

Monitoring im Hochmoor. Das Götzner Moos vor und nach seiner Renaturierung

Nr. 75 - 2020

Georg Amann¹, Anne Puchta² & Bianca Burtscher³

¹ Mag. Georg Amann, Waldrain 9, A-6824 Schlins

² Dipl. Biol. Anne Puchta, Linggstraße 8, D-88131 Lindau

³ Mag. Bianca Burtscher, | naturschutzbund | Vorarlberg

Schulgasse 7, A-6850 Dornbirn

E-Mail: vorarlberg@naturschutzbund.at

Abstract

A drained and therefore partially disturbed bog with Pinus uncinata at the edge of the Rhine Valley in Vorarlberg (Austria), called Götzner Moos, was renaturalised in 2013. In the following six years we monitored the water balance and vegetation as well as selected insects (dragonflies, butterflies) in the bog and adjacent fens to evaluate the restoration measures (clearing shrubs and trees, installing plank dams and clay bunds, restart of the autumnal haymaking in the fens). The water table varied from near the surface to 20 cm under normal weather condition in summer, but fell well beyond 20 cm in dry periods. Cleared but otherwise undisturbed vegetation showed positive effects on special bog plants (e. g. Vaccinium oxycoccus), but also contrary effects on wetter and dryer places (e. g. increase or decrease of Sphagnum magellanicum, thinning or thickening of heath vegetation). Molinia caerulea increased and thereby reflects the still partially unfavorable water balance. As a result of restoration activities, open peat was densely overgrown within two years mainly by Juncus effusus, in little ponds mainly by Carex rostrata, where also rarer moss species (e. g. Sphagnum cuspidatum) flourished. Conspicuous mats of Sphagnum magellanicum developed later in the period on wet peat, or as small hummocks at the edge of the ponds. The moss flora as well as the vegetation as a whole today still points to a bog forest rather than to a raised bog with current peat growth. Yet it is unclear if Pinus uncinata, conveniently a protected property, or Picea abies will be the winner of this hypothetic competition. Compared with the studies before the restoration, the number of species of dragonflies has increased. After the restoration 15 species of dragonflies were registered. 6 species reproduced in the investigated area using the new ponds as reproduction space. Whereas most of the detected species are common, Somatochlora arctica is endangered and associated with bogs. 41 species of butterflies were found, none of them is especially associated with bogs. However, the adjacent fens and wet grassland are important habitats for butterflies - the clearing and the restart of the autumnal haymaking were a contribution to their conservation. It could be interesting to continue the monitoring to keep an eye on the development of the area, especially in view of climate change and the increase of unusual warm and dry periods.

Key words: bog, renaturalisation, Sphagnum spp., monitoring, Rheintal, Vorarlberg, dragonflies, butterflies, Pinus uncinata

1 Einleitung

Im ersten österreichischen Moorschutzkatalog (STEINER 1982) wird das auf einer Sattelverebnung auf 1100 Meter am Vorarlberger Rheintalhang gelegene Götzner Moos (Orsankenmoos; Abb. 1, 2) mit einem zentralen Spirken-Hochmoor und umgebenden Quellmooren und Pfeifengraswiesen bereits erwähnt und kurz beschrie-

ben. Mit dem Vorkommen eines europaweit seltenen Moortyps – einem Hochmoor mit Spirke (*Pinus uncinata*) – wird dem Moor sogar internationale Bedeutung zugesprochen. Das Spirkenmoor war in den 1980er-Jahren schon relativ trocken und verheidet, ließ aber sonst keine Spuren menschlicher Einflussnahme erkennen. Das Auftreten der Spirke in Hochmooren Nordvorarlbergs ist charakteristisch

und kann auch gleichzeitig als Besonderheit angesehen werden, da diese westliche Sippe aus der Verwandtschaft um *Pinus mugo* (Latsche) in den östlichen Bundesländern Österreichs mit wenigen Ausnahmen (z. B. Reliktvorkommen im Böhmischem Massiv) nicht mehr vorkommt, und durch ihren baumförmigen Wuchs diesen Hochmooren ein ganz eigenes Gepräge verleiht (Fazies mit *Pinus uncinata*,

»Moorwälder«). Ihre Standorte sind aber allesamt durch Drainagen verschiedener Intensität gestört (STEINER 1982, 1992).

Bereits BURTSCHER (1997) empfiehlt für das Götzner Moos die Schließung des Grabens, der das Spirken-Hochmoor durchtrennt, damit sich der mooreigene Wasserhaushalt wieder regeneriert. Im aktualisierten Vorarlberger Biotopinventar wird für die Hochmoorflächen des Götzner Mooses (Biotop 40809) dann die Erstellung eines Nutzungs- und Pflegekonzepts empfohlen (BEISER & STAUDINGER 2008).

In den letzten Jahren ist neben dem öffentlichen Interesse, den Lebensraum des Hochmoors mit seiner eigenen Flora und Fauna zu erhalten, ein weiterer Aspekt in den Mittelpunkt gerückt, nämlich die langfristige Erhaltung des Torfkörpers als Kohlenstoffspeicher, also der Beitrag zum Klimaschutz. So bot sich dem Naturschutzbund Vorarlberg ab dem Jahr 2011 die Möglichkeit, im Rahmen des Interreg-IV-Projektes »Nachhaltiges Moormanagement im Dreiländereck östliche Bodenseeregion« mit finanzieller Unterstützung der EU, des Landes Vorarlberg und der Marktgemeinde Götzis gemeinsam mit der Agrargemeinschaft Götzis (Grundbesitzer) die Renaturierung des Götzner Mooses zu planen und umzusetzen. Im Zuge der Grundlagenhebungen wurden mehrere entwässernde Gräben und eine erst um das Jahr 1990 massiv einsetzende Unterwanderung der Spirkenbestände mit jungen Fichten festgestellt, was die Notwendigkeit zur Renaturierung des Hochmoors unterstrich.

Im Rahmen des Interreg-Projekts wurden für das Hochmoor und direkt angrenzende Niedermoorflächen im Götzner Moos durch umfangreiche Gehölzentnahmen und den Einbau von 23 Stauwehren in alte Entwässerungsgräben die Voraussetzungen für eine Regenerierung des Torfkörpers geschaffen. Ziel der vorliegenden Studie war eine Erfolgskontrolle dieser Maßnahmen in der Anfangsphase

nach erfolgter Renaturierung. Es sollten die Veränderungen und Entwicklungen in der Vegetation dokumentiert werden, ebenso die Entwicklung des Wasserhaushaltes. Ausgewählte Tiergruppen, nämlich Libellen und Tagfalter, sollten die Bedeutung der Maßnahmen für die moortypische Fauna beleuchten. Besonders die Tagfalter können darüber hinaus Einblick

in die Bedeutung der Mahd auf seit Jahren brach liegenden Niedermoorwiesen in der Umrahmung des Hochmoors geben. Da es sich um die erste Hochmoorrenaturierung in Vorarlberg handelte, ging es auch darum, Erfahrungen für die Praxis in einem kleinen und überschaubaren Gebiet zu sammeln.

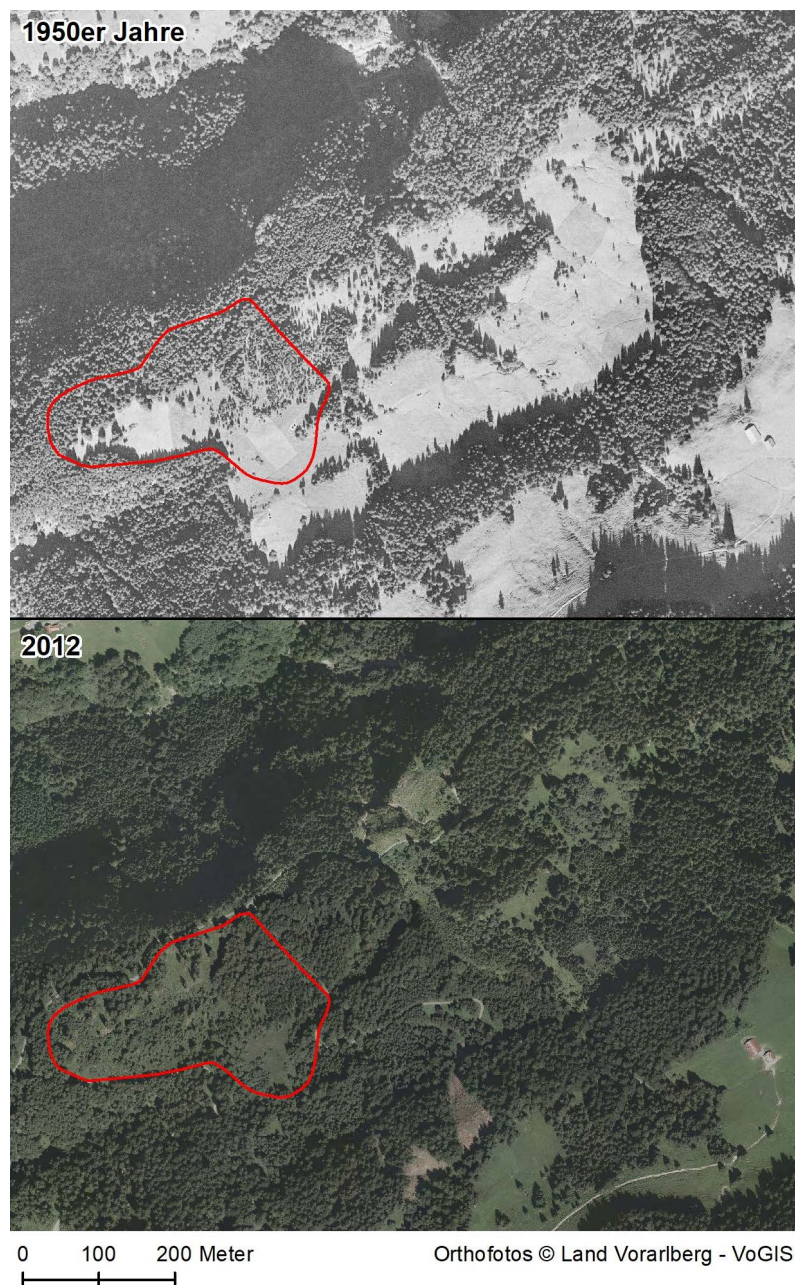


Abb. 1: Im Götzner Moos sind in den letzten 70 Jahren durch Nutzungsaufgabe große Flächen zugewachsen. Das Spirken-Hochmoor befindet sich im Westen auf einer Sattelverebnung auf 1100 m Meereshöhe. In seiner Umrahmung widersetzen sich Niedermoorflächen zum Teil der zunehmenden Verwaltung. Luftbildvergleich 1950er-Jahre und vor der Renaturierung im Jahr 2012. Untersuchungsgebiet rot umrandet.

2 Das Untersuchungsgebiet

Das Götzner Moos ist eine über 20 ha große Rodungsinsel im Bergwaldgebiet der Gemeinde Götzis am Rande des Rheintals. Ab den 1950er-Jahren wurde hier die landwirtschaftliche Nutzung aufgegeben, und die offenen Grünlandflächen bewaldeten sich wieder zusehends (Abb. 1). Kernstück dieses heute teilweise noch offenen Feuchtbiotopkomplexes ist ein kleines Hochmoor mit Spirken und angrenzenden brach liegenden Pfeifengraswiesen (BEISER & STAUDINGER 2008). Das Untersuchungsgebiet beschränkt sich im Wesentlichen auf diesen westlichen Bereich, in dem Renaturierungs- und

Pflegemaßnahmen durchgeführt wurden. In Ausnahmefällen wurde auch die weitere Umgebung miteinbezogen, wenn dies aus faunistischer Sicht für das engere Untersuchungsgebiet von Bedeutung schien.

Nach einem Pollenprofil aus dem Götzner Moos (KRAL 1993), das nur die jüngere postglaziale Geschichte erfasst (die letzten ca. 2500 Jahre), soll die Rodung des Naturwaldes (Tanne, Fichte, Buche) im Gebiet in der frühen Neuzeit (vor lediglich ca. 500 Jahren) erfolgt sein. Aus einem mit Gehölz bestandenen Niedermoor (Holztorf, Wollgrastorf, Seggentorf) entwickelte sich ab etwa 1500 n. Chr. das Hochmoor (Bleichmoorstorf). Dabei nahm

der Bestand der Spirke zu, durch den Weidebetrieb blieb die Bestockung aber gering. Die ursprüngliche Ausdehnung des ehemaligen Hochmoorschildes dürfte etwa 1,4 ha betragen haben, die Mächtigkeit des Bleichmoorstorfes beträgt lediglich etwa 20–25 cm. Entwässerungsgräben, die vermutlich im 19. Jahrhundert errichtet wurden, führten sicher bald zu einer Beeinträchtigung der Hochmoorvegetation (Verheidung) und zum Erliegen des Hochmoorwachstums (Stillstand des Torfwachstums). Zuletzt lag die Fläche mit Hochmoorvegetation bei weniger als 1 ha. Die höchsten Geländestellen und zugleich die nassesten liegen heute unmittelbar nördlich

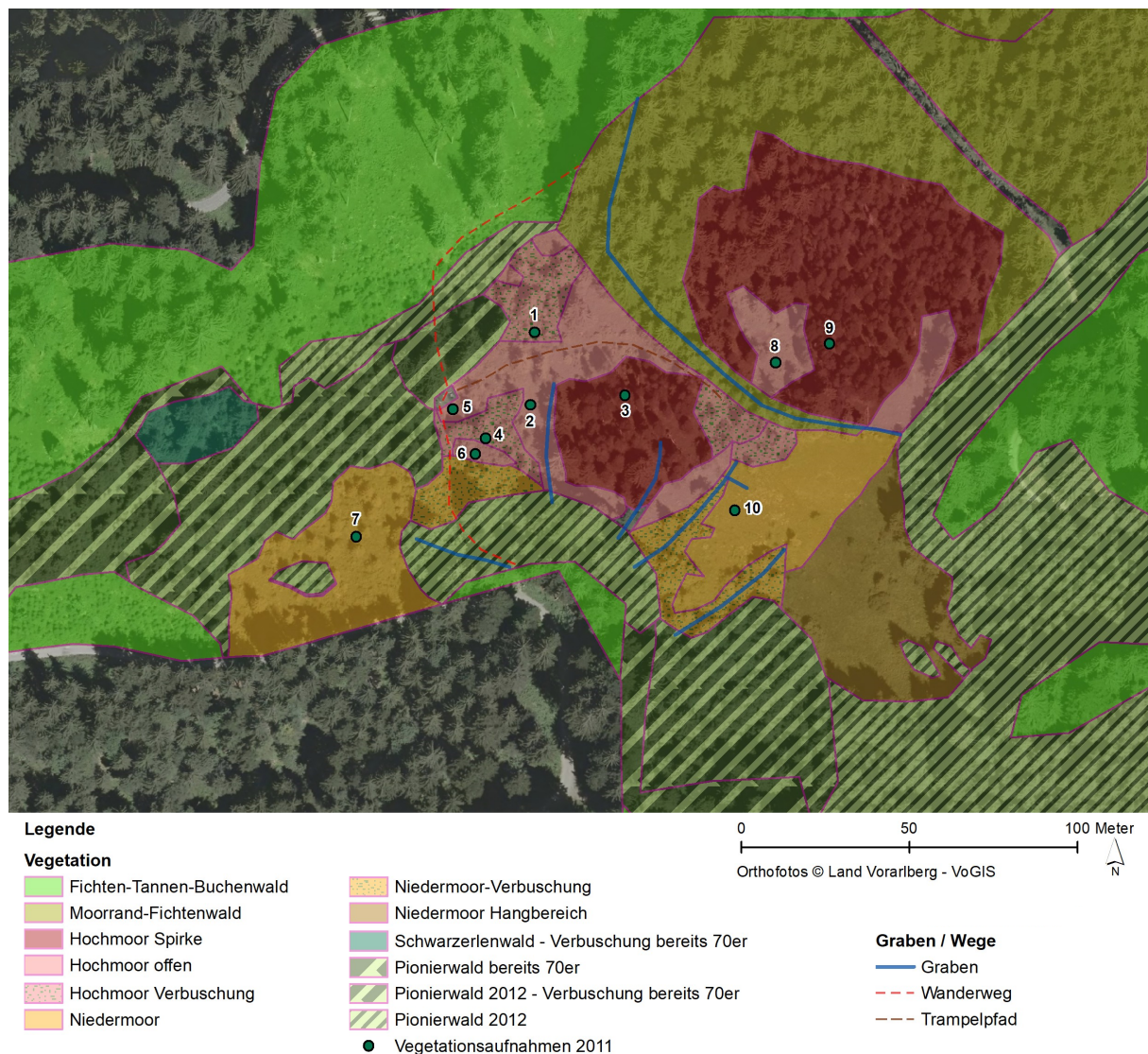


Abb. 2: Vegetationskarte des Götzner Mooses aus dem Jahr 2012, unmittelbar vor den Renaturierungsmaßnahmen, sowie die Lage der Vegetationsaufnahmen aus dem Jahr 2011.

Nr.	Ansprache im Gelände 2011	Maßnahmen 2012-2014 sowie ab 2016
1	Hochmoor, verbuschend	Entbuschung
2	Hochmoor, offen	spätere Eingriffsfläche
3	Hochmoor, Spirken-Moorwald	Entfernung Fichtenjungwuchs
4	Hochmoor, verbuschend	Entbuschung
5	Hochmoor, Heide	
6	Hochmoor, beginnende Verbuschung	Entbuschung
7	Niedermoor-Pfeifengraswiese, verbuschend, bultig	Wiederaufnahme Mahd ab Herbst 2016
8	Hochmoor, offen	
9	Hochmoor, Spirken-Moorwald	Entfernung Fichtenjungwuchs
10	Niedermoor-Pfeifengraswiese, verbracht	Wiederaufnahme Mahd ab Herbst 2016

Tab. 1: Übersicht über die im Jahr 2011 im Götzner Moos durchgeführten Vegetationsaufnahmen aus dem Hochmoor mit verschiedenen Stadien der Hochmoordegradation und aus den angrenzenden Niedermooeren sowie die im Zuge der Renaturierung gesetzten Maßnahmen auf diesen Flächen.

eines Grabens, der das Spirkenmoor in zwei Hälften zerschneidet. Der Höhenunterschied von diesem Zentrum zum Hochmoorrand beträgt maximal 3 m. Die Torfmächtigkeit liegt in Kernbereichen bei 1,2 bis 2,0 m. Unter dem Torfkörper befindet sich eine wasserstauende Lehmschicht (Abb. 3). Sowohl am südwestlichen als auch am südöstlichen Rand schließen Niedermoorflächen (Pfeifengraswiesen) an, die zusammen noch etwa 0,5 ha offene Vegetation aufweisen.

