

ANGÉLINE BEDOLLA, ARIEL BERGAMINI, STEFFEN BOCH, RUDOLF STAUB
**Zustand und Veränderung der Vegetation im Hochmoor Gamperfin
(Grabs SG) nach den Regenerationsmassnahmen**

217



Angéline Bedolla

Geboren 1968 in Montmorency (bei Paris, Frankreich). Studium der Forstwissenschaften an der ETH Zürich, danach angestellt in einem Ingenieurbüro. Seit 2003 an der Eidg. Forschungsanstalt WSL tätig, zuerst als Luftbildinterpretin dann in der Gruppe Moorschutz. Zurzeit Mitarbeiterin in der Gruppe Lebensraumdynamik, wo sie die Feldarbeiten des Moduls Vegetation der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz plant und koordiniert. Führt Vegetationserhebungen und Datenanalysen durch und leitet lokale Wirkungskontrollen in Mooren.



Ariel Bergamini

Geboren 1966 in Schaffhausen. Studium der Biologie mit anschließender Dissertation zu Moosen und Umweltbeziehungen in Kalkflachmooren an der Universität Zürich. Danach Mitarbeiter als Spezialist für Moose in einem Ökobüro. Seit 2003 an der Eidg. Forschungsanstalt WSL tätig und seit 2011 Leiter der Gruppe Lebensraumdynamik und der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz. In seiner Forschung beschäftigt er sich mit Fragestellungen rund um Biodiversität und deren Veränderung auf verschiedenen räumlichen Skalen.



Steffen Boch

Geboren 1976 in Lich (Hessen, Deutschland). Studium der Umweltwissenschaften in Lüneburg, Dissertation an den Universitäten Potsdam und Bern im Fachbereich Pflanzenökologie, danach wissenschaftlicher Assistent am Institut für Pflanzenwissenschaften der Universität Bern bis 2017. Seitdem wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Eidg. Forschungsanstalt WSL. Mitarbeiter im Modul Vegetation der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz, mit Arbeitsschwerpunkten in der Naturschutzbiologie und zu Diversitätsmustern von Pflanzen, Moosen und Flechten.



Rudolf Staub

Geboren 1965, Studium der Biologie an der Universität Zürich. Abschluss 1992. Seit 1993 im Büro für Räumliche Entwicklung und Natur (RENAT) in Vaduz und Grabs. Mitwirkung an diversen Naturwertkartierungen und ökologischen Planungen. U.a. Mitarbeit beim Aufwertungsprojekt Gamperfin und Betreuung Erfolgskontrolle.

218

Zusammenfassung

Das Hochmoorobjekt «Gamperfin/Turbenriet/Tischenriet/Gapels» ist ein grosser Hochmoorkomplex der östlichen Voralpen, dessen Hydrologie durch Drainierung, Aufforstungen und Torfabbau gestört wurde. Im Jahr 2010 wurde im Turbenriet der querliegende, acht Meter breite Hauptgraben mit Lehm und Holzkästen geschlossen und zum Teil aufgefüllt. Ergänzend wurden Bäume gefällt und kleinere Seitengräben geschlossen. Um die Wirkung der durchgeführten Massnahmen zu überprüfen, wurden 2010 unmittelbar vor der Regeneration und sieben Jahre später im Jahr 2017 Vegetationserhebungen in 27 Einheitsflächen durchgeführt. Um den aktuellen Zustand des gesamten Hochmoores zu beschreiben, wurden zusätzlich 78 Dauerbeobachtungsplots mit einer Fläche von je 10 m² eingerichtet. Diese Plots sollen später als Grundlage für zukünftige Wirkungskontrolle dienen.

Die typische Hochmoor-Vegetation reagierte positiv auf die Erhöhung des Wasserstandes im Torfkörper: der Anteil an spezialisierten Hochmoorpflanzen wie Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*) oder Rundblättriger Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) an der Gesamtvegetationsdeckung ist deutlich angestiegen, der Deckungsanteil von Bäumen und Zwergsträuchern hat hingegen abgenommen. Entsprechend sind die trockenen Heiden zurückgegangen, die feuchteren Bult- und Heidemoorgesellschaften haben hingegen deutlich zugenommen. Generell zeigt die Vegetation nach den Regenerationsmassnahmen feuchtere und lichtreichere Standortverhältnisse an. Auch die Konkurrenzzahl ging zurück, d.h. konkurrenzstarke Arten, die meist typisch für nährstoffreichere und trockenere Verhältnisse sind, wurden zurückgedrängt. All dies deutet auf verbesserte, weil hochmoortypischere Standortbedingungen hin, unter denen wieder eine Torfakkumulation stattfindet. Wie erwartet sind die Veränderungen um den aufgefüllten Hauptgraben am grössten, aber auch etwas weiter entfernt sind positive Auswirkungen zu verzeichnen. Das Hochmoor Gamperfin weist durch das Vorkommen von seltenen und gefährdeten Arten insgesamt einen hohen Naturwert auf. Hervorzuheben ist das Vorkommen der einzigen reinen Population der Heidelbeerblättrigen Weide (*Salix mytilloides*) der Schweiz, die an wenigen Stellen im Hochmoor wächst, sowie Moospezialitäten wie das Haarfeine Kleinkopfsprossmoos (*Cephaloziella elachista*) und das Kropfige Kleingabelzahnmoos (*Dicranella cerviculata*). Rund ein Drittel der Arten der 10 m² grossen Dauerbeobachtungsflächen gelten zumindest als potenziell gefährdet. Die Ergebnisse der Regenerationsmassnahmen sind ermutigend, zeigen sie doch, dass sich die Massnahmen insgesamt positiv auf die Entwicklung des Moores auswirken. Wir empfehlen, die Entwicklungen des Moores anhand der Vegetation weiterhin zu dokumentieren.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	218
1 Einleitung	219
1.1 Lage und Entstehung des Hochmoores	219
1.2 Eingriffe ins Turbenriet	220
1.3 Regenerationsprojekt	221
1.4 Wirkungskontrolle auf zwei Ebenen	222
2 Vegetationserhebungen	223
2.1 Vegetationsaufnahmen	223
2.2 Vegetationsdaten	223
2.3 Nachweis von Veränderungen und Unterschiede	225
2.4 Kartographische Darstellungen	225
3 Resultate und Diskussion	226
3.1 Die aktuelle Flora im Hochmoor Gamperfin	226
3.2 Funktionelle Artengruppen	229
3.3 Vegetationstypen	232
3.4 Mittlere Zeigerwerte	232
4 Entwicklung der Vegetation vom unteren Turbenriet nach den Regenerationsmassnahmen	234
4.1 Foto-Dokumentation der Vegetationsentwicklung und Wiederbesiedlung.	234
4.2 Veränderungen der Standortparameter (mittlere Zeigerwerte)	236
4.3 Entwicklung der Deckungsanteile der funktionellen Artengruppen	238
4.4 Veränderungen der Vegetationstypen	240
5 Fazit und Empfehlungen	240
6 Literatur	242
Anschrift der Autoren	242
Anhang (Artenliste)	243

1 Einleitung

1.1 Lage und Entstehung des Hochmoores

Das Hochmoorobjekt von nationaler Bedeutung «Gamperfin/Turbenriet/Tischenriet/Gapels» (Abb. 1) liegt an einem süd-ost orientierten Hang am östlichen Fuss der Churfirnen auf einer Höhe von 1300 bis 1400 m ü. M. in der Gemeinde Grabs (Kt. SG). Die mittlere Niederschlagsmenge liegt bei ca. 2000 mm pro Jahr, die mittlere Jahrestemperatur erreicht ca. 5 °C (SCHNEEBELI 1988). Solche klimatischen Bedingungen sind für die Entstehung und die Ausbreitung von Hochmooren günstig (KÜCHLER et al. 2018). Das Moor entstand durch die Vereinigung von verschiedenen Moorkörpern, die sich nach der letzten Eiszeit in Mulden zwischen Moränenwällen bildeten (ombrosoligenes Moor, Abb. 3). Der Untergrund besteht aus einem schiefrigen, wenig wasserdurchlässigen Kalkmergel (Amdenermergel) und ist punktuell von kalkhaltigen Bändern durchzogen (SCHNEEBELI 1988). Der gleiche Kalk, der stark zur Karstbildung neigt, ist an den Hängen des benachbarten Gämseruggs gut sichtbar.

Das Hochmoorobjekt ist Teil der Moorlandschaft von nationaler Bedeutung «Gamperfin» (SCHWEIZ. BUNDESRAT 1996), welche auch das national bedeutende Flachmoor «Hirzenbäder/Sommerweid» umfasst, das direkt an die Hochmoorflächen an-

grenzt. Gemäss dem Inventar der Hochmoore von nationaler Bedeutung (BUWAL 1991) erstreckt sich das Hochmoorobjekt über 27.3 ha. Ursprünglich war die gesamte Region sehr moorreich, wie die zahlreichen Drainageröhren in den umliegenden Weiden immer noch bezeugen.

Das Hochmoor besteht aus einem zentralen, grossen Hochmoorkörper, dem sogenannten Turbenriet (Abb. 2). Es lässt sich in einen unteren, mittleren und oberen Bereich unterteilen. Des Weiteren finden sich die von Strassen, Wegen oder Waldbeständen vom Turbenriet abgetrennten kleinen Moorfragmente «Chrüzriet», «Tischenriet» und «Gapels» (Abb. 1).

Abb. 2 Das Turbenriet liegt inmitten eines bewaldeten Hochmoorumfelds. (Foto: Rudolf Staub)

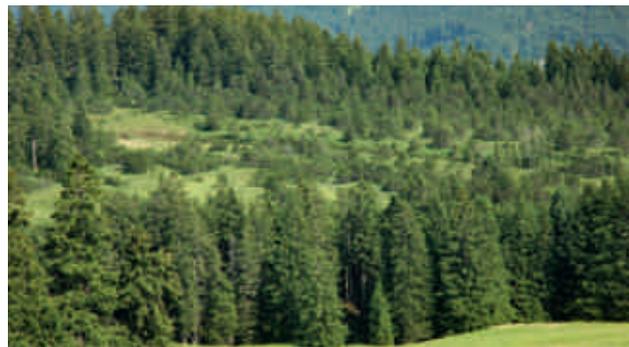


Abb. 1 Gebietsübersicht mit den Flach- und Hochmooren. Im Zentrum das Turbenriet. Die Moorlandschaft Gamperfin (rot umrandet) erstreckt sich über 281 ha und kann hier nicht vollständig dargestellt werden. (Swiss map raster © 2018 swisstopo (5704000 000). Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo JA100118)

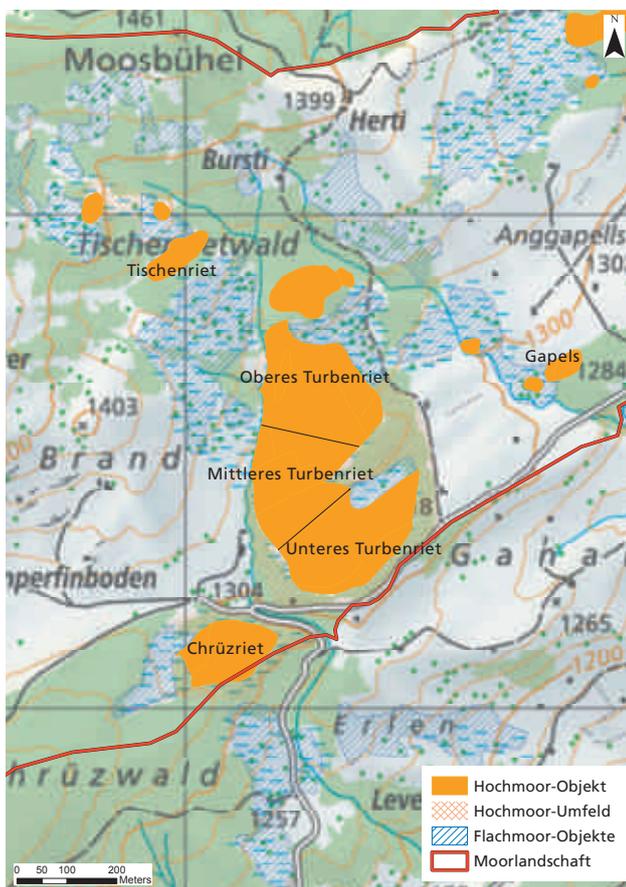
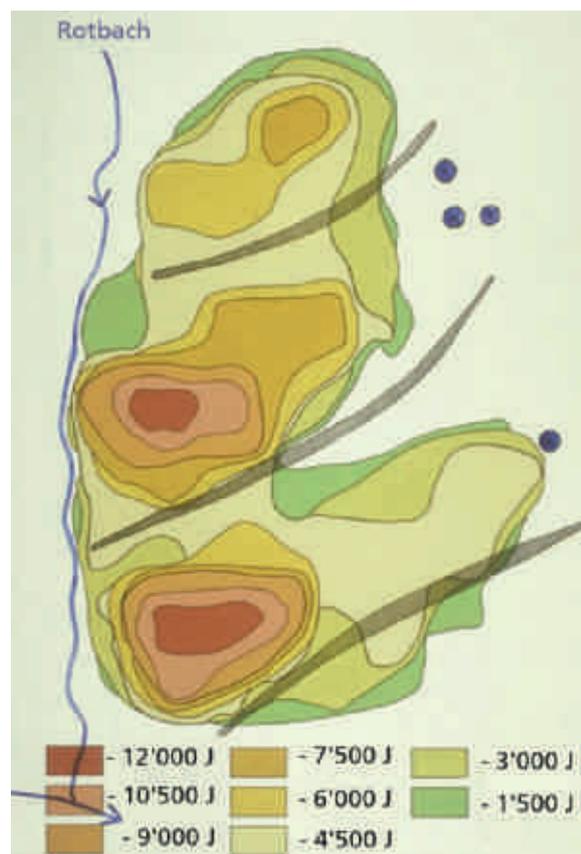


Abb. 3 Schematische Rekonstruktion der Entstehung des Hochmoors Turbenriet (FÄH 1986 in GRÜNIG 2011). Die Moorausbreitung ist von alt (dunkelrot) nach jung (dunkelgrün) in Jahren vor heute dargestellt; die grauen Streifen bezeichnen hangparallele Moränenwälle. Entwässert wird das Moor östlich in den Dolinen (Schlucklöcher) und westlich durch den stark erodierenden Rotbach.



Das in diesem Artikel berücksichtigte Untersuchungsgebiet umfasst die primären und sekundären Hochmoorflächen des Turbenriets, des Chrüzriets und des Tischenriets (insgesamt 13.9 ha.) und wird im Folgenden der Einfachheit halber zusammenfassend als «Hochmoor Gamperfin» bezeichnet.

1.2 Eingriffe ins Turbenriet

Das Turbenriet ist erstmals im Übersichtsplan von 1879 als «In den Föhren» dargestellt (ORTSGEMEINDE GRABS 1879, SCHNEEBELI 1988). Es wies bereits damals schon einen Entwässerungsgraben und einen ca. 60 m langen Torfstich im Norden des unteren Turbenriets auf – Zeugen einer um 1850 begonnenen Torfnutzung.

Anfang des 20. Jahrhunderts entstand die Idee, das Turbenriet wirtschaftlich zu nutzen und 1912 wurde ein Aufforstungs- und Entwässerungsprojekt entworfen: Im Abstand von drei bis sechs Metern war ein Entwässerungsgraben geplant, dazu eine Aufforstung mit 100'000 Bäumen, vor allem Fichten, um einen Schutzwaldstreifen anzulegen. Das gigan-

Abb. 4 *Luftbild des Turbenriets vom 25. Juli 1951. Die in Linien angepflanzten Bergföhren zeugen von den forstlichen Aktivitäten im Moor. Im unteren Bereich ist der Hauptgraben, sowie die quer dazu verlaufenden Entwässerungsgräben zu erkennen. Um die Torfnutzung zu vereinfachen, wurden alle Bäume im unteren Turbenriet gefällt. (Foto: Landestopographie, WSL-Moordiasammlung)*



tische Projekt wurde jedoch nie umgesetzt (SCHNEEBELI 1988). Einzig wurden vor dem I. Weltkrieg Bergföhren (vor allem die Legföhren-Form *Pinus mugo* subsp. *mugo*) im Abstand von sechs bis zehn Metern angepflanzt (Abb. 4) – ohne Entwässerungsmassnahmen vorzunehmen.

Zur Gewinnung von Brennmaterial wurde im unteren Teil des Moores periodisch Torf gestochen. Während des Zweiten Weltkriegs wurde dann gewerbemässig Torf (damals Turben genannt) in grösseren Mengen abgebaut, vorwiegend entlang des Hauptgrabens (Abb. 4). Im Jahr 1942 wurde auch das Moorauge – die im Moorzentrum natürlich liegende Wasseransammlung – zerstört. Da das Gebiet jedoch für eine rentable Torfausbeutung zu abgelegen war, stellte man den Torfabbau nach dem Krieg rasch wieder ein. Nach 1945 wurde das Moor sich selbst überlassen. So weist das Turbenriet auch heute noch grosse Torfvorräte auf (Torfvorrat um 1860: ca. 245'000 m³, 1988: ca. 200'000 m³, SCHNEEBELI 1988).

Trotz des eher geringen Torfabbaus blieb auch nach der Nutzungsaufgabe das Entwässerungssystem aktiv, weshalb das Moor zunehmend verheidete und Gehölze, vor allem Fichten, sich langsam ausbreiteten. Im Jahr 1963 schloss der St. Gallisch-Appenzellische Naturschutzbund einen Vertrag mit der Ortsgemeinde Grabs, der das Turbenriet vor weiterem Torfabbau schützte und erste Regenerationsmassnahmen einleitete (SCHNEEBELI 1988). Im Jahr 1980 wurde ein Teil der Fichten im unteren Moorbereich gefällt und man versuchte, Gräben mit Torfdämmen aufzufüllen – allerdings ohne grossen Erfolg (Abb. 5 & 6).

Abb. 5 *Der Hauptgraben war im Jahr 1980 stark verbuscht. Der Versuch, den Wasserabfluss durch einen einfachen Torfdamm zu blockieren, scheiterte. (Foto: Andreas Grünig)*



Abb. 6 *Durch Torfzersetzung dehnte sich der Hauptgraben auch nach dem Einstellen der Torfnutzung weiter aus (Aufnahme von 2009). (Foto: Rudolf Staub)*



1.3 Regenerationsprojekt

SCHNEEBELI (1988) führte eine ausführliche Untersuchung des Turbenriets anhand von hydrologischen, floristischen und bodenkundlichen Erhebungen durch. Er stellte eine Absenkung des Wasserspiegels, eine mechanische Verdichtung der Torfschicht, eine erhöhte Belüftung des Torfes und eine Sackung des Torfkörpers fest. Daraus entstand ein Vorschlag für konkrete Regenerationsmassnahmen (SCHNEEBELI 1988, SCHNEEBELI & FLÜHLER 1991). Die Schweizerische Stiftung für Vogelschutzgebiete (SSVG) entschloss sich 2009 unter der Federführung von Reto Zingg ein Projekt zur Renaturierung des Turbenriets zu erarbeiten und umzusetzen. Die Detailplanung für das Verschliessen des Hauptgrabens wurde an der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) unter der Leitung von Andreas Grünig entworfen. Fachlich wurde das Projekt von Peter Staubli (Beck und Staubli) begleitet. Die Umsetzung und Bauleitung erfolgte durch die Forstgemeinschaft der Gemeinden Grabs, Buchs, Sevelen GRABUS unter der Leitung von Andreas Gerber und Andreas Eggenberger.

