

70 Jahre nach dem Waldbrand – wie hat sich die Vegetation bei Il Fuorn entwickelt?

Senta Stix^{1a}, Maude Baudraz¹, Niklaus Müller¹ & Norbert Schnyder¹
Meylania 71 (2023): 25-32

Zusammenfassung

Auf einer 1951 durch einen Waldbrand entstandenen Offenlandfläche bei Il Fuorn (Zernez, GR) wurde 70 Jahre nach dem Brand die Moos- und Gefässpflanzenflora erhoben. Es handelt sich dabei um die Wiedererhebung mehrerer Dauerflächen die in den Jahren nach dem Brand eingerichtet worden waren. Dadurch lässt sich die Vegetationsentwicklung auf der Brandfläche untersuchen. Steile und stark der Sonnenstrahlung ausgesetzte Flächen haben sehr unterschiedliche Entwicklungswege eingeschlagen, entweder hin zu grösseren Deckungswerten und Artenzahlen oder zur Stagnation der Sukzession.

Auf den am stärksten vom Brand betroffenen Flächen wurde eine Besiedlungsabfolge von Moosen sichtbar. Pionierarten wie *Bryum argenteum* verschwanden und wurden durch Ubiquitisten ersetzt. Jedoch scheinen die Pionierarten nicht durch die Ubiquitisten verdrängt worden, sondern aus bislang ungeklärten Gründen verschwunden zu sein.

Aus der ebenfalls durchgeführten Wiedererhebung von zwei Dauerflächen (angelegt durch F. Ochsner) am vom Feuer unbeeinträchtigten Gegenhang, lässt sich ein Rückschluss auf die Populationsdynamik von *Buxbaumia aphylla* in über 60 Jahren ziehen und einfache Artenschutzmassnahmen für die stark gefährdete Art ableiten.

Abstract

70 years after the forest fire - how has the vegetation at Il Fuorn developed?

On an open area near Il Fuorn (Zernez, GR) created by a forest fire in 1951, the bryophyte and vascular plant vegetation was surveyed 70 years after the fire. The survey was carried out on several permanent plots installed in the years after the fire and thus allowed to study the development of the vegetation.

Steep and sun exposed sites developed in different ways, either towards increased cover and species numbers or stagnation of the succession. A clear succession of bryophyte species became visible on the areas most affected by the fire. Pioneer species such as *Bryum argenteum* disappeared and were replaced by ubiquitists. However, pioneer species probably did not disappear due to competition, but for still unexplained reasons.

The resurvey of two permanent plots (established by F. Ochsner) on the opposite slope, which was not affected by the fire, allows a statement on the population dynamics of *Buxbaumia aphylla* over 60 years and the formulation of simple species protection measures for the endangered species.

¹FUB – Forschungsstelle für Umweltbeobachtung AG, Alte Jonastrasse 83, CH-8640 Rapperswil; ^{1a} senta.stix@fub-ag.ch

Einleitung

Nach dem Brand eines 6 ha grossen Bergföhrenbestandes an einem Südhang bei Il Furorn im Schweizer Nationalpark im Frühjahr 1951, wurden kurz nach dem Brand von W. Trepp und zwei Jahr später, 1953, von F. Ochsner Dauerflächen angelegt. Die letzten Wiederehebungen dieser Dauerflächen wurde 1994/95 von P. Geissler (Moose) und J. Hartmann (Gefässpflanzen) durchgeführt (Geissler & Hartmann 2000). Nun wurden diese Dauerflächen ein weiteres Mal erhoben. Durch diese langjährige Erhebungsreihe konnten die Sukzessionsverläufe untersucht werden. Die Fläche ist bis heute nicht wiederbewaldet und in weiten Teilen von schuttreichen Pioniervegetationsstadien bedeckt. Im unteren Bereich des Südhangs entwickelt sich die Vegetation jedoch hin zu grasreichen Beständen (Weiderasen). Die Trittbelastung durch die Beweidung durch Hirsche und andere Wildtiere ist vermutlich über die Zeit hinweg hoch geblieben.