Im Vorfeld der Umsetzungen wurden 2011 und 2012 Grundlagenerhebungen durchgeführt, die den Istzustand vor den Maßnahmen dokumentieren sollten. Dazu gehörten Vegetationsaufnahmen im Spirken-Hochmoor und den angrenzenden Niedermooeren (Tab. 1, 2), eine Kartierung der Vegetationstypen und des Erhaltungszustandes (Abb. 2) sowie die Kartierung des entwässernden Grabensystems, ebenso eine detaillierte Beschreibung der Vegetationsverhältnisse in den einzelnen Teilbereichen des Hochmoors (AMANN et al. 2014). Die Situation des Hochmoors im Götzner Moos vor den Renaturierungsmaßnahmen lässt sich in Kürze so zusammenfassen (für weitere Einzelheiten vgl. AMANN et al. 2014):

Im Hochmoor befanden sich zwei Spirkenbestände. Diese waren durch einen Entwässerungsgraben, der das Hochmoor in einen nordöstlichen und einen südwestlichen Bereich aufteilte, voneinander getrennt. An diesem Graben standen bereits hohe

Fichten. Die beiden über 10 m hohen Spirkenbestände bildeten ein fast geschlossenes Kronendach (70-80 % Deckung) und vermittelten dadurch den Eindruck eines Moorwaldes (Spirken-Moorwald). Eine bis kniehoch Zwergstrauchschicht hauptsächlich mit Rauschbeere und Heidelbeere war ausgebildet (50-70 % Deckung). Die hochmoortypischen Zwergsträucher Rosmarinheide und Moosbeere fehlten oder waren stellenweise nur in geringer Menge vorhanden; das gilt auch für weitere Hochmoorarten (z. B. Scheidiges Wollgras). Aber auch Störzeiger und Mineralbodenwasserzeiger waren höchstens in sehr geringer Menge vorhanden (Pfeifengras, Schnabelsegge). Die Mooschicht war noch meist flächendeckend ausgebildet (70-80 % Deckung), wobei das für Hochmoore bezeichnende Magellan-Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*) immerhin 40-60 % Deckung erreichte. Während die Spirke nur im Altbestand anzutreffen war, zeichnete sich eine Unterwanderung mit Fichte ab. Selbst Tanne kam vereinzelt vor. Die individuenreiche Fichtenverjüngung erreichte bereits mindestens 10-20 % Deckung und dürfte ab den späten 1980er-Jahren und in den 1990er-Jahren massiv eingesetzt haben.

Im Kontakt zum Spirken-Moorwald gab es mehrere offene Hochmoorbereiche mit unterschiedlicher Ausprägung. Grundsätzlich waren sie wenig strukturiert, ohne Schlenken-Mosaik, vielmehr war die Hochmooroberfläche bestenfalls als Bultfuß- bzw.



Abb. 3: Der Torfkörper des Götzner Moors wird von einer wasserstauenden Lehmschicht unterlagert. Moorbohrung am 12.03.2020 (Foto: Anne Puchta).

Bultfläche (0-10 cm bzw. 10-30 cm über dem Moorwasserspiegel) ausgebildet. Überall dominierte eine üppige Zwergstrauchschicht aus Rausch- und Heidelbeere. Nordöstlich des Entwässerungsgrabens fiel besonders der offene Bereich mit üppiger Zwergstrauchschicht (90 % Deckung) und einem individuenreichen Spirken-Jungwuchs auf, der bis etwa 1,5 m hoch war. Typische Hochmoorpflanzen kamen vor (Scheidiges Wollgras, Moosbeere, Rosmarinheide), das Magellan-Torfmoos erreichte einen hohen Deckungswert (60 % Deckung). Pfeifengras (als Störungszeiger) und Schnabelsegge (als Mineralbodenwasserzeiger) waren nur in geringer Menge vorhanden. Eine davon abweichende, besondere Kleinstruktur in dieser Lichtung waren wenige m² große Schlenken mit einem kleinen Vorkommen des typischen Schlenkenmooses *Sphagnum cuspidatum*. Dieser am höchsten gelegene Teil des Hochmoores war offenbar zugleich auch der nasseste.

		09	03	08	06	01	04	02	05
	Deckung Baumschicht	80	80	-	-	-	-	-	-
	Deckung Strauchschicht	20	10	20	10	50	80	-	-
	Deckung Zwergsträucher	40	40	80	60	100	20	100	70
	Deckung Krautschicht	10	20	50	60	5	10	5	60
	Deckung Moosschicht	70	80	80	40	90	50	80	40
Baumschicht	<i>Pinus uncinata</i>	5	5	-	-	-	-	-	-
	<i>Picea abies</i>	-	2	-	-	-	-	-	-
Verjüngung/Sträucher	<i>Pinus uncinata</i>	r	-	2	r	-	+	-	-
	<i>Picea abies</i>	2	1	+	2	3	3	-	-
	<i>Abies alba</i>	1	+	-	-	r	+	-	-
	<i>Alnus glutinosa</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
	<i>Betula</i> sp.	-	-	-	+	2	2	-	-
	<i>Salix aurita</i>	-	-	-	-	-	3	-	-
Zwergsträucher:	<i>Vaccinium oxycoccus</i>	+	1	1	2	1	-	1	-
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	2	2	3	2	4	2	3	3
	<i>Vaccinium uliginosum</i>	2	2	3	2	3	2	3	3
	<i>Calluna vulgaris</i>	+	-	+	2	+	-	+	3
Süß- und Sauergräser	<i>Molinia caerulea</i>	1	2	2	3	1	2	1	3
	<i>Eriophorum vaginatum</i>	+	1	1	1	-	-	1	-
	<i>Carex rostrata</i>	-	1	2	-	+	-	1	-
	<i>Carex echinata</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
	<i>Nardus stricta</i>	-	-	-	-	-	-	-	2
	<i>Trichophorum caespitosum</i>	-	-	-	1	-	-	-	2
	<i>Eriophorum angustifolium</i>	-	-	-	1	-	-	-	-
	<i>Carex nigra</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
	<i>Luzula sieberi</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
	<i>Juncus effusus</i>	-	r	-	+	-	-	-	-
Kräuter und Stauden	<i>Drosera rotundifolia</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Potentilla erecta</i>	-	-	-	1	-	+	-	2
	<i>Scorzonera humilis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
	<i>Maianthemum bifolium</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
	<i>Gentiana asclepiadea</i>	-	-	-	-	-	r	-	-
Schachtelhalme	<i>Equisetum sylvaticum</i>	-	-	-	+	-	-	r	-
Bärlappe	<i>Lycopodium annotinum</i>	-	-	1	-	-	-	-	-
Moosschicht	<i>Sphagnum magellanicum</i>	4	4	4	2	3	2	1	-
	<i>Sphagnum capillifolium</i>	2	1	1	2	3	-	+	2
	<i>Sphagnum angustifolium</i>	-	+	-	-	-	-	+	-
	<i>Sphagnum russowii</i>	-	+	-	-	+	+	-	-
	<i>Sphagnum girgensohnii</i>	-	-	-	-	+	+	-	-
	<i>Polytrichum strictum</i>	-	2	1	1	1	-	-	-
	<i>Aulacomnium palustre</i>	-	1	+	1	-	1	1	-
	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	-	1	1	-	+	-	+	-
	<i>Polytrichum commune</i>	+	1	+	-	1	-	3	-
	<i>Hylocomium splendens</i>	-	2	-	+	1	+	1	-
	<i>Pleurozium schreberi</i>	-	1	-	+	1	2	3	3
	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
	<i>Dicranum scoparium</i>	1	-	+	-	-	-	-	-
	<i>Dicranodontium denudatum</i>	1	+	-	-	-	-	-	-
	<i>Calypogeia</i> sp.	r	r	-	-	-	+	r	-
	<i>Lophocolea bidentata</i>	-	-	-	-	-	+	-	-

Tab. 2: Vegetationsaufnahmen im Bereich des degradierten Hochmoors im Götzner Moos aus dem Jahr 2011 (16.08.2011).

01 ... Hochmoor verbuschend, 02 ... Hochmoor offen, 03 ... Spirken-Moorwald, 04 ... Hochmoor verbuschend,

05 ... Hochmoor Heide, 06 ... Hochmoor beginnende Verbuschung, 08 ... Hochmoor offen, 09 ... Spirken-Moorwald.

Südwestlich des Entwässerungsgrabens gab es mehr oder weniger von Fichten, Birken und Weiden durchsetzte Flächen, selten waren sie völlig gehölzfrei. Die Deckung der Zwergstrauchschicht betrug auf einzelnen Teilflächen zwischen 60 und 90 %, wobei Heidelbeere und Rauschbeere dominant auftraten. Die Moosbeere konnte hier auf Teilflächen bis zu 10 % Deckung erreichen, das Magellan-Torfmoos meist nur mehr bis zu 10 %. In einigen noch intakt anmutenden Bereichen traten aber doch Mineralbodenwasserzeiger auf, in erster Linie Schnabelsegge sowie das Pfeifengras, das in Summe nicht über 5 % Deckung erreichte. Andere Teilflächen, insbesondere am westlichen Rand waren deutlicher degradiert und stark verheidet. Sie zeigten gehäuftes Vorkommen von Besenheide und Pfeifengras, während das Magellan-Torfmoos oft gänzlich fehlte. Westlich des zentralen Entwässerungsgrabens, am westlichen Rand des Hochmoors, waren einige Bereiche bereits verbuscht, wobei besonders Fichten, Weiden und Birken auftraten. Hochmoor-Elemente wie Magellan-Torfmoos und Rauschbeere konnten noch vorkommen, die Zwergstrauchschicht und Mooschicht erreichten geringere Deckungswerte als in den nicht verbuschten Bereichen.

3 Die Renaturierung

Auf Grundlage einer Vegetationskartierung und der Erfassung von Defiziten erarbeitete der Naturschutzbund Vorarlberg im Interreg-Projekt »Nachhaltiges Moormanagement« (2010-2014) ein Entwicklungskonzept für den Moorkomplex Götzner Moos und setzte prioritäre Maßnahmen im Hochmoor und im angrenzenden Niedermoor gemeinsam mit der Agrargemeinschaft Götzis um. Das Interreg-Projekt wurde in Vorarlberg mit Fördergeldern der Europäischen Union und der beteiligten Schweizer Kantone, durch die Marktgemeinde Götzis, das Land Vorarlberg und das

Naturschutzzentrum des Österreichischen Naturschutzbunds finanziell unterstützt. Mit finanzieller Unterstützung der Aktion »dm flugland« und der Marktgemeinde Götzis konnten der Naturschutzbund und die Agrargemeinschaft Götzis nach Ende des Interreg-Projekts weitere Maßnahmen in den Niedermooren durchführen.

3.1 Hochmoorrenaturierung und erste Maßnahmen im angrenzenden Niedermoor

Bei der Planung von Renaturierungen ist es entscheidend, die Entwicklung und Ökologie von Hochmooren zu verstehen und zu beachten. Gute Informationen dazu bietet z.B. EIGNER (2003), welche hier kurz zusammengefasst sind: Hochmoore können nur dort entstehen, wo die Wasserbilanz positiv ist. Unter diesen Bedingungen können sich Torfmoose ansiedeln und durch die Bildung von Torf einen uhrglasförmig aufgewölbten Hochmoorkörper aufbauen, der allmählich aus dem nährstoffreichen Grundwasser herauswächst. Das Hochmoor, auch Regenmoor genannt, entwickelt ein eigenes Wasserregime, das nur noch vom nährstoffarmen Niederschlagswasser gespeist wird. Obwohl Hochmoore im Prinzip wassergesättigt sind, können sie größere Wassermengen bei starken Niederschlägen aufnehmen, weil der schwach humifizierte jüngere Weißtorf und die lebenden Torfmoose wie ein Schwamm wirken. Alle entscheidenden physikalischen und chemischen Eigenschaften und Prozesse laufen in der oberen aktiven Schicht, dem Acrotelm ab. Dieses ist (im Gegensatz zum ständig mit Wasser gesättigten, inaktiven Catotelm) wenigstens zeitweise unter Lufteinfluss. Die Torfmoose sind auf der einen Seite von diesen acrotelmatischen Bedingungen abhängig, auf der anderen Seite tragen sie auch selbst durch ihre Fähigkeiten entscheidend zu diesen Bedingungen bei. Diese Wechselwirkung wird durch Entwässerungen von Mooren entscheidend gestört. Bereits

bei einer schwachen Entwässerung kommt das Moorwachstum zum Erliegen. Die Torfmoose gehen stark zurück und Heidekräuter und das Scheidige Wollgras nehmen zu (Moorheidestadium). Weitere Entwässerungen führen zum Pfeifengrassstadium, einzelne Birken, aber auch andere Gehölze können einwandern. Durch die Austrocknung gelangt Sauerstoff an den Torf und dieser beginnt zu mineralisieren, wodurch Nährstoffe frei werden. Dies wiederum verstärkt die Vegetationsveränderungen noch weiter, was bis hin zu Waldstadien führen kann. Die Schädigung des Acrotelms wirkt sich negativ auf den Wasserhaushalt aus. Im Vergleich zu intakten Mooren schwanken in degenerierten Mooren die Wasserstände übers Jahr sehr stark und zeigen insbesondere im Sommer tiefe Wasserstände.

Neben der Erhaltung moortypischer Arten und Vegetationstypen verfolgen Hochmoorrenaturierungen das Ziel, den moortypischen Wasserhaushalt wiederherzustellen, damit die Torfmoose wieder wachsen und das Acrotelm sich regenerieren kann. Acrotelmatische Bedingungen wiederherzustellen, ist dabei gar nicht so einfach. Weder darf der Wasserstand zu niedrig sein, noch sollte es zu großflächigen Überstauungen kommen, da sich klimaschädliches Methan bilden kann. Allerdings stellten BRAUN & SIUDA (2003) bei einer Erfolgskontrolle acht Jahre nach der Wiedervernässung eines verheiteten Hochmoores fest, dass sich flach unter Wasser gesetzte Hochmoorflächen besonders positiv entwickelt hatten.

Eine besondere Herausforderung stellen geneigte Moorflächen dar. Während ebene Flächen auch bei weit abgesenkten Wasserständen gut wiedervernässt werden können, ist es bei stärkeren Neigungsverhältnissen schwierig, das Wasser in der Fläche zu halten (vgl. BERNRIEDER 2003). Um eine maximale Erhöhung des Grundwasserspiegels zu erreichen, müssen die Abstände zwischen den Dämmen umso kleiner sein, je stärker

die Geländeneigung ist (GROSVERNIER & STAUBLI 2009).

Neben den Maßnahmen zur Wiedervernässung sind häufig auch Gehölzentnahmen nötig, da die aufkommenden Gehölze die lichtliebende Moorvegetation beschatten und über die Verdunstung ihrer Blätter dem entwässerten Moor zusätzlich Wasser entziehen.

Ablauf der Umsetzung

Nach der Planung, gemeinsamen Begehungen mit der Agrargemeinschaft Götzis und den zuständigen Behörden sowie der Genehmigung durch die Bezirkshauptmannschaft Feldkirch konnte als erster Schritt der

Hochmoorrenaturierung mit den Gehölzentnahmen begonnen werden. Im Jänner und Februar 2013 fällten »Holzer« der Agrargemeinschaft Götzis einen Großteil der Gehölze mit Ausnahme der Spirke im Hochmoor und im angrenzenden Niedermoor. Danach entfernte der Pflögetrupp des Naturschutzbundes kleine Fichten und Sträucher sowie verbliebene Reste der großen Holzarbeiten. Insgesamt wurden rund 1,38 ha Hoch- und Niedermoor durch Gehölzentnahmen aufgewertet (Abb. 4 & 5).

Im November 2013 folgte der Einbau von Stauwehren durch die Firma Lässer aus Hittisau nach einer bewährten Methode, wie sie auch in verschiede-

nen Leitfäden beschrieben ist (vgl. GROSVERNIER & STAUBLI 2009 und SIUDA & THIELE 2010). In den Hauptgraben, die drei Seitengräben im Hochmoor und einen weiteren Graben in der Pfeifengraswiese wurden mit einem bodenschonenden Moorbagger 18 Stauwehre mit Spundwänden, sowie an den Hochmoorrändern mit geringer Torfmächtigkeit 5 Stauwehre aus Lehm eingebaut (vgl. Abb. 6-11). Die Spundbretter aus Weißtanne spendierte dankenswerterweise die Agrargemeinschaft Götzis.

3.2 Weitere Maßnahmen ab 2014

Sehr kleine Fichten waren bei der Hochmoorrenaturierung nicht systematisch aus dem Hochmoor entfernt worden, dies wurde bei den Begehungen im Rahmen dieses Forschungsprojektes nachgeholt. Zudem wurden auch Himbeerstauden, ein Exemplar des Drüsigen Springkrauts und einzelne junge Fichten von einigen Dämmen der Stauwehre entfernt.

Als weiteren Schritt in der Umsetzung des Entwicklungskonzeptes »Götzner Moos« entfernte der Pflögetrupp des Naturschutzbundes im Winter 2015/16 Sträucher und kleine Fichten aus dem rund 1.500 m² großen Niedermoor, das im Südwesten an das Hochmoor angrenzt. »Holzer« der Agrargemeinschaft Götzis fällten danach größere Bäume im Niedermoor, um eine Verbindung zwischen Niedermoor und Hochmoor zu schaffen. Zudem entbuschten sie ein weiteres artenreiches Davallseggenried im oberen Hangbereich des Götzner Mooses. Diese beiden Niedermoores sowie das Niedermoor, das im Süden an das Hochmoor angrenzt, wurden im Herbst 2016 das erste Mal seit Jahrzehnten gemäht. Organisiert wurde dies von der Agrargemeinschaft Götzis, die seit diesem Zeitpunkt für die jährliche Streumähd sorgt.



Abb. 4 und 5: »Holzer« der Agrargemeinschaft Götzis und der Pflögetrupp des Naturschutzbundes bei den umfangreichen Gehölzentnahmen im Götzner Moos (Fotos: Karlheinz Hellrigl, Georg Amann).



Abb. 6 und 7: Quer zum Graben wurde ein Schacht in der Länge des Stauwehres ausgehoben. Die oberste Torfschicht samt Vegetation wurde in »Torfziegeln« abgehoben und zur späteren Abdeckung des Bauwerks zur Seite gelegt (Foto: Georg Amann). Danach wurde der Schacht ausgehoben, bis die Grabensohle erreicht war (Foto: Anne Puchta).



Abb. 8 und 9: Mit dem Bagger wurden die Spundbretter in den Boden gedrückt. Zur Erhöhung der Wasserdichtheit und zur sicheren Führung der Bretter waren diese mit Nut und Kamm versehen. Das untere Ende der Bretter war in einem spitzen Winkel abgesägt, damit sie beim Einrammen durch den Bodendruck gegen das benachbarte Spundbrett gedrückt wurden (Foto: Anne Puchta). Die Länge der Spundwand bzw. die Breite des Stauwehres beträgt 3-3,5 m, damit das Wasser nicht nur am Graben aufgestaut, sondern auch seitlich möglichst weit in die Moorfläche geleitet wird. Die Spundbretter wurden mit einer Querdiele verschraubt (Foto: Georg Amann).



Abb. 10 und 11: Der Bauschacht wurde verfüllt und die Holzspundwände wurden mit dem anfallenden Aushubmaterial (Torf) abgedeckt und angeböscht, um sie vor Witterungseinflüssen und Verrottung zu schützen. Zuletzt wurden die vegetationsfreien Stellen auf den Staus mit den zwischengelagerten »Torfziegeln« abgedeckt. Oberhalb der Staus verblieben Mulden größtenteils ohne Vegetationsabdeckung, die sich bald mit Wasser füllten. Als Nebeneffekt der Hochmoorrenaturierung entstanden neue Kleingewässer (vgl. Abb. 42) (Fotos: Georg Amann).



Abb. 12: Die Renaturierungsmaßnahmen führten zu einem offeneren Charakter des Götzner Moores. Die zunächst offenen Tümpel hinter den errichteten Staus sind im Luftbild von 2018 nicht mehr zu erkennen, da sie sich weitgehend mit Vegetation bedeckten.



Abb. 13: Entbuschungsaktion im verbuschten Niedermoor südwestlich des Hochmoores im Dezember 2015 (Foto: Bianca Burt-scher).



Abb. 14: Streuemahd in der Niedermoor-Pfeifengraswiese im Herbst 2016 (Foto: Anne Puchta).