Abb. 7 Abholzung im unteren Turbenriet. Kurz vor den Regenerationsmassnahmen im Mai 2010 (oberes Luftbild) waren die Bäume, vor allem Bergföhren (Pinus mugo), noch zahlreich. Im Sommer 2014 (unteres Luftbild), nach mehreren Holzschlägen, zeigte sich das Zentrum des unteren Turbenriets fast baumlos. (Swissimage © 2010 und 2014 swisstopo (DV 033594). Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo JA100118)



Auf Basis dieser Planung wurden von Juli bis Oktober 2010 im unteren Turbenriet Bäume gefällt (Abb. 7) und der Hauptgraben teilweise verschlossen (Abb. 8-11). Der späte Baustart erfolgte aus Rücksicht auf störungsempfindliche Vögel. Ziel des Regenerationsprojektes war es, den Wasserspiegel im ausgetrockneten unteren Teil anzuheben, der hydrologisch von den weiter oben gelegenen Hochmoorteilen getrennt war. Das Wachstum der Torfmoose und damit das Wachstum des gesamten Torfkörpers sollte dadurch begünstigt werden, das Gebiet sich somit von einer CO₂-Quelle wieder zu einer CO₂-Senke entwickeln. Ebenfalls sollten die typischen Hochmoorarten gefördert werden.

Um den Wasserspiegel möglichst nahe an die Mooroberfläche zu bringen, mussten die Drainagegräben blockiert oder ausgefüllt werden – eine Herausforderung für den bis 3 m tiefen und 8 m breiten Hauptgraben mit einem Gefälle von ca. 2 %. Mit drei grossen Holzkästen und Querdämmen aus wasserundurchlässigem Lehm verschloss man von Juli bis Oktober 2010 den Hauptgraben und überdeckte den Lehm später mit Torf.

Mit Schuttmaterial befestigte man die Sperrkonstruktionen hinter den Lehmriegeln und füllte übrige Lücken ebenfalls mit dem vor Ort gewonnenen Torf (Abb. 8-11).

Abb. 8 Konstruktion eines im Mineralboden verankerten Holzkastens als Barriere. (Foto: Andreas Grünig)



Abb. 9 Auffüllen des Hauptgrabens im steilen Abschnitt mit Lehm 2010. Dieser Lehmdamm stabilisiert auch die querliegenden Holzkästen. (Foto: Andreas Grünig)



Abb. 10 Gewinnung des Torfs durch Abtiefung des Geländes und Versetzen der Vegetationsschicht. (Foto: Rudolf Staub)



Abb. 11 Abschluss des Grabens im Osten durch einen Lehmriegel und vorgelagerten Torf. (Foto: Rudolf Staub)



Abb. 12 Schliessen der kleinen Seitengräben mit Holzspundwänden 2011. (Foto: Andreas Grünig)



In einem Abschnitt blieb der Hauptgraben offen, dort entstand ein grosser Weiher (STAUB et al. 2011). Nach der Schliessung des Hauptgrabens verschloss man auch die kleineren, querliegenden Seitengräben mit Holzspundwänden und Torf (Abb. 12).

1.4 Wirkungskontrolle auf zwei Ebenen

Wie bei jeder Regeneration stellte sich auch im Turbenriet die Frage, ob die durchgeführten Regenerationsmassnahmen die gewünschten Wirkungen zeigen oder ob allenfalls Nachbesserungen nötig sein werden.

Die Gemeinde Grabs, finanziell unterstützt durch das Amt für Natur, Jagd und Fischerei des Kantons St. Gallen und die Botanisch Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sarganserland-Werdenberg, hat das Büro RENAT GmbH sowie die WSL mit der Erfolgskontrolle der Regenerationsmassnahmen im Hochmoor Gamperfin beauftragt.

Die Wirkungskontrolle des Aufwertungsprojektes beruhte dabei auf zwei Ebenen:

- Beobachtung der kurzfristigen Veränderungen nach den Regenerationsarbeiten, bestehend aus einer Fotodokumentation sowie einer einfachen Dokumentation der Wiederbesiedlung der Torfflächen (RENAT 2015).
- Detaillierte Erfassung der Vegetation vor und nach den durchgeführten Regenerationsmassnahmen zu einem Zeitpunkt mit fortgeschrittener Vegetationsentwicklung. Als Grundlage für eine zukünftige Wirkungskontrolle wurden 2017 zudem standardisierte Plots nach der Methode der «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS)» im gesamten Turbenriet angelegt und erhoben (BOCH et al. 2018). Diese Arbeiten wurden von der Gruppe Lebensraumdynamik der Eidg. Forschungsanstalt WSL durchgeführt und ausgewertet.

Auf Basis der von der WSL durchgeführten Vegetationserhebungen wurden folgende Hypothesen überprüft:

- Die Vegetation der Plots im oberen Teil des Hochmoors Gamperfin, wo Torf nie abgebaut wurde, zeigt 2017 bessere, hochmoortypischere Bedingungen an als jene im unteren Turbenriet.
- Die Erhöhung des Wasserpegels im unteren Turbenriet hat zu Standortbedingungen geführt, die einem intakten Hochmoor ähnlicher sind als vor den Regenerationsmassnahmen.
- Vom Rückbau des Entwässerungssystems haben vor allem die typischen Hochmoorspezialisten und die torfbildenden Moose profitiert.
- Die Veränderungen sind in unmittelbarer Nähe des aufgefüllten Hauptgrabens grösser als am erhöhten Rand des Moores.
- Die offene Wasserfläche im Hauptgraben verlandet langsam.

2 Vegetationserhebungen

Kurz vor dem Auffüllen des Hauptgrabens wurden von der WSL im Frühsommer 2010 Vegetationsaufnahmen im ganzen Turbenriet durchgeführt. Die Aufnahmen fanden nach der damals üblichen Methode in sogenannten Einheitsflächen statt (KÜCHLER et al. 2018). Die Vegetation der Einheitsflächen wurde im Frühsommer 2017 im unteren Turbenriet erneut untersucht. Die Grenze zwischen dem unteren und dem mittleren Turbenriet wird im Feld durch eine west-ost gerichtete, bewaldete Torfstichkante gebildet (untere schwarze Linie in *Abbildung 1*). Gleichzeitig wurde ein Netz von 10 m² grossen, kreisförmigen Dauerbeobachtungsflächen (im Folgenden Plots genannt) im ganzen Hochmoor Gamperfin eingerichtet, um zukünftige Vegetationsveränderungen im gesamten Hochmoorperimeter zu beobachten (*Abb. 13*). Im Folgenden werden die Vegetationsaufnahmen im Detail beschrieben.

2.1 Vegetationsaufnahmen

Einheitsflächen

Um Veränderungen der Vegetationszusammensetzung aufgrund der Regenerationsmassnahmen festzustellen, wurden auf Infrarotluftbildern (Flugjahr 2008) aufgrund von Farbe, Struktur und Textur der abgebildeten Vegetation, homogen erscheinende Flächen (Einheitsflächen) unter dem Stereoskop abgegrenzt. Mit dem Ziel, die Gesamtvegetation des Gebietes abzubilden, wurden von den insgesamt 362 Einheitsflächen 106 zufällig ausgewählt. Diese waren über das ganze Hochmoor Gamperfin verteilt. Auf diesen Einheitsflächen wurden vom 28. bis 30. Juni 2010 – d.h. kurz vor dem Start der Regenerationsmassnahmen – Artenlisten der Gefässpflanzen und Moose zusammen mit ihren Deckungen von Angéline Bedolla, Klaus Ecker und Elizabeth Feldmeyer-Christe erstellt.

Um die Auswirkungen der Regenerationsmassnahmen zu analysieren, wurden die Vegetationsaufnahmen der Einheitsflächen vom 26. bis 28. Juni 2017 im unteren Turbenriet (27 Einheitsflächen) von Angéline Bedolla, Ariel Bergamini und Norbert Schnyder wiederholt.

Die wiederholten 27 Einheitsflächen hatten eine durchschnittliche Grösse von 508 m² (116–1043 m²).

Plots

Die Plots wurden nach der Methode der «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS)» (BOCH et al. 2018) anhand eines über das gesamte Gebiet gelegten Rasters mit 20 m-Maschenweite ausgewählt. Insgesamt lagen 71 Rasterschnittpunkte (Plotzentren) innerhalb des Hochmoors Gamperfin. Weil die Pflanzengesellschaften der nur kleinflächig vorhandenen feuchten Mulden unterrepräsentiert waren, wurde im Feld ein zusätzlicher Plot in einer Schlenke subjektiv ausgewählt. Zusätzlich wurden sechs Plots, die am 18. Juni 2013 im Rahmen der WBS von Angéline Bedolla, Norbert Schnyder und Ariel Bergamini im Hochmoor Gamperfin erhoben wurden, in die Stichprobe integriert. Somit standen für die Auswertungen des Ist-Zustandes 78 Plots zur Verfügung.

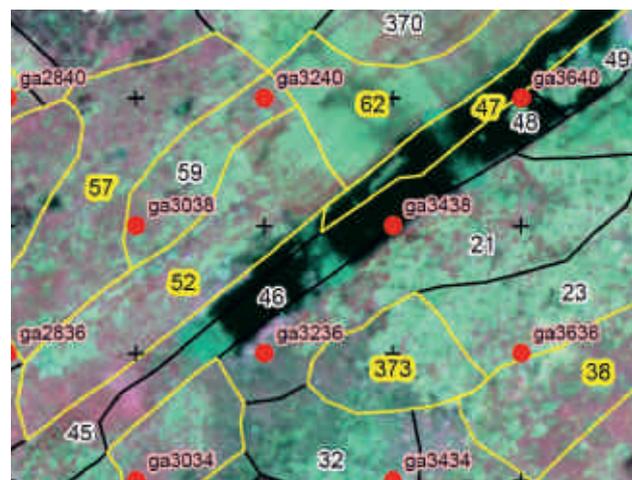
Die kreisförmigen Dauerbeobachtungsflächen haben eine Grösse von 10 m² (1.78 m Radius). Auf jedem Plot wurden möglichst alle Gefässpflanzen- und Moosarten erfasst und ihre Deckungen geschätzt. Zusätzlich wurde auf jedem Plot die Deckung der Kraut-, Strauch- und Baumschicht sowie der Zwergstrauchsicht (alle Arten der *Ericaceae*) geschätzt. Die Krautschicht umfasste alle krautigen Pflanzen sowie Gehölze bis 0.5 m Höhe, die Strauchsicht die Gehölze zwischen 0.5 und 3 m Höhe und die Baumschicht diejenigen Gehölze, die höher als 3 m waren. Weiter wurde die Deckung des offenen Wassers, von Steinen, des offenen Torfs, des Totholzes und der Streue geschätzt.

Um die Plots auch nach einigen Jahren wieder genau lokalisieren zu können, wurde die Lage des Plotzentrums im Feld mit einem Präzisions-GPS eingemessen (Trimble Geo 7X; Genauigkeit der Einmessungen im Durchschnitt <0.5 m). Zusätzlich wurde eine Magnetsonde ca. 30 cm tief im Zentrum des Plots versenkt. Diese ist mit einem Metallsuchgerät einfach und präzise wiederzufinden. So kann die Vegetationsentwicklung auf den genau gleichen Flächen verfolgt werden. Fiel das Plotzentrum auf einen instabilen Torfkörper, einen Schwingrasen oder mitten in eine offene Wasserfläche, wurde auf die permanente Markierung mit Magnetsonde verzichtet (4 Plots).

2.2 Vegetationsdaten

Die Nomenklatur der Gefässpflanzen richtet sich nach LAUBER et al. (2012), jene der Moose nach MEIER et al. (2013). Um Unterschiede in der Tiefe der Pflanzenbestimmung zwischen den unterschiedlichen Bearbeitern zu minimieren, wurden kritische, im Feld schwierig trennbare Sippen (Arten, Kleinarten und Unterarten) vor den Analysen zu Aggregaten zusammengefasst.

Abb. 13 Ausschnitt aus dem Feldplan für die Erhebung der Vegetation 2017. Die Wasserflächen im aufgestauten Hauptgraben erscheinen in diesem Infrarot-Luftbild schwarz. Die roten Punkte stellen die Zentren der 10 m²-Plots dar, die erneut erhobenen Einheitsflächen sind gelb umrandet. (Swissimage © 2014 swisstopo (DV 033594). Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo JA100118)



Um Zustand und Veränderungen im Turbenriet zu beschreiben, wurden folgende Variablen aus den erhobenen Vegetationsdaten abgeleitet:

Gesamtartenzahl

Veränderungen von Artenzahlen geben Aufschluss über die Entwicklung der Vegetation im Laufe der Zeit und eignen sich für eine Wirkungskontrolle von Regenerationsmassnahmen. Ungestörte Hochmoore sind durch eine eher geringe Artenzahl, jedoch durch meist hochspezialisierte Arten gekennzeichnet, die an die ständige Wassersättigung des Substrats, die tiefen pH-Werte und den Nährstoffmangel angepasst sind.

Artenzahlen in ökologischen Gruppen

Die Zugehörigkeit von Arten zu ökologischen Gruppen wurde der Flora indicativa (LANDOLT et al. 2010) entnommen. Die Zugehörigkeit zu einer bestimmten ökologischen Gruppe gibt an, an welchem Standort eine Art hauptsächlich vorkommt. Die Blutwurz (*Potentilla erecta*) ist dort den Mager- und Trockenwiesen zugeordnet. Da die Art sowohl in Flachmooren als auch in gestörten Hochmooren sowie Feucht- und Trockenwiesen sehr häufig ist, haben wir sie dennoch den Sumpfpflanzen zugeteilt.

Funktionelle Artengruppen und Deckungsanteile

Die Veränderung der Deckung von sogenannten funktionellen Artengruppen (Arten, die ähnliche ökologische Ansprüche haben, oder die gleiche Funktion erfüllen) kann für bestimmte Fragestellungen aussagekräftiger sein, als die Veränderung der Deckung einzelner Arten. Mit der Erhöhung des Wasserstandes im unteren Bereich des Turbenriets wurde die Wiederherstellung des Lebensraums für typische Hochmoorarten erwartet. Unter typischen Hochmoorarten (40 Gefässpflanzen und Moose, KÜCHLER et al. 2018) versteht man die Spezialisten der Schlenken (*Caricion lasiocarpae*) und der Bulten (*Sphagnion magellanicum*). Der Anteil dieser Arten an der Gesamtvegetation sollte deshalb nach den Regenerationsmassnahmen ansteigen. Torfbildende Moose (Braunmoose (Tab. 1) und alle Torfmoose) geben Aufschluss über das Wachstumspotenzial der Torfschicht und erlauben Rückschlüsse über den funktionellen Zustand des Hochmoors. In den Analysen wurde der Anteil der torfbildenden Moose an der Gesamtdeckung der Moose verwendet. Durch die Regenerationsmassnahmen wurde ein höherer Anteil erwartet. Gehölze und Zwergsträucher sind weitere funktionelle Artengruppen, die in diesem Artikel behandelt werden. Durch die forstlichen Eingriffe und Entbuschungsmassnahmen sollte der Anteil der Gehölzdeckung an der Gesamtdeckung der Gefässpflanzen abnehmen. Ein höherer Anteil von Zwergsträuchern kann auf einen sogenannten Verheidungsprozess und damit

Tab. 1 Liste der Braunmoose der Schweiz (auf der Basis von Literaturrecherchen und Expertenwissen) zusammen mit Zeigerwerten gemäss Landolt et al. 2010 und ihre Gefährdung und Abhängigkeit vom Moorschutz gemäss der Roten Liste der Moose der Schweiz (SCHNYDER et al. 2004). Legende: – Kein Wert vorhanden; LC: nicht gefährdet; NT: potenziell gefährdet; VU: verletzlich; EN: stark gefährdet; CR: vom Aussterben bedroht; RE: in der Schweiz ausgestorben; NE: nicht beurteilt. F: Feuchtezahl, R: Reaktionszahl, L: Lichtzahl, Gef.: Gefährdung, M: vom Moorschutz abhängig

Braunmoosarten	F	R	L	Gef.	M	Braunmoosarten	F	R	L	Gef.	M
<i>Breidleria pratensis</i> (Spruce) Loeske	4	5	4	LC	Ja	<i>Hamatocaulis vernicosus</i> (Mitt.) Hedenäs	5	3	4	NT	Ja
<i>Calliergon cordifolium</i> (Hedw.) Kindb.	5	4	4	VU	Ja	<i>Helodium blandowii</i> (Web. & Mohr) Warnst.	4	4	4	RE	
<i>Calliergon giganteum</i> (Schimp.) Kindb.	5	4	4	LC	Ja	<i>Meesia longiseta</i> Hedw.	–	–	–	RE	
<i>Calliergon richardsonii</i> (Mitt.) Kindb.	5	4	4	VU	Ja	<i>Meesia triquetra</i> (L. ex Jolycl.) Ångstr.	5	3	4	NT	Ja
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	4	4	4	LC		<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra	5	5	3	LC	
<i>Calliergonella lindbergii</i> (Mitt.) Hedenäs	3	4	3	LC		<i>Palustriella decipiens</i> (De Not.) Ochyra	4	3	4	LC	
<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i> (Brid.) R.S.Chopra	3	4	3	LC		<i>Palustriella falcata</i> (Brid.) Hedenäs	5	5	3	LC	
<i>Campyliadelphus elodes</i> (Lindb.) Kanda	4	4	4	VU		<i>Paludella squarrosa</i> (Hedw.) Brid.	5	3	4	VU	Ja
<i>Campylium stellatum</i> (Hedw.) J. Lange & C. Jens.	4	4	3	NE		<i>Polytrichum strictum</i> Brid.	4	1	4	NT	Ja
<i>Cinclidium stygium</i> Sw.	5	3	4	LC	Ja	<i>Scorpidium cossonii</i> (Schimp.) Hedenäs	5	4	4	LC	
<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce	4	5	3	LC		<i>Scorpidium revolvens</i> (Sw. ex anon.) Rubers	5	3	4	LC	
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.	5	4	4	LC		<i>Scorpidium scorpioides</i> (Hedw.) Limpr.	5	2	4	VU	Ja
<i>Drepanocladus lycopodioides</i> (Brid.) Warnst.	5	4	4	VU		<i>Straminergon stramineum</i> (Brid.) Hedenäs	4	2	4	LC	Ja
<i>Drepanocladus sendtneri</i> (H. Müll.) Warnst.	5	5	4	CR		<i>Tomentypnum nitens</i> (Hedw.) Loeske	5	3	4	LC	Ja
<i>Drepanocladus turgescens</i> (T.Jensen) Broth.	5	5	4	CR		<i>Warnstorfia exannulata</i> (Schimp.) Loeske	4	2	4	LC	
<i>Drepanocladus sordidus</i> (Müll.Hal.) Hedenäs	5	–	4	DD		<i>Warnstorfia fluitans</i> (Hedw.) Loeske	5	3	4	NT	
<i>Drepanocladus polygamus</i> (Schimp.) Hedenäs	5	3	4	EN	Ja	<i>Warnstorfia pseudostraminea</i> (Müll.Hal.) Tuom. & T.J.Kop.	5	–	4	VU	
<i>Drepanocladus trifarius</i> (F.Weber & D.Mohr) Paris	5	3	4	NT	Ja	<i>Warnstorfia sarmentosa</i> (Wahlenb.) Hedenäs	5	2	3	LC	Ja

auf eine gestörte Moorhydrologie, mit stagnierendem Wachstum oder sogar einem Rückgang der Torfschicht hindeuten.