1954 legte Ochsner eine zweite Serie von 20 Dauerflächen auf der der Brandfläche gegenüberliegenden Talseite entlang des Buffalora-Weges, verstreut im Lärchen-Arven-Bergföhrenwald an, zur Beobachtung der Entwicklung von Moosgesellschaften. Er erhob sie jährlich bis 1973. Ochsner führte auf einigen Flächen Verpflanzungsexperimente durch, er legte einige Flächen frei, indem er die gesamte Vegetation entfernte, um die Besiedelung zu untersuchen. Bei der Mehrzahl der Flächen beobachtete er dagegen die natürliche Entwicklung. Patricia Geissler erhob 1991 viele dieser Flächen erneut für ihre Dissertation (Geissler 1993). Leider konnten 2022 nur zwei dieser Flächen wiedergefunden werden: Fläche V4 (ein kleiner Verrucano-Block) und Fläche V1 (Erdanriss am Wegrand).

Material und Methoden

Durch GPS-Einmessung, der Markierung der Dauerflächen mit Pflöcken und eines Flächenplans (Scheurer 1996) waren die Dauerflächen auf der Brandfläche teils wieder auffindbar. In einer Vorbegehung im September 2021 konnten so einige Dauerflächen lokalisiert werden. Anfang August 2022 wurden dann sechs Dauerflächen wiedererhoben, und zwar die Flächen (F) 2, 3, 6, 7, 8 und 10 gemäss Scheurer (1996; Abb. 1). Fünf dieser Dauerflächen konnten deckungsgleich wiedererhoben werden (F2, 3, 6, 7 und 10), gesichert durch die aufgefundenen alten Markierungspflöcke. Dadurch existieren nun Zeitreihen von rund 70 Jahren für diese Dauerflächen. Für die andere Dauerfläche (F8) ist die Wiederverortung unscharf.

Die Dauerflächen waren je 1 m² gross. Bei den Dauerflächen 2 und 10 wurde zusätzlich eine 16 m² grosse Fläche, in welcher die 1 m² grosse Dauerfläche zu liegen kam, erhoben. Alle Dauerflächen waren quadratisch. In den früheren Erhebungen waren die Stetigkeiten der Arten mit Dezimeter-Gittern erhoben worden. Bei der Wiedererhebung 2022 wurden die Arten dagegen mit der erweiterter Braun-Blanquet-Skala (Reichelt & Willmanns 1973) erhoben. Zusätzlich wurden die Gesamtdeckung und die Deckung der Moose geschätzt.

In F2 und 8 ist beim Brand die gesamte Humusaufgabe zerstört worden, sie gehören zum Vegetationstyp «Pioniervegetation» (Geissler & Hartmann 2000) und sind schottrige Steilhänge, 3 und 10 liegen in Kalkschuttrassen, 6 und 7 in Randbeständen respektive degenerierter Waldunterwuchsvegetation. F2 und 8 sind beide steil (Nei-

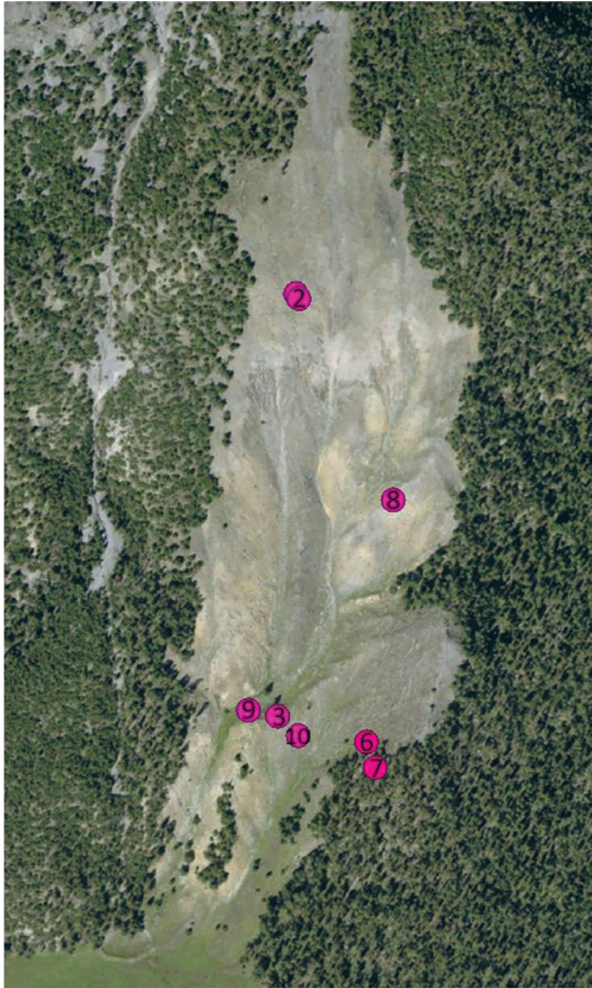


Abb. 1. Lage aller 2022 erhobener Dauer-flächen auf der Brandfläche bei Il Fuorn. Da nicht alle alten Dauerflächen wiedergefunden werden konnte, ist die Nummerierung nicht durchgängig. Quelle Kartengrundlage: Daten: CNES, Spot Image, swisstopo, NPOC