4 Die Witterung im Untersuchungszeitraum

Die Jahre 2014 bis 2019 waren überwiegend geprägt durch (sehr) warme Sommerhalbjahre (Mai bis September). Dabei waren die Monate Mai bis September in Ebnit in den Jahren 2017-2019 mit einer mittleren Temperatur von 14,76 °C noch um ca. 1,5 Grad wärmer als der entsprechende Zeitraum in den Jahren 2014-2016 (13,24 °C; vgl. Abb. 15). Das Sommerhalbjahr 2018 (April bis September) gilt in Österreich als das wärmste Sommerhalbjahr seit Messbeginn im Jahr 1767 (ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK 2018a), der Sommer 2019 (Juni bis August) als zweitwärmster Sommer (ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK 2019). Von den Jahren 2015 und 2018 abgesehen, die längere Trockenperioden in den Sommermonaten aufwiesen, waren alle Untersuchungsjahre niederschlagsreicher als im langjährigen Mittel. 2016 und 2017 waren mit Jahresbilanzen von 2553 bzw. 2695 mm nach 1999 sogar die niederschlagsreichsten Jahre innerhalb der Periode 1988-2019 (Abb. 16). Doch auch in diesen niederschlagsreichen Jahren gab es ausgesprochen trockene Monate, wie z. B. September 2016 und

Juni 2017. 2018 war mit einer Niederschlagssumme von lediglich 1588 mm (75 % des langjährigen Mittelwerts) dagegen eines der trockensten Jahre in Vorarlberg seit Beginn der Aufzeichnungen (ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK 2018b).

Unser Untersuchungsgebiet dürfte in allen Jahren spätestens Anfang Mai schneefrei gewesen sein. 2019 könnte es nach einem sehr schneereichen Jänner und einem kalten Mai noch bis 13. Mai zu kurzfristiger Schneebedeckung gekommen sein. 2020 war das Hochmoor (im Gegensatz zu den noch schneebedeckten Niedermoorflächen) schon Mitte März großflächig ausgeapert.

Unberücksichtigt bleibt bei dieser Darstellung das Eigenklima im Hochmoor, das durch starke Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht, (aber durch geringere Unterschiede im Jahresgang) ausgezeichnet ist: Bei sommerlicher Einstrahlung erhitzt sich der dunkle Torfboden sehr stark, die oberste Torfschicht trocknet aus und die Saugkraft der Atmosphäre ist hoch. Nachts ist die Ausstrahlung und damit Abkühlung dagegen höher als in der moorfreen Umgebung (nach WILMANN 1993).

5 Methoden

5.1 Pegelmessung

Die Pegelmessungen wurden manuell mit einem Lichtlot durchgeführt und stellen Momentaufnahmen dar. Sie fanden jedes Jahr an fünf Terminen im Sommerhalbjahr vormittags an warmen oder heißen, in der Regel unbewölkten Tagen statt. Der Wasserstand des freien (»phreatischen«) Grundwassers wurde als Grundwasserflurabstand (= Grundwasserstand relativ zur Geländeoberfläche) gemessen. Um daraus belastbare Werte in der Fläche zu erhalten, wäre ein Verschnitt mit einem Höhenmodell notwendig gewesen (vgl. BECHTOLD & TIEMEYER 2015).

Vor Durchführung der Renaturierung im November 2013 erfolgten nur drei Pegelmessungen am 05.09.2013, 29.10.2013 und am 07.11.2013. Die Werte vom Oktober/November spiegeln die Situation im Winterhalbjahr wider, wenn die Sonneneinstrahlung im nordseitig gelegenen Hochmoor flach ist und auf die Mittagsstunden beschränkt bleibt. Auch die letzte Messung fand außerhalb der Vegetationsperiode am 12.03.2020 statt. Die eigentliche Messreihe begann mit der Messung am 27.05.2014 und endete am 15.09.2019.

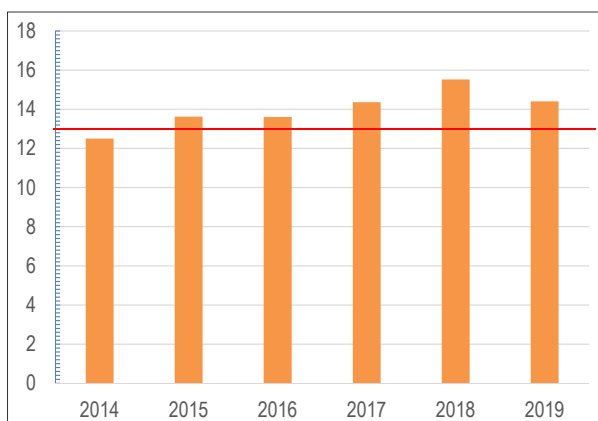


Abb. 15: Mittlere Temperatur in Ebnit im Untersuchungszeitraum 2014 bis 2019; rote Linie: Mittelwert 2001-2010: 12,94 °C.

(Quelle: Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft).

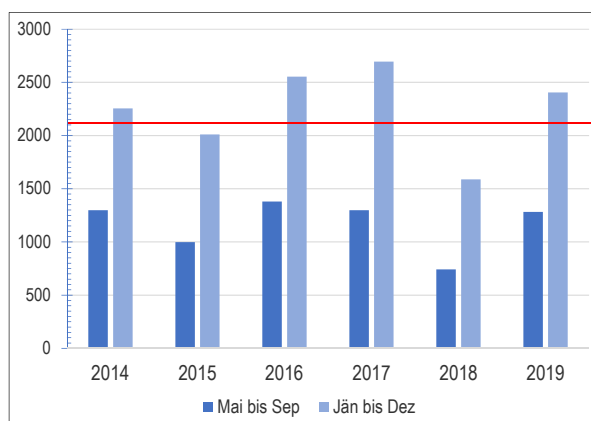


Abb. 16: Niederschlagssummen in Ebnit: Mai bis September sowie Jänner bis Dezember in den Jahren 2014-2019; rote Linie: Mittelwert 1988-2019: 2111 mm.

(Quelle: Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft; <https://vowis.vorarlberg.at/niederschlag>).

Ursprünglich waren sieben Pegel eingebaut worden. Alle Pegel befinden sich im Hochmoor, ausgenommen Pegel 2, dessen Standort im Niedermoor gelegen ist (Abb. 17). Pegel 1 fiel nach der ersten Saison aus, da im Winterhalbjahr 2014/15 eine Spirke auf ihn gestürzt war. Die Pegel 2 und 3 wurden bei der Herbstmahd im September 2016 beschädigt. Lediglich die Pegel 4 bis 7 lieferten über die gesamte Untersuchungsperiode Messwerte.

5.2 Monitoring Vegetation

Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen

Insgesamt wurden zehn Dauerbeobachtungsflächen zur Dokumentation von Vegetationsveränderungen angelegt (Tab. 3). Dabei wurden alle Teillebensräume (Spirken - Moorwald, offenes Hochmoor, Pfeifengraswiese) sowie Eingriffsflächen (Fahrspuren des Raupenbaggers, Tümpelrand) berücksichtigt.

Sechs Dauerbeobachtungsflächen mit einer Flächengröße von je 1 m² (PF1 bis PF6) wurden bereits vor den Renaturierungsmaßnahmen im Sommer 2013 ausgewählt und jeweils mit zwei Holzpfeilen im Gelände markiert (1x Pfeifengraswiese, 2x Spirken-Moorwald, 4x offene bzw. verbuschende Hochmoor-Bereiche). Zwischen 2013 und 2019 wurde jeden Sommer eine Frequenzerhebung aller Gefäßpflanzenarten und Moosarten mittels Frequenzrahmen durchgeführt (Ermittlung der Stetigkeit, 2013 auf 100 Feldern, 2014-2019 auf 25 Feldern). Ergänzend wurde die Art der Bodenbedeckung auf diesen Probeflächen quantitativ erfasst (Vegetationshöhe, Vegetationsbedeckung, Bedeckung durch offenen Boden und totes Pflanzenmaterial).

Vier weitere Dauerbeobachtungsflächen wurden erst nach den Renaturierungsarbeiten auf Eingriffsflächen angelegt (2x offene Torffläche, 2x Tümpelrand) und entsprechend ab 2014 bearbeitet: Einerseits wurden auf 2 Probeflächen (PF7 und PF8) Frequenz-

Nr.	Typ	Lebensraum	von	bis	Maßnahmen 2012-2014
PF1	Probefläche	Spirken-Moorwald, Randbereich, degradiert	2013	2019	Entfernung Fichten
PF2	Probefläche	Spirken-Moorwald, Bestandesinneres	2013	2019	Entfernung Fichtenjungwuchs
PF3	Probefläche	Niedermoor-Pfeifengraswiese	2013	2013	Wiederaufnahme der Mahd im Herbst 2016
PF4	Probefläche	Hochmoor degradiert, offen	2013	2019	- (Nähe Grabenstau)
PF5	Probefläche	Hochmoor degradiert, offen	2013	2019	-
PF6	Probefläche	Hochmoor mit Spirken, offen	2013	2019	- (umgebende Fichten entfernt)
PF7	Probefläche	Hochmoor Rand Übergang Niedermoor	2014	2017	Eingriffsfläche mit offenem Torfboden (Störfäche Baggerspuren)
PF8	Probefläche	Hochmoor Rand Übergang Niedermoor	2014	2016	Eingriffsfläche mit offenem Torfboden (Störfäche Tümpelrand)
TS1	Transekt	Eingriffsfläche Hochmoor offen	2014	2019	Eingriffsfläche mit offenem Torfboden (Störfäche Baggerspuren)
TS2	Transekt	Eingriffsfläche bei Tümpel Rand Hochmoor	2014	2016	Eingriffsfläche mit offenem Torfboden (Störfäche Tümpelrand)

Tab. 3: Übersicht über die Dauerbeobachtungsflächen 2013 bis 2019 im Götzner Moos. PF1-8: jeweils 1m² mit jeweils 25 Feldern*, Frequenzerhebung; T1: 6 x 1m², T2: 4 x 1m², Deckungsschätzung auf 1m²; * ... 2013 mit 100 Feldern.

Nr.	Ansprache Gelände 2018	Maßnahmen 2012-2019
J1	Pioniervegetation Übergang Hoch-Niedermoor	Eingriffsfläche 2013, gemäht ab 2016
J2	Pioniervegetation Übergang Hoch-Niedermoor	Eingriffsfläche 2013, gemäht ab 2016
N1	Niedermoor-Pfeifengraswiese Rasenbinsen-Aspekt	gemäht ab 2016
N2	Niedermoor-Pfeifengraswiese Rasenbinsen-Aspekt	gemäht ab 2016

Tab. 4: Ergänzende Vegetationsaufnahmen 2018 im Götzner Moos.

Erhebungsdatum 17.08.2018, Flächengröße 2x2m (J1, J2) bzw. 4x4m (N1, N2).

Nr.	Ansprache Gelände 2019	Maßnahmen 2012-2019
J1	Pioniervegetation Übergang Hoch-Niedermoor	Eingriffsfläche 2013, gemäht ab 2016
J2	Pioniervegetation Übergang Hoch-Niedermoor	Eingriffsfläche 2013, gemäht ab 2016
J3	Pioniervegetation Übergang Hoch-Niedermoor	Eingriffsfläche 2013, gemäht ab 2016
N1	Niedermoor-Pfeifengraswiese	gemäht ab 2016
N2	Niedermoor-Pfeifengraswiese, Rasenbinsen-Aspekt	gemäht ab 2016
N3	Niedermoor-Pfeifengraswiese, Rasenbinsen-Aspekt	gemäht ab 2016
N4	Niedermoor-Pfeifengraswiese	gemäht ab 2016
N5	Niedermoor-Pfeifengraswiese	gemäht ab 2016
N6	Niedermoor-Pfeifengraswiese	gemäht ab 2016
N7	Niedermoor-Pfeifengraswiese	Entbuschung 2015, gemäht ab 2016
N8	Niedermoor-Pfeifengraswiese	Entbuschung 2015, gemäht ab 2016

Tab. 5: Ergänzende Vegetationsaufnahmen 2019 im Götzner Moos.

Erhebungsdatum 28.07.2019 (J1-J3), 17.08.2019 (N1-N8). Flächengröße 2x2m.

erhebungen mit jeweils 1 m² Größe wie bereits oben beschrieben durchgeführt. Andererseits wurden auf wenige Meter langen Transekten (TS1: 6 m, TS2: 4 m) die Deckungswerte der Arten in Meterabschnitten (dm² Bodenbedeckung, Flächengröße jeweils 1 m²) erhoben.

Wegen des Verlustes einer Dauerbeobachtungsfläche in der Niedermoor-Pfeifengraswiese (PF3 bereits 2014 nicht mehr auffindbar) und wegen des Verlustes im Bereich von Eingriffsflächen, die ab 2016 gemäht wurden (PF7 2018 nicht mehr auffindbar, PF8 2017, T2 2017), wurden im Jahr 2018 ersatzweise Vegetationsaufnahmen ohne exakte Lokalisierung in diesen heute wieder gemähten Bereichen durchgeführt (Tab. 4 und 5).

Vegetationsentwicklung Grabenstau

Jährlich wurde ab 2014 die Vegetation bzw. Vegetationsentwicklung im Bereich aller Grabenstaus beschreibend dokumentiert. Dabei wurden die ein-

zelnen Teilbereiche dieser anfangs weitgehend vegetationsfreien/-armen Störflächen (Tümpel, Tümpelrand, Damm) getrennt beschrieben. Es wurden aber meist nur die häufigsten Arten, für das Hochmoor typische und für seine Entwicklung wichtige Arten (z. B. Torfmoose) sowie allenfalls Störzeiger (z. B. Nährstoffzeiger, Neophyten) erfasst. Ergänzend erfolgte eine Fotodokumentation der Vegetationsentwicklung.

Niedermoor-Pfeifengraswiese und Zählung Lungen-Enzian

In der Niedermoor-Pfeifengraswiese östlich des Hochmoors wurde zusätzlich zu Vegetationsaufnahmen der Bestand des Lungen-Enzians (*Gentiana pneumonanthe*) als eine der naturschutzfachlich bedeutenden Pflanzenarten des Gebietes jedes Jahr kontrolliert (Anzahl der Individuen).

5.3 Monitoring Fauna

Die Erfassung von Tagfaltern und Libellen erfolgte 2014 bis 2019 auf je fünf Begehungen zwischen Ende Mai und Mitte September mittels Sichtbeobachtung und unter Zuhilfenahme eines Fernglases (10 x 42). In kritischen Fällen wurden die Imagines zur Artbestimmung mit einem Insektennetz gefangen. Vorkommen seltener Arten wurden, soweit möglich, fotografisch dokumentiert. Die Anzahl der im Gebiet angetroffenen Imagines wurde geschätzt. Ab 2015 wurden außerdem bei jeder Begehung die Exuvien der Großlibellen an allen Kleingewässern im Untersuchungsgebiet möglichst vollständig abgesammelt. Aufgrund des mehrwöchigen Abstands zwischen den einzelnen Begehungen war eine quantitative Erfassung aller im Gebiet geschlüpften Libellen jedoch nicht möglich. Die Bestimmung der Exuvien erfolgte nach BELLMANN (1993) und HEIDEMANN & SEIDENBUSCH (2002).

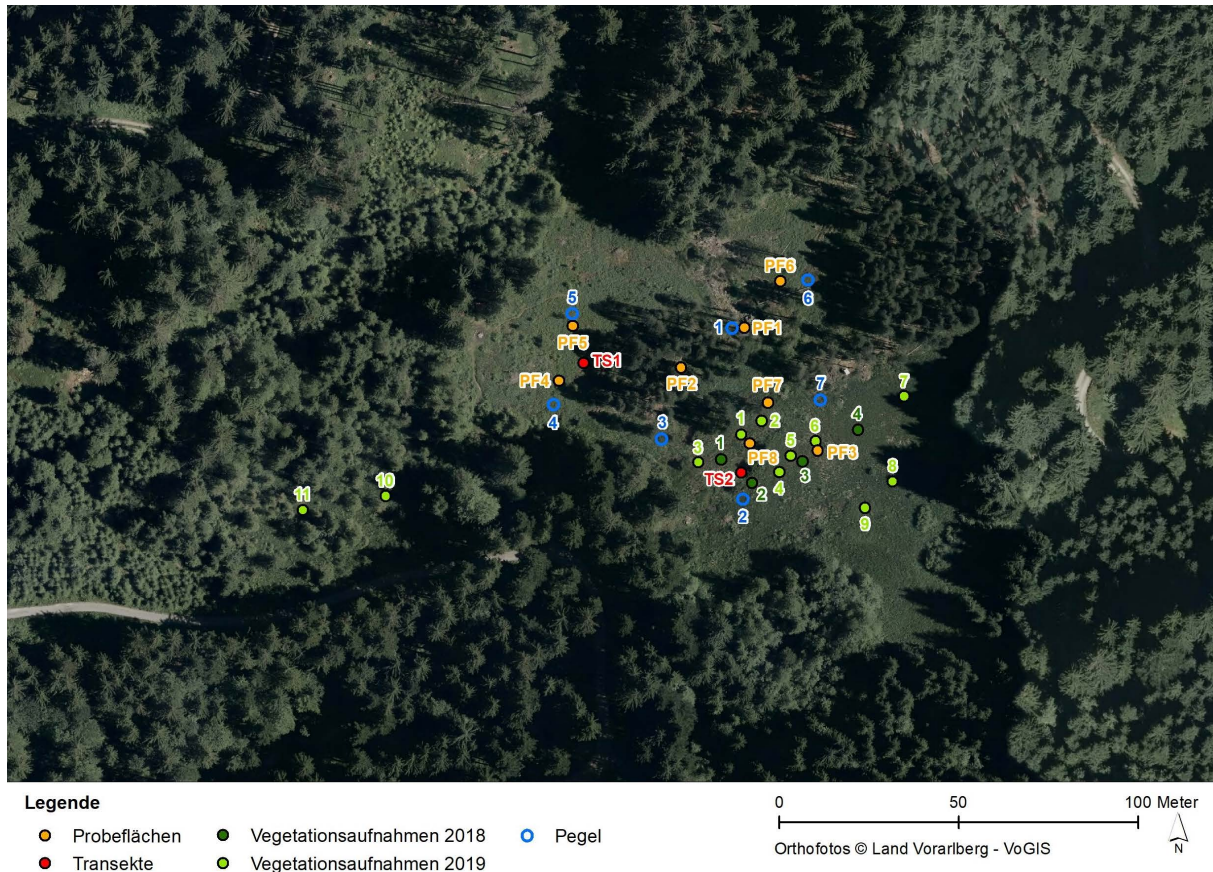


Abb. 17: Lage der Probeflächen, Transekte und Vegetationsaufnahmen im Götzner Moos 2013 bis 2019 sowie Lage der Pegel.