Gefährdete Arten

Das Vorkommen von gefährdeten Arten kann künftige Schutzmassnahmen erfordern oder lenken. Wir haben deshalb die Arten der Roten Listen (für die Gefässpflanzen: BORNAND et al. 2016; für die Moose: SCHNYDER et al. 2004) mit Gefährdungstatus «potentiell gefährdet» (NT) oder höher speziell betrachtet.

Vegetationstypen

Die Vegetation jedes untersuchten Plots oder jeder Einheitsfläche wurde mittels eines Ähnlichkeitsindex (Jaccard-Koeffizient, JACCARD 1902) einem bestimmten Vegetationstyp gemäss PANTKE (2007) zugeordnet und danach zu folgenden höheren Einheiten aggregiert (in Klammern Namen gemäss PANTKE 2007):

- Bult- und Heidemoore (Sphagnion medii und Oxycocco-empetrium hermaphroditi)
- Schlenken (Caricion lasiocarpae)
- Zwergstrauchheiden (Rhododendron-vaccinon und Loiseleurio-vaccinon)
- Moorgebüsch (Salicion cinereae)
- Moorwald (Sphagno-Pinetum montanae und Betulion pubescenti)
- Kleinseggenried (Caricion davallianae und Caricion fuscae)
- Grossseggenried (Magnocaricion)
- Nasswiesen (Calthion palustris)

Flächen ohne Vegetation im offenen Wasser wurden dem Typ «offenes Wasser» zugeordnet.

In den Flachmoorflächen im Norden des unteren Turbenriets kommen in den gleichen Einheitsflächen sowohl acidophile Arten (*Carex nigra*, *Trichophorum cespitosum*, *Eriophorum vaginatum*) als auch typische Basenzeiger (*Swertia perennis*, *Primula farinosa*, *Epipactis palustris*) vor. Diese Vegetation wurde deshalb unter dem Sammelbegriff «Kleinseggenried» zusammengefasst.

Zeigerwerte

Aus Vegetationsaufnahmen abgeleitete mittlere Zeigerwerte geben Hinweise auf die ökologischen Bedingungen eines Standorts (LANDOLT 1977). Wir verwendeten hier folgende Zeigerwerte von LANDOLT et al. (2010): die Feuchtezahl (F), die Nährstoffzahl (N), die Reaktionszahl (R), die Humuszahl (H), die Lichtzahl (L) und die Bodendurchlüftungszahl (D). Für die Veränderungen im unteren Turbenriet wurde zusätzlich die Konkurrenzzahl (K) analysiert, weil Hochmoorspezialisten konkurrenzschwach sind und unter zu trockenen und nährstoffreichen Bedingungen rasch von anderen Arten verdrängt werden. Um die Standortsbedingungen besser zu charakterisieren, wurden die Deckungen der Arten bei der Berechnung der mittleren Zeigerwerte berücksichtigt. Somit haben Arten mit höheren Deckungen einen grösseren Beitrag

zum mittleren Zeigerwert der Aufnahme als vereinzelt vorkommende Pflanzen.

Grafisch werden die Zeigerwerte eines Gebiets durch Boxplots dargestellt (Abb. 21, 24, 26, 31, 42, 47). Die Boxplots sind wie folgt zu lesen: die zentrale schwarze Linie zeigt den Median. Das 1. bzw. 3. Quartil wird durch die untere, resp. obere Seite der Box begrenzt. Die Box beinhaltet also die Hälfte aller Werte. Die horizontale untere und obere Linie umgrenzen das Intervall von allen gemessenen Werten, ausgenommen allfällige extreme Beobachtungen (Ausreisser), die ihrerseits durch Kreise dargestellt sind. Der rote Punkt zeigt das arithmetische Mittel aller Werte.

2.3 Nachweis von Veränderungen und Unterschiede

Um den Zustand des Moores im Bereich der Regeneration mit den übrigen Bereichen zu vergleichen, wurden die Plots in zwei Gruppen eingeteilt: diejenigen des unteren Turbenriets (n = 35 Plots; Bereich der Regeneration) und diejenigen des übrigen Bereichs (n = 43 Plots; oberes und mittleres Turbenriet, Chrüzriet sowie Tischenriet).

Weil absolute Werte wenig über den Zustand eines Moores aussagen, verglichen wir die Aufnahmen unserer Plots mit 45 sogenannten Referenzplots. Diese weisen eine typische Hochmoorvegetation ohne Baumdeckung auf und gehören gemäss PANTKE (2007) der Assoziation Sphagnion magellanici an. Die 45 Referenzplots wurden aus der Stichprobe der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz WBS (BOCH et al. 2018) ausgewählt und stammen aus 24 Hochmooren der Nord- und Zentralschweiz.

Die Entwicklung im unteren Turbenriet zwischen 2010 und 2017 wurde mittels Wilcoxon-Rangsummentests für verbundene Stichproben auf statistische Signifikanz geprüft.

Der Zustand des ganzen Hochmoors Gamperfin wurde anhand von Vergleichen zwischen den drei Plot-Gruppen (Bereich der Regeneration, übriger Bereich, nationale Referenz) evaluiert. In jeder Gruppe wurden die mittleren Zeigerwerte berechnet und die Unterschiede zwischen den Gruppen mit einem normal approximierten Wilcoxon-Test geprüft.

2.4 Kartographische Darstellungen

Die räumliche Verteilung der Zeigerwerte und des Deckungsanteils der funktionellen Artengruppen der Plots, resp. der Differenzen davon in den Einheitsflächen, wurde auf Luftbildern von Swisstopo dargestellt. Um Zustandsveränderungen sofort unterscheiden zu können, benutzten wir zwei verschiedene Luftbilder: normal farbige für den Zustand 2017 (Swissimage © 2014 swisstopo (DV 033594)), Infrarot-Luftbilder für die Unterschiede zwischen 2010 und 2017 (Swissimage FCIR © 2014 swisstopo (DV 033594); Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo JA100118).

3 Resultate und Diskussion

3.1 Die aktuelle Flora im Hochmoor Gamperfin

Insgesamt wurden 167 Taxa in den 78 Plots im untersuchten Hochmoorperimeter nachgewiesen. Davon waren 103 Gefäßpflanzen und 64 Moose, die bis auf Artebene sicher bestimmt wurden. Die mittlere Artenzahl pro Plot liegt bei 18 (Tab. 2). Von den 40 typischen Hochmoorarten wurden sechs von 19 Gefäßpflanzen und 11 von 21 Moosen in den Plots gefunden (Artenliste im Anhang).

Als potentiell gefährdet gelten 26 Arten (17.5 % der Taxa, die mit Sicherheit bestimmt worden sind) (z.B. Abb. 14), zwei Arten sind verletzlich und eine sogar stark gefährdet (Tab. 3). Bemerkenswert ist der hohe Anteil von Rote Liste-Arten (Tab. 2): im Mittel sind 19 % aller Arten eines Plots mindestens potentiell gefährdet.

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu ausgewählten Pflanzenarten und Artengruppen im Detail beschrieben.

Tab. 2 Mittelwert und Maximum der Artenzahl pro Plot (\pm Standardfehler), sowie Anzahl Plots in der die funktionelle Pflanzengruppe oder die Kategorie vorkommt. NT: potentiell gefährdet; VU: verletzlich; EN: stark gefährdet.

Anzahl	Arithmetisches Mittel	Anzahl Plots	Maximum Arten/Plot
Arten	18.1 \pm 0.9	77	51 (in 1 Plot)
Gefäßpflanzen	11.4 \pm 0.7	77	35 (in 1 Plot)
Moose	6.7 \pm 0.4	74	16 (in 1 Plot)
Torfbildende Moose	3.2 \pm 0.2	70	6 (in 5 Plots)
Torfmoosarten	2.4 \pm 0.2	67	5 (in 5 Plots)
Typische Hochmoorarten	5.6 \pm 0.3	73	10 (in 2 Plots)
Arten der Roten Listen (NT, VU, EN)	6.1 \pm 0.3	72	10 (in 3 Plots)

Abb. 14 Der potentiell gefährdete Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) in einem Torfmoostepich. (Foto: Angéline Bedolla)



Gefäßpflanzen

Über 50 % der Gefäßpflanzenarten der Plots gehörten zu den typischen Moorarten, weniger als ein Viertel waren Waldarten (Abb. 15). Dies bestätigt die Ergebnisse früherer Studien (SCHNEEBELI 1988): Im Hochmoor Gamperfin findet man ein Mosaik aus offenen Hochmoorflächen und Bergföhrenwäldern (*Sphagno-Pinetum montanae*) mit einigen am Rand des Moores liegenden Fichtenwäldern auf Torf (*Sphagno-Piceetum typicum*), die allmählich in reinen Fichtenwald übergehen.

Auch Arten der Fettwiesen waren 2017 mit 10 % vertreten. Es handelte sich dabei zum Beispiel um Gräser wie das Duftende Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*) oder Kräuter wie Fries' Scharfer Hahnenfuss (*Ranunculus acris* ssp. *friesianus*) oder Gamander-Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*), die vor allem am Hochmoorrand auftraten.

Tab. 3 Gefährdete und potentiell gefährdete Gefäßpflanzen und Moose, die in den 78 Plots nachgewiesen wurden. Rot: typische Hochmoorarten; NT: potentiell gefährdet; VU: verletzlich; EN: stark gefährdet.

Gefährdete Arten: Gefäßpflanzen
 Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*) VU

Gefährdete Arten: Moose
Cephaloziella elachista VU
Dicranella cerviculata EN

Potenziell gefährdete Arten (NT): Gefäßpflanzen
 Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*)
 Wenigblütige Segge (*Carex pauciflora*)
 Rundblättriger Sonnentau (*Drosera rotundifolia*)
 Scheiden-Wollgras (*Eriophorum vaginatum*)
 Kleines Zweiblatt (*Listera cordata*)
 Sumpf-Läusekraut (*Pedicularis palustris*)
 Gemeines Fettblatt (*Pinguicula vulgaris*)
 Gemeine Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*)
 Gewöhnliche Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*)

Potenziell gefährdete Arten (NT): Moose
Cephalozia connivens
Dicranum undulatum
Mylia anomala
Polytrichum longisetum
Polytrichum strictum
Sphagnum angustifolium
Sphagnum capillifolium
Sphagnum cuspidatum
Sphagnum fallax
Sphagnum magellanicum
Sphagnum papillosum
Sphagnum russowii
Splachnum ampullaceum

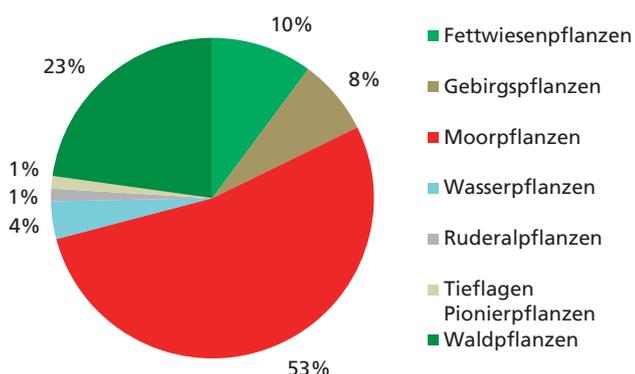
Das Blaue Pfeifengras (*Molinia caerulea*) war die häufigste Grasart. Es kam in 65 % der Plots vor, zum Teil mit hoher Deckung (bis 40 %). Das Pfeifengras weist auf wechselfeuchte Bedingungen hin, was in Hochmooren meist auf eine gestörte Hydrologie zurückzuführen ist. Mit seinen bis 1 m langen Wurzeln kann es das tief im Torfkörper oder sogar darunter befindliche Wasser erreichen (CONERT 1998). Das Blaue Pfeifengras ist eine Charakterart der benachbarten Streuwiesen.

Seltene und besondere Gefässpflanzen

Das Turbenriet beherbergt die einzige reine Population der Heidelbeerblättrigen Weide (*Salix myrtilloides*) der Schweiz, sonst kommen nur Hybriden vor (KÄSERMANN 1999). Diese vom Aussterben bedrohte Art (Status CR in der Roten Liste gemäss BORNAND et al. 2016) wurde weder in den Plots noch in den Einheitsflächen der Stichprobe nachgewiesen, aber 2017 im mittleren Teil des Turbenriets gefunden und fotografiert (Abb. 16).

Alle bekannten Vorkommen von Hybriden zwischen der Heidelbeerblättrigen Weide und anderen Weidenarten liegen in der Nordostschweiz (INFO FLORA 2018): im Toggenburg im Hochmoor Gamplüt (Kreuzung mit *Salix repens*), ein unbestätigter Fund aus dem Moor Müselen in der Gemeinde Gams (Kreuzung mit *Salix aurita*), sowie eine weitere Fundstelle am Hirschberg (AR), die als erloschen gilt (KÄSERMANN 1999). Die Heidelbeerblättrige Weide ist keine typische Hochmoorpflanze. Sie wächst an Nassstellen, auf mässig nährstoffreichen, mässig sauren und mesotrophen Torfböden an lichten Standorten (OBERDORFER 2001). Im Hochmoor Turbenriet wurde diese Art schon 1893 dokumentiert und als «selten» für die Gegend betrachtet (BUSER 1895, OBERLI 1981).

Abb. 15 Anteil Gefässpflanzenarten der 78 Plots in den ökologischen Gruppen gemäss Flora indicativa (LANDOLT et al. 2010).



Die Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*, Abb. 17) wurde verschiedentlich in nassen Hochmoorschlenken im Gamperfin beobachtet und in zwei Plots notiert. Als Charakterart der Schlenken (*Caricion lasiocarpae*) kommt sie mit dem Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*) vor. Ausserdem ist sie lokal mit der Wenigblütigen Segge (*Carex pauciflora*) vergesellschaftet, die ebenfalls auf nährstoffarme, zeitweise überflutete Torfböden angewiesen ist.

Abb. 16 Heidelbeerblättrige Weide (*Salix myrtilloides*) über einem Torfmoosteppech im mittleren Turbenriet. (Foto: Angéline Bedolla)



Abb. 17 Die Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*) ist lokal in nassen Hochmoorschlenken zu finden. (Foto: Angéline Bedolla)



Südlich des aufgestauten Hauptgrabens im unteren Turbenriet wurde eine ausgedehnte Population des Moorbärlapps (*Lycopodiella inundata*, Abb. 18) auf nacktem Torf an sehr nassen Stellen entdeckt. Diese Art gilt in der Schweiz als verletzlich (VU). Sie ist zudem in der Liste der Prioritären Arten der Schweiz aufgelistet (BAFU 2011). Auch im mittleren und oberen Bereich des Turbenriets kommt die Art an verschiedenen Stellen vor.

Moose

In den 78 Plots wurden 63 Moosarten sicher bestimmt. Mit durchschnittlich über sechs Arten pro Plot betrug der Anteil der Moose an der Gesamtartenzahl etwa 40 % (Tab. 2).

Seltene und besondere Moose

Die Moosflora war meist von Torfmoosen (*Sphagnum* spp., Abb. 19) dominiert. Torfmoose speichern sehr viel Wasser und versauern ihre Umgebung durch die Abgabe von Wasserstoffionen. Sie wachsen an der Spitze kontinuierlich in die Höhe, während der untere Teil langsam abstirbt. Unter wassergesättigten, anaeroben und sehr sauren Bedingungen wird dieses abgestorbene organische Material unvollständig abgebaut: Es bildet sich Torf. Torf kann aber auch andere, nicht komplett abgebaute Pflanzenarten enthalten (z.B. weitere Moosarten, Wollgräser, Seggen). Alle Torfmoose der Schweiz sind gesetzlich geschützt (Natur- und Heimatschutzverordnung Anhang 2). Insgesamt wurden in den 78 Plots elf Torfmoostaxa gefunden. Daneben wurden weitere vier torfbildende Moosarten festgestellt.

In einer Einheitsfläche wurde ausserdem 2010 das braune Torfmoos (*Sphagnum fuscum*) gefunden, eine typische Hochmoorart mit dem Roten Liste Status VU (verletzlich). Sie wurde 2017 im unteren Turbenriet ausserhalb der Plots und Einheitsflächen erneut festgestellt.

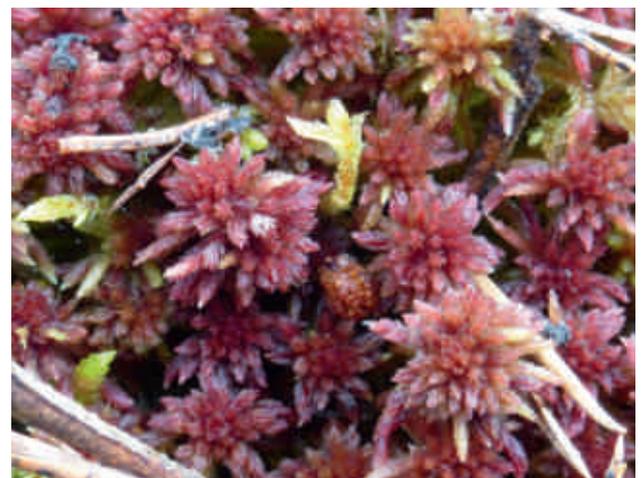
Das Haarfeine Kleinkopfsprossmoos (*Cephaloziella elachista*, VU) wurde nicht nur neu für das Hochmoor Gamperfin, sondern auch für die ganze Region nördlich des Walensees neu nachgewiesen. In der Ostschweiz war sie bis jetzt nur aus Wetzikon (dortiger Fund aus dem Jahr 1898) und aus Scuol im Unterengadin bekannt (Swissbryophytes 2018). Dieses sehr seltene beblätterte Lebermoos bevorzugt sehr feuchte, extrem saure und helle Standorte, wie sie in Hochmooren zu finden sind. Entsprechend wurde sie im lichten Bergföhren-Hochmoorwald südlich des Hauptgrabens gefunden. Das Haarfeine Kleinkopfsprossmoos ist eine sehr kleine Art und kann leicht übersehen werden. Es scheint deshalb nicht unwahrscheinlich, dass die Art an weiteren Stellen im Hochmoor Gamperfin vorkommt. Allerdings ist die Art auch nicht einfach zu bestimmen: Vier zusätzliche Proben, die in zwei Plots und zwei Einheitsflächen gesammelt wurden, konnten dieser Art nicht sicher zugeordnet werden.