gung $> 30^\circ$) und südexponiert. F3 und 10 sind ebenfalls südexponiert, jedoch weniger steil (Neigung ca. 28°). F6 und 7 sind zwar jeweils steil (Neigung $> 30^\circ$), jedoch westexponiert und durch den Föhrenwald etwas geschützt. F9 entspricht keiner alten Dauerfläche. Sie wurde als neue Dauerfläche in einer feuchten Geländemulde hinter der Mittelrippe angelegt und kann in zukünftigen Untersuchungen wiedererhoben werden. In dieser Arbeit wird sie nicht weiter behandelt.

Eine detaillierte Beschreibung der Vegetationstypen, der Topologie der gesamten Brandfläche und der bisherigen Vegetations- und Bodenentwicklung wurde bereits vom Geissler und Hartmann (2000) vorgelegt. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich folglich auf die neueren oder nun langfristig erkennbaren Entwicklungstendenzen.

Die Deckungen der Moosarten aller bisheriger Erhebungen wurden digitalisiert. Die Stetigkeiten der früheren Erhebungen wurden in Werte der Braun-Blanquet-Skala umgewandelt. Die Abbildungen wurden in R gemacht (R Core Team 2020), mithilfe der ggplot2 und viridis packages (Wickham 2016; Garnier et al. 2021). Ein ausführlicherer Bericht der vorliegenden Untersuchung kann dem Archiv des Schweizer Nationalparks entnommen werden (Stix et al. 2022).

Neben den sechs Dauerflächen auf der Brandfläche wurden auch zwei Flächen der von Ochsner am Gegenhang angelegten Dauerflächen wiedererhoben. Dabei wurden rein qualitative Aufnahmen ohne Deckungsschätzungen gemacht.

Ergebnisse

Die Dauerflächen F2 und 8 befinden sich auch heute noch im Pionierstadium (Kalkschotter). Auf F2 hat sich bis 2022 stellenweise eine dünne Feinerdeschicht etabliert. Die Vegetationsdeckung hat sich seit 1995 verdoppelt und die Gefässpflanzen-Artenzahl hat stark zugenommen – von vier Arten im Jahr 1954 auf 23 Arten im Jahr 2022. Die Moosflora hat sich stark verändert. Seit dem Initialstadium nach dem Brand ist *Bryum argenteum* aus der Fläche verschwunden und seit 1995 haben sich drei neue Arten etabliert (Abb. 2). F8 zeigt praktisch keine Entwicklung seit der Erhebung aus dem Jahr 1995. Rasch nach dem Brand bis in die späten 1960er Jahre konnte sich *Calamagrostis varia* etablieren. Danach brach ihr Bestand völlig zusammen. Seither ist keine Entwicklung dieser Dauerbeobachtungsfläche erkennbar.