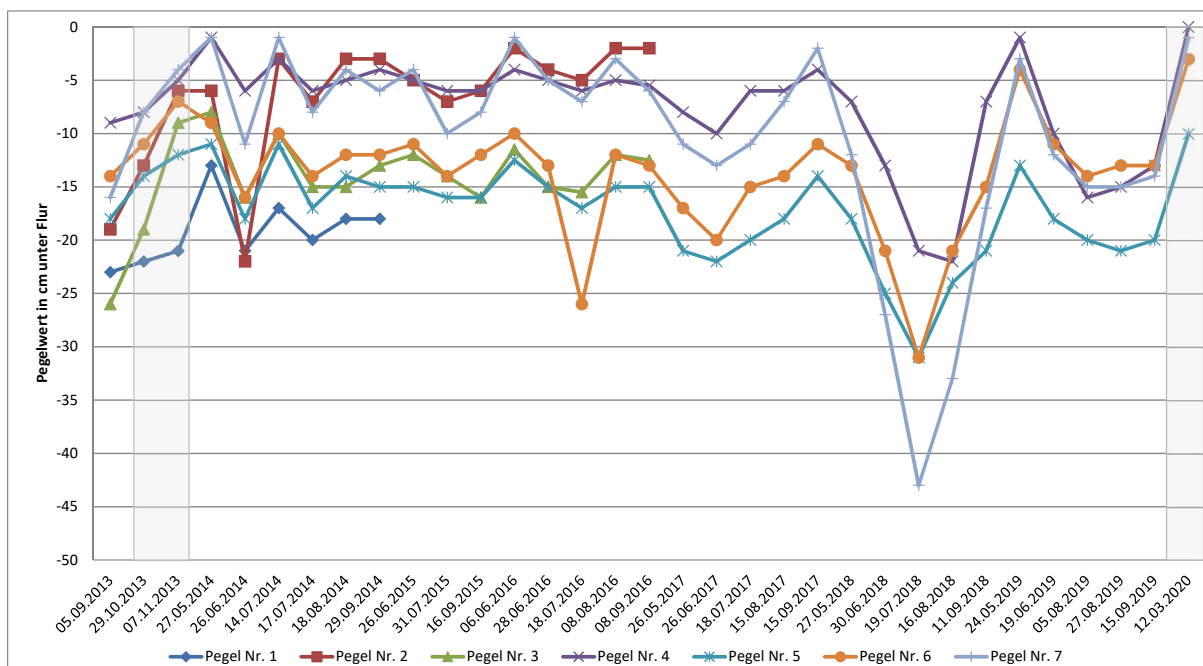


Abb. 18: Gemessene Pegelstände (Grundwasserflurabstände) im Götzner Moor, 2013-2020. Die Messwerte sind Momentaufnahmen und geben deshalb nur einen Teil der Grundwasserschwankungen im Jahreslauf wieder. Der Übersichtlichkeit halber wurden die Messpunkte dennoch miteinander verbunden. Grau hinterlegt sind Messungen im Winterhalbjahr (Oktober bis März).

6 Ergebnisse zum Monitoring 2011 bis 2019

6.1 Wasserstand

Die an den Pegeln 2 bis 7 gemessenen Grundwasserflurabstände im Götzner Moor schwankten im Untersuchungszeitraum zwischen -1 cm und -43 cm. Die höchsten Grundwas-

serstände wurden im extrem nasen und vergleichsweise kühlen Juli 2014 sowie im niederschlagsreichen Sommer 2016 gemessen, die tiefsten im Hitzesommer 2018. Innerhalb einer Vegetationsperiode wurden die höchsten Werte meistens zu Beginn der Vegetationsperiode gemessen, wenn der Torfkörper des Moors nach der Schneeschmelze wassergesättigt

war. Die tiefsten Werte wurden dagegen in der Regel Ende Juni/Mitte Juli gemessen (außer 2019: hier fanden in diesem Zeitraum keine Messungen statt), wenn die Sonneneinstrahlung aufgrund des hohen Sonnenstands am stärksten war und die oberflächliche Austrocknung des Hochmoors daher am größten. Im August/September entspannte sich die Situation jedes Jahr wieder.



Abb. 19: Offene Bereiche des Hochmoors im Jahr nach der Renaturierung. Blick nach Osten mit Hoher Kugel (links im Bild). Im Mittelgrund der entwaldete und aufgestaute Graben 5, der die zwei großen offenen Bereiche vor der Renaturierung trennte. 14.07.2014.

6.2 Vegetation

6.2.1 Vegetationsveränderungen im offenen Hochmoor abseits von Eingriffsflächen

(Probeflächen PF4, PF5 und PF6)

In offenen Hochmoorbereichen, die von den Baggerarbeiten nicht berührt wurden und in denen Gehölze nur im weiteren Umfeld entfernt wurden, änderte sich die Art der Bodenbedeckung nur wenig. Schon zu Beginn zeichnete sie eine üppige Zwergstrauchschicht hauptsächlich aus Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*) aus. Die durchschnittliche Höhe

dieser Zwergstrauchschicht lag in der nassen Probefläche PF6 zunächst bei 30 cm und erreichte am Ende der Periode knapp 40 cm. Gleichzeitig erfolgte eine Zunahme der Vegetationsbedeckung (ohne Moose) in den ersten Jahren von 75 % auf 90 %. Dagegen starteten die trockeneren Probeflächen PF4 und PF5 bereits mit Vegetationshöhen knapp über 40 cm, entwickelten sich dann aber unterschiedlich: In Probefläche PF5 gab es über die Jahre praktisch keine Veränderungen, zuletzt lag die Vegetationsbedeckung (ohne Moose) bei fast 100 % und die Höhe der Zwergstrauchschicht erreichte 45 cm. In Probefläche PF4 nahm die Höhe der Zwergstrauchschicht gegen Ende der Periode hingegen auf etwa 30 cm ab und die Vegetationsbedeckung (ohne Moose) lag bei 80 % (Abb. 20, 21). In den benachbarten trockeneren Probeflächen PF4 und PF5 kam das Magellan-Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*) noch vor, das Rotstengelmoss (*Pleurozium schreberi*) erreichte aber bereits hohe Stetigkeit. In Probefläche

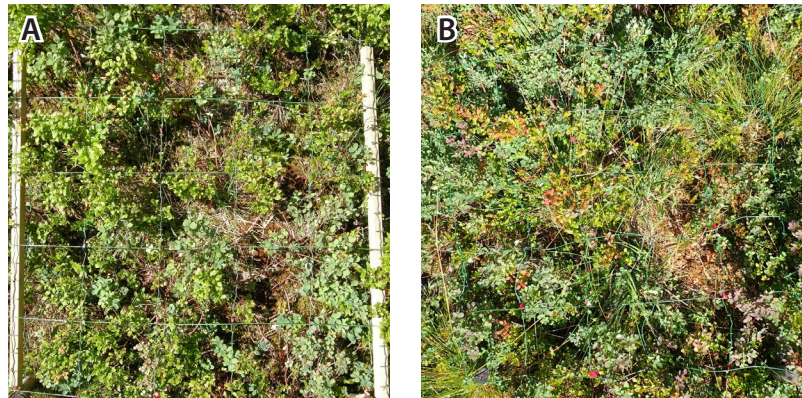
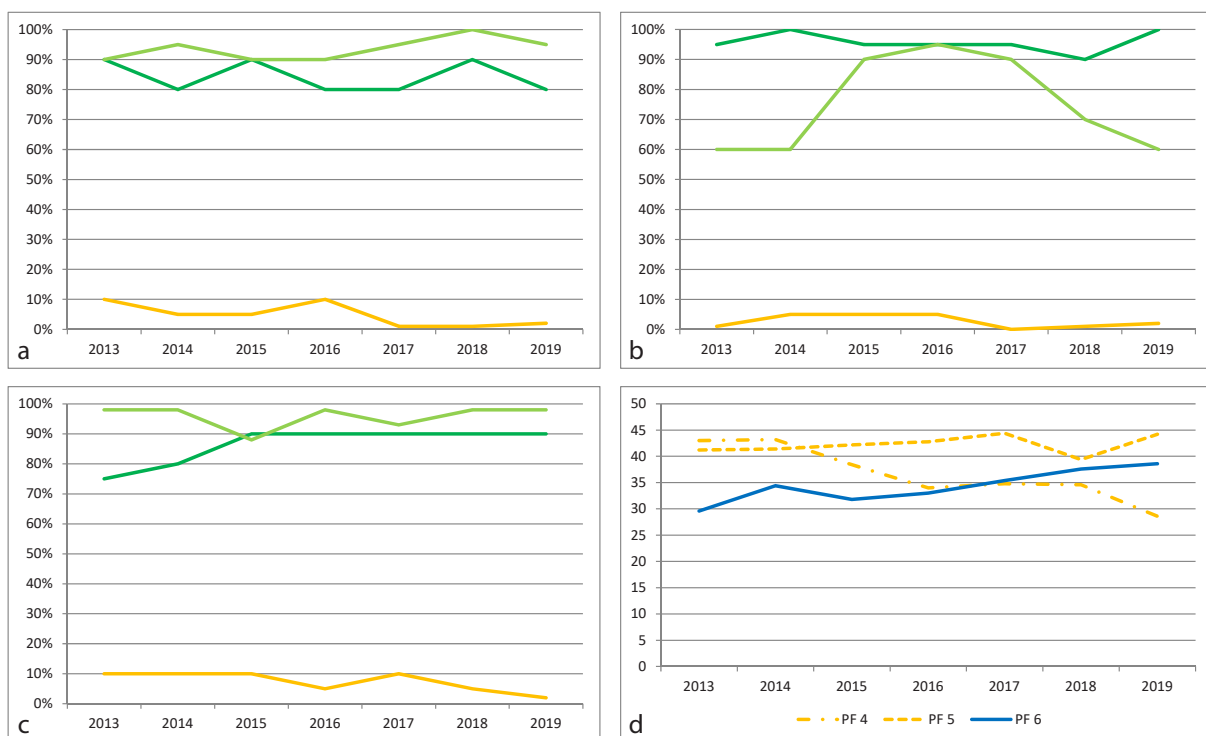


Abb. 20: In den Probefläche PF4 bis PF6 blieb die Vegetationsbedeckung im Zeitraum 2013 bis 2019 beinahe unverändert. Als Beispiel Probefläche PF4: (A) im Jahr 2014; (B) im Jahr 2018 (Fotos: Georg Amann).

PF5 mit verminderter Moosschichtdeckung (60 %), zusätzlich starkem Auftreten von Stockwerkmoos (*Hylocomium splendens*) sowie Vorkommen von Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*) war der Verheidungsprozess stärker fortgeschritten (vgl. Höhe der Zwergstrauchschicht und Vegetationsbedeckung). Nach den Renaturierungsmaßnahmen entwickelten sich die beiden Probeflächen unterschiedlich, wenngleich sich die Stetigkeitswerte

der meisten Arten insgesamt nur unbedeutend veränderten. Während in Probefläche PF4 *Sphagnum magellanicum* einen schwachen Trend nach oben aufwies bzw. *Pleurozium schreberi* nach unten, verlief in Probefläche PF5 der Trend bei *Sphagnum magellanicum* klar nach unten und führte beinahe zum Verschwinden der für die Hochmoorentwicklung wichtigen Art bzw. wies der Trend der Verheidungszeiger *Hylocomium* und *Vaccinium*



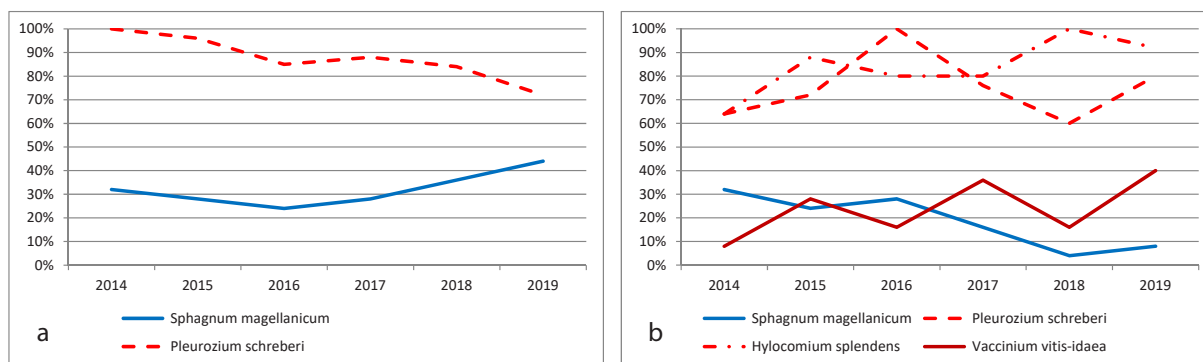


Abb. 22: Häufigkeit der Hochmoorart *Sphagnum magellanicum* und der Verheidungszeiger *Pleurozium schreberi* und *Hylocomium splendens* in den Probeflächen (a) PF4 und (b) PF5.



Abb. 23: Die Moosbeere profitierte von der Auslichtung im Hochmoor (Foto: Georg Amann).

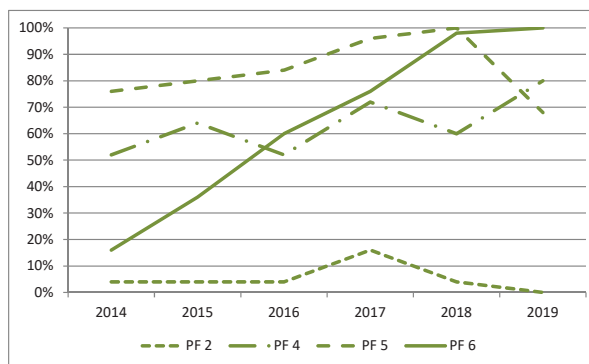


Abb. 24: Die Moosbeere zeigte in Probeflächen des offenen Hochmoorbereiches als eine der wenigen Arten zumindest anfänglich einen deutlichen Aufwärtstrend in den Stetigkeitswerten.

vitis-idaea klar nach oben (*Pleurozium schreberi* hier ohne erkennbaren Trend) (Abb. 22).

Probefläche PF6 war ursprünglich die feuchteste der 3 Probeflächen im offenen verheideten Hochmoor, mit den dominierenden Torfmoosen *Sphagnum magellanicum* und *Sphagnum angustifolium*. Die Schnabelsegge (*Carex rostrata*) ist zwar Nässezeiger, aber auch ein Zeiger von Mineralbodeneinfluss. Auffällige Veränderungen in der Häufigkeit von Arten ließen sich mit zwei Ausnahmen nicht feststellen. Eine Ausnahme betrifft den Schlangens-Bärlapp (*Lycopodium annotinum*), der vermutlich im Frühjahr 2017 Spätfrostschäden erlitt und sich in der Folge bis Projektende nicht erholen konnte. Die zweite Ausnahme ist die Moosbeere, deren Bestand in dieser Probefläche geradezu explodierte.

Die Moosbeere (*Vaccinium oxycoccus*) zeigte von allen Arten des offenen Hochmoors die auffälligste Änderung

ihrer Stetigkeit, so konnte sie in den Probeflächen PF4 und PF6 bis 2019 markant zulegen (Abb. 23, 24). Besonders deutlich und von Jahr zu Jahr stetig zugenommen hat sie in Probefläche PF6, von unter 20 % auf 100 %. Auch die Probefläche PF5 zeigte bis zum Sommer 2018 zunächst einen positiven Trend, ist dann aber 2019 wieder unter den Ausgangswert zurückgegangen.

6.2.2 Vegetationsveränderungen im Spirken-Moorwald abseits von Eingriffsflächen

(Probeflächen PF1 und PF2)

Im Spirken-Moorwald, wo hohe Fichten und flächiger Fichtenjungwuchs entfernt worden sind (Abb. 25), nahm durch die Auflichtung die Vegetationsbedeckung durch Gefäßpflanzen zu, nicht jedoch durch Moose. Gegenläufig entwickelte sich die Bedeckung durch offen da liegendes totes Pflanzenmaterial (Nadeln, Zweige), das

zunehmend überwachsen wurde. Die Zunahme der Bedeckung durch höhere Pflanzen war augenfällig und war besonders auf die Entwicklung kleiner Heidelbeersträuchlein zurückzuführen, was sich allerdings in der Entwicklung der Stetigkeitswerte nicht klar widerspiegelt (Tab. 7, Abb. 26, 27).

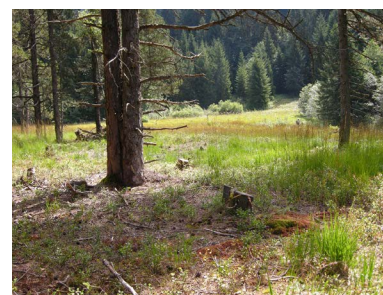


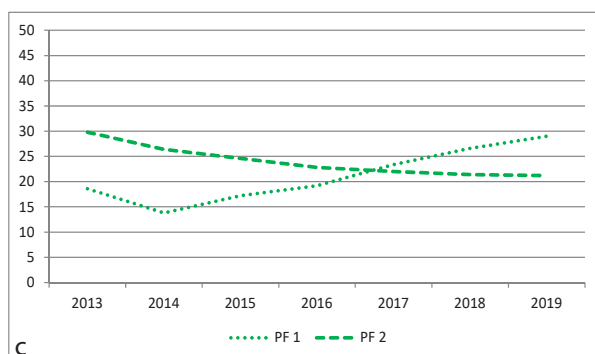
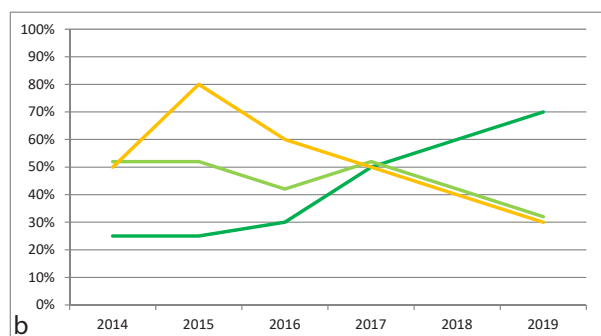
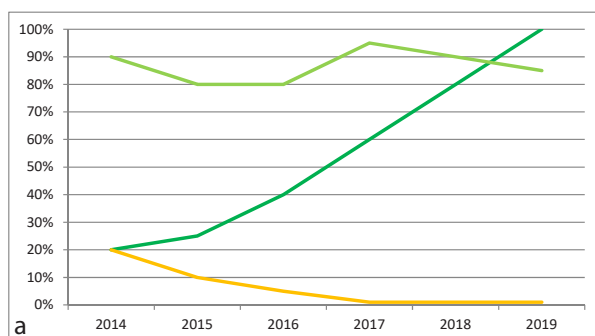
Abb. 25: Rand des Spirken-Moorwaldes mit entferntem Fichtenjungwuchs (links im Bild) im Jahr nach der Renaturierung. Blick in Richtung Südost zur Pfeifengraswiese. 18.08.2014 (Foto: Georg Amann).