228

Abb. 19 Das mittlere Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*, oben) und *Sphagnum capillifolium* (unten) sind im Hochmoor Gamperfin sehr häufig. (Fotos: Angéline Bedolla)



Abb. 18 Population des Moorbärlapps (*Lycopodiella inundata*), der sich südlich des neu entstandenen Weihers ausdehnt. (Foto: Norbert Schnyder)



Das Kropfige Kleingabelzahnmoos (*Dicranella cerviculata*) wurde im Hochmoor Gamperfin in einem Plot im mittleren Moorbereich und in zwei Einheitsflächen des unteren Bereichs nachgewiesen. Dies sind die ersten Nachweise dieser Art in der Nordostschweiz seit 1900. Weitere bekannte Funde stammen aus Rüte (AI) aus dem Jahr 1896 und aus Pfäffikon (ZH) aus dem Jahr 1894. Im Alpenraum dagegen ist die Art etwas weiter verbreitet und wurde z.B. im Glarnerland 1995 und 2006 gesammelt (Swissbryophytes 2018). Das Kropfige Kleingabelzahnmoos kommt bevorzugt auf offenem, etwas feuchtem Torf vor. Die Art profitiert deshalb von Störungen. In der Schweiz gilt sie als stark gefährdet (EN).

Das Flaschenfrüchtige Schirrhoos (*Splachnum ampullaceum*, Abb. 20) gedeiht auf Dung von Pflanzenfressern, meist auf Kuhfladen, auf nassen Moorböden. Fliegen, die von dem speziellen, für uns eher unangenehmen Bibergeil-Geruch des Moores angelockt werden, breiten die klebrigen Sporen aus (NEBEL & PHILIPPI 2005). Im Gamperfin wurde die Art verschiedentlich auf Hirschdung gefunden. Offensichtlich profitiert sie von den dort häufig vorkommenden Hirschen. Das Flaschenfrüchtige Schirrhoos gilt in der Schweiz als potenziell gefährdet (NT). Es wurde im Jahr 2017 in zwei Plots und vier Einheitsflächen im unteren Turbenriet nachgewiesen.

3.2 Funktionelle Artengruppen

Typische Hochmoorarten

Im Mittel wuchsen knapp sechs hochmoortypische Arten pro 10 m²-Plot (Tab. 2). Mit einem Mittelwert von knapp 40 % war der Deckungsanteil typischer Hochmoorarten in den Plots zudem hoch (Abb. 21). Die tiefsten Deckungsanteile typischer Hochmoorarten wurden insbesondere am Hochmoorrand und in der Nähe des aufgefüllten Hauptgrabens gefunden (Abb. 22).

Abb. 20 *Habitus und junge Sporophyten des Flaschenfrüchtigen Schirrhoos (Splachnum ampullaceum) auf Hirschdung im Hochmoor Gamperfin. (Foto: Ariel Bergamini)*



Abb. 21 *Anzahl typischer Hochmoorarten pro Plot (oben) und Deckungsanteil der typischen Hochmoorarten an der Gesamtdeckung der vorkommenden Arten (unten). Erläuterung Boxplot: zentrale schwarze Linie: Median, untere, resp. obere Seite der Box: 1. bzw. 3. Quartil; horizontale untere und obere Linie: alle gemessenen Werte (ohne Ausreisser); roter Punkt: arithmetisches Mittel aller Werte.*

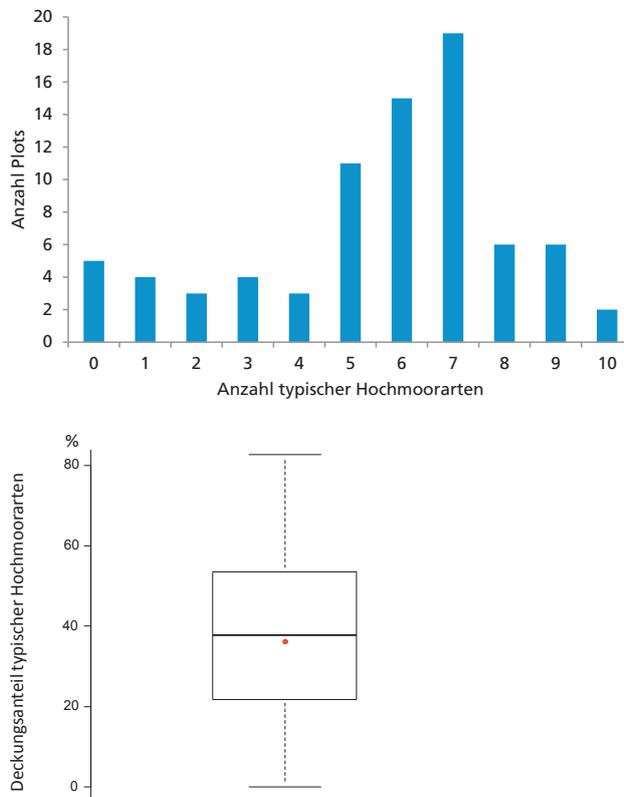
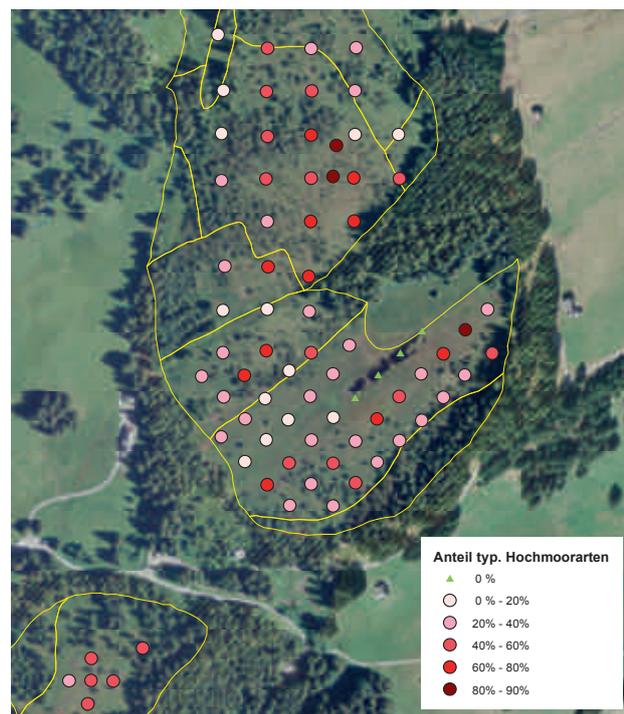


Abb. 22 *Anteil an typischen Hochmoorarten an der Gesamtdeckung der Vegetation in den 78 Plots im Hochmoor Gamperfin im Juni 2017. Je dunkler die Rottöne, desto grösser der Deckungsanteil der typischen Hochmoorarten.*



Unter den typischen Hochmoor-Gefäßpflanzen war das Scheiden-Wollgras (*Eriophorum vaginatum*, Abb. 23 unten) besonders häufig. Es kam in 79 % der Plots vor. Die Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*) und die Gemeine Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*, Abb. 23 oben) waren in 54 % bzw. 62 % der Plots vertreten. Dies sind alles typische Arten der Hochmoor-Bulden. Auch andere typische Hochmoorarten waren nicht selten; z. B. wurde der Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*; Abb. 14) in 29 % der Plots nachgewiesen.

Unter den typischen Hochmoor-Moosen waren zwei Torfmoose besonders häufig: Das Mittlere Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*; Abb. 19 oben) kam in fast 81 % und das Spitzblättrige Torfmoos (*Sphagnum capillifolium*; Abb. 19 unten) in 40 % der Plots vor. Neben den Torfmoosen war das Sumpfstreifensterntmoos (*Aulacomnium palustre*) das häufigste typische Hochmoor-Moos; es wuchs in 59 % der Plots.

Dagegen waren typische Schlenken- und Schwingrasenarten deutlich seltener: Z.B. kam die Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*) in nur zwei, das Ringlose Moorsichelmoos (*Warrstorfia exannulata*) in nur einem der 78 Plots vor.

Abb. 23 Zwei typische Hochmoorarten, die im Hochmoor Gamperfin häufig sind: die Gemeine Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*, oben) und das Scheiden-Wollgras (*Eriophorum vaginatum*, unten; Fotos: Angéline Bedolla).



Torfbildende Moose

Die Gruppe der torfbildenden Moose war mit durchschnittlich 3.2 Arten von 6.7 Moosarten pro Plot sehr gut vertreten. Insgesamt wurden 2017 in den Plots 15 torfbildende Moose gefunden (11 Torfmoos- und vier Braunmoosarten). *Sphagnum angustifolium* (Abb. 25) war sehr häufig und kam in mehr als 74 % der Plots vor. Diese Art zeigt oligo- bis mesotrophe, mittelsaure Bedingungen an.

Der Deckungsanteil der torfbildenden Moose an der Gesamtdeckung der Moose war 2017 sehr hoch (Median über 90 %), obwohl höchstens sechs torfbildende Moosarten pro Plot vorkamen (Abb. 24). Dies sind gute Voraussetzungen für die Bildung von neuem Torf.

Abb. 24 Anzahl torfbildender Moosarten pro Plot (oben) und Deckungsanteil der torfbildenden Moosarten an der Gesamtdeckung aller Moose (unten).

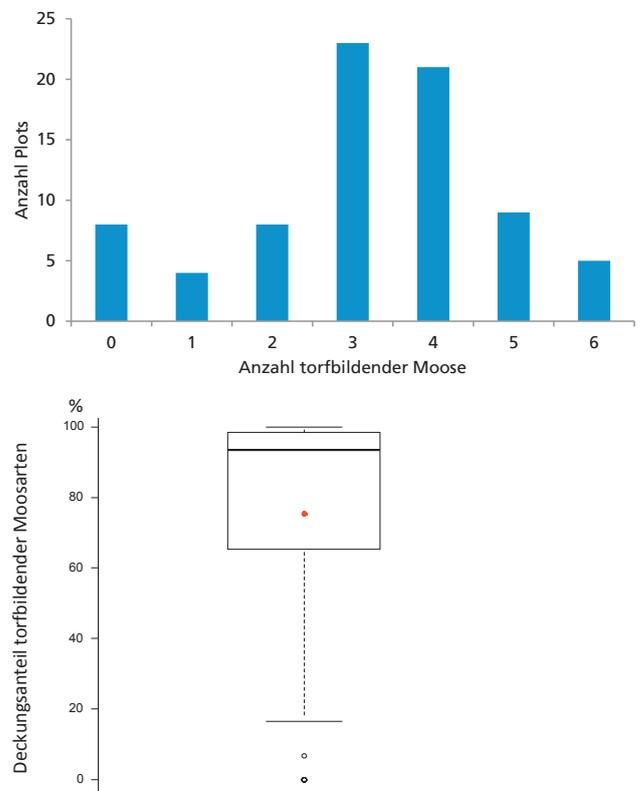


Abb. 25 *Sphagnum angustifolium*, hier mit Kapseln, ist im Hochmoor Gamperfin sehr häufig anzutreffen. (Foto: Angéline Bedolla)



Bäume und Sträucher

Gehölze (ohne Zwergsträucher) sind im Hochmoor Gamperfin stark vertreten: Alle Schichten vereint (d.h. unabhängig von der Höhe der Gehölze) waren Fichten (*Picea abies*) in 64 % und Bergföhren (beide Unterarten von *Pinus mugo*) in 47 % der Plots des Perimeters vertreten. Nur 14 der 78 untersuchten Plots (18 %) enthielten weder Fichten noch Bergföhren. Wohl aufgrund von Durchforstungsmassnahmen in den letzten Jahrzehnten war die Deckung der Gehölze allerdings eher niedrig: in nur 8 % der Plots erreichten Bäume eine höhere Deckung als 30 % und in nur 5 % der Plots erreichten Sträucher eine Deckung von über 20 %. Die Baumarten waren vor allem als Keimlinge in der Krautschicht anzutreffen. Sie sterben häufig von selbst aufgrund der ungünstigen Wachstumsbedingungen schnell wieder ab.

Die Anzahl vorkommender Gehölzarten war, wenn man die Zwergsträucher nicht berücksichtigt, extrem gering: nur sieben Arten kamen vor. Neben den beiden Hauptbaumarten Fichte und Bergföhre waren noch die Grau-Weide (*Salix cinerea*) in acht Plots sowie Wildrosen, Vogelbeere oder Birken anzutreffen.

Zwergsträucher

Insgesamt wurden in den Plots sechs verschiedene Heidekrautarten (*Ericaceae*) gefunden: Besenheide (*Calluna vulgaris*), Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), Moorbeere (*Vaccinium uliginosum*), Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*), Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*) und Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*). Die vier erstgenannten Arten dominierten die Zwergstrauchsicht und kamen in 90 % der 78 Plots vor (Abb. 26 & 27). Nur 12 Plots (15.5 %) wiesen eine einzige Art auf, 19 resp. 35 (24.5 % resp. 45 %) zwei oder drei Zwergstraucharten. In vier Plots (5 %) kamen sogar alle vier dieser Zwergstraucharten vor. Da sie dichte, teilweise fast geschlossene Bestände bilden (Abb. 27) lassen sie kaum Licht durch – kleinere, lichtbedürftige Arten haben deshalb in solchen Beständen kaum mehr eine Chance. Die beiden anderen Arten – die Rosmarinheide und die Moosbeere – bilden in der Schweiz keine geschlossenen Bestände und gehören zu den typischen Hochmoorarten: Ihre Präsenz ist in einem Hochmoor erwünscht.

Zu den Zwergsträuchern zählt auch die Rostblättrige Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*), deren Vorkommen im Hochmoor Gamperfin seit Langem bekannt ist (GRÜNIG 1980). Ihre Präsenz wurde in zwei Einheitsflächen des unteren Turbenriets bestätigt.

Abb. 26 Anzahl Zwergstraucharten pro Plot (oben) und Deckungsanteil der Zwergsträucher an der Gesamtdeckung der Gefässpflanzen (unten).

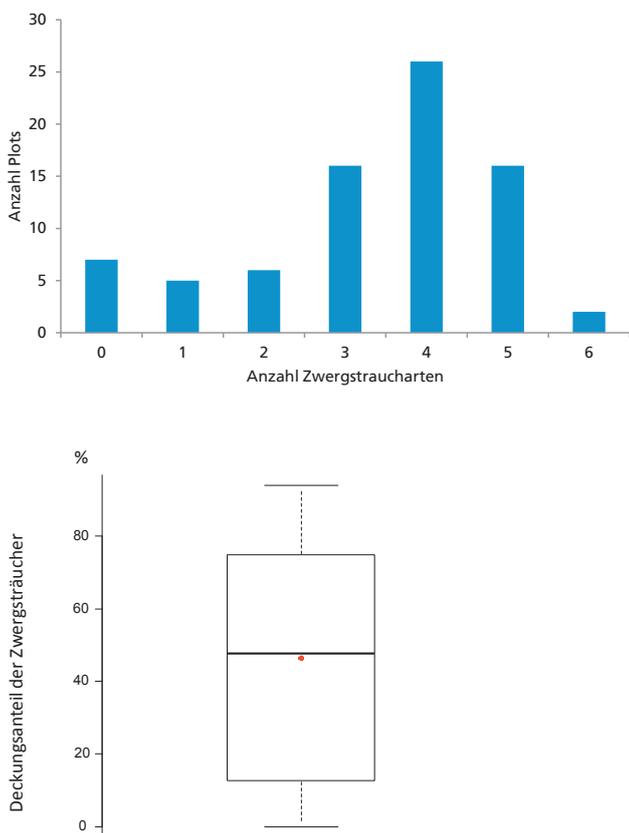


Abb. 27 An den trockeneren Stellen und in der Nähe des Bergföhrenwaldes ist die Vegetation von Heidelbeeren und Moorbeeren dominiert. Die Schweizerfähnchen markieren den kreisförmigen Umriss eines Plots. (Foto: Angéline Bedolla)



3.3 Vegetationstypen

Mehr als die Hälfte der Plots wurde den Bult- und Heidemooren zugeordnet. Dieser Vegetationstyp ist somit der häufigste des Gebiets. Knapp dreizehn Prozent der Plots konnten Hochmoorgesellschaften, die von Gehölzen geprägt sind (Moorgebüsch und Moorwald) zugeteilt werden. Die Kleinseggenriede am Rand (9 % der Plots) waren meist durch die Präsenz der Braun-Segge (*Carex nigra*), der Grauen Segge (*Carex canescens*) und der Igel-Segge (*Carex echinata*) gekennzeichnet, wiesen aber oft auch einige Hochmoorarten auf. Die übrigen Gesellschaften waren alle selten. Die Hochmoorschlenken-Gesellschaft (ca. 5%) bildet sich typischerweise in leichten Senken im Terrain, wo der Wasserspiegel periodisch über der Oberfläche liegt. Im Hochmoor Gamperfin handelt es sich dabei oft um Hirschsuhlen oder Mulden am Fuss von Torfstickkanten. In diesen Schlenken wachsen z.B. der Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*) oder die Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*, Abb. 17). Gemäss Roter Liste der Lebensräume der Schweiz (DELARZE et al. 2016) gehören die Hochmoorschlenken zu den am stärksten bedrohten Moor-Gesellschaften. Nasswiesen (ca. 2.5 %) kamen nur am Rand des Moores vor. Die Zwergstrauchheiden (5 %) befanden sich eher auf den ausgetrockneten Moränenwällen (Abb. 3). Die Grosseggenriede (weniger als 4%) waren von der Schnabelsegge (*Carex rostrata*) dominiert und befanden sich vorwiegend in der Nähe der neu geschaffenen Wasserflächen im unteren Turbenriet (Abb. 29).

232

Abb. 28 Anteil der verschiedenen Vegetationstypen der 78 Plots.