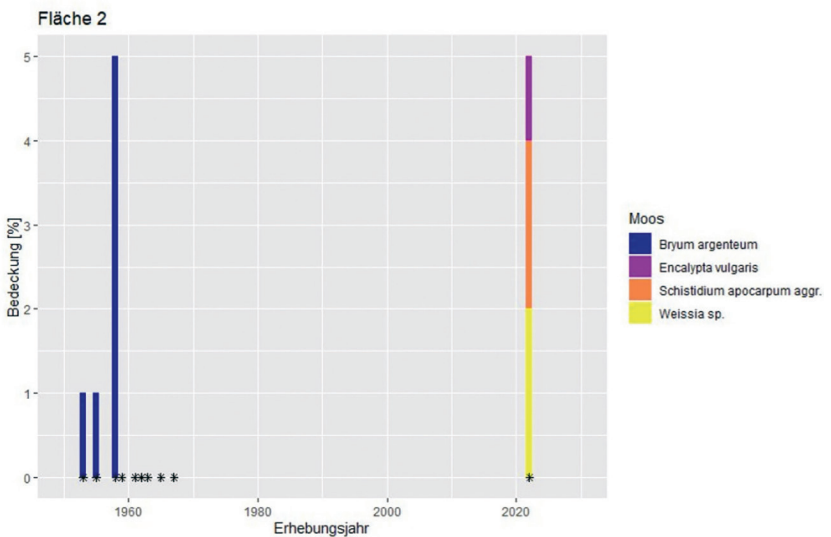


Abb. 2. Wechsel der Moosarten über die Jahre auf Fläche 2. Die Pionierart *Bryum argenteum* wird vollständig von *Weissia* sp., *Schistidium apocarpum* aggr. und *Encalypta vulgaris* abgelöst. In allen Jahren mit * wurde die Fläche 2 erhoben. In den 1960ern wurden auf der Fläche keine Moose gefunden.

F10 und 3 liegen auf der Mittelrippe der Brandfläche im Kalkschuttrasen mit feinem und größerem Schotter, wenig Totholz und einzelnen, etwas grösseren Steinen. Die Entwicklung der Moosvegetation läuft in die gleiche Richtung wie bei F2 und 8. *Bryum argenteum* verschwindet nach einer anfänglich starken Besiedlung völlig und es haben sich bis 2022 mindestens sieben Ubiquitisten oder Arten, welche häufig sowohl in Pionier- wie auch späteren Sukzessionsstadien vorkommen etabliert: *Weisia* sp., *Schistidium* cf. *flaccidum*, *Schistidium* sp., *Ditrichum flexicaule*, *Tortella tortuosa*, *Didymodon fallax* und *Sciuro-hypnum reflexum*. Bei den Gefässpflanzen kann eine quantitativ starke Verschiebung zu den Gräsern beobachtet werden. Auch ein Wechsel in der Artengarnitur ist zu bemerken. Die vormalig noch nicht festgehaltenen *Koeleria pyramidata* und *Carex montana* sind nun die dominanten Arten. Die ehemals häufigen *Hieracium staticifolium*, *Leontodon hispidus* (inkl. subsp. *pseudocrispus*) und *Festuca rubra* aggr. sind nahezu verschwunden. Die Artenzahl ist 2022 mit 24 Gefässpflanzenarten höher als 1995.

Am unteren Rand der Brandfläche wurde ein von Ochsner als Magerweide charakterisierter Standort (F6) und eine Dauerfläche im Bergföhrenwald (F7) erhoben. F6 ist heute eher ein offener, grasreicher Zwergstrauchbestand mit Föhrenwald-Unterswuchs-Charakter. *Erica carnea* hat sich stark ausgebreitet. *Calamagrostis varia* hat sich über die Zeit gut halten können, im Gegensatz zu *Carex humilis* und den früher stärker vertretenen krautigen Arten. Die Artenzahl der Gefässpflanzen hat sich seit 1954 mit einem kleinen Einbruch 1968 fortlaufend erhöht und liegt nun bei 17 Arten. Die Entwicklung der Moosvegetation läuft parallel zu der Entwicklung der Pionierflächen (F2 und 8) – die Erstbesiedler sind bereits seit langem wieder verschwunden, etablieren konnten sich zwischenzeitlich standorttypische Ubiquitisten - *Bryum caespitium*, *Ceratodon purpureus*, *Tortella tortuosa*, *Encalypta vulgaris*, *Brachythecium salebrosum*. Seit 1995 hat wieder eine Arten-Turnover stattgefunden und nur *Tortella tortuosa* konnte ihre Stellung bis 2022 halten.

Die Ochsner als Referenz für vor dem Brand bestehende Waldbodenvegetation dienende Dauerfläche F7 liegt am Rande der Brandfläche in einem lichten Rotföhrenwald. Es handelt sich um lückige, degenerierte *Erica*-Bestände und stark erodierten Waldboden mit etwas Schotter und Rohhumus und einer hohen Deckung von Nadeln, Zapfen und Ästchen von *Pinus sylvestris*. Die Artenzahl hat seit 1995 stark abgenommen. Von den damals dichten *Vaccinium vitis-idaea*- und *Erica carnea*-Beständen mit verschiedenen Gräsern und Kräutern ist heute kaum etwas übrig. Es sind heute keine Moose mehr auf der Fläche zu finden. Damit setzt sich die bereits 1995 festgestellte Tendenz der Degradierung fort.