		PF4 2013 n=100	PF4 2014 n=25	PF4 2015 n=25	PF4 2016 n=25	PF4 2017 n=25	PF4 2018 n=25	PF4 2019 n=25	PF5 2013 n=100	PF5 2014 n=25	PF5 2015 n=25	PF5 2016 n=25	PF5 2017 n=25	PF5 2018 n=25	PF5 2019 n=25	PF6 2013 n=100	PF6 2014 n=25	PF6 2015 n=25	PF6 2016 n=25	PF6 2017 n=25	PF6 2018 n=25	PF6 2019 n=25
Zwergsträucher	<i>Vaccinium oxycoccus</i>	27	52%	64%	52%	72%	60%	80%	56	76%	80%	84%	96%	100%	68%	9	16%	36%	60%	76%	96%	100%
	<i>Andromeda polifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	20%	32%	24%	20%	12%	24%
	<i>Vaccinium uliginosum</i>	87	100%	100%	100%	100%	100%	96%	89	100%	100%	100%	100%	100%	100%	37	76%	88%	84%	80%	88%	72%
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	94	100%	100%	100%	100%	100%	96%	99	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	-	-	-	-	-	-	-	22	8%	28%	16%	36%	16%	40%	1	-	4%	4%	4%	4%	4%
Süß- und Sauergräser	<i>Calluna vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4%	4%	4%	4%	4%	4%
	<i>Eriophorum vaginatum</i>	11	20%	32%	32%	32%	40%	48%	64	84%	92%	88%	88%	92%	88%	-	-	-	-	-	-	4%
	<i>Carex rostrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8%	4%	-	-	100	92%	80%	100%	96%	100%	92%
	<i>Molinia caerulea</i>	18	20%	20%	16%	36%	28%	32%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4%	-	-	-	-
	<i>Lisera cordata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kräuter und Stauden	<i>Lycopodium annotinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	64%	56%	52%	36%	36%	20%
Moosschicht	<i>Sphagnum magellanicum</i>	6	32%	28%	24%	28%	36%	44%	25	32%	24%	28%	16%	4%	8%	97	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	<i>Sphagnum angustifolium</i>	-	-	-	-	-	-	12%	-	4%	-	-	-	8%	8%	87	100%	96%	100%	88%	100%	100%
	<i>Sphagnum capillifolium</i>	26	40%	40%	36%	36%	36%	44%	9	4%	8%	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-
	<i>Sphagnum russowii</i>	-	-	-	-	-	-	4%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4%	4%	4%	4%
	<i>Polytrichum strictum</i>	8	20%	16%	12%	16%	8%	12%	4	-	8%	-	-	4%	4%	3	4%	-	-	4%	-	-
Gehölze Verjüngung	<i>Aulacomnium palustre</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	4%	-	30	40%	20%	-	28%	-	-
	<i>Pleurozium schreberi</i>	94	100%	96%	85%	88%	84%	72%	47	64%	72%	100%	76%	60%	80%	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Hylocomium splendens</i>	-	-	-	-	-	-	-	83	64%	88%	80%	80%	100%	92%	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Polytrichum commune</i>	16	40%	28%	16%	44%	44%	32%	59	56%	40%	52%	68%	68%	44%	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Cephalozia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4%	-	-	-	-	-
		-	4%	4%	-	-	4%	8%	-	-	4%	-	-	-	4%	-	-	-	-	-	-	-
		43	43,2	38,4	34	34,8	34,6	28,6	41,2	41,4	42,2	42,8	44,4	39,4	44,2	29,6	34,4	31,8	33	35,4	37,6	38,6
		90%	90%	90%	80%	80%	90%	80%	95%	100%	95%	95%	90%	90%	100%	75%	80%	90%	90%	90%	90%	90%
		90%	95%	90%	90%	95%	100%	95%	60%	60%	90%	95%	90%	70%	60%	100%	100%	90%	100%	95%	100%	100%
		10%	5%	5%	10%	<5%	<5%	<5%	<5%	5%	5%	5%	0%	<5%	2%	10%	10%	10%	5%	10%	5%	2%
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tab. 6 (oben): Frequenzerhebung in den Probeflächen PF4 bis PF6.

		PF1 2013 n=100	PF1 2014 n=25	PF1 2015 n=25	PF1 2016 n=25	PF1 2017 n=25	PF1 2018 n=25	PF1 2019 n=25	PF2 2013 n=100	PF2 2014 n=25	PF2 2015 n=25	PF2 2016 n=25	PF2 2017 n=25	PF2 2018 n=25	PF2 2019 n=25
Zwergsträucher	<i>Vaccinium oxycoccus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	4%	4%	4%	16%	4%	-
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	77	92%	92%	96%	96%	100%	100%	67	96%	92%	96%	100%	100%	100%
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	20	44%	40%	28%	36%	16%	20%	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Calluna vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	4%	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Molinia caerulea</i>	-	-	-	-	12%	12%	44%	37	28%	36%	40%	52%	48%	48%
Süß- und Sauergräser	<i>Carex echinata</i>	-	-	-	16%	20%	40%	20%	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Carex pallescens</i>	-	-	-	-	24%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Carex pilulifera</i>	-	-	-	-	8%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Luzula multiflora</i>	-	-	-	-	4%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Equisetum sylvaticum</i>	-	-	-	-	-	4%	-	-	-	-	-	-	-	-
Schachtelhalme	<i>Sphagnum magellanicum</i>	-	16%	16%	16%	24%	20%	28%	54	80%	72%	76%	64%	72%	68%
	<i>Sphagnum capillifolium</i>	29	52%	40%	36%	48%	60%	44%	11	28%	20%	12%	8%	20%	20%
	<i>Polytrichum strictum</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	12%	4%	16%	12%	28%	24%
	<i>Polytrichum commune</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12%	-	-	-
	<i>Aulacomnium palustre</i>	-	-	-	-	-	-	-	11	20%	16%	16%	4%	8%	-
Moosschicht	<i>Pleurozium schreberi</i>	92	96%	100%	92%	76%	72%	48%	53	84%	92%	92%	96%	72%	76%
	<i>Hylocomium splendens</i>	46	72%	76%	52%	44%	20%	40%	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Dicranum scoparium</i>	58	68%	52%	4%	4%	4%	4%	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Polytrichum formosum</i>	2	8%	12%	20%	36%	44%	48%	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	2	-	-	-	-	-	-	42	68%	60%	60%	60%	28%	48%
Gehölze Verjüngung	<i>Dicranodontium denudatum</i>	18	36%	60%	64%	48%	16%	24%	2	16%	48%	36%	44%	40%	-
	<i>Calypogeia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	2	4%	28%	x	56%	x	12%
	<i>Cephalozia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	4%	x	40%	x	12%	-
	<i>Calypogeia + Cephalozia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	x	52%	x	44%	x	-
	<i>Pinus uncinata</i> juv.	-	-	4%	4%	4%	8%	12%	-	-	-	-	-	4%	-
Sträucher	<i>Picea abies</i> juv.	10	32%	40%	40%	28%	36%	36%	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Abies alba</i> juv.	2	-	4%	4%	4%	-	-	-	4%	-	-	-	-	-
	<i>Rubus idaeus</i> juv.	-	-	-	-	4%	16%	16%	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Sphagnum capillifolium</i> , lädert	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Sphagnum magellanicum</i> , lädert	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		18,6	13,8	17,2	19,2	23,4	26,6	29	29,8	26,4	24,6	22,8	22	21,4	21,2
		10%	20%	25%	40%	60%	80%	80%	25%	25%	25%	30%	50%	60%	50%
		40%	90%	80%	80%	95%	90%	90%	40%	50%	50%	40%	50%	40%	50%
		50%	20%	10%	5%	<5%	<5%	1%	60%	50%	80%	60%	50%	40%	50%
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tab. 7: Frequenzerhebung in den Probeflächen PF1 und PF2 zwischen 2013 und 2019.



Dunkelgrün ... Gesamtdeckung Gefäßpflanzen
 Hellgrün ... Gesamtdeckung Moose
 Gelb ... Gesamtdeckung totes Pflanzenmaterial

Abb. 26: Entwicklung der Bodenbedeckung in (a) PF1 und (b) PF2 sowie (c) Höhe der Zwergstrauchschicht (in cm).

In Probefläche PF1, am Rand des Spirkenbestandes, erreichten die Heidelbeersträuchlein bereits eine durchschnittliche Höhe von etwa 30 cm, zudem siedelten sich junge Fichten und Spirke an, außerdem Himbeere. Die Gesamtdeckung der Moose hat sich über die Jahre kaum verändert, die Entwicklung einzelner Arten verlief aber durchaus dynamisch. Die beiden schon zu Beginn vorhandenen Torfmoosarten (*Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum capillifolium*) konnten sich halten oder nahmen leicht zu, zwei Waldbodenmoose und zugleich Verheidungszeiger gingen hingegen sehr deutlich zurück (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*), allerdings nahm ein weiteres hochmoorfremdes Waldbodenmoos (*Polytrichum formosum*) sehr stark zu.

In PF2, innerhalb des Spirkenbestandes, lag die durchschnittliche Wuchshöhe der Heidelbeersträuchlein zuletzt bei gut 20 cm. Gehölze haben sich an dieser Stelle keine angesiedelt. Das Magellan-Torfmoos wie auch das Rotstengelmoss hatten einen schwachen Rückgang der Stetigkeit, tatsächlich waren aber beide schon zu Beginn trotz hoher Stetigkeit nur mit geringer Deckung anzutreffen, die Gesamtdeckung der Mooschicht ging hier von 2014 bis 2019 von 50 % auf 30 % zurück. Keiner dieser Arten gelang es offenbar Terrain zu gewinnen.

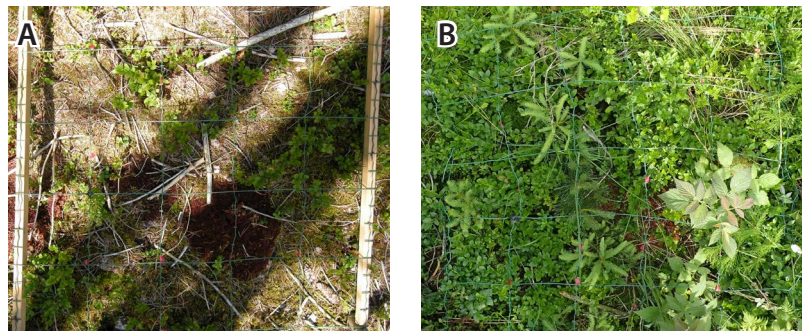


Abb. 27: Augenfällig ist der starke Zuwachs der Vegetationsbedeckung am Rand des Spirken-Moorwaldes in PF1 zwischen 2014 und 2019. Allerdings haben sich bereits junge Fichten und eine Spirke sowie Himbeere angesiedelt. (A) Sommer 2014; (B) Sommer 2019.

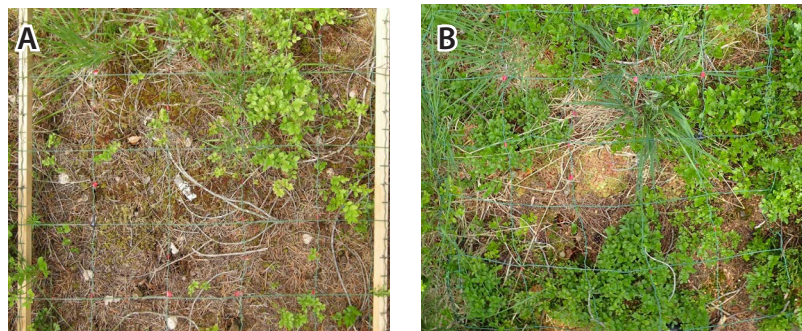


Abb. 28: Der Zuwachs der Vegetationsbedeckung zwischen 2014 und 2019 ist im vom schattenden Unterholz befreiten Spirken-Moorwald in Probefläche PF2 deutlich zu erkennen. (A) Sommer 2014; (B) Sommer 2019 (alle Fotos: Georg Amann).

6.2.3 Störungszeiger abseits der Eingriffsflächen

(Probeflächen PF1-2 und 4-6)

Als Zeiger für Mineralbodenwasser tritt entweder das Pfeifengras (*Molinia caerulea*) auf, das auch wechselfeuchte Bedingungen anzeigt, oder aber die Schnabelsegge (*Carex rostrata*), die dauernd nasse Bedingungen benötigt (Abb. 30)

In zwei Probeflächen war das Pfeifengras schon zu Beginn feststellbar (Probeflächen PF2 und PF4). Bis 2017 war eine leichte Zunahme der Stetigkeit festzustellen, 2018 und 2019 dann aber kein weiterer Anstieg. Wenigstens für Probefläche PF2 im Spirken-Moorwald war die Zunahme ähnlich wie bei der Zwergstrauchschicht auf die Auflichtung durch Gehölzentnah-

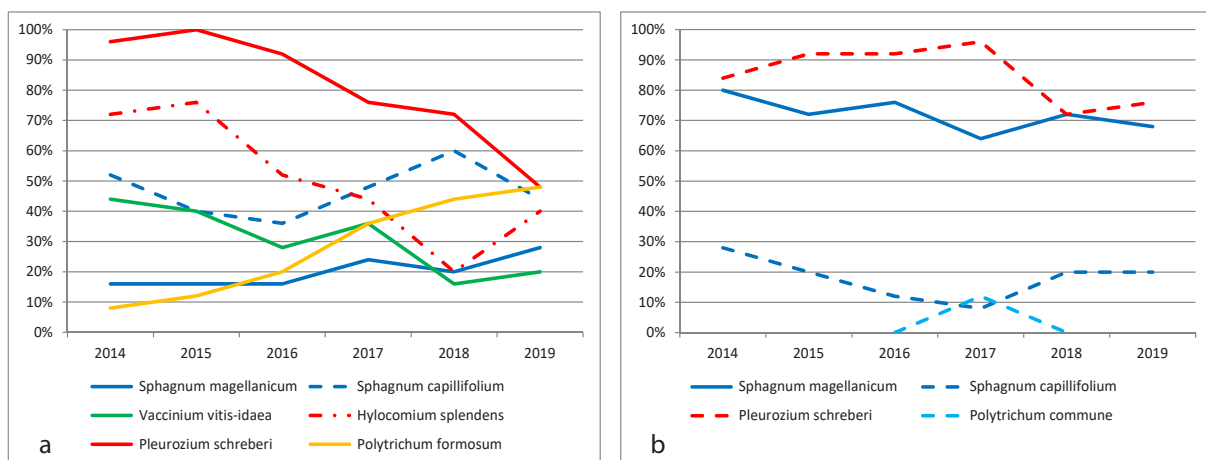


Abb. 29: Häufigkeit der Hochmoorart *Sphagnum magellanicum* und weiterer Arten in den Probeflächen (a) PF1 und (b) PF2.

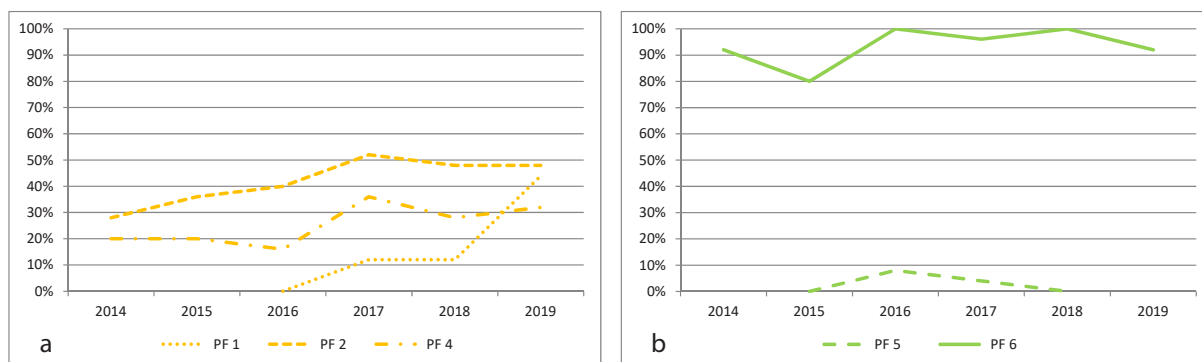


Abb. 30: Stetigkeiten für das Pfeifengras und die Schnabelsegge in den Probeflächen PF1-2 und PF4-6 in den Jahren 2014 bis 2019. (a) Pfeifengras (*Molinia caerulea*); (b) Schnabelsegge (*Carex rostrata*).

men zurückzuführen (Abb. 28). In einer weiteren Probefläche am Rand des Spirken-Moorwaldes war das Pfeifengras 2017 erstmals nachweisbar (Probefläche PF1), die Stetigkeit stieg in den beiden Folgejahren stark an, die Deckung blieb dabei noch gering. In Probefläche PF6 kam die Schnabelsegge bereits zu Beginn vor und war bis 2019 jedes Jahr gleich häufig anzutreffen (Abb. 31).



Abb. 31: Hohe Stetigkeit aber eine geringe Deckung der Schnabelsegge zeichnet die nasse und sich kaum verändernde Probefläche PF6 aus. (A) 2013; (B) 2019.

6.2.4 Regeneration der Vegetation von Eingriffsflächen im offenen Hochmoorbereich (Transekt TS1)

Transekt TS1 (Tab. 8, Abb. 33, 34) zeigt die Regeneration einer Eingriffsfläche im westlichen offenen Teil des Spirken-Hochmoors, wobei eine Hälfte die Entwicklung bei relativ feuchten Standortsbedingungen widerspiegelt (Meter 4-6), die andere etwas trockenere auf einem kaum merklich höheren Niveau (Meter 1-3). Allgemein erfolgte ein Zuwachsen der offenen Torfböden rasch, so nahm die Summe der Deckungswerte vom ersten Jahr (2014) auf das Folgejahr (2015) von etwa 10 % auf knapp 50 % zu, stieg dann in den beiden Folgejahren (2016, 2017) kaum an, wohl aber in den beiden letzten Jahren (2018, 2019), sodass zuletzt eine Summe der Deckungswerte von gut 100 % erreicht wurde.

Als häufigste Pionierart erreichte im Jahr 2015 die Flatter-Binse (*Juncus effusus*) mit fast 20 % Deckung bereits



Abb. 32: Bei der Errichtung der Staus durch den Moorbagger entstehen teilweise offene Torfböden. Bereich von Graben 1 (Stau 1.1) bzw. von Transekt TS1. 4.11.2013. (Fotos Abb. 31 & 32: Georg Amann)

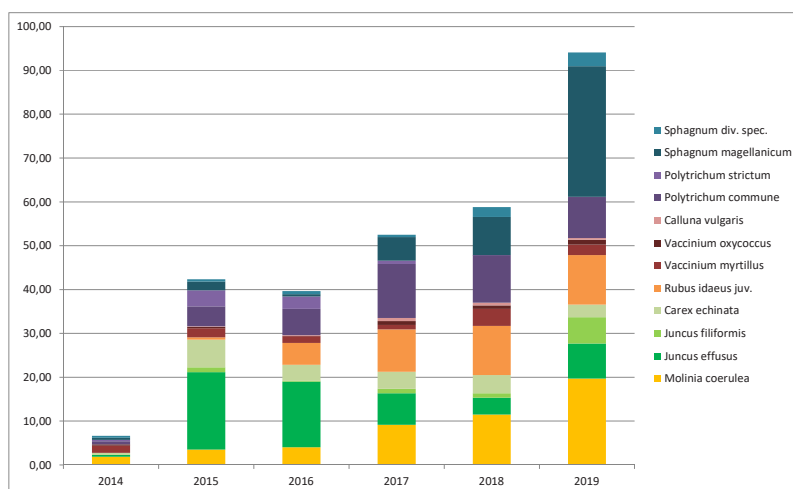


Abb. 33: Deckung der in Transekt TS1 am häufigsten auftretenden Arten [Angaben in % der Bodenoberfläche].

ihren Höhepunkt. Im letzten Jahr 2019 deckte sie nur noch 10 % der Fläche. Bemerkenswert ist der Einbruch von 2016 auf 2017 (Halbierung der Deckung). Dabei könnte Fraß durch Kleintiere eine Rolle gespielt haben, denn 2017 wurden Stellen mit Anhäufungen kleiner Binsenstücke festgestellt. Das Pfeifengras (*Molinia caerulea*) zeigte hingegen eine kontinuierliche Zunahme von unter 5 % im Jahr 2015 auf etwa 20 % im Jahr 2019, wobei es sich in den trockeneren Abschnitten stärker entfaltete (bis 30 % Deckung) als in den nassen (unter 20 % Deckung). Von den häufigeren Moosen erreichte das Gemeine Widertonmoos (*Polytrichum commune*) bereits 2017 einen Höhepunkt, die Deckungswerte pendelten dann bis 2019 um 10 %. Allerdings war es ungleich verteilt, wobei es sich im Übergangsbereich zwischen trockenerem und feuchterem Abschnitt (Meterabschnitt 3) mit fast 30 % Deckung am besten etablierte. Geradezu exponentiell entwickelte sich der Bestand des Magellan-Torfmooses (*Sphagnum magellanicum*), allerdings beschränkt auf den nasseren Abschnitt. In den ersten drei Jahren war es hier noch selten, ab 2017 etablierte es sich, und in den beiden Folgejahren kam es zu einer starken Ausbreitung, die 2019 mit Deckungswerten zwischen 40 % und 70 % vorläufig gipfelte (Abb. 35).