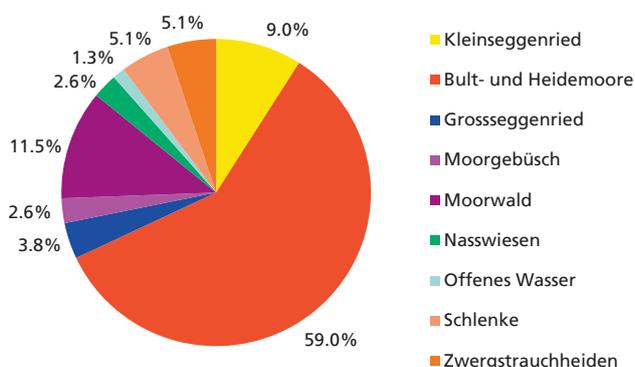


Abb. 29 Die Schnabelsegge profitierte von den neu geschaffenen Wasserflächen. (Foto: Rudolf Staub)



3.4 Mittlere Zeigerwerte

Die mittleren Zeigerwerte der Plots werden in der Tabelle 4, die räumliche Verteilung der Feuchtezahl im Hochmoor Gamperfin (als Beispiel) in der Abbildung 32 dargestellt. Wie im Methodenteil erklärt (Kap. 2.2) wurden die 78 Plots in zwei Gruppen bezüglich ihrer geographischen Lage im Perimeter eingeteilt, und mit einer nationalen Referenz bestehend aus 45 Plots des Verbands Sphagnion megallanici verglichen (nationale Referenz, Abb. 31). Die Referenz weist deutlich höhere Feuchte- und Lichtzahlen als die Plots im Hochmoor Gamperfin auf, dagegen sind die Nährstoff- und Durchlüftungszahlen deutlich kleiner (Abb. 31). Die Reaktionszahl der Referenz ist im Vergleich mit dem unteren Turbenriet geringer, während keine Unterschiede der Humuszahlen nachgewiesen werden konnten (Tab. 5). Diese Gegenüberstellung zeigt, dass der heutige Zustand des Hochmoors Gamperfin noch nicht dem Zielzustand, wie er durch die nationale Referenz definiert ist, entspricht. Das Gebiet war 2017 noch deutlich zu trocken, zu nährstoffreich und zu wenig Sonnenlicht erreichte den Boden. Dazu war der Boden noch zu wenig wassergesättigt (hohe Durchlüftungszahl). Auch wenn Verbesserungen wünschenswert sind, zeigten die Pflanzen bereits saure und humusreiche Bodenbedingungen an, die typisch für Hochmoore sind.

Tab. 4 Mittlere Zeigerwerte der 78 Plots im Hochmoor Gamperfin.

Zeigerwert	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum
Feuchtezahl	3.8	3.7	3.3	5
Nährstoffzahl	1.8	1.7	1.5	2.6
Reaktionszahl	1.8	1.7	1.4	2.7
Humuszahl	4.8	4.9	4.3	5
Lichtzahl	3.4	3.4	2.7	4
Durchlüftungszahl	1.2	1.2	1	1.6

Abb. 30 Unteres Turbenriet im Jahr 2017 mit Blick auf dem Gamsberg. (Foto: Angéline Bedolla)



Der Boden des unteren Turbenriets (Bereich der Regeneration, Abb. 31) wies 2017 eine höhere Wassersättigung als im oberen Bereich auf (tiefere Durchlüftungszahl) und ist etwas basenreicher (höhere Reaktionszahl). Die weiteren Zeigerwerte, darunter die mittlere Feuchtezahl, unterscheiden sich kaum zwischen den oberen und unteren Flächen (Tab. 5).

Tab. 5 Mittlere Zeigerwertdifferenzen zwischen den Gruppen zusammen mit ihrer statistischen Signifikanz gemäss normal approximierten Wilcoxon-Tests [***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$] Legende: F: Feuchtezahl; N: Nährstoffzahl; R: Reaktionszahl; H: Humuszahl; L: Lichtzahl; D: Durchlüftungszahl.

Gruppe	F	N	R	H	L	D
Übriger Bereich						
vs. Regenerationsbereich	-0.10	-0.02	-0.07**	+0.02	-0.07	+0.12**
Nationale Ref.						
vs. übriger Bereich	+0.31***	-0.28***	-0.09	+0.02	+0.35***	-0.20***
Nationale Ref.						
vs. Regenerationsbereich	+0.20**	-0.30***	-0.16**	+0.04	+0.27***	-0.08***

Abb. 32 Mittlere Feuchtezahl der Vegetation in den 78 Plots von Gamperfin im Juni 2017. Je dunkler die Blautöne, desto feuchter die Standortbedingungen.

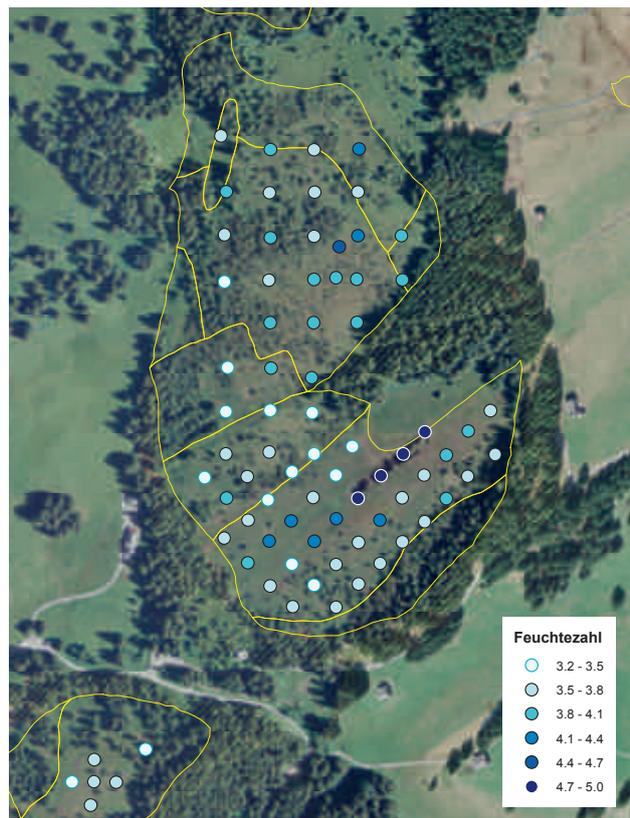
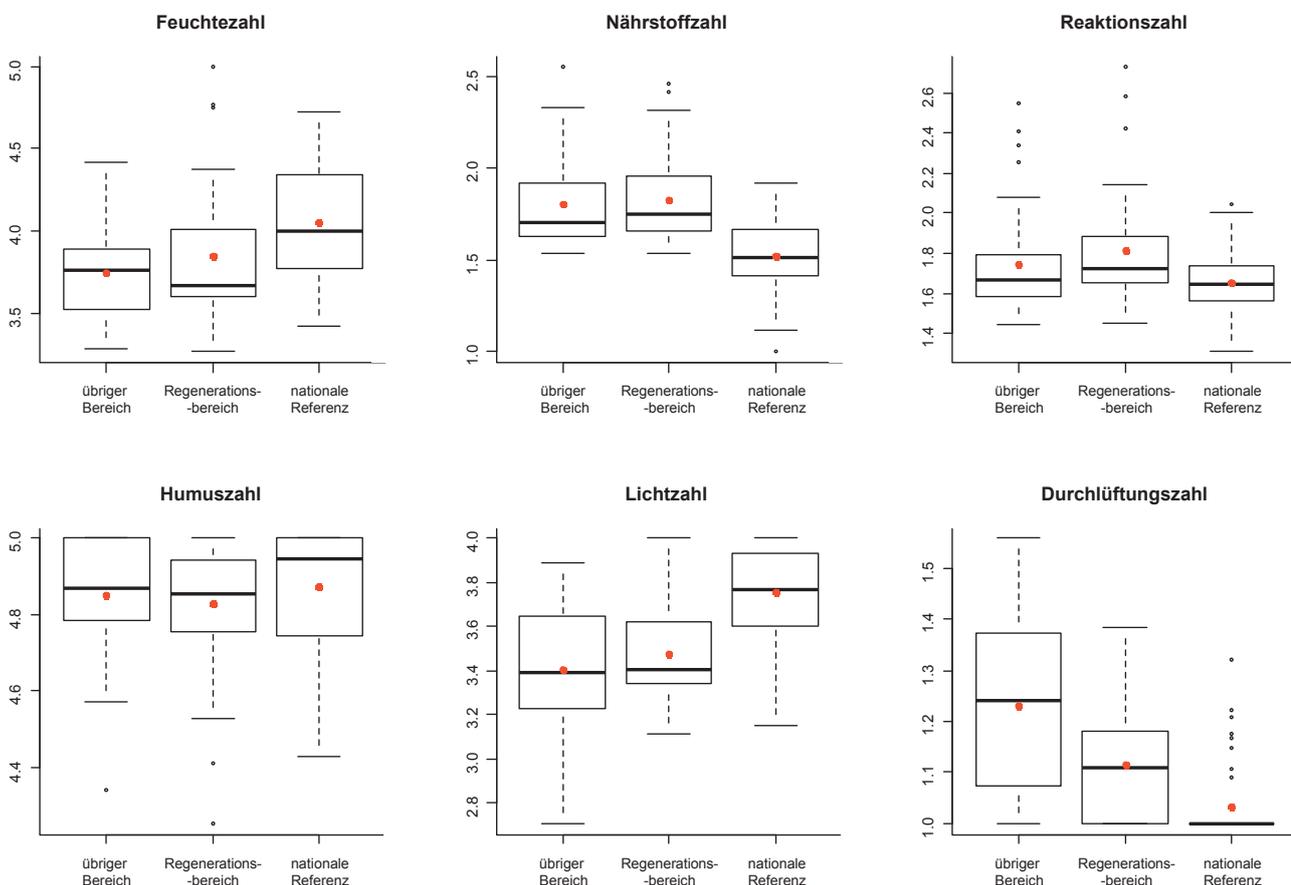


Abb. 31 Vergleich der mittleren Zeigerwerte der 78 Plots des Hochmoors Gamperfin, geteilt in «Regenerationsbereich» und «übriger Bereich», mit den 45 Plots der nationalen Referenz, die man als typische Hochmoore betrachten kann. Es wurde die Gesamtvegetation der Plots (Gefässpflanzen und Moose) berücksichtigt.



4 Entwicklung der Vegetation vom unteren Turbenriet nach den Regenerationsmassnahmen

4.1 Foto-Dokumentation der Vegetationsentwicklung und Wiederbesiedlung.

Das Büro RENAT GmbH dokumentierte regelmässig die Vegetationsentwicklung, kurz nach den Regenerationsmassnahmen. Die Wiederbesiedlung und Ausdehnung der Vegetation war stark durch den kleinräumig unterschiedlichen Wasserhaushalt geprägt (Abb. 33-41). Im östlichen, flacheren Bereich und im Nahbereich der neuen Wasserflächen war die Vernässung ausgeprägter (Abb. 33-37), die Besiedlung durch hochmoortypische Arten schneller.

Der Hang gegen den Rotbach im Westen des Gebiets wies trockenere, wie auch wasserzügige Stellen auf. Über diesen Bereich erfolgte neu die Entwässerung des Gebietes auf breiter Front (Abb. 38).

234

Abb. 33 Guter Wasserrückhalt kurz nach der Fertigstellung im Herbst 2010. Durch die Bauarbeiten entstand ein Mosaik mit vegetationsfreien Torfflächen (Herbst 2010). (Foto: Rudolf Staub)



Abb. 34 Im ersten Jahr war die Besiedlung wie erwartet noch sehr bescheiden (September 2011). (Foto: Rudolf Staub)



Abb. 35 Aus Sicherheitsgründen wurde der im ehemaligen Graben aufgestaute Weiher im ersten Winter ausgezäunt (Herbst 2010). (Foto: Rudolf Staub)



Abb. 36 Die nassen Flächen wurden sehr schnell von Torfmoosen besiedelt (Juli 2012). (Foto: Rudolf Staub)



Abb. 37 Bereits im Juli 2014 waren die nassen Bereiche fast durchgängig bewachsen. Es dominierten die Torfmoose und das Scheidige Wollgras (Eriophorum vaginatum). Zwergsträucher wie Heidelbeeren (Vaccinium myrtillus) oder Echte Moorbeeren (Vaccinium uliginosum) konnten sich an den nassen Stellen nicht mehr etablieren oder starben sogar wieder ab. (Foto: Rudolf Staub)



Abb. 38 Der westliche, gegen den Rotbach geneigte Bereich des Grabens musste vollständig neu aufgebaut werden. Durch die Störung des Untergrundes war dieser Standort sehr produktiv und wurde schnell vor allem von der Flatterbinse (*Juncus effusus*) und der Grauen Segge (*Carex canescens*) besiedelt (oben: Juli 2011; unten: Juli 2013). (Fotos: Rudolf Staub)



Abb. 39 Das Blaue Pfeifengras (*Molinia caerulea*) profitierte in einer ersten Phase als Wechselfeuchtezeiger von den Eingriffen. Aufgrund der vorhergehenden Austrocknung war dieses Gras neben den Zwergsträuchern als Störungszeiger im Gebiet weit verbreitet. Auch hier füllten sich die verbliebenen Lücken später mit weiteren Arten (Juli 2012). (Foto: Rudolf Staub)



Abb. 40 Der Nahbereich der Wasserfläche hatte im Juli 2011 einen besonders hohen Wasserstand. Hier blieben lange grössere Teilbereiche vegetationsfrei. In Grabennähe profitierte vor allem die Schnabelsegge (*Carex rostrata*) vom hohen Wasserstand. An einzelnen lückigen Stellen konnte sich der Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) etablieren. (Foto: Rudolf Staub)



Abb. 41 Durch das Stauen der Seitengräben und deren teilweisen Verfüllung durch Holzspundwände und Torf sind zahlreiche kleinere Moortümpel entstanden. (Foto: Rudolf Staub)



4.2 Veränderungen der Standortparameter (mittlere Zeigerwerte)

Die Vegetationserhebungen aus den Jahren 2010 und 2017 ermöglichten es, die auf den Fotos festgehaltenen Veränderungen der Vegetation und der Standortbedingungen anhand der gewonnenen Daten statistisch nachzuweisen.

Die Artenzusammensetzung der Einheitsflächen zeigte 2017 feuchtere und hellere Bedingungen sowie eine geringere Konkurrenzzahl als 2010 an (Tab. 6, Abb. 42). Die Humuszahl stieg zwar leicht und lässt eine stärkere Torfproduktion erwarten, die Zunahme war aber nicht signifikant. Die Artenzusammensetzung hat sich zudem so verändert, dass die Konkurrenzzahl gesunken ist. Das heisst, dass die nun vorkommenden Arten eher weniger Konkurrenz ertragen, was charakteristisch ist für die typischen Hochmoorarten (LANDOLT et al. 2010). Die mittlere Nährstoffzahl hat sich kaum verändert (Tab. 6). Dies ist positiv zu bewerten, da nach Regenerationsmassnahmen in Hochmooren mit Wassereinstau oft eine anfängliche Zunahme der Nährstoffzahl festgestellt wird (z.B. Forenmoos AG, BEDOLLA & KÜCHLER 2008; Steinmösli BE, BOCH ET AL. 2017), da durch die Störungen bei den Bauarbeiten oftmals Störzeiger gefördert und organische Substanzen, die im Boden gespeichert sind, im Wasser gelöst werden, wodurch es in den ersten Jahren nach den Eingriffen zu einer Erhöhung der Nährstoffzahl kommen kann. Das Hochmoor Gamperfin war bereits vor den Eingriffen schon ziemlich nährstoffarm (mittlere Nährstoffzahl um 1.9). Die Streuung der Nährstoffzahl war 2017 allerdings grösser als 2010

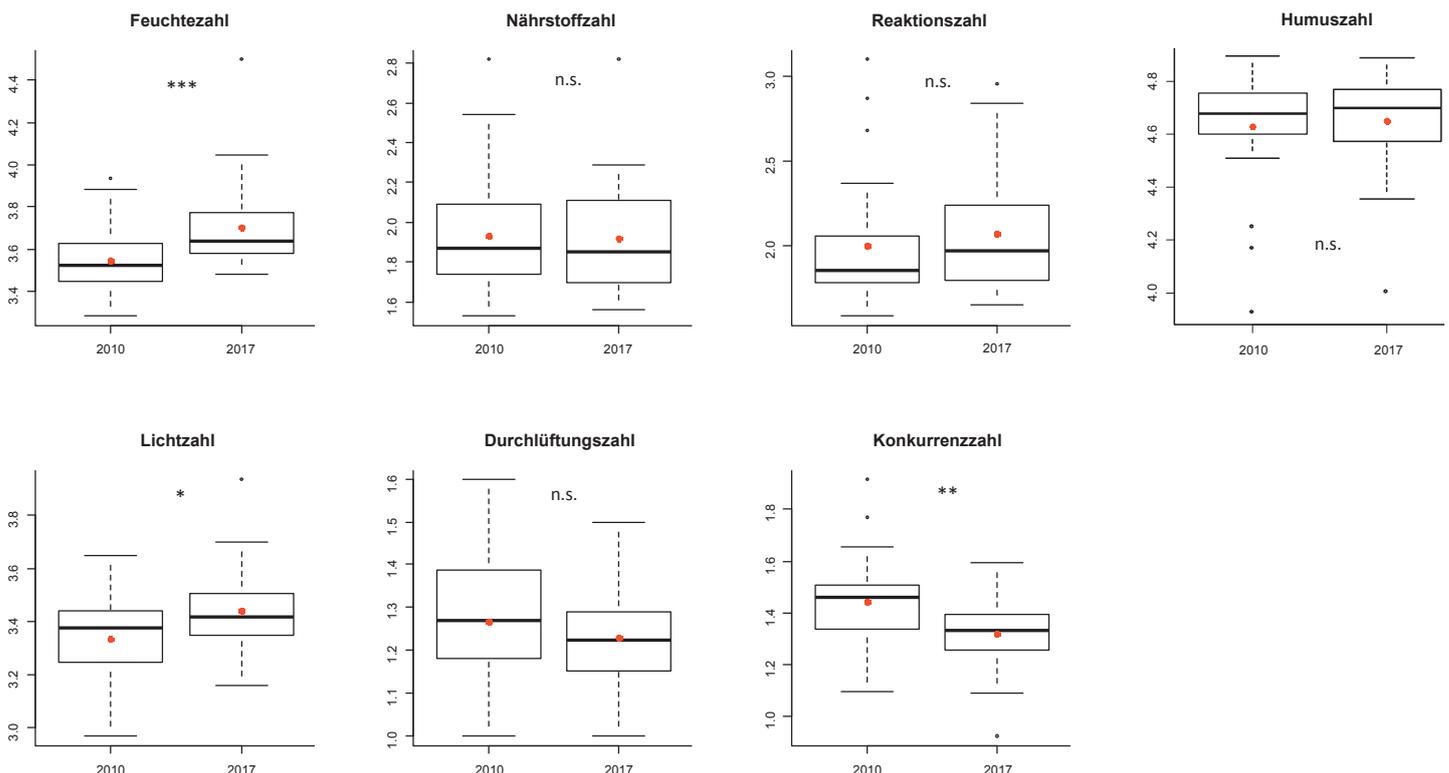
(Abb. 42), weil sich bestimmte Vegetationstypen neu entwickeln konnten wie z.B. das Magnocaricion (Grosseseggenried mit mittleren Nährstoffansprüchen) am Rand der neu geschaffenen Wasserflächen.

