiz und angrenzender Gebiete.- Egg.
- REITMAIER, T. (2010): Auf der Hut – Methodische Überlegungen zur prähistorischen Alpwirtschaft in der Schweiz.- Tagungsband: 219-238. https://www.archaeologie.uzh.ch/static/pdf/Reitmaier_Alpwirtschaft.pdf [eingesehen 27.10.2020]
- SCHULZE, M. (1894): Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch-Oesterreichs und der Schweiz.- Gera-Untermhaus.
- SEIFERT, C., SPERLE, T., RADDATZ, J. & R. MAST (2009): Dokumentation und Handreichung zur Biotoppflege mit Pferden.- LUBW – Naturschutz-Praxis Landschaftspflege 2: 1-63. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- SOÓ, R. v. (1933): Formen von *Nigritella nigra*.- In: KELLER, G. & R. v. SOÓ (1930-1940): Monographie und Iconographie der Orchideen Europas und des Mittelmeergebietes Bd. 2.- Dahlem bei Berlin.
- STAFFLER, H., NICOLUSSI, K. & G. PATZELT (2011): Postglaziale Waldentwicklung in den Westtiroler Alpen.- Gredleriana 11: 93-114.

- STRACK, D., BUSCH, E. & E. KLEIN (1989): Anthocyanin patterns in European Orchids and their taxonomic and phylogenetic relevance.- *Phytochem.* 28(8): 2127-2139.
- UHLIG, W. (1971a): Orangerotes Kohlröschen. *Nigritella nigra* var. *fulva* R.Keller.- *Die Orchidee* 22(2): 65-67.
- UHLIG, W. (1971b): Ein Loblied auf die Seiseralm.- *Die Orchidee* 22(2): 73-76.
- VÖTH, W. (2000): *Gymnadenia*, *Nigritella* und ihre Bestäuber.- *J. Eur. Orch.* 32: 547-573.
- WILHALM, T., KRANEBITTER, P. & A. HILPOLD (2014): FloraFaunaSüdtirol (www.florafaina.it). Das Portal zur Verbreitung von Pflanzen- und Tierarten in Südtirol.- *Gredleriana* 14: 99-110.
- ZSCHUNKE, P. (2009): *Nigritella rhellicani*.- https://www.albiflora.eu/blog/?page_id=1270 [eingesehen 31.10.2020].

Adresse der Autoren

Richard Lorenz
Leibnizstrasse 1
D-69459 Weinheim, Deutschland
e-mail: [lorenz\[at\]orchids.de](mailto:lorenz[at]orchids.de)

Mikael Hedrén
Dept of Biology, Lund University
Sölvegatan 37
SE-223 62 Lund, Schweden
e-mail: [mikael.hedren\[at\]biol.lu.se](mailto:mikael.hedren[at]biol.lu.se)

Roman T. Kellenberger
Department of Plant Sciences, University of Cambridge
Downing Street
CB2 3EA Cambridge, Grossbritannien
e-mail: [rk615\[at\]cam.ac.uk](mailto:rk615[at]cam.ac.uk)

Johann Madl
Pfuss 39
I-39052 Kaltern, Italien
e-mail: [h.madl\[at\]rolmail.net](mailto:h.madl[at]rolmail.net)

Philipp M. Schlüter
Institute of Biology 190b, University of Hohenheim
Garbenstraße 30
D-70599 Stuttgart, Deutschland
e-mail: [philipp.schlueter\[at\]uni-hohenheim.de](mailto:philipp.schlueter[at]uni-hohenheim.de)