Abb. 34: Transekt TS 1 im Erhebungsjahr 2015 (Foto: Georg Amann).

		TS1 2014	TS1 2015	TS1 2016	TS1 2017	TS1 2018	TS1 2019
Süß- und Sauergräser	<i>Molinia caerulea</i>	1,83	3,5	4	9,17	11,5	19,67
	<i>Carex</i> sp. schmalblättrig	0,5	x	x	x	x	x
	<i>Carex canescens</i>	x	0,33	0,33	0,33	0,03	0,25
	<i>Carex echinata</i>	x	6,33	3,67	3,92	4,17	2,87
	<i>Carex nigra</i>	x	-	-	0,25	0,02	0,02
	<i>Eriophorum vaginatum</i>	-	-	-	-	0,02	0,02
	<i>Juncus</i> sp.	0,42	x	x	x	x	x
	<i>Juncus effusus</i>	x	17,67	15	7,17	3,83	8
	<i>Juncus filiformis</i>	x	1,08	0,17	1	1	6,02
	<i>Luzula sieberi</i>	x	0,5	0,67	-	0,25	0,33
	<i>Luzula multiflora</i>	-	-	-	0,08	0,02	0,05
	<i>Poa annua</i>	0,08	1	-	-	-	-
	<i>Agrostis capillaris</i>	-	0,17	-	-	-	-
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	1,62	2,08	1,53	1	3,92	2,37
Zwergsträucher	<i>Vaccinium uliginosum</i>	0,33	0,08	0,5	0,33	0,68	1,52
	<i>Vaccinium oxycoccus</i>	0,33	0,33	0,05	0,92	0,8	1,07
	<i>Calluna vulgaris</i>	-	0,08	0,17	0,67	0,6	0,45
Halbsträucher	<i>Rubus idaeus</i> juv.	-	0,5	5	9,67	11,17	11,33
Kräuter und Stauden	<i>Myosotis palustris</i> s. l.	-	0,17	-	-	-	-
	<i>Trifolium repens</i>	0,08	-	-	-	-	-
	<i>Ranunculus</i> sp.	-	0,08	-	-	-	-
	<i>Cardamine</i> sp.	-	-	0,02	-	-	-
	<i>Epilobium</i> sp.	-	-	-	-	0,33	-
	<i>Cirsium arvense</i>	-	-	0,17	0,08	-	-
	<i>Athyrium filix-femina</i>	-	-	-	-	0,08	0,33
Farne	<i>Sphagnum magellanicum</i>	0,52	2	0,53	5,42	8,67	29,83
	<i>Sphagnum</i> div. spec.	0,42	0,5	0,72	0,5	2,28	3,13
	<i>Aulacomnium palustre</i>	-	0,33	-	0,17	0,38	0,05
	<i>Polytrichum strictum</i>	0,33	3,67	2,83	0,75	0,05	0,03
	<i>Polytrichum commune</i>	0,67	4,58	6	12,33	10,83	9,33
	<i>Hylocomium splendens</i>	0,33	0,25	-	-	0,03	0,17
	<i>Pleurozium schreberi</i>	0,75	0,58	-	0,17	0,07	0,27
	<i>Dicranum scoparium</i>	0,25	0,33	-	-	0,12	0,18
	<i>Dicranodontium denudatum</i>	0,25	0,67	0,08	0,08	0,17	-
	<i>Polytrichum formosum</i>	-	-	-	-	0,02	-
Moosschicht	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	0,33	0,17	-	0,17	0,05	0,1
	<i>Pinus uncinata</i> juv.	-	-	-	0,02	0,17	0,5
	<i>Picea abies</i> juv.	0,02	0,03	0,02	-	-	-
	<i>Abies alba</i> juv.	0,03	0,02	-	-	-	-
	<i>Salix aurita</i> juv.	-	0,17	0,18	0,17	0,67	2,67
	<i>Betula</i> juv.	-	-	0,02	0,17	0,17	0,83
Gehölze Verjüngung							

Tab. 8: Entwicklung der Gesamtdeckung der Arten in Transekt TS1 zwischen 2014 und 2019.

Das Magellan-Torfmoos bedeckte zusammen mit weiteren Torfmoosarten (*Sphagnum capillifolium*, *Sphagnum angustifolium*, *Sphagnum russowii*, *Sphagnum girgensohnii*) im Jahr 2019 bereits ein Drittel der Bodenoberfläche, in bescheidenem Ausmaß waren weitere Arten der Hochmoore (*Vaccinium oxycoccus*, *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Polytrichum strictum*) in der Fläche aufgetaucht. Alle Zwergsträucher zusammen bedeckten zuletzt nur eine Fläche von weniger als 6 %, wobei sich die für Hochmoore charakteristische Moosbeere (*Vaccinium oxycoccus*) zwar auf der ganzen Transektlänge ansiedelte, sich aber nur im mittleren Abschnitt

(Meterabschnitte 3 und 4) gut entfaltete, mit Deckungswerten von immerhin 1 % bis 5 %.

Vereinzelt sich ansiedelnde Waldbodenmoose (*Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium*, *Rhytidiadelphus triquetrus*) blieben selten und waren am Ende auf den trockeneren Abschnitt beschränkt. Als weitere Waldart erlangte die Himbeere (*Rubus idaeus*) in den beiden ersten trockenen Abschnitten des Transektes mit 20 % bis 40 % Deckung Bedeutung. Einzelne junge Exemplare von Gehölzen (Spirke, Birke, Ohrweide) blieben noch unauffällig oder sind sogar wieder verschwunden (Fichte, Tanne).

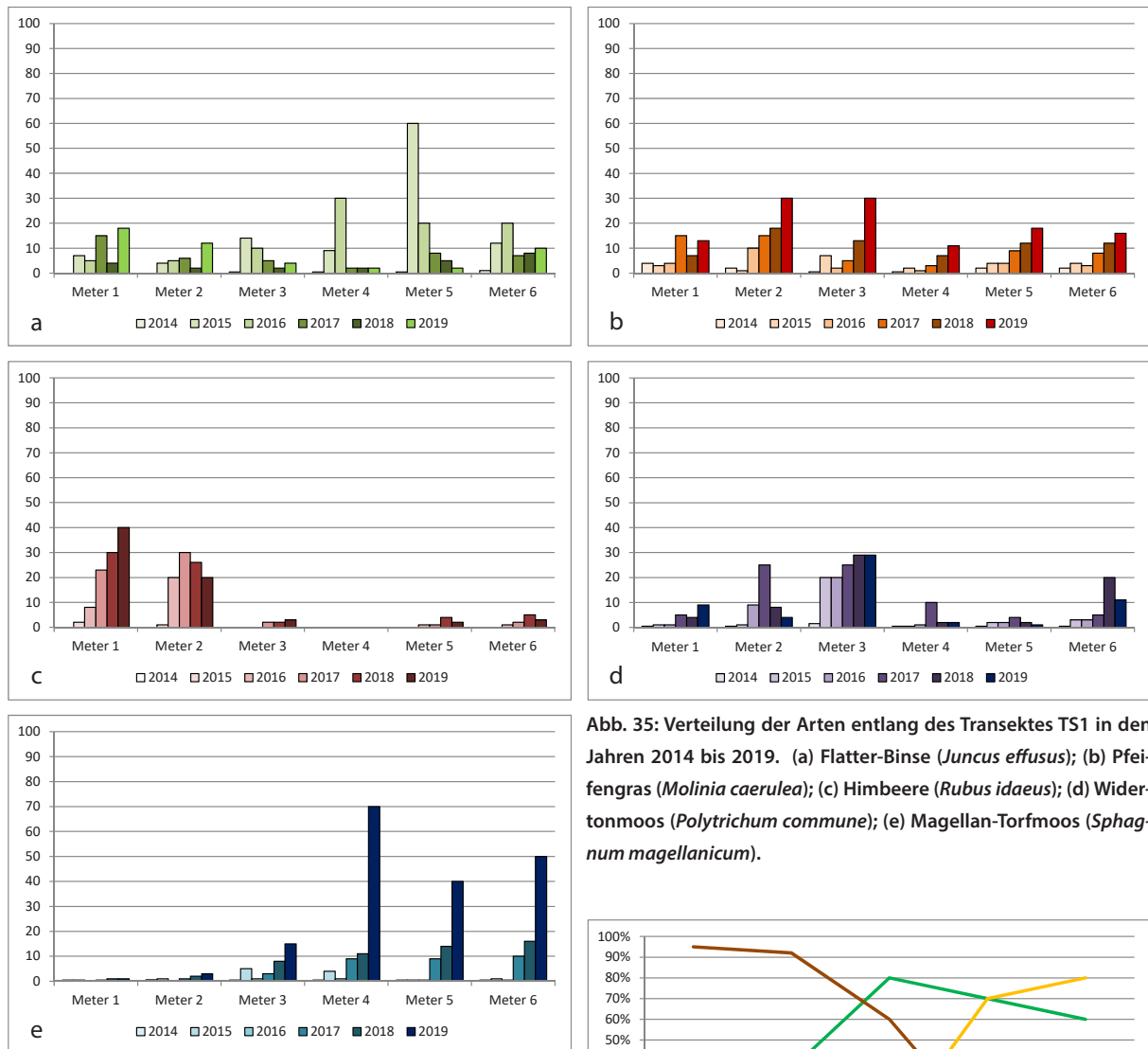


Abb. 35: Verteilung der Arten entlang des Transektes TS1 in den Jahren 2014 bis 2019. (a) Flatter-Binse (*Juncus effusus*); (b) Pfeifengras (*Molinia caerulea*); (c) Himbeere (*Rubus idaeus*); (d) Wider-tonmoos (*Polytrichum commune*); (e) Magellan-Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*).

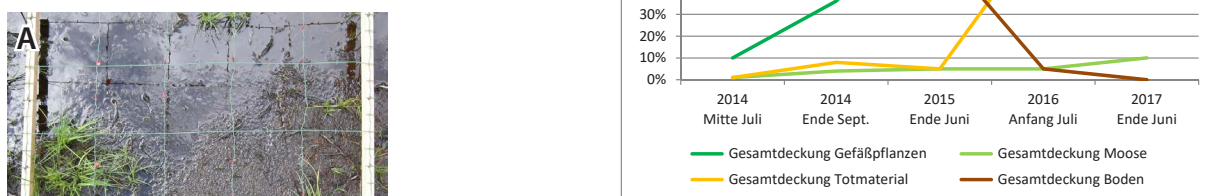


Abb. 36: Vegetationsentwicklung auf Probefläche PF7.



Abb. 37: Vegetationsentwicklung auf Probefläche PF 7 im Bild: (A) Sommer 2014; (B) Herbst 2014; (C) Sommer 2015; (D) Sommer 2017 (Fotos: Georg Amann).

In geringer Menge konnten die nährstoffliebenden Trittpflanzen Kriechklee (*Trifolium repens*) und Einjähriges Rispengras (*Poa annua*), Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) und andere Störungszeiger angetroffen werden, konnten sich aber allesamt nicht etablieren.

6.2.5 Regeneration der Vegetation von Eingriffsflächen im Übergangsbereich Hochmoor – Niedermoor

(Probefläche PF7, Vegetationsaufnahmen aus den Jahren 2018 und 2019)

Auf der nassen Probefläche PF7 war bereits im ersten Jahr nach der Renaturierung ein schnelles Zuwachsen des offenen Torfbodens zu beobachten. Zu Beginn der Vegetationsperiode 2014 Mitte Juli lag die Gesamtdeckung der Gefäßpflanzen noch bei 10 % und erreichte am Ende der Vegetationsperiode bereits 36 %, im Sommer 2015 schon 80 %, 2016 lagen die Werte dann etwas niedriger bei 70 % und fielen 2017 sogar auf nur noch 40 %. Moose siedelten sich zwar an, waren jedoch zunächst nur in geringer Menge vorhanden und erreichten bis 2015 und 2016 lediglich eine Rasterfrequenz von 5 %, zuletzt im Jahr 2017 immerhin 10 %. Ein Altgrasfilz machte sich mit 80 % Bodendeckung erstmals im Jahr 2016 deutlich bemerkbar und war klar der Entwicklung der offenen Torfflächen gegenläufig, die im Jahr 2017 endgültig verschwanden, aber sicher auch ursächlich für den Rückgang der Gesamtdeckung lebender Pflanzen (Abb. 36).

Als effektiver Erstbesiedler in Probefläche PF7 erwies sich die Flatter-Binse (*Juncus effusus*), die bereits im Herbst des ersten Jahres 2014 eine Rasterfrequenz von 68 % erreichte. Bis zum Jahr 2016 konnte sie noch leicht zulegen (80 %), nahm dann aber wieder ab (64 % Stetigkeit). Die Schnabelsegge (*Carex rostrata*) entwickelte sich hingegen langsamer, erreichte im Herbst des ersten Jahres eine Rasterfrequenz von 24 %, breitete sich dann aus um

		STET PF7 14.07.2014	STET PF7 29.09.2014	STET PF7 26.06.2015	STET PF7 10.07.2016	STET PF7 30.06.2017
Süß- und Sauergräser	<i>Juncus effusus</i>	68%	68%	80%	64%	
	<i>Carex rostrata</i>	24%	76%	100%	100%	
	<i>Molinia caerulea</i>	12%	8%	12%	16%	
	<i>Carex sp. (nigra + echinata + flava)</i>	60%	x	x	x	
	<i>Carex nigra</i>	x	52%	40%	36%	
	<i>Carex echinata</i>	x	36%	36%	44%	
Schachtelhalme	<i>Agrostis canina</i>	12%	-	4%	-	
	<i>Equisetum palustre</i>	-	-	4%	4%	
	<i>Epiobium sp.</i>	-	-	-	4%	
Kräuter und Stauden	<i>Potentilla erecta</i>	-	-	-	8%	
	<i>Sphagnum palustre</i>	36%	28%	12%	36%	
Moose	<i>Aulacomnium palustre</i>	20%	20%	36%	36%	
	<i>Straminergon stramineum</i>	12%	4%	-	-	
	<i>Leucobryum glaucum</i>	4%	-	-	-	
	<i>Sphagnum cuspidatum</i>	12%	-	-	-	
	<i>Campylium stellatum</i>	8%	4%	-	-	
	<i>Calliergonella cuspidata</i>	-	4%	60%	88%	
	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	8%	-	-	4%	
	<i>Rhizomnium sp.</i>	4%	4%	-	-	
	<i>Calypogeia sp.</i>	4%	-	-	-	
	<i>Cephalozia sp.</i>	4%	-	-	-	
	<i>Aneura pinguis</i>	4%	-	-	-	
	Oberhöhe		35,8	?	78,4	62,2
	Gesamtdeckung Gefäßpflanzen	10%	36%	80%	70%	40%
	Gesamtdeckung Moose	1%	4%	5%	5%	10%
	Gesamtdeckung Totmaterial	1%	8%	5%	80%	80%
	Gesamtdeckung Boden	95%	92%	60%	5%	0%

Tab. 9: Ergebnisse der Frequenzanalyse in Probefläche PF7.

		2019 J 2	2019 J 1	2018 J 1	2019 J 3	2018 J 2	STET 2018/19
Deckung Krautschicht		95	95	60	70	60	
Deckung Moosschicht		10	5	80	90	40	
Größe Probefläche		4m²	4m²	16m²	4m²	16m²	
Arten Gräser & Krautige		17	15	10	12	11	
Arten Moose		9	10	5	4	4	
Süß- und Sauergräser	<i>Molinia caerulea</i>	2	2	2	2	2	100%
	<i>Juncus effusus</i>	+	2	2	2	+	100%
	<i>Carex echinata</i>	2	2	1	1	+	100%
	<i>Trichophorum caespitosum</i>	2	+	-	+	2	80%
	<i>Agrostis canina</i>	-	1	-	-	-	20%
	<i>Juncus alpino-articulatus</i>	-	+	-	-	-	20%
	<i>Carex flava s. l.</i>	3	2	-	-	-	40%
	<i>Carex nigra</i>	+	+	-	-	-	40%
	<i>Carex panicea</i>	2	-	-	-	-	20%
	<i>Carex rostrata</i>	1	-	-	1	+	60%
	<i>Luzula multiflora</i>	-	-	-	-	+	20%
	<i>Potentilla erecta</i>	2	2	+	+	+	100%
	<i>Cirsium palustre</i>	+	2	+	+	-	80%
	<i>Oxera rotundifolia</i>	+	+	r	+	-	80%
Kräuter und Stauden	<i>Viola palustris</i>	1	-	-	-	-	20%
	<i>Succisa pratensis</i>	+	-	-	-	-	20%
	<i>Valeriana dioica</i>	+	-	-	-	-	20%
	<i>Gallium palustre</i>	+	-	-	-	-	20%
	<i>Epilobium ciliatum</i>	-	-	+	-	-	20%
	<i>Ajuga reptans</i>	-	+	-	-	-	20%
	<i>Filipendula ulmaria</i>	r	-	-	-	-	20%
	<i>Equisetum palustre</i>	+	-	-	-	-	20%
	<i>Salix aurita</i>	+	+	-	+	-	60%
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	+	-	r	-	-	40%
	<i>Betula sp.</i>	-	-	r	-	-	20%
	<i>Abies alba</i>	-	-	r	-	-	20%
	<i>Picea abies</i>	-	-	-	-	+	20%
Zwergsträucher	<i>Vaccinium oxycoccus</i>	-	1	+	2	2	80%
	<i>Calluna vulgaris</i>	-	+	r	2	1	80%
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	-	-	r	+	2	60%
	<i>Vaccinium uliginosum</i>	-	1	-	+	2	60%
Moosschicht	<i>Climacium dendroides</i>	1	-	-	-	-	20%
	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	1	-	-	-	-	20%
	<i>Calliergonella cuspidata</i>	2	1	-	-	-	40%
	<i>Campylium stellatum</i>	+	1	-	-	-	40%
	<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	-	1	-	-	-	20%
	<i>Dicranum bonjeanii</i>	-	1	-	-	-	20%
	<i>Calliergon giganteum</i>	+	-	-	-	-	20%
	<i>Hypnum pratense</i>	+	-	-	-	-	20%
	<i>Philonotis fontana</i>	+	-	-	-	-	20%
	<i>Sphagnum subsecundum</i>	1	-	-	-	-	20%
	<i>Aulacomnium palustre</i>	+	-	+	-	-	40%
	<i>Sphagnum centrale</i>	-	1	3	3	+	80%
	<i>Sphagnum magellanicum</i>	-	-	3	3	2	60%
	<i>Sphagnum capillifolium</i>	-	-	2	1	2	60%
	<i>Polytrichum strictum</i>	-	+	2	-	1	60%
	<i>Straminergon stramineum</i>	-	r	-	-	-	20%
	<i>Pleurozium schreberi</i>	-	+	-	+	-	40%
	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	-	r	-	-	-	20%
	<i>Thuidium delicatulum</i>	-	1	-	-	-	20%

Tab. 10: Vegetationsaufnahmen von Störflächen im Übergang vom Hochmoor zum Niedermoor mit unmittelbar nach der Renaturierung mehr oder weniger offenem Torfboden, die ab dem Jahr 2016 gemäht wurden.

bereits ab dem Jahr 2016 mit 100 % Stetigkeit zur dominierenden Pflanze zu werden, dabei im Jahr 2017 reichlich fruchtend. Daneben spielten in dieser Probefläche Schwarzsegge (*Carex nigra*) und Igelsegge (*Carex echinata*) eine bedeutende Rolle. Das Pfeifengras (*Molinia coerulea*) siedelte sich zwar an, konnte sich aber nicht entwickeln und blieb unterrepräsentiert. Die Moose starteten nur langsam, zuletzt dominierte neben dem Spießmoos (*Calliergonella cuspidata*) das Sumpf-Torfmoos (*Sphagnum palustre* s. l.) und das Sumpf-Streifensternmoos (*Aulacomnium palustre*) (Tab. 9). Vegetationsaufnahmen aus den Jahren 2018 und 2019 auf Eingriffsflächen im Übergang vom Hochmoor zum Niedermoor (Tab. 10), die ab

2016 gemäht wurden, dokumentieren die weitere Entwicklung. Flatterbinse (*Juncus effusus*) war zwar häufig, jedoch nicht allein dominierend. Die Flächen näherten sich in ihrer Artenzusammensetzung vielmehr den angrenzenden ungestörten Niedermoor-Pfeifengraswiesen an, mit diversen Kleinseggen (*Carex echinata*, u. a.) sowie teilweise Rasenbinse (*Trichophorum caespitosum*), Elementen der Hochmoore (*Vaccinium oxycoccus*, *Sphagnum magellanicum*, u. a.), Blutwurz (*Potentilla erecta*) als häufigstes kleines Kraut, vereinzelt schon typischen Arten der Pfeifengraswiesen wie Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*). Insgesamt blieben die Flächen artenarm bis mäßig artenreich (10 bis 17 Gefäßpflanzenarten auf 4 m²). Stel-

lenweise wuchs viel Rundblättriger Sonnentau (*Drosera rotundifolia*), der sich als Pionier auf offenen Torfstellen gut entwickeln konnte. Diese bleiben wohl durch die Mahd besser erhalten als ohne Mahd (Verfilzung!). Auch die Häufigkeit der Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium palustre*) ist wohl mit dem Pioniercharakter der Flächen zu erklären (vgl. Abb. 38-41).