236

Tab. 6 Differenz der mittleren Zeigerwerte der 27 Einheitsflächen des unteren Turbenriets zwischen 2010 und 2017 [***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$; n.s.: nicht signifikant]. F: Feuchtezahl; N: Nährstoffzahl; R: Reaktionszahl; H: Humuszahl; L: Lichtzahl; D: Durchlüftungszahl; K: Konkurrenzzahl.

	Mittelwerte 2010	Mittlere Veränderung zwischen 2010 und 2017	Signifikanz der Ver- änderung
F	3.55	$\Delta F + 0.16$	***
N	1.93	$\Delta N - 0.02$	n. s.
R	2.00	$\Delta R + 0.07$	n. s.
H	4.63	$\Delta H + 0.02$	n. s.
L	3.33	$\Delta L + 0.11$	*
D	1.27	$\Delta D - 0.04$	n. s.
K	1.44	$\Delta K - 0.12$	**

Abb. 42 Mittlere Zeigerwerte basierend auf den Gefässpflanzen und Moosen der 27 Einheitsflächen im unteren Turbenriet 2010 (vor den Regenerationsmassnahmen) und 2017 nach den Regenerationsmassnahmen [***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p = 0.05$; n.s.: nicht signifikant].



Die grössten Unterschiede in den Zeigerwerten zwischen 2010 und 2017 wurden in der Umgebung des Hauptgrabens festgestellt (z.B. Abb. 43-45). Eine nachweisbare weitere Auswirkung hatte das Ausfüllen der Gräben vor allem im Nordosten in den etwas höher gelegenen Einheitsflächen. Die Regeneration wirkte sich aber noch nicht auf den unteren Rand des Turbenriets aus. Dort trocknen die Flächen weiterhin aus (Abb. 43). Entlang des ausgefüllten Grabens und dem neu entstandenen Weiher entwickelte sich eine üppige Vegetation, mit Grossegeenarten wie der Schnabel-Segge (*Carex rostrata*). Diese Vegetation deutet auf mesotrophe Bedingungen hin, ebenso die lokale Präsenz von Brennnesseln (*Urtica dioica*). Das Muster der Reaktionszahl ähnelt jenem der Nährstoffzahl: um den ausgefüllten Hauptgraben zeigt die Vegetation 2017 weniger saure Verhältnisse an als 2010 (Abb. 43 & 44).

Die signifikante Zunahme der Lichtzahl (Abb. 45) bzw. die Zunahme lichtliebender Arten dürfte sowohl auf die mit den Regenerationsmassnahmen verbundenen Störungen, die offene Bodenstellen und damit Raum für lichtliebende Arten geschaffen haben, als auch durch die Entnahme von Bäumen (Abb. 51) verursacht worden sein. Die Vegetation zeigt 2017 im ganzen unteren Turbenriet (ausser innerhalb des Moorwaldes) offene bis halboffene Verhältnisse an (z.B. Abb. 27).

Abb. 43 Räumliche Verteilung der Veränderung zwischen 2010 und 2017 von Feuchte- und Nährstoffzahl in den 27 Einheitsflächen des unteren Turbenriets. Feuchtezahl (oben): je dunkelblauer, desto feuchter geworden; Nährstoffzahl (unten): je dunkelgrüner, desto nährstoffreicher geworden.

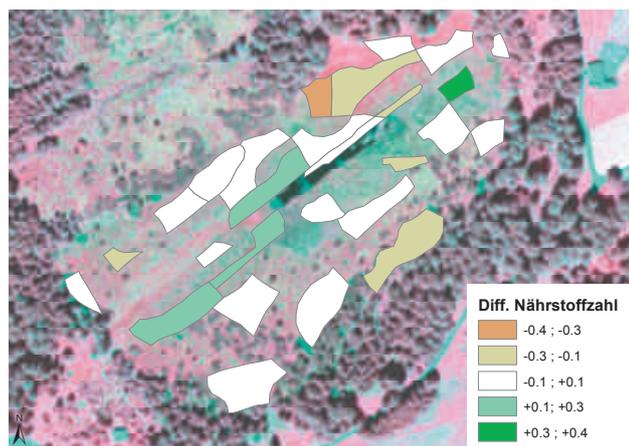
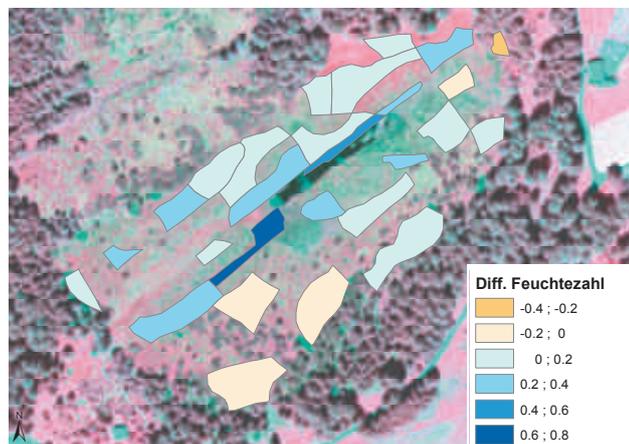


Abb. 44 Räumliche Verteilung der Veränderung zwischen 2010 und 2017 von Reaktions- und Humuszahl in den 27 Einheitsflächen des unteren Turbenriets. Reaktionszahl (oben): je grüner desto basischer geworden; Humuszahl (unten): je dunkelbrauner, desto humusreicher geworden.

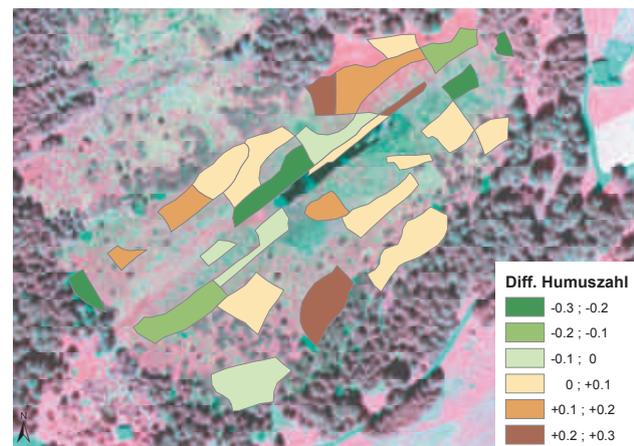
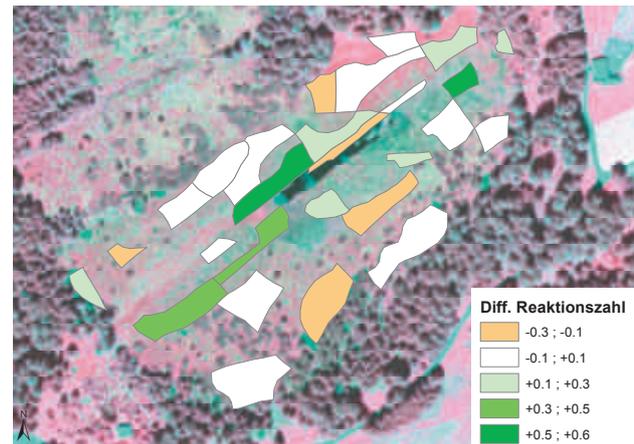
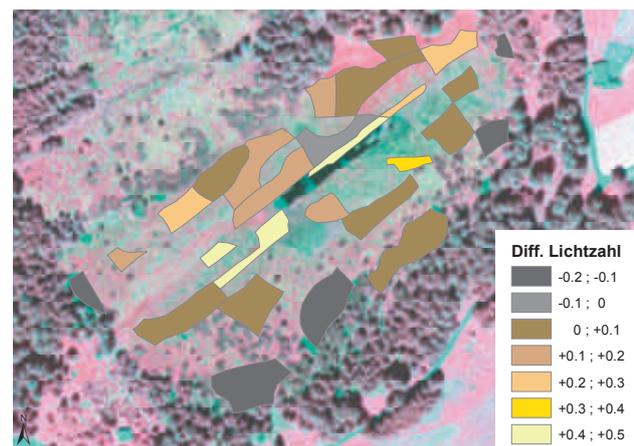


Abb. 45 Räumliche Verteilung der Veränderung zwischen 2010 und 2017 der Lichtzahl in den 27 Einheitsflächen des unteren Turbenriets. Lichtzahl: je gelber, desto heller geworden.

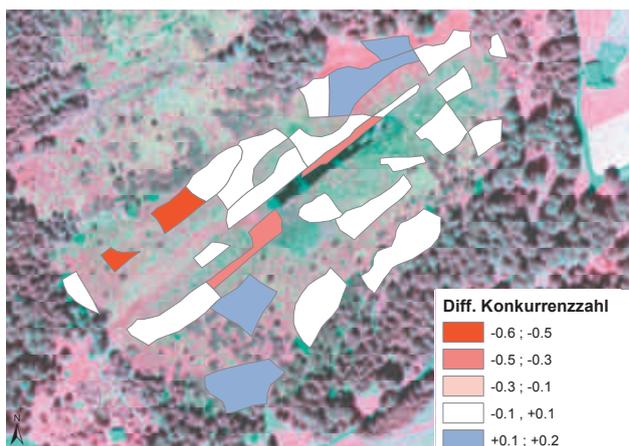
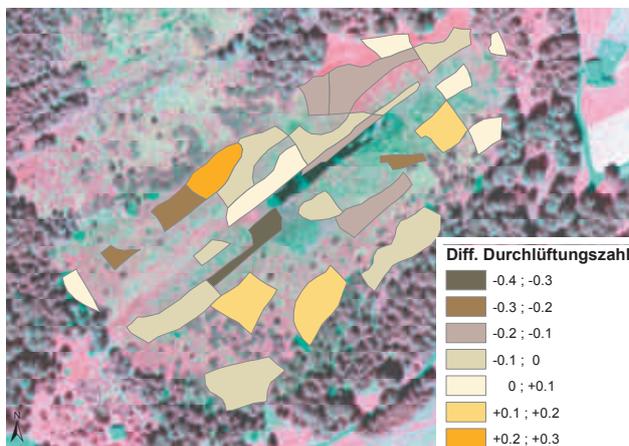


Die Veränderung der Durchlüftungszahl läuft in der Regel entgegengerichtet zur Feuchtezahl: die Bodenporen der Flächen, die feuchter geworden sind, enthalten jetzt mehr Wasser (und dadurch weniger Luft, Abb. 46 oben).

Ausser an den südlichen und nördlichen Rändern ist die Konkurrenzzahl überall gesunken: die Bedingungen sind für die konkurrenzschwachen Arten der Hochmoorvegetation günstiger geworden und konkurrenzstarke Arten sind zurückgegangen (Abb. 46 unten). Das Verfüllen der Gräben hat generell günstige Bedingungen für nässeliebende, konkurrenzschwache Pflanzenarten geschaffen.

Von den Regenerationsmassnahmen haben auch die Kleinsiegenriede im Nord-Osten profitiert. Dort ist nicht nur die Feuchtigkeit des Bodens leicht gestiegen (Abb. 43 oben) und die Durchlüftungszahl gesunken (Abb. 46 oben), auch die Reaktionszahl hat abgenommen (Abb. 44 oben) während die Humuszahl angestiegen ist (Abb. 44 unten).

Abb. 46 Räumliche Verteilung der Veränderung zwischen 2010 und 2017 der Durchlüftungszahl und der Konkurrenzzahl. Zeigerwerte in den 27 Einheitsflächen des unteren Turbenriets. Durchlüftungszahl (oben): je dunkelbrauner, desto wassergesättigter ist der Boden geworden; Konkurrenzzahl (unten): je rötlicher desto konkurrenzschwächer ist das Set der bestandsbildenden Arten geworden.



4.3 Entwicklung der Deckungsanteile der funktionellen Artengruppen

Hochmoorspezialisten und torfbildende Moose

Die typische Hochmoorvegetation hat deutlich profitiert (signifikante Zunahme der Deckung der Hochmoorspezialisten um 12 %, Abb. 47 oben). Die Zunahme ist, ausser an der Stelle der Grabenverfüllung, im ganzen Gebiet zu erkennen (Abb. 48 oben). Der Anteil der Deckung der torfbildenden Moose (Torfmoose und Braunmoose) war bereits vor der Massnahme recht hoch, weshalb wahrscheinlich keine signifikante Zunahme festgestellt wurde (Abb. 47 unten).

Räumlich gesehen (Abb. 48 unten) hat der Anteil an torfbildenden Moosen vor allem südlich des Hauptgrabens und in den torfbildenden Flachmooren im Norden zugenommen. Unmittelbar neben dem Graben und nördlich davon war eine Abnahme zu verzeichnen, wahrscheinlich bedingt durch die Bauarbeiten, die im Jahr 2010 die Vegetation um den Hauptgraben herum stark beeinträchtigt haben. Wir vermuten, dass sehr nasse (entlang des Weihers) oder trockene Bedingungen (wie am oberen Bereich neben der Torfstichkante,

Abb. 47 Veränderung des Deckungsanteils an typischen Hochmoorarten (oben) und an torfbildenden Moosen (unten) in den 27 Einheitsflächen des unteren Turbenriets [Signifikanz: ***: $p < 0.001$; n.s.: nicht signifikant].

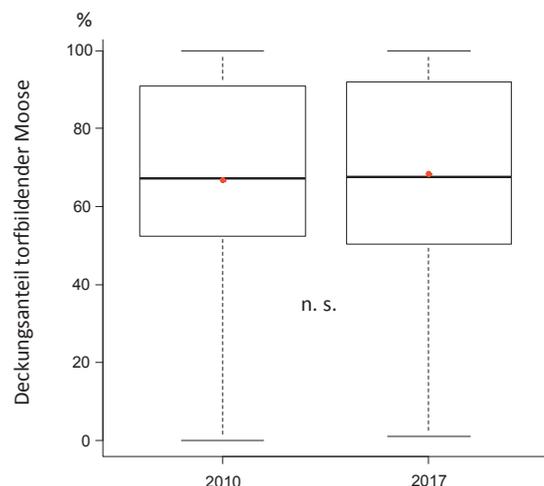
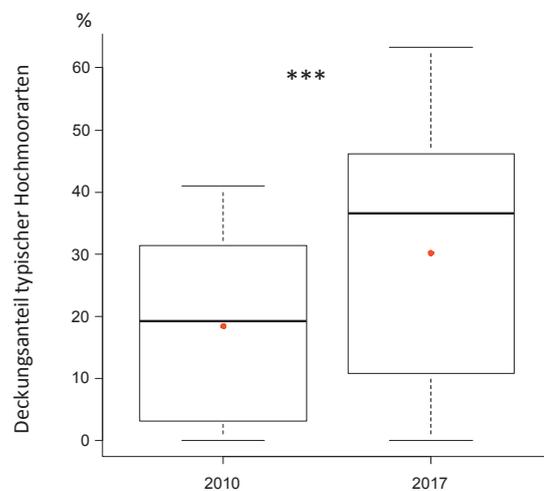


Abb. 49), andere Moosarten als die Torfmoose (*Sphagnum* spp.) und die torfbildenden Moose begünstigen (wie z.B. *Pleurozium schreberi* in den trockeneren, verheideten Flächen).

Abb. 48 Räumliche Verteilung der Veränderung zwischen 2010 und 2017 des Anteils der typischen Hochmoorarten an der Gesamtartenzahl (oben) und der torfbildenden Moose an der gesamten Moosartenzahl (unten) in den 27 Einheitsflächen des unteren Turbenriets. Rottöne deuten auf eine Zunahme (Verbesserung des Hochmoorcharakters), Grüntöne auf eine Abnahme des jeweiligen Deckungsanteils hin.

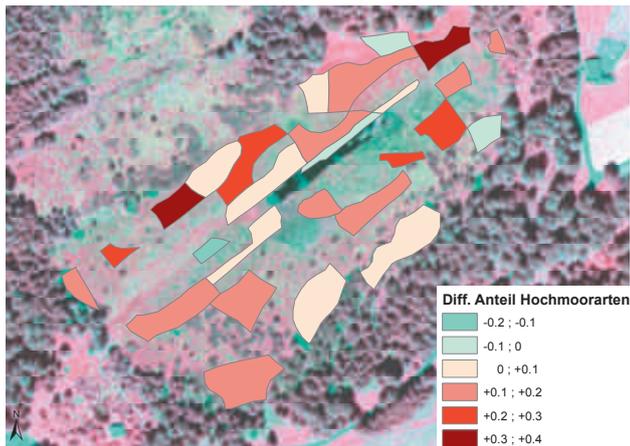


Abb. 49 Torfstickkante mit fortschreitender Verbuschung. (Foto: Angéline Bedolla)



Gehölze und Zwergsträucher

Der Anteil von Sträuchern und Bäumen an der Gesamtdeckung der Vegetation hat signifikant abgenommen (Abnahme von 12%, $p < 0.01$; Abb. 50 oben), zweifellos begünstigt durch die Holzschläge. Auch der Anteil der Zwergsträucher an der Gesamtdeckung der Vegetation sank deutlich und signifikant (Abnahme von 12%, $p < 0.01$; Abb. 50 unten).

Abb. 50 Räumliche Verteilung der Veränderung des Anteils von Gehölzen (oben) und an Zwergsträuchern (unten) an der Gesamtdeckung in den 27 Einheitsflächen des unteren Turbenriets zwischen 2010 und 2017. Grüntöne deuten auf eine Zunahme, Rottöne auf eine Abnahme (Verbesserung des Hochmoorcharakters) des jeweiligen Deckungsanteils hin.