Weitere Erhebungsflächen

Entlang des Buffalora-Weges auf der gegenüberliegenden Talseite der Brandfläche, wurde von Ochsner eine kleine, inzwischen seit langem verwachsene Dauerfläche (V1) angelegt. Von 1955 bis 1991 wurde in unregelmässigen Abständen im Bereich dieser Fläche *Buxbaumia aphylla* beobachtet (Abb. 3). Die stark gefährdete Art (EN, Schnyder et al. 2004) konnte auch 2022 wiedergefunden werden.



Abb.3. *Buxbaumia aphylla* an offenen Stellen des Wegbords am Buffalora-Weg (Foto: Norbert Schnyder).

Diskussion

Die spannendsten Entwicklungstendenzen zeigen sich bei den beiden Pionierflächen F2 und 8, die sich sehr unterschiedlich entwickelt haben. F2 zeigt eine Sukzession, F8 ist dagegen stagniert. Dort wo viel Totholz (F2) in der Brandfläche liegt, etablierte sich auch vermehrt Feinerde auf dem Schotter, obwohl dieser Bereich der Brandfläche nicht weniger exponiert und steil ist als F8. Es kann also durchaus sein, dass durch das Totholz genügend schützende Strukturen, vor allem gegen die starke Sonneneinstrahlung und Verdunstung, entstehen, sodass die Pflanzen einen kleinen Vorteil erhalten und so auch die Bodenbildung etwas schneller voranschreiten kann. Natürlich läuft die Besiedelung der Fläche entsprechend ihrer Höhenlage (2030 m ü.M.), ihrer Exposition (S) und Neigung (33°) langsamer ab, als dies bei einer Fläche mit weniger harschen Umweltbedingungen der Fall wäre, jedoch ist eine eindeutig «positive» Entwicklung sichtbar, im Gegensatz zu F8. Möglicherweise verschlechterten sich die Umweltbedingungen auf dem exponierten Standort noch mehr oder der Untergrund ist mobiler als in F2.

Bei den Moosen setzt sich die schon 1995 beobachtete Abnahme von Pionierarten wie *Bryum argenteum*, *Funaria hygrometrica* oder *Ceratodon purpureus* weiter fort und Arten wie *Ditrichum flexicaule*, *Tortella tortuosa* und *Didymodon fallax* treten in den Vordergrund. Es stellt sich jedoch die Frage, wieso das so ist, da, mit Ausnahme der feuchten Hangmulde, auf keiner Fläche so hohe Moos- oder Gefässpflanzendeckungen auftreten, dass nicht auch weiterhin konkurrenzschwächere Pionierarten Platz hätten. Im Gegenteil finden sich nach wie vor sehr viele offene, schottrige Flächen, die idealen Lebensraum für Arten wie die genannten bieten würden. Doch keine dieser Arten wurde 2022 wiedergefunden. Es ist natürlich sehr gut möglich bzw. wahr-

scheinlich, dass sich diese Arten noch auf der Brandfläche befinden und nur durch einen relativ zufälligen Artenwechsel nicht mehr in den Erhebungsflächen vorkommen oder übersehen wurden. Besonders auffällig ist jedoch die Entwicklung in F2, wo bereits in den späten 1950er Jahren der *Bryum argenteum*-Bestand zusammenbrach (Geissler & Hartmann 2000) und die Art zwar 1988 nochmals mit geringer Stetigkeit wiedergefunden wurde, danach aber verschwand. Welches die Ursachen sind für das Verschwinden dieser sehr anpassungsfähigen und leicht kenntlichen Art, die auch heute noch genügend Lebensraum hätte, ist unbekannt.

Eine interessante, nicht ursächlich geklärte Tendenz ist die Degradation des Föhrenwald-Unterwuchses. Möglicherweise hat die grosse Lücke der Brandfläche in der geschlossenen Waldvegetation langfristig grössere mikroklimatische Auswirkungen. Vielleicht nehmen auch die Trittschäden durch die sehr zahlreichen wilden Huftiere (Geissler & Hartmann 2000) an Waldrändern so zu, dass sich über die Zeit hinweg starke Degradationsprozesse zeigen, nämlich die generelle Abnahme der Vegetationsdeckung und der drastische Verlust von Arten. Um diese Dynamiken zu ergründen, bedürfte es aber entsprechender Vergleichsstudien in geschlossenen Waldstandorten und mit Auszäunungsflächen.