6.2.6 Vegetationsentwicklung der Eingriffsflächen im Bereich der Grabenstaus

- Vegetationsentwicklung in den Tümpeln

Die Entwicklung der Vegetation auf den offenen Torfböden in den einzelnen Tümpeln, die durch den Grabenstau entstanden sind, zeigte



Abb. 38: Unmittelbar nach der Umsetzung offene Torfflächen im Bereich einer Fahrtrasse des Moorbaggers im Kontaktbereich zwischen Hochmoor und Niedermoor. 08.11.2013 (Foto: G. Amann).



Abb. 39: Im Jahr 2019 sind die offenen Flächen, die ab Herbst 2016 auch regelmäßig gemäht werden, wieder vollständig bewachsen. 06.07.2019 (Foto: Georg Amann).



Abb. 40: Die Vegetation entwickelt sich zu einer Pfeifengraswiese, derzeit noch mit Resten der Pioniervegetation. 06.07.2019 (Foto: Georg Amann).



Abb. 41: In den noch vorhandenen Rasenlücken gehört der Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) zu den Profiteuren. 06.07.2019 (Foto: Georg Amann).

Tab. 11: Vegetationsentwicklung der Tümpel an Graben 1 zwischen 2014 und 2019. Die Torfmächtigkeit ist hier mit unter 1 m sehr gering.

Gemeinsamkeiten wie auch auffällige Unterschiede. Fast überall kam es innerhalb weniger Jahre zu einer weitgehend vollständigen Vegetationsbedeckung, und fast überall war Schnabelsegge (*Carex rostrata*) die dominierende Verlandungspflanze. Auffällige Unterschiede in der Besiedlung ergaben sich besonders durch die standörtlichen Rahmenbedingungen wie die Lage im Hochmoor selbst oder im Einfluss des angrenzenden Niedermoores, aber auch die Bauausführung als tiefe oder seichte Tümpel. Für Hochmoore kennzeichnende Torfmoose wie das Spießblättrige Torfmoos (*Sphagnum cuspidatum*) und das Magellan-Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*) kamen besonders in den Tümpeln des Hochmoorbereichs zur Entwicklung (Tab. 11-15 und Tab. 16). In diesen Tümpeln der Hochmoorbereiche (1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 5.3, 5.4) spielten Torfmoose bei der Besiedlung eine bedeutende Rolle. *Sphagnum cuspidatum* war auf diese beschränkt und konnte als typisches Schlenkenmoos schon in der zweiten Vegetationsperiode nach den Maßnahmen am Tümpelrand größere Decken bilden und ab dem dritten Jahr bis zum Tümpelzentrum vordringen. Meist hielt es sich dabei an das noch lockere Schnabelseggenröhricht (Abb. 45). Schwellende Polster »Initialbulte« besonders mit *Sphagnum magellanicum* fanden sich erst ab der vierten Vegetationsperiode, hielten sich dabei meist an den Tümpelrand und drangen in den Folgejahren mit dem sich ausbreitenden Schnabelseggenröhricht auch gegen das Tümpelzentrum vor. Die Triebe und der Altgrasfilz der Schnabelsegge

Tab. 13: Vegetationsentwicklung der Tümpel an Graben 3 zwischen 2014 und 2019: Im oberen und unteren Bereich umfasst die Torfschicht gut 1,5 m, im mittleren Bereich sind es über 1,8 m.

Nr.	Standort	Typ	Sukzession 2014-2019	Störzeiger
1.1	Hochmoor offen tief	tief	<i>Carex rostrata</i> fehlt! <i>Sphagnum cuspidatum</i> 2015 am Rand, ist bis 2016 bis Tümpelzentrum vorgedrungen, schöne Initialbulte ab 2017 am Rand und teilweise an Ästen im Wasser <i>Vaccinium oxycoccus</i> vom Rand vordringend	keine
1.2	Hochmoor offen / Fichten-Moorrand	tief, klein, schattig	<i>Carex rostrata</i> bis 2017 vollständig deckend, <i>Sphagnum cuspidatum</i> ab 2016 am Rand und zwischen Seggen häufig, schöne Initialbulte ab 2017	keine

Nr.	Standort	Typ	Sukzession 2014-2019	Störzeiger
2.1	Hochmoor Spirke / Hochmoor offen	Tief halbschattig	<i>Carex rostrata</i> bildet 2016 schmalen Ufersaum, erst ab 2019 vollständig deckend, Schlenkenmoose fehlen, wenige Initialbulte ab 2018 am Rand; <i>Vaccinium oxycoccus</i> am Rand	keine
2.2	Hochmoor offen	seicht	<i>Carex rostrata</i> bis 2017 vollständig deckend, <i>Juncus effusus</i> auf ganz seichten Flächen, <i>Sphagnum cuspidatum</i> bereits 2015 am Rand häufig, bis 2017 ins Zentrum vorgedrungen, schöne Initialbulte ab 2017 hauptsächlich am Rand bzw. zwischen Seggen	keine
2.3	Hochmoor offen / Fichten-Moorrand	seicht	<i>Carex rostrata</i> bis 2017 vollständig deckend, <i>Sphagnum cuspidatum</i> bereits 2015 am Rand häufig, bis 2019 wenig verändert, schöne Initialbulte ab 2017 am Rand zwischen Seggen	keine

Tab. 12: Vegetationsentwicklung der Tümpel an Graben 2 zwischen 2014 und 2019: Die Torfmächtigkeit liegt hier bei gut 1,5 m im oberen und etwa 1,2 m im unteren Bereich.

Nr.	Standort	Typ	Sukzession 2014-2019	Störzeiger
3.1	Hochmoor / Niedermoor	seicht	<i>Carex rostrata</i> bis 2017 vollständig deckend, Torfmoose fehlen, andere Laubmoose ab 2017 am Rand üppig (<i>Calliergonella</i> , <i>Climacium</i> , <i>Aulacomnium</i>). Wenig <i>Agrostis canina</i> und ab 2018 <i>Eriophorum angustifolium</i> (vegetativ). <i>Valeriana dioica</i> am Rand (2019)	keine
3.2	Hochmoor / Niedermoor	seicht	<i>Carex rostrata</i> bis 2017 vollständig deckend, Torfmoose ab 2018 selten am Rand, auch andere Laubmoose wenig auffällig	keine
3.3	Hochmoor / Niedermoor	seicht	<i>Carex rostrata</i> bis 2017 vollständig deckend, wenig <i>Sphagnum contortum</i> ab 2017, kleine Torfmoosdecken ab 2019 (hochmoorseitig). Wenig <i>Agrostis canina</i> , kleiner Bestand von <i>Eriophorum angustifolium</i> (zuletzt blühend)	keine
3.4	Hochmoor / Niedermoor	seicht	<i>Carex rostrata</i> bis 2017 vollständig deckend, sehr wenige Torfmoose ab 2018, erst 2019 schöne Decken von Laubmoosen teils basenreicher Niedermoor am Rand (<i>Campylium stellatum</i> , <i>Hypnum pratense</i> , ...). Wenig <i>Agrostis canina</i> , <i>Galium palustre</i> stellenweise häufig (2019)	<i>Typha</i> (vegetativ, von 2015-2016)
3.5	Hochmoor / Niedermoor	Seicht (defekt)	<i>Carex rostrata</i> bis 2017 vollständig deckend, sehr wenig Torfmoose ab 2017. <i>Agrostis canina</i> ab 2016 vordringend, 2019 häufig	<i>Typha</i> (vegetativ, von 2014-2016)
3.6	Hochmoor / Niedermoor	sehr seicht klein	bis 2019 mit <i>Juncus effusus</i> und <i>Carex rostrata</i> zugewachsen	<i>Scirpus sylvaticus</i>
3.7	Fichten-Moorrand	tief schattig	<i>Carex rostrata</i> fehlt! Offene Wasserfläche! Wenige Torfmoose am Rand. Ab 2018 <i>Callitriche</i> sp.	keine

boten den Torfmoosen ein Gerüst zum Emporwachsen und entsprechenden Halt (Abb. 46). Beim Aufbau dieser dm² großen »Initialbulte« beteiligten sich weitere Torfmoose wie *Sphagnum angustifolium*, auch Arten die für Moorwälder kennzeichnend sind, nämlich *Sphagnum palustre* s. l., *Sphagnum girgensohnii* und *Sphagnum russowii*.

In Tümpeln, die am Rand des Hochmoores mit Kontakt zum Niedermoor oder im Niedermoor selbst lagen (3.1 bis 3.7, 4.1 bis 4.3, 5.1 und 5.2, 5.5 bis 5.8), konnten sich nur punktuell Torfmoose ansiedeln, auch andere Moose blieben meist selten. Besonders in und an den Tümpeln der östlichen Pfeifengraswiese an Graben 3 und 4 sowie bei 5.1 war der Einfluss des Niedermoors deutlich spürbar. Neben dem Nährstoffe liebenden Spießmoos (*Calliergonella cuspidata*) kamen hier typische Arten basenreicher Niedermoore vor (z. B. *Campyllum stellatum*, *Hypnum pratense*, *Sphagnum contortum*).

Die Schnabelsegge (*Carex rostrata*) trat in fast allen Tümpeln als Verlandungspflanze auf, sowohl im Hochmoorbereich wie im Einflussbereich des Niedermoors. Nur selten fehlte sie (1.1, 3.7) oder fand einen verzögerten Start (2.1, 5.7). Die Tümpel, an denen sie fehlte, waren nicht nur tief, sondern auch schattig gelegen. Die Verlandung spielte sich sonst überall ähnlich ab (Abb. 43, 44): Ausgehend von einzelnen Trieben am Ufer (2014) bildete sich bis zum zweiten Jahr nach den Maßnahmen (2015) ein schmaler Verlandungsgürtel (Ufersaum), im dritten Jahr (2016) drang das Seggenröhrch weiter zum Tümpelzentrum vor, wobei meist noch eine mehr oder weniger große offene Wasserfläche übrig blieb. Im vierten Jahr (2017) fand der Verlandungsprozess mit der vollständigen Vegetationsbedeckung der offenen Wasserfläche dieser kleinen Tümpel einen vorübergehenden Abschluss.

Nr.	Standort	Typ	Sukzession 2014-2019	Störzeiger
4.1	Niedermoor	seicht	<i>Carex rostrata</i> kommt zur Dominanz. Wenige Moose (u.a. <i>Sphagnum subsecundum</i> , <i>Aulacomnium</i> , <i>Campyllum stellatum</i>)	keine
4.2	Niedermoor	seicht	<i>Carex rostrata</i> kommt zur Dominanz. 1 Horst von <i>Carex elata</i>	<i>Ajuga reptans</i>
4.3	Niedermoor	seicht	<i>Carex rostrata</i> kommt zur Dominanz. <i>Galium palustre</i> als Begleiter häufig. Von den Moosen nur <i>Calliergonella</i>	keine

Tab. 14: Vegetationsentwicklung der Tümpel an Graben 4 zwischen 2014 und 2019.

Nr.	Standort	Typ	Sukzession 2014-2019	Störzeiger
5.1	Niedermoor / Hochmoor Spirke	seicht klein	<i>Carex rostrata</i> bis 2017 vollständig deckend, Moose selten, bis 2018 nur <i>Calliergonella</i> , erst 2019 wenig Torfmoose und weitere Laubmoose teils basenreicher Niedermoore (<i>Campyllum stellatum</i> , <i>Hypnum pratense</i> , ...). <i>Vaccinium oxycoccus</i> vom Rand in den Tümpel vordringend	keine
5.2	Hochmoor Spirke / Niedermoor	seicht klein	<i>Carex rostrata</i> bis 2016 vollständig deckend. Schlenkenmoose fehlen, sehr wenig Moose am Rand, hauptsächlich <i>Calliergonella</i> . <i>Galium palustre</i> (2019), wenig <i>Agrostis canina</i> (2018)	<i>Typha</i> (von 2015 bis 2017, nur vegetativ). am Rand <i>Caltha</i> und <i>Scirpus sylvaticus</i>
5.3	Hochmoor Spirke	tief klein halbschattig	<i>Carex rostrata</i> bis 2017 vollständig deckend, Schlenkenmoose fehlen, schöne Initialbulte 2017 am Rand, ab 2018 auch gegen das Tümpelzentrum zwischen Seggen. <i>Vaccinium oxycoccus</i> am Rand. <i>Valeriana dioica</i> am Ufer (2019)	<i>Caltha</i>
5.4	Hochmoor Spirke	seicht klein	<i>Carex rostrata</i> bis 2017 vollständig deckend, <i>Sphagnum cuspidatum</i> ab 2017 häufig und bis ins Zentrum vordringend, schöne Initialbulte ab 2018 am Rand und zwischen Seggen. <i>Vaccinium oxycoccus</i> am Rand	keine
5.5	Hochmoor degradiert	seicht klein lehmig	Bis 2017 locker mit <i>Carex rostrata</i> und <i>Juncus articulatus</i> bewachsen (<i>Juncus effusus</i> höher). 2018 sind diese beiden und <i>Scirpus sylvaticus</i> häufig, 2019 dominiert meist <i>Carex rostrata</i> . Moose fehlen. <i>Valeriana dioica</i> am Ufer (2019)	<i>Typha</i> (ab 2016, 2019 2 mit Kolben) <i>Scirpus sylvaticus</i> <i>Juncus articulatus</i> <i>Caltha</i>
5.6	Hochmoor degradiert	seicht klein lehmig	Bis 2016 schütterer Bewuchs von <i>Juncus articulatus</i> , ab 2017 dominieren <i>Carex rostrata</i> und <i>Juncus articulatus</i> (<i>Juncus effusus</i> höher). Moose dringen nicht in den Tümpel vor, nur randliche Vorkommen auch von Torfmoosen	<i>Juncus articulatus</i>
5.7	Hochmoor degradiert	tief groß lehmig	Offene Wasserfläche! Ab 2015 etwas <i>Juncus articulatus</i> in den Tümpel vordringend, erst 2019 an einer Stelle wenig aber üppige <i>Carex rostrata</i> . Moose fehlen	<i>Juncus articulatus</i>
5.8	Moorrand Fichte	sehr klein schattig	<i>Carex rostrata</i> bis 2017 vollständig deckend	keine

Tab. 15: Vegetationsentwicklung der Tümpel an Graben 5 zwischen 2014 und 2019: Der Torf hat im oberen Bereich bei Stau 5.1 eine Mächtigkeit von 1,3 m und nimmt bis zum Stau 5.4 auf 20-30 cm ab, am Stau 5.8 ist die Torfschicht wieder 1,2 m mächtig.



Abb. 42: Neu errichtete Tümpel an Graben 3 unmittelbar nach der Umsetzung. Die Torflöcher haben sich noch nicht vollständig mit Wasser gefüllt. Im Bereich der eingebauten Spundwände entstehen durch Torfüberdeckung erhöhte Torfwälle und am Rand bleiben durch die Baggerarbeiten mehr oder weniger offene nicht überschwemmte Torfböden. 07.11.2013. (Foto: Georg Amann).



Abb. 43: In wenigen Jahren sind die meisten im Bereich der Grabenstaus entstandenen Kleingewässer des Götzner Moores mit Schnabelsegge zugewachsen (Fotos: Anne Puchta).



Abb. 44: Dass die Schnabelsegge als Verlandungspflanze vollständig fehlt, ist eine seltene Ausnahme. In Tümpel 1.1 sind nur grüne Schlenkenmoose auf die offene Wasserfläche vorgedrungen (Fotos: Anne Puchta).

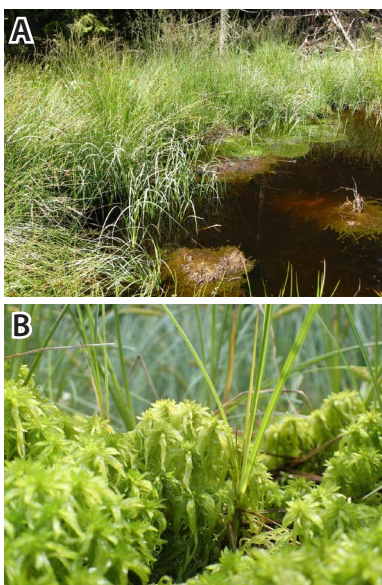


Abb. 45: Das grüne Spieß-Torfmoos (*Sphagnum cuspidatum*) kennzeichnet als typisches Schlenkenmoos mehrere Kleingewässer im Hochmoorbereich. Tümpel 2.3 am 31.07.2015 (A) bzw. 27.06.2018 (B).

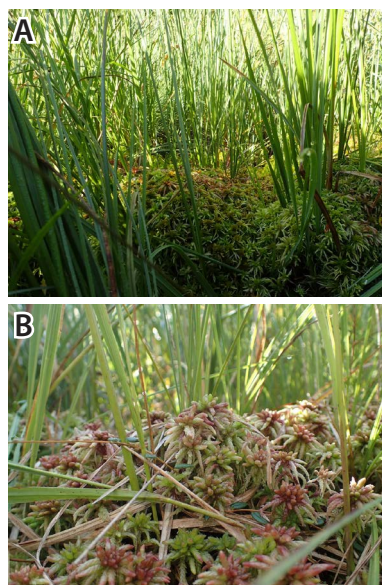


Abb. 46: Schwellende Polster (»Initialbulle«) mit rotem (*Sphagnum magellanicum*) und anderen Torfmoosarten entwickeln sich bei fortgeschrittenem Verlandungsprozess; 27.06.2018 (A) bzw. 17.08.2018 (B).