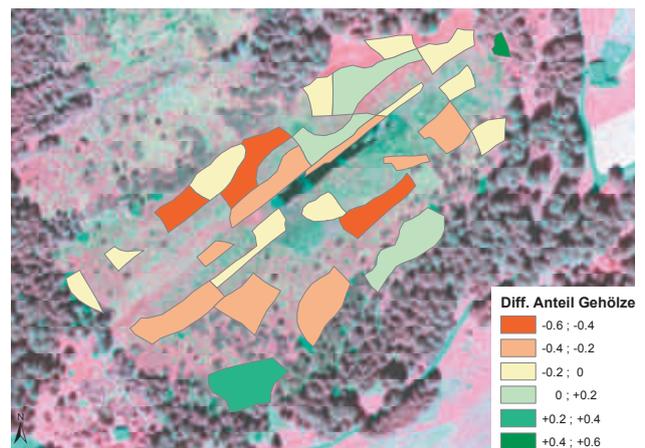


Abb. 51 Holzschlag im unteren Turbenriet. Die gefällten Legföhren wurden anschliessend entfernt. (Foto: Rudolf Staub)



4.4 Veränderungen der Vegetationstypen

Die Artenzusammensetzung und damit die Zuordnung der Flächen zu bestimmten Vegetationstypen hat sich von 2010 bis 2017 durch die Regenerationsmassnahmen verändert. Besonders der Anteil an Zwergstrauchheiden hat zugunsten der Bult- und Heidemoore deutlich abgenommen (Abb. 52). Die Nasswiesen haben etwas abgenommen und am Ufer der zentralen Wasserfläche hat sich ein Grosseggengried gebildet (Abb. 53).

Abb. 52 Schematische Darstellung der Proportionen an Vegetationstypen im unteren Turbenriet kurz vor den Regenerationsmassnahmen (oben) und sieben Jahre danach (unten).

240

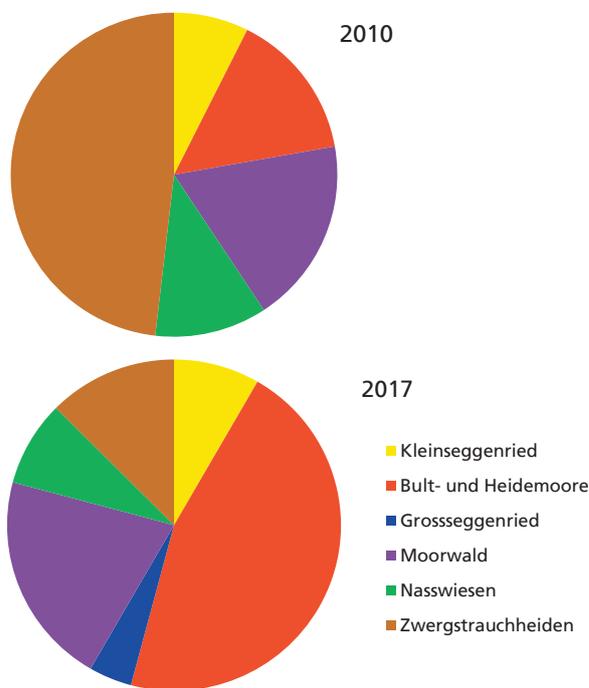


Abb. 53 Das Grosseggengried am Ufer der zentralen Wasserfläche ist von der Schnabelsegge (*Carex rostrata*) dominiert. Im Vordergrund liegt eine Fläche mit viel Scheidigem Wollgras (*Eriophorum vaginatum*). (Foto: Angéline Bedolla)



Viele der 2017 in den Einheitsflächen neu gefundenen Arten, wie die Flatter-Binse (*Juncus effusus*), die Waldbinse (*Scirpus sylvaticus*) oder das Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*) können Pflanzengesellschaften auf nassen Böden zugeordnet werden. Es wurden aber auch Arten mit weniger spezifischen ökologischen Ansprüchen (Ubiquisten) wie der Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) erfasst. Diese sind häufig in den Wiesen der Umgebung anzutreffen.

5 Fazit und Empfehlungen

Das Hochmoor Gamperfin ist ein für den Naturschutz und die Wissenschaft wertvolles Gebiet. Es präsentiert sich als ein relativ intaktes Hochmoor, das jedoch durch das Entwässerungssystem und die frühere Torfausbeutung lokal noch stark verheidet ist. Auch Aufforstungen haben zur Degradierung des Hochmoorcharakters beigetragen. Erfreulicherweise sind aber die meisten typischen Hochmoorarten wie die Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*), das Scheiden-Wollgras (*Eriophorum vaginatum*), der Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*), die Moosbeere (*Vaccinium oycoccos*) und die Wenigblütige Segge (*Carex pauciflora*), sowie viele torfbildende Moose im Gebiet noch recht häufig vertreten. Relativ trockene Verhältnisse zwischen mittlerem und unterem Turbenriet und am unteren Rand des Turbenriets verhindern aber teilweise ihre weitere Ausbreitung und somit auch die Torfakkumulation.

Die ökologischen Bedingungen sind 2017 gesamthaft etwas besser in den übrigen Bereichen des Hochmoors Gamperfin als im regenerierten Bereich, auch wenn die Unterschiede meist recht gering sind. Im oberen und mittleren Turbenriet kommen hochmoortypische Schlenkengesellschaften vor; diese entstehen beispielsweise durch die Wanderung und das Suhlen der im Gebiet häufig anzutreffenden Hirsche. Diese lokalen, natürlichen Störungen fördern somit die Vielfalt der Vegetationstypen und begünstigen hochmoortypische Arten (z.B. den Moorbärlapp *Lycopodiella inundata* und die Blumenbinse *Scheuchzeria palustris*). Eine zu hohe Rotwild-dichte kann aber auch zu Trittschäden im Schutzgebiet führen (Abb. 54), die die fragile Hochmoorvegetation gefährden

Abb. 54 Von den Hirschen geschaffene offene Wasserflächen (2015). (Foto: Rudolf Staub)



könnten. Um die Attraktivität des Gebiets für Rotwild zu reduzieren, hat der Kanton St. Gallen bereits Holzschläge durchgeführt. Weitere Durchforstungen könnten zudem positive Effekte auf lichtbedürftige Hochmoorarten haben.

Das Hochmoor Gamperfin beherbergt Populationen von Arten, die selten und/oder gefährdet sind. Bemerkenswert ist das einmalige Vorkommen der vom Aussterben bedrohten Heidelbeerblättrigen Weide (*Salix myrtilloides*) und des Moores *Cephaloziella elachista*. Die Heidelbeerblättrige Weide hat im Hochmoor Gamperfin sogar ihre einzige genetische reine Population in der Schweiz. Die Population sieht gesund aus, kommt aber nur kleinräumig vor. Die Heidelbeerblättrige Weide sollte im Gebiet überwacht werden, um bei einem allfälligen Rückgang rechtzeitig reagieren zu können. Wir empfehlen zudem zur Sicherung der genetischen Substanz eine Klonierung durch Stecklinge verschiedener Individuen. Die Jungpflanzen können bei Bedarf zur Stärkung der Population wieder im Gamperfin ausgebracht werden.

Auch die Ausbreitung weiterer interessanter Arten wie des Moorbärlapps (*Lycopodiella inundata*), der Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*) oder der Moose *Dicranella cerviculata* und *Splachnum ampullaceum* sollten weiter beobachtet werden.

Innerhalb oder am Ufer der neu entstanden Wasserfläche wurden im Rahmen der Erfolgskontrolle drei Plots angelegt. Dadurch kann eine allfällige Verlandung des Teiches doku-

mentiert werden. Es wird zudem empfohlen regelmässig Fotos vom Teich aufzunehmen, um die Geschwindigkeit des Prozesses zu dokumentieren (Abb. 55).

Das Geländegefälle stellte eine Herausforderung zur Wiederherstellung der Hydrologie zwischen den terrassierten Mooren dar. Mit dem Ausfüllen des Hauptgrabens und der Nebenrinnen im Jahr 2010 im unteren Turbenriet wurde eine erste Etappe zur Wiederherstellung eines Torf-akkumulierenden Hochmoorkomplexes fertiggestellt. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass dadurch vor allem die typischen Hochmoorspezialisten gefördert und der Verheidung entgegengewirkt wurde. Die feuchten Bult- und Heidemoor-Gesellschaften haben zugenommen.

Grösser als am Rand des Moores sind die Veränderungen in unmittelbarer Nähe des aufgefüllten Hauptgrabens. Dort zeigen sich jedoch auch sieben Jahre nach den Massnahmen noch nicht die erwünschten Effekte; die Nachwirkungen der Störungen durch die umfangreichen Bauarbeiten sind noch immer zu erkennen. Grundsätzlich hat aber die Erhöhung des Wasserpegels zu Standortbedingungen im unteren Turbenriet geführt, die einem intakten Hochmoor näher sind als vor der Regeneration. Sieben Jahre sind aber offenbar nicht genug, um die Bedingungen vollständig wiederherzustellen. Das Fortführen des Monitorings kann deshalb wichtige Informationen zur Entwicklung des Moores nach den Regenerationsmassnahmen liefern.

Abb. 55 Die neu geschaffenen Wasserflächen werden zusehends verlanden. (Foto: Rudolf Staub)



6 Literatur

- BAFU (2011): Liste der National prioritären Arten. BAFU, Bern.
- BUWAL (1991): Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung. BUWAL, Bern.
- BEDOLLA A., KÜCHLER M. (2008): Moorregeneration Forenmoos-Rotwasser. Gemeinde Hermetschwil-Staffeln. Überwachung der Vegetation 2007 und Vergleich mit den Erhebungen 1996 und 1999. WSL Birmensdorf, Bericht Nr. 3 (unveröff.).
- BOCH S., BEDOLLA A., ECKER K., KÜCHLER H., KÜCHLER M., BERGAMINI A. (2017): Hochmoor Steinmoos, Gemeinde Eggwil (BE). Vegetationsentwicklung infolge Regenerationsmassnahmen. Vergleich der Erst- und der Zweiterhebung (2010 vs. 2016). WSL Birmensdorf, Bericht (unveröff.).
- BOCH S., GINZLER C., SCHMIDT B.R., BEDOLLA A., ECKER K., GRAF U., KÜCHLER H., KÜCHLER M., HOLDEREGGER R., BERGAMINI A. (2018): Wirkt der Schutz von Biotopen? Ein Programm zum Monitoring der Biotope von nationaler Bedeutung in der Schweiz. ANLiegenNatur 40: 39–48.
- BORNAND C., GYGAX A., JUILLERAT P., JUTZI M., MÖHL A., ROMETSCH S., SAGER L., SANTIAGO H., EGGENBERG S. (2016): Rote Liste der Gefässpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz. BAFU, Bern und Info Flora, Genf.
- BUSER O. (1895): Bericht über die Thätigkeit der St. Gall. Natw-Gesellschaft während des Jahres 1893/1894. Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftliche Gesellschaft 35: 85–86.
- DELARZE R., EGGENBERG S., STEIGER P., BERGAMINI A., FIVAZ F., GONSETH Y., GUNTERN J., HOFER G., SAGER L., STUCKI P. (2016): Rote Liste der Lebensräume der Schweiz. Aktualisierte Kurzfassung zum technischen Bericht 2013 im Auftrag des BAFU, Bern.
- CONERT H. J. (1998): *Molinia*. In: Hegi G: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Paul Parey, Berlin, Hamburg. 3. Auflage, Band 1, Teil 3: 136-138.
- FÄH J. (1986): Erste Ergebnisse der Untersuchung zur Entwicklung eines Hangmoores im Oberen Toggenburg (Kanton St. Gallen). Telma 16: 23–30.
- GRÜNIG A. (1980): Protokollblatt des Objekts Nr. 150 vom 7.8.1980 hergestellt im Rahmen von: BUWAL, 1991: Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung. BUWAL, Bern.
- GRÜNIG A., WALDIS R. (2011): Zufall und Notwendigkeit beim Zusammenspiel von Wissenschaft, Politik, Behörden und Praxis, am Beispiel der Wiedervernässung des Hochmoors Gamperfin (Schweiz, Kanton St. Gallen). Power-Point Präsentation für die Fachtagung «Moorschutz konkret: Planung und Praxis», Marktoberdorf (Allgäu), 11. November 2011.
- INFO FLORA (2018): Artbeschreibung *Salix myrtilloides* mit Verbreitungskarte: <https://www.infoflora.ch/de/flora/salix-myrtilloides.html>
- JACCARD P. (1902): Lois de distribution florale dans la zone alpine. Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles 38: 69–130.
- KÄSERMANN C. (1999): Merkblätter Artenschutz – Blütenpflanzen und Farne – Stand Oktober 1999. BAFU, Bern.
- KÜCHLER M., KÜCHLER H., BERGAMINI A., BEDOLLA A., ECKER K., FELDMEYER-CHRISTE E., GRAF U., HOLDEREGGER R. (2018): Moore der Schweiz: Zustand, Entwicklung, Regeneration. Haupt, Bern.
- LANDOLT E., BÄUMLER B., ERHARDT A., HEGG O., KLÖTZLI F., LÄMMLER W., NOBIS M., RUDMANN-MAURER K., SCHWEINGRUBER F.H., THEURILLAT J.-P., URMI E., VUST M., WOHLGENUTH T. (2010): Flora indicativa – Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt, Bern.
- LANDOLT E. (1977): Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidgenössischen Technischen Hochschule 64: 1-208
- LAUBER K., WAGNER G., GYGAX A. (2012): Flora Helvetica, 5. Auflage. Haupt, Bern.
- MEIER M., URMI E., SCHNYDER N., BERGAMINI A., HOFMANN H. (2013): Checkliste der Schweizer Moose, Stand 14.10.2013. NISM, Zürich.
- NEBEL M., PHILIPPI G. (HRSG.) (2005): Die Moose Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil, Spezieller Teil (Bryophytina I, Andreaeales bis Funariales). Ulmer, Stuttgart.
- OBERDORFER E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Auflage unter Mitarbeit von Schwabe A. und Müller T. Ulmer, Stuttgart.
- OBERLI H. (1981): *Salix myrtilloides* L. (Heidelbeerblättrige Weide) zum einzigen schweizerischen Vorkommen dieser Reliktgehölzart im Kanton St. Gallen. Berichtbänder der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, St. Gallen 81: 77–120.
- ORTSGEMEINDE GRABS (1879): Übersichtsplan des Wald- und Weidegebietes der Gemeinde Grabs, aufgenommen Sommer 1879, A. Sulser Ing. Massstab 1:5'000. Archiv ohne Nr.
- PANTKE R. (2007): Pflanzengesellschaften der Schweiz. <https://www.wsl.ch/de/services-und-produkte/daten-monitoring-und-inventare/pflanzengesellschaften-der-schweiz.html>
- RENAT GmbH (2015): Aufwertung Hochmoor Gamperfin. Projektumsetzung/Fotodokumentation – Ergebnisse Erfolgskontrolle 2011-2014. Bericht im Auftrag der Gemeinde Grabs (unveröff.).
- SCHNEEBELI M. (1988): Die Regeneration des Hochmoores Turbenriet – Gamperfin, Gemeinde Grabs SG. Berichte Botanische-Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg, Vaduz 17: 101–223.
- SCHNEEBELI M., FLÜHLER H. (1991): Möglichkeiten und Erfahrungen zur Regeneration des Hochmoores Turbenriet, Gamperfin. Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, St. Gallen 85: 45–59.
- SCHNYDER N., BERGAMINI A., HOFMANN H., MÜLLER N., SCHUBIGER-BOSSARD C., URMI E. (2004): Rote Liste der gefährdeten Moose der Schweiz. BAFU, Bern.
- SCHWEIZ BUNDESRAT (1996): Bundesinventar der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung. EDMZ, Bern.
- STAUB R., GERBER A., GRÜNIG A. (2011): Gemeinde Grabs, Aufwertung Hochmoor Gamperfin. Projektumsetzung/Fotodokumentation. Schlussbericht 2011. Projektgruppe Gamperfin, Buchs (unveröff.)
- SWISSBRYOPHYTES (2018): Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Moose. <http://swissbryophytes.ch>

Anschrift der Autoren

Angéline Bedolla
Dr. Ariel Bergamini
Dr. Steffen Boch
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstr. 111
CH-8903 Birmensdorf
Kontakt: angeline.bedolla@wsl.ch

Rudolf Staub
Renat GmbH
Hochhausstrasse 2
CH-9472 Grabs
Kontakt: renat@renat.ch

Anhang

Gesamtartenliste (inkl. Kleinarten und Aggregate) des Hochmoors Gamperfin mit Gefährdungsstatus der Arten gemäss Rote Liste der Gefässpflanzen (BORNAND ET AL. 2016) oder Rote Liste der Moose (SCHNYDER ET AL. 2004). Die Frequenz gibt an, in wie vielen Plots resp. Einheitsflächen (EF, für die Jahre 2010 und 2017) die Art mit Sicherheit gefunden worden ist. Die Arten innerhalb der Aggregate sind rechtsbündig. Die typischen Hochmoorarten sind rot hervorgehoben.