Ein interessanter Wiederfund und das verbleibende Herzstück aus den Arbeiten von Ochsner und Geissler (Geissler 1993) ist *Buxbaumia aphylla*. Damit kann gezeigt werden, dass sich diese Art sehr lange in einem Gebiet halten kann, in diesem Fall seit über 60 Jahren, wenn sie in der Umgebung immer wieder gute Habitate findet. Die Art benötigt offene, saure Rohhumusböden. Entlang des Buffalora-Weges ergeben sich offenbar immer wieder neue Erdanrisse und offene Flecken, auf denen die Art siedeln kann. Will man für diese Art also Artenschutzmassnahmen setzen – was in diesem Fall hier nicht nötig scheint – so ist dies mit sehr geringen Mitteln leicht zu bewerkstelligen.

Schlussfolgerungen

Es lohnt sich in regelmässigen, längeren Abständen das Vorkommen von *Buxbaumia aphylla* nachzukontrollieren. Weiters ist auch eine langfristige Fortführung der Beobachtung der Vegetationsentwicklung der Brandfläche sicher lohnenswert. Erhebungsabstände von 10 Jahren wären vermutlich ideal.

Ein Weideausschlussexperiment inklusive Zusatzflächen in umliegenden Bergföhrenbeständen (Randbestand und geschlossener Wald) wäre interessant.

Die Frage der mangelnden Nischenausnutzung durch Pionierarten, wie *Bryum argenteum*, bleibt unbeantwortet und bedürfte zur Klärung vermutlich umfangreicher ökologischer Untersuchungen. Dies gilt ebenso für die unterschiedlichen Entwicklungen der Dauerflächen 2 und 8.

Dank

Besonderen Dank möchten wir Sonja Wipf und Anea Schmidlin für die Unterstützung im Feld sowie der Suche nach Grundlagen (Daten & Belege) aussprechen. Auch haben uns Thomas Scheurer und Michelle Price mit Hinweisen grosszügig weitergeholfen und Thomas Kiebacher hat mit seiner unermüdlichen Korrektur den Artikel in Bestform gebracht.

Literatur

- Garnier S., Ross N., Rudis R., Camargo A.P., Sciaini M. & Scherer C. 2021. viridis - Colorblind-Friendly Color Maps for R. R package version 0.6.
- Geissler P. 1993. Dauerflächenbeobachtungen an Moosgesellschaften im Schweizer Nationalpark. In: Festschrift Zoller. Dissertationes Botanicae 196: 245–262.
- Geissler P. & Hartmann J. 2000. Vegetationsdynamik in einem 1951 abgebrannten Bergföhrenbestand. In: Schütz M., Krüsi B.O. Edwards P.J. (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nationalpark-Forschung Schweiz 89: 107–129.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/oxygen-consuming-substances-in-rivers/r-development-core-team-2006>
- Reichelt G. & Wilmanns O. 1973. Vegetationsgeographie. Westermann, Braunschweig.
- Scheurer T. 1996. Brandfläche Il Fuorn, Dauer-Einrichtungen. Geländeplan. https://www.parcs.ch/snp/pdf_public/3042_ilfuorn_overview_scheurer_1996.pdf
- Schnyder N., Bergamini A., Hofmann H., Müller N., Schubiger-Bossard C. & Urmi E. 2004. Rote Liste der gefährdeten Moose der Schweiz. BUWAL-Reihe: Vollzug Umwelt. BUWAL, FUB & NISM, Bern.
- Stix S., Schnyder N., Müller N. & Baudraz M. 2022. 70 Jahre nach dem Brand – wie hat sich die Vegetation entwickelt? Projektbericht. <https://www.parcs.ch/snp>
- Wickham H. 2016. Package “ggplot2” Elegant Graphics for Data Analysis. Springer, New York.



Copyright: © 2023 Die Autor*innen. Dies ist ein frei zugänglicher Artikel, der unter den Bedingungen der Creative Commons Namensnennung Lizenz (CC BY 4.0) verbreitet wird. Diese erlaubt die uneingeschränkte Nutzung, Verbreitung und Vervielfältigung in jedem Medium, sofern der ursprüngliche Autor, die Quelle und die Lizenz genannt werden (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).