Lateinischer Name	Deutscher Name	Gefährdung Rote Liste CH	Frequenz der Art		
			HM Gamperfin Plots 2017	unteres Turbenriet EF 2010	EF 2017
Gefässpflanzen			N = 78	N = 27	N = 27
Gehölze					
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Berg-Ahorn		–	–	2
<i>Betula pendula</i> aggr.	Hänge-Birke, Weiss-Birke		2	2	1
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	Fichte, Rottanne		49	23	24
<i>Pinus mugo</i> Turra s.l.	Bergföhre (liegend / aufrecht)		37	19	18
<i>Populus tremula</i> L.	Espe, Zitter-Pappel		–	1	1
<i>Rosa spec.</i>	eine Rosen-Art		1	–	–
<i>Rubus idaeus</i> L.	Himbeere		2	2	7
<i>Rubus fruticosus</i> aggr. sensu Landolt	Gruppe: echte Brombeere		–	1	–
<i>Salix cinerea</i> L.	Aschgraue Weide		8	4	7
<i>Salix myrsinifolia</i> Salisb. s.l.	Schwarzwerdende Weide		–	1	1
<i>Salix purpurea</i> L. s.str.	Purpur-Weide		–	–	2
<i>Salix repens</i> L. s.l.	Moor-Weide		–	2	2
<i>Salix spec.</i>	eine Weiden-Art		–	–	1
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Vogelbeerbaum		3	4	6
<i>Sorbus chamaemespilus</i> (L.) Crantz	Zwergmispel		–	1	–
Zwergsträucher					
<i>Andromeda polifolia</i> L.	Rosmarinheide	NT	41	14	17
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	Besenheide		18	16	21
<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.	Rostblättrige Alpenrose		–	1	2
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Heidelbeere		61	25	20
<i>Vaccinium oxycoccos</i> L.	Gemeine Moosbeere	NT	47	13	17
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	Echte Moorbeere	NT	66	25	25
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Preiselbeere		28	10	12
Krautige Arten					
<i>Aconitum napellus</i> aggr. sensu K. L. & G. W.	Gruppe: Blauer Eisenhut		1	2	2
<i>Agrostis capillaris</i> L.	Gemeines Straussgras		6	–	1
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Kriechendes Straussgras		1	–	–
<i>Ajuga reptans</i> L.	Kriechender Günsel		2	3	2
<i>Alchemilla coriacea</i> aggr. auct. helv.	Lederblättriger Frauenmantel		1	–	–
<i>Alchemilla hybrida</i> aggr. auct. helv.	Gruppe: Bastard-Frauenmantel		–	–	1
<i>Alchemilla xanthochlora</i> aggr. sensu Landolt	Gruppe: Gemeiner Frauenmantel		–	–	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Ruchgras		11	10	9
<i>Astrantia major</i> L.	Grosse Sterndolde		–	1	1
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	Gemeiner Waldfarn		1	–	1
<i>Athyrium spec.</i>	eine Waldfarn-Art		1	–	4
<i>Briza media</i> L.	Zittergras		–	2	2
<i>Caltha palustris</i> L.	Dotterblume		4	3	4
<i>Campanula rotundifolia</i> aggr.	Gruppe: Rundbl Glockenblume		–	–	1
<i>Cardamine pratensis</i> aggr. sensu K. L. & G. W.	Gruppe: Wiesen-Schaumkraut		1	1	–
<i>Carex canescens</i> L.	Graue Segge		10	6	13
<i>Carex davalliana</i> Sm.	Davalls Segge		–	1	–
<i>Carex echinata</i> Murray	Igelfrüchtige Segge		24	8	20
<i>Carex flacca</i> Schreb.	Schlaffe Segge		–	2	1
<i>Carex flava</i> aggr.	Gelbe Segge		4	5	7
<i>Carex hostiana</i> DC.	Hosts Segge		–	1	–
<i>Carex leporina</i> L.	Hasenpfoten-Segge		1	–	3
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	Braune Segge		29	16	20
<i>Carex pallescens</i>	Bleiche Segge		1	–	–
<i>Carex panicea</i> L.	Hirse-Segge		2	1	3
<i>Carex paniculata</i> L.	Rispen-Segge		–	–	1
<i>Carex pauciflora</i> Lightf.	Wenigblütige Segge	NT	13	1	5
<i>Carex pilulifera</i> L.	Pillentragende Segge		1	2	–
<i>Carex pulicaris</i> L.	Floh-Segge	NT	1	1	–
<i>Carex rostrata</i> Stokes	Schnabel-Segge		38	10	17
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	Wald-Segge		–	1	–
<i>Centaurea jacea</i> L. s.l.	Gemeine Flockenblume		1	1	1
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> aggr.	Gebirgs-Kälberkropf		1	–	–
<i>Chaerophyllum villarsii</i> W. D. J. Koch	Villars Kälberkropf		–	–	1
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	Kohldistel		–	2	2
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	Sumpf-Kratzdistel		8	5	7

Lateinischer Name	Deutscher Name	Gefährdung Rote Liste CH	Frequenz der Art		
			HM Gampferfin Plots 2017	unteres Turbenriet EF 2010	EF 2017
<i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All.	Bach-Kratzdistel		–	–	3
<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench	Sumpf-Pippau		4	3	3
<i>Dactylis glomerata</i> aggr.	Gruppe: Knäuelgras		–	1	2
<i>Dactylorhiza maculata</i> aggr. (ssp. <i>fuchsii</i>)	Gruppe: Gefl. Knabenkraut		15	11	14
<i>D. majalis</i> (Rchb.) P. F. Hunt & Summerh.	Breitblättriges Knabenkraut		–	5	–
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.	Rasen-Schmiele		2	–	1
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	Rundblättriger Sonnentau	NT	22	14	14
<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H. P. Fuchs	Dorniger Wurmfarne		4	4	5
<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray	Breiter Wurmfarne		–	1	–
<i>Epilobium angustifolium</i> L.	Wald-Weidenröschen		–	–	1
<i>Epilobium montanum</i> L.	Berg-Weidenröschen		–	–	1
<i>Epilobium obscurum</i> Schreb.	Dunkelgrünes Weidenröschen		1	–	–
<i>Epilobium palustre</i> L.	Sumpf-Weidenröschen		4	–	7
<i>Epilobium spec.</i>	eine Weidenröschen-Art		2	1	–
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz	Gemeine Sumpfwurze	NT	–	–	1
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	Schlamm-Schachtelhalm		1	–	–
<i>Equisetum palustre</i> L.	Sumpf-Schachtelhalm		8	3	4
<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	Wald-Schachtelhalm		2	–	–
<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	Schmalblättriges Wollgras		9	5	10
<i>Eriophorum latifolium</i> Hoppe	Breitblättriges Wollgras		1	–	–
<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	Scheiden-Wollgras	NT	60	21	24
<i>Euphrasia picta</i> Wimm. s.str.	Gescheckter Augentrost		–	–	3
<i>Euphrasia rostkoviana</i> Hayne s.l.	Rostkovs Augentrost		–	1	1
<i>Festuca pulchella</i> Schrad. s.l.	Schöner Schwingel		–	–	1
<i>Festuca rubra</i> aggr.	Gruppe: Rot-Schwingel		–	2	3
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	Moor-Spierstaude		–	1	–
<i>Fragaria vesca</i> L.	Wald-Erdbeere		–	2	2
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	Gemeiner Hohlzahn		–	1	1
<i>Galium mollugo</i> aggr.	Gruppe: Gemeines Labkraut		1	1	1
<i>Galium uliginosum</i> L.	Moor-Labkraut		3	2	9
<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	Schwalbenwurze-Enzian		2	8	5
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.	Langspornige Handwurze		1	–	–
<i>Hieracium lachenalii</i> C. C. Gmel.	Lachenals Habichtskraut		–	1	–
<i>Hieracium murorum</i> aggr.	Gruppe: Wald-Habichtskraut		1	1	2
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.	Alpenlattich		10	2	3
<i>Hypericum maculatum</i> Crantz s.l.	Geflecktes Johanniskraut		1	1	1
<i>Hypericum spec.</i>	eine Johanniskraut-Art		–	1	2
<i>Juncus effusus</i> L.	Flatterige Binse		12	–	9
<i>Juncus filiformis</i> L.	Fadenförmige Binse		–	1	3
<i>Leucanthemum vulgare</i> aggr. auct. helv.	Gruppe: Wiesen-Margerite		–	1	–
<i>Linum catharticum</i> L.	Purgier-Lein		–	2	5
<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.	Kleines Zweiblatt	NT	5	1	2
<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	Grosses Zweiblatt		–	1	–
<i>Lotus corniculatus</i> L. s.str.	Hornklee, Wiesen-Hornklee		1	–	1
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	Gemeine Hainsimse		–	–	2
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	Vielblütige Hainsimse		3	5	6
<i>Luzula sudetica</i> (Willd.) Schult.	Sudeten-Hainsimse		–	1	–
<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub	Moorbärlapp	VU	–	1	–
<i>Lycopodium annotinum</i> L.	Berg-Bärlapp		–	1	–
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt	Schattenblume		4	2	2
<i>Melampyrum pratense</i> L.	Heide-Wachtelweizen		54	23	20
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	Wald-Wachtelweizen		–	2	1
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	Fiebertklee		7	–	1
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	Besenried, Blaues Pfeifengras		50	22	25
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	Sumpf-Vergissmeinnicht		1	–	–
<i>Nardus stricta</i> L.	Borstgras		3	3	2
Orchidaceae spec.	eine Orchidee-Art		2	–	–
<i>Parnassia palustris</i> L.	Herzblatt, Studentenröschen		–	–	3
<i>Pedicularis palustris</i> L.	Sumpf-Läusekraut	NT	1	–	–
<i>Petasites hybridus</i> (L.) P. Gaertn. & al.	Gemeine Pestwurze		–	1	–
<i>Phyteuma spicatum</i> L.	Ährige Rapunzel		1	2	1
<i>Pimpinella major</i> (L.) Huds.	Grosse Bibernelle		1	–	1
<i>Pinguicula vulgaris</i> L.	Gemeines Fettblatt	NT	1	5	2
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Spitz-Wegerich		–	–	2
<i>Poa pratensis</i> aggr.	Gruppe: Wiesen-Rispengras		–	2	3
<i>Poa trivialis</i> L. s.l.	Gemeines Rispengras		1	1	1
<i>Polygonum bistorta</i> L.	Schlangen-Knöterich		3	5	7
<i>Potentilla aurea</i> L.	Gold-Fingerkraut		1	–	–
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	Gemeiner Tormentill		22	15	15
<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	Kleines Laichkraut		–	–	1
<i>Primula farinosa</i> L.	Mehlprimel		–	3	2

Lateinischer Name	Deutscher Name	Gefährdung Rote Liste CH	Frequenz der Art		
			HM Gamperfin Plots 2017	unteres Turbenriet EF 2010	EF 2017
<i>Prunella vulgaris</i> L.	Gemeine Brunelle		–	2	–
<i>Pseudorchis albida</i> (L.) Á. & D. Löve	Weisszunge		–	3	–
<i>Ranunculus aconitifolius</i> L.	Eisenhutblättriger Hahnenfuss		2	–	1
<i>Ran. acris</i> subsp. <i>friesianus</i> (Jord.) Syme	Fries'Scharfer Hahnenfuss		1	1	4
<i>Ranunculus nemorosus</i> aggr.	Gruppe: Hain-Hahnenfuss		1	2	–
<i>Rhinanthus alectorolophus</i> (Scop.) Pollich	Zottiger Klappertopf		–	4	3
<i>Rumex acetosa</i> L.	Wiesen-Sauerampfer		–	3	1
<i>Sagina procumbens</i> L.	Niederliegendes Mastkraut		–	–	1
<i>Scheuchzeria palustris</i> L.	Blumenbinse	VU	1	–	–
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	Waldried		–	–	3
<i>Senecio alpinus</i> (L.) Scop.	Alpen-Greiskraut		–	1	1
<i>Senecio ovatus</i> (P. Gaertn. & al.) Willd.	Fuchs-Greiskraut		–	–	1
<i>Silene flos-cuculi</i> (L.) Clairv.	Kuckucksnelke		–	3	5
<i>Solidago virgaurea</i> L. s.l.	Echte Goldrute		2	6	3
<i>Stellaria nemorum</i> L. s.l.	Hain-Steinmiere		–	–	1
<i>Succisa pratensis</i> Moench	Abbisskraut, Teufelsabbiss		3	4	3
<i>Swertia perennis</i> L.	Moorenzian	NT	–	2	2
<i>Tofieldia calyculata</i> (L.) Wahlenb.	Gemeine Simsenlilie		–	2	1
<i>Trichophorum alpinum</i> (L.) Pers.	Alpen-Haarried	NT	3	8	10
<i>Trichophorum cespitosum</i> (L.) Hartm.	Rasen-Haarried, Rasenbinse		8	14	14
<i>Trifolium pratense</i> L. s.l.	Rot-Klee		–	1	4
<i>Trifolium repens</i> L. s.l.	Kriechender Klee		–	–	1
<i>Trollius europaeus</i> L.	Trollblume		2	2	1
<i>Tussilago farfara</i> L.	Huflattich		1	–	1
<i>Urtica dioica</i> L.	Grosse Brennessel		–	–	1
<i>Valeriana dioica</i> L.	Sumpfbaldrian		3	2	–
<i>Veratrum album</i> L. s.l.	Gemeiner Germer		8	11	9
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	Gamander-Ehrenpreis		3	3	–
<i>Veronica officinalis</i> L.	Gebräuchlicher Ehrenpreis		2	2	4
<i>Viola palustris</i> L.	Sumpfb-Veilchen		1	2	1
<i>Willemetia stipitata</i> (Jacq.) Dalla Torre	Kronlattich	NT	1	–	–
Moose					
Nicht torfbildende Moose					
Lebermoose					
<i>Barbilophozia attenuata</i> (Mart.) Loeske			2	–	1
<i>Calypogeia azurea</i> Stotler & Crotz			4	–	2
<i>Calypogeia fissa</i> (L.) Raddi			1	–	–
<i>Calypogeia muelleriana</i> (Schiffn.) Müll.Frib.			–	2	–
<i>Calypogeia neesiana</i> (C.Massal. & Carestia) Müll.Frib.			18	–	9
<i>Cephalozia bicuspidata</i> (L.) Dumort. sensu NISM 2013			1	–	1
<i>Cephalozia connivens</i> (Dicks.) Lindb.		NT	16	–	10
<i>Cephalozia pleniceps</i> (Austin) Lindb.			11	–	4
<i>Cephalozia</i> spec.			–	1	–
<i>Cephaloziella elachista</i> (Gottsche & Rabenh.) Schiffn.		VU	1	–	–
<i>Cephaloziella</i> spec.			1	–	2
<i>Chiloscyphus polyanthos</i> aggr.			1	1	1
<i>Chiloscyphus pallescens</i> (Hoffm.) Dumort.			1	–	–
<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort.			1	–	–
<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort.			–	2	–
<i>Lophozia incisa</i> (Schrad.) Dumort. sensu NISM 2013			1	–	–
<i>Lophozia ventricosa</i> (Dicks.) Dumort. sensu NISM 2013			2	–	–
<i>Marchantia polymorpha</i> L.			–	–	2
<i>Mylia anomala</i> (Hook.) Gray		NT	8	8	9
<i>Pellia epiphylla</i> aggr.			–	–	1
<i>Pellia</i> spec.			–	1	–
<i>Riccardia multifida</i> (L.) Gray			–	1	–
<i>Riccardia</i> spec.			–	–	1
Laubmoose					
<i>Amblystegium radicale</i> (P.Beauv.) Schimp.			1	–	1
<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwägr.			47	17	24
<i>Brachytheciastrum velutinum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen			1	–	–
<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.			1	1	2
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) G.Gaertn. & al. sensu NISM 2013			4	–	4
<i>Bryum</i> spec.			1	–	1
<i>Bryum weigelii</i> Spreng.			2	1	1
<i>Calliergonella lindbergii</i> (Mitt.) Hedenäs			–	1	3
<i>Campylopus pyriformis</i> (Schultz) Brid.			–	1	1
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid. sensu NISM 2013			–	1	–
<i>Chiloscyphus pallescens</i> (Hoffm.) Dumort.			1	–	–
<i>Chiloscyphus polyanthos</i> aggr.			1	1	1
<i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout sensu NISM 2013			2	–	–

Lateinischer Name	Deutscher Name	Gefährdung Rote Liste CH	Frequenz der Art		
			HM Gampferfin Plots 2017	unteres Turbenriet EF 2010	EF 2017
<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) F.Weber & D.Mohr			1	2	4
<i>Dicranella cerviculata</i> (Hedw.) Schimp.		EN	1	-	2
<i>Dicranella spec.</i>			-	1	-
<i>Dicranodontium denudatum</i> (Brid.) E.Britton			7	2	7
<i>Dicranum bonjeanii</i> De Not.			2	2	2
<i>Dicranum montanum</i> Hedw.			2	-	-
<i>Dicranum polysetum</i> Sw. ex anon.			3	-	7
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.			16	2	8
<i>Dicranum scoparium</i> aggr.			-	1	-
<i>Dicranum bonjeanii</i> De Not.			2	2	2
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.			16	2	8
<i>Dicranum undulatum</i> Brid.		NT	1	-	2
<i>Dicranum spec.</i>			-	1	-
<i>Fissidens adianthoides</i> Hedw.			1	1	1
<i>Hylocomiastrum pyrenaicum</i> (Spruce) M.Fleisch.			1	-	-
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp.			18	2	12
<i>Leucobryum glaucum</i> aggr.			1	-	-
<i>Philonotis caespitosa</i> Jur.			1	-	1
<i>Philonotis fontana</i> (Hedw.) Brid.			-	-	2
<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw.) Schimp. sensu NISM 2013			-	1	1
<i>Plagiomnium affine</i> aggr.			3	2	4
<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.			54	20	24
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb. sensu NISM 2013			3	.	2
<i>Polytrichum commune</i> Hedw. sensu NISM 2013			13	5	12
<i>Polytrichum formosum</i> Hedw. sensu NISM 2013			3	4	5
<i>Polytrichum juniperinum</i> aggr.			-	19	-
<i>Polytrichum longisetum</i> Brid.		NT	2	1	4
<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.			3	-	2
<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T.J.Kop.			-	1	-
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.) Warnst. sensu NISM 2013			6	5	5
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.			2	1	-
<i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske			1	1	1
<i>Splachnum ampullaceum</i> Hedw.		NT	2	-	4
<i>Tayloria tenuis</i> (Dicks.) Schimp.			1	-	-
<i>Tetraxis pellucida</i> Hedw.			2	-	-
<i>Thuidium assimile</i> (Mitt.) A.Jaeger			-	-	3
<i>Thuidium delicatulum</i> (Hedw.) Schimp.			2	-	-
<i>Thuidium recognitum</i> aggr.			-	1	3
<i>Thuidium assimile</i> (Mitt.) A.Jaeger			-	-	3
<i>Thuidium delicatulum</i> (Hedw.) Schimp.			2	-	-
Torfbildende Moose (Braun- und Torfmoose, alle Laubmoose)					
<i>Breidleria pratensis</i> (Spruce) Loeske			-	-	1
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske			5	4	7
<i>Campylium stellatum</i> (Hedw.) Lange & C.E.O.Jensen sensu NISM 2013			-	2	3
<i>Polytrichum strictum</i> Brid.		NT	33	3	20
<i>Scorpidium cossonii</i> (Schimp.) Hedenäs			-	-	1
<i>Sphagnum angustifolium</i> (Russow) C.E.O.Jensen		NT	56	-	19
<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.		NT	31	19	18
<i>Sphagnum centrale</i> C.E.O.Jensen			3	-	3
<i>Sphagnum contortum</i> Schultz			-	-	2
<i>Sphagnum cuspidatum</i> Hoffm.		NT	6	-	1
<i>Sphagnum fallax</i> (H.Klinggr.) H.Klinggr.		NT	1	-	-
<i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) H.Klinggr.		VU	-	1	-
<i>Sphagnum girgensohnii</i> Russow			6	-	1
<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.		NT	63	26	25
<i>Sphagnum palustre</i> aggr.			1	5	3
<i>Sphagnum centrale</i> C.E.O.Jensen			3	-	3
<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.		NT	2	-	2
<i>Sphagnum platyphyllum</i> (Braithw.) Warnst.			-	-	1
<i>Sphagnum recurvum</i> aggr.			-	15	1
<i>Sphagnum angustifolium</i> (Russow) C.E.O.Jensen		NT	56	-	19
<i>Sphagnum fallax</i> (H.Klinggr.) H.Klinggr.		NT	1	-	-
<i>Sphagnum russowii</i> Warnst.		NT	19	5	17
<i>Sphagnum squarrosus</i> Crome			-	.	1
<i>Sphagnum subsecundum</i> Nees			1	2	-
<i>Straminergon stramineum</i> (Brid.) Hedenäs			19	6	10
<i>Warnstorfia exannulata</i> (Schimp.) Loeske			1	1	-
Ausserhalb der Plots und Einheitsflächen					
<i>Salix myrtilloides</i> L.	Heidelblättrige Weide	CR	-	-	-