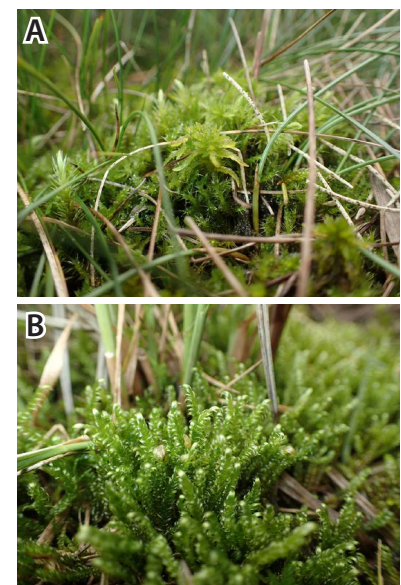


Abb. 47: Am Rande der Tümpel am ehemaligen Graben 3 kommen Arten basenreicher Niedermoores wie *Campyllum stellatum* (A) und *Hypnum pratense* (B) vor. (alle Fotos: Georg Amann)

	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5 bis 5.8
<i>Aulacomnium palustre</i>																	
<i>Calliergonella cuspidata</i>																	
<i>Campylium stellatum</i>																	
<i>Climacium dendroides</i>																	
<i>Hypnum pratense</i>																	
<i>Philonotis fontana</i>																	
<i>Plagiomnium elatum</i>																	
<i>Polytrichum commune</i>																	
<i>Polytrichum strictum</i>																	
<i>Sphagnum angustifolium</i>																	
<i>Sphagnum capillifolium</i>																	
<i>Sphagnum cuspidatum</i>																	
<i>Sphagnum contortum</i>																	
<i>Sphagnum flexuosum</i>																	
<i>Sphagnum girgensohnii</i>																	
<i>Sphagnum magellanicum</i>																	
<i>Sphagnum palustre</i> s.l.																	
<i>Sphagnum russowii</i>																	
<i>Sphagnum subsecundum</i>																	

Die Tümpel 5.5 bis 5.7, die im Bereich eines Grabens mit sehr seichter Torfüberdeckung und starker Degradierung entstanden sind, haben einen lehmigen Anteil. Bei ihnen trat die Schnabelsegge in den Hintergrund, typischer Erstbesiedler war im nassen und teilweise untergetauchten Uferbereich die Glieder-Binse (*Juncus articulatus*).

- Vegetationsentwicklung an Tümpelrändern (Transekt 2, Probefläche 8)
Die rasante Zunahme der Vegetationsbedeckung bzw. der Vegetationsverdichtung an einem Tümpelrand ist in Transekt TS 2 dokumentiert (Abb. 51, 52). Hier übernahm auf etwa 4 m² Fläche die Schnabelsegge den Hauptpart in der Verlandung. Während sie im ersten Jahr in geringster Menge nachzuweisen war (1 % Bodenbedeckung 2014), erreichte sie im zweiten Jahr

schon hohe Deckungswerte (42 % Bodenbedeckung 2015) und legte auch noch im dritten Jahr kräftig zu (80 % Bodenbedeckung 2016). Die Entwicklung der Torfmoose verlief auf dieser Probefläche verhalten positiv, denn das für eine Hochmoorentwicklung wichtige *Sphagnum magellanicum* nahm von unter 1 % im ersten Jahr (2014) auf 6 % (2015) und dann noch auf 8 % (2016) zu (Bildung initialer Bulle zwischen den Seggen).
Einblicke in Details des Verlandungsprozesses gibt auch die 1 m² große Probefläche PF 8, ebenfalls an einem Tümpelrand gelegen (Abb. 53, Tab. 17): Bereits im ersten Jahr nach den Renaturierungsmaßnahmen kam es zu einer rasanten Entwicklung der Vegetation auf dem weitgehend offenen Torfboden. Eindrücklich ist der starke Zuwachs der Gesamtdeckung der Gefäßpflanzen: im ersten Jahr in nur

Tab. 16: Nachweise von Moosarten in den Tümpeln der Grabenstaus im Götzner Moos von 2014-2019. Gegen Ende der Periode häufige und dominierende Arten sind dunkelgrün hinterlegt, weniger häufige und selten festgestellte Arten hellgrün.



Abb. 48: Im Jahr nach der Renaturierung steht die Ausläufer treibende Schnabelsegge noch recht unauffällig am Tümpelrand eines Grabenstaus. Tümpel an Graben 3; 29.09.2014 (Foto: Georg Amann).



Abb. 49: Ein deutlicher Verlandungsgürtel mit Schnabelsegge hat sich bereits im zweiten Jahr nach der Renaturierung herausgebildet. Tümpel an Graben 3; 09.10.2015 (Foto: Georg Amann).



Abb. 50: Im fünften Jahr nach der Renaturierung sind die offenen Wasserflächen dieser Tümpel vollends verschwunden. Blick von der Pfeifengraswiese über die beiden oberen Tümpel des ehemaligen Grabens 3 zum Spirken-Moorwald; 17.08.2018 (Foto: Georg Amann).

2 ½ Monaten von 10 % (Mitte Juli) auf 40 % (Ende September), im zweiten Jahr sind es bereits 70 % (Ende Juni). Im dritten Jahr lagen die Werte dann niedriger bei 60 %. Mit der plötzlichen Vegetationsverdichtung stieg auch die Bodenbedeckung durch alte Streu zwischen zweitem und drittem Sommer schlagartig von 5 % auf 50 % (Abb. 54). An der Besiedlung dieser Probestfläche beteiligten sich in erster Linie die Schnabelsegge und kleinere Seggenarten (*Carex nigra*, *Carex echinata*, *Carex flava*) sowie die Flatterbinse. Anfänglich vorhandenes Pfeifengras konnte nicht zulegen, Moose blieben sehr rar.

- Vegetationsentwicklung der offenen Torfflächen um die Tümpel

Am Rand der Tümpel wuchsen meist viel Flatterbinse und Pfeifengras, je nach Umfeld begleitet von Arten der Hochmoore (*Vaccinium oxycoccus*, *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium myrtillus*, *Eriophorum vaginatum*, u. a.) und/oder Niedermoore bzw. Pfeifengraswiesen (*Carex echinata*, *Carex nigra*, *Carex flava*, *Trichophorum caespitosum*, *Potentilla erecta*, *Succisa pratensis*, ...), aber auch diverser nicht moortypischer Störungszeiger (Kapitel 6.2.7). Die Entwicklung erfolgte wohl wie auf anderen Eingriffsflächen mit offenen Torfböden (Kapitel 6.2.4).



Abb. 51: Transekt T52 im Erhebungsjahr 2014 (Foto: Georg Amann).

Die Torfwälle, die Torfüberdeckung der Holzspundwände, sind verhältnismäßig trockene Teillebensräume, die deutlich über den Moorwasserspiegel hinausreichen (siehe Kapitel 3.1). Auf den Dämmen dominieren meist Flatterbinse und Pfeifengras in wechselnden Anteilen. Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium palustre*) kommt bei einigen Dämmen auffällig zahlreich vor. Regelmäßig auftretende Störungszeiger sind Himbeere, seltener Brombeere, aber auch Gehölze, die eine Sukzession andeuten (Fichte, Tanne, Schwarzerle, Grauerle, Birke, Ohrweide). An den Gräben 3 und 4 im Bereich des Niedermoors waren diese Gehölze nur bis 2016 auffällig, denn ab Herbst 2016 werden die Flächen jedes Jahr gemäht. Hauptsächlich bei den Dämmen mit lehmiger Torfbeimischung

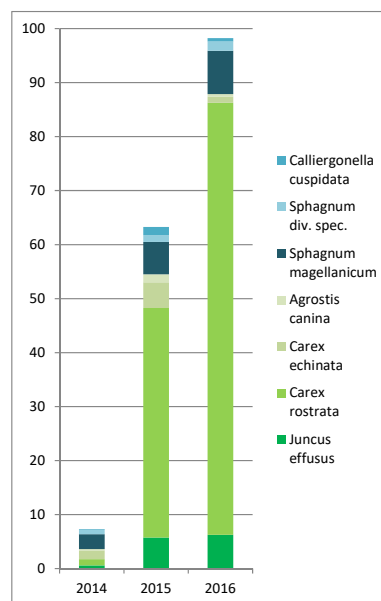


Abb. 52: Zunahme der Vegetationsbedeckung zwischen 2014, dem Jahr nach der Renaturierung, und 2016 in Transekt T52 (Störfäche eines Grabenstaus, Tümpelrand). Dargestellt sind nur die häufigsten Arten.

(Stau 5.5 bis 5.7) stellten sich in größerem Umfang Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*) und Echtes Johanniskraut (*Hypericum perforatum*) ein, aber auch das Amerikanische Weidenröschen (*Epilobium ciliatum*), sodass hier der Eindruck einer Schlagflurvegetation entstand (Abb. 55).

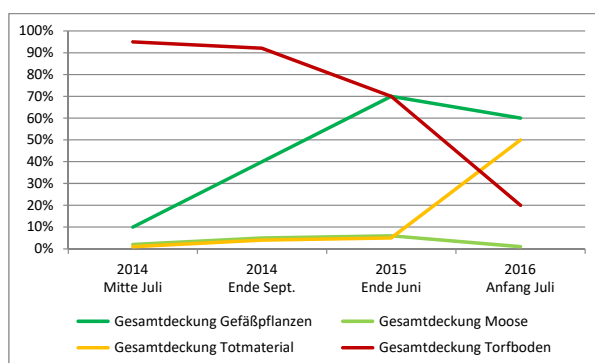


Abb. 53: Entwicklung der Bodenbedeckung in Probestfläche PF 8 (Tümpelrand).

		STET PF8 29.09.2014 40 % Deckung	STET PF8 10.07.2016 60 % Deckung
Süß- & Sauergräser	<i>Juncus effusus</i>	84 %	100 %
	<i>Carex rostrata</i>	68 %	76 %
	<i>Juncus alpino-articulatus</i>	8 %	8 %
	<i>Carex echinata</i>	16 %	28 %
	<i>Carex nigra</i>	12 %	20 %
	<i>Carex flava</i>	-	20 %
	<i>Molinia caerulea</i>	12 %	12 %
Kräuter & Stauden	<i>Cirsium palustre</i>	-	12 %
	<i>Potentilla erecta</i>	-	4 %
	<i>Aulacomnium palustre</i>	16 %	12 %
Moose	<i>Sphagnum</i> sp.	12 %	4 %
	<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	-	8 %
	<i>Hypnum pratense</i>	-	4 %

Tab. 17: Ergebnisse der Frequenzanalyse für die Arten in Probestfläche 8 (Tümpelrand). Bei einer Vegetationsbedeckung von bereits 40% erreichen *Juncus effusus* und *Carex rostrata* am Ende der ersten Vegetationssaison nach den Maßnahmen auch schon sehr hohe Stetigkeitswerte. Bis 2016 verdichtet sich die Vegetation weiter (Zunahme der Vegetationsbedeckung und der Stetigkeit), die Moose erreichen aber keine hohen Deckungswerte.

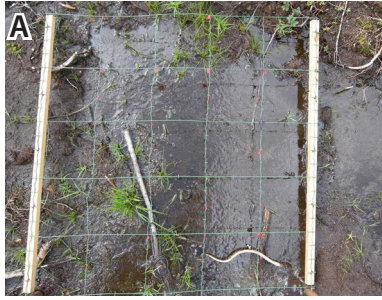


Abb. 54: Entwicklung der Bodenbedeckung in Probefläche PF 8 (Tümpelrand). Bereits in der ersten Vegetationsperiode nach der Renaturierung nahm die Bodenbedeckung sehr schnell zu; (A) 14.7.2014 und (B) 29.9.2014 (Fotos: Georg Amann).

Abb. 55 (unten): Schlagflurvegetation mit Johanniskraut und Himbeere auf den Torfüberdeckungen der Spundwände an den teilweise lehmigen Tümpeln des Grabens 5; 29.7.2019 (Foto: Georg Amann).

6.2.7 Störungspflanzen und Neophyten im renaturierten Hochmoor

Störungszeiger und Neophyten tauchten im Bereich des Hochmoors nach der Renaturierung auf verschiedenen Kleinstandorten und in unterschiedlicher Häufigkeit auf. Nur einige wenige Arten waren auffällig und konnten sich zumindest in den ersten Jahren nach Renaturierung etablieren (Tab. 18) Selten und nur vorübergehend aufgetretene Störungszeiger sind: *Agrostis capillaris*, *Agrostis stolonifera*, *Ajuga reptans*, *Carex sylvatica*, *Cirsium arvense*, *Lotus corniculatus*, *Luzula sieberi*, *Myosotis palustris*, *Ranunculus acris*, *Ranunculus flammula*, *Rumex* spp., *Poa annua*, *Sambucus racemosa*, *Trifolium repens*, *Tussilago farfara*.



6.2.8 Vegetationsveränderungen in der Niedermoor-Pfeifengraswiese nach der Wiederaufnahme der Mahd

Die westliche Niedermoor-Pfeifengraswiese war vor der Wiederaufnahme der Streuenutzung im Herbst 2016 stark bultig und mit Fichten und gepflanzten Erlen bestanden. Auf der offenen Fläche dominierte Pfeifengras (*Molinia caerulea*), zwischen dem Altgrasfilz hielten sich aber noch Pflanzen der früheren Pfeifengraswiese (Tab. 19). Nach der Mahd nahm der Deckungsgrad des Pfeifengrases ab und es konnten sich die kleinen Sauergräser der Niedermoore wie Rasenbinse (*Trichophorum caespitosum*) und Davallsegge (*Carex davalliana*), ebenso kleine Kräuter wie Blutwurz (*Potentilla erecta*), aber auch höhere Stauden wie

Art	Häufigkeit	Schwerpunkte des Auftretens / Bemerkungen
<i>Abies alba</i>	häufig	als Jungpflanzen im Spirken-Moorwald, sich immer noch ansiedelnd, im Zuge von Pflegemaßnahmen ausgerissen
<i>Agrostis canina</i>	stellenweise etabliert	Pionier auf offenem nassem Torfboden, besonders der Tümpel
<i>Epilobium ciliatum</i>	stellenweise etabliert	Torfdämme, offener Torfboden potentiell invasiver Neophyt
<i>Caltha palustris</i>	stellenweise etabliert	Tümpelrand, Pflanzen aus Bestand des ehemaligen Grabens Nährstoffzeiger
<i>Juncus effusus</i>	dominierend etabliert	offener Torfboden, Tümpelrand Pionier der wie aus dem Nichts massenhaft erscheint
<i>Juncus articulatus</i>	stellenweise etabliert	Pionier auf nassen Torfböden, besonders auf lehmigen Torfböden der Tümpel (Tümpelrand)
<i>Juncus alpino-articulatus</i>	selten etabliert	Pionier ähnlich Glieder-Binse Tümpelrand
<i>Molinia caerulea</i>	dominierend etabliert	insgesamt Zunahme der Bodenbedeckung, im Spirken-Moorwald durch Entfernung des Fichtenjungwuchses gefördert, auch im offenen Bereich jetzt häufiger, hat sich besonders auf offenen, nicht zu nassen Torfböden gemeinsam mit Flatter-Binse angesiedelt
<i>Picea abies</i>	häufig	als Jungpflanzen im Spirken-Moorwald immer noch häufig, sich auch neu ansiedelnd, im Zuge von Pflegemaßnahmen ausgerissen
<i>Scirpus sylvaticus</i>	stellenweise etabliert	Tümpelrand, nur wenige Tümpel Nährstoffzeiger
<i>Solidago gigantea</i>	selten beständig?	2018 bei einer Exkursion entdeckt, ist ausgerissen worden Nährstoffzeiger, potentiell invasiver Neophyt
<i>Typha</i> sp. (<i>T. shuttleworthii</i>)	stellenweise beständig?	in wenigen Tümpeln, ursprünglich im Gebiet nicht bekannt Nährstoffzeiger
<i>Rubus idaeus</i>	stellenweise etabliert	besonders im Bereich der Dämme und anderen Störfächen zunehmend, teilweise bei Pflegemaßnahmen bekämpft

Tab. 18: Häufigere oder auffällige Störungszeiger im Hochmoor nach der Renaturierung.

Abb. 56: Das Pfeifengras konnte von der Auflichtung des Spirken-Moorwaldes insgesamt profitieren; 27.06.2018.

der Rosetten bildende Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*) besser entfalten. Insgesamt wurden auf den kleinen Probeflächen (16 bis 20 Gefäßpflanzenarten auf 4 m²) aus dem Jahr 2019 ähnliche Artenzahlen erreicht wie auf der großen Probefläche (20 Gefäßpflanzenarten auf 100 m²) aus dem Jahr 2011.

Die östliche Niedermoor-Pfeifengraswiese, die Übergänge zur Hochmoorvegetation aufweist, war trotz langem Brachliegen noch kaum mit Gehölzen bewachsen. Zudem war die Fläche noch reich an Pflanzenarten der Niedermoore und Pfeifengraswiesen und stellenweise auch mit Arten der Hochmoore ausgestattet. Die Fläche war und ist in ihrer Artenausstattung sehr heterogen (Tab. 20). Vor der Mahd war der Artenreichtum auch auf großen Flächen teilweise sehr niedrig (11 Gefäßpflanzenarten auf 100 m²), konnte aber stellenweise durchaus höher ausfallen (27 Gefäßpflanzenarten auf 25 m²). Insgesamt wurden auf allen Probeflächen mit in Summe 175 m² Fläche 42 Gefäßpflanzenarten dokumentiert. Nach der Mahd war der Artenreichtum auf den kleinen Probeflächen mäßig hoch (12-20 Gefäßpflanzenarten auf 4 m²), insgesamt wurden nun 47 Gefäßpflanzenarten auf allen Probeflächen mit zusammen etwa 50 m² Fläche dokumentiert. Kleine Sauergräser der Niedermoore wie Rasenbinse (*Trichophorum caespitosum*), Hirsensegge (*Carex panicea*) und Davallsegge (*Carex davalliana*), kleine Kräuter wie Blutwurz (*Potentilla erecta*) und Studentenröschen (*Parnassia palustris*) sowie auch Stauden wie Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*) erreichten hohe Stetigkeit und teilweise auch hohe Deckungswerte.

Tab. 19: Vegetationsaufnahmen vor und nach der Wiederaufnahme der Mahd in der westlichen Niedermoor-Pfeifengraswiese.



		2011 7	2019 N 8	2019 N 7
	Deckung Krautschicht	100	100	100
	Deckung Moosschicht	5	5	60
	Größe Probefläche	100m ²	4m ²	4m ²
	Artenzahl Gräser und Krautige	20	16	20
	Artenzahl Moose	7	4	10
Verjüngung Gehölze	<i>Picea abies</i>	3	-	-
	<i>Alnus glutinosa</i>	2	-	-
	<i>Alnus incana</i>	3	-	-
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	-	(+)
Süß- und Sauergräser	<i>Molinia caerulea</i>	5	2	2
	<i>Agrostis capillaris</i>	1	1	1
	<i>Carex flava</i> s. l.	+	+	+
	<i>Trichophorum caespitosum</i>	+	4	2
	<i>Carex davalliana</i>	-	2	+
	<i>Carex panicea</i>	-	+	-
	<i>Juncus alpino-articulatus</i>	-	-	+
	<i>Luzula multiflora</i>	+	-	+
	<i>Carex echinata</i>	+	-	3
	<i>Carex nigra</i>	-	-	+
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	-	+	-
	<i>Juncus effusus</i>	1	-	-
Kräuter und Stauden	<i>Brachypodium pinnatum</i>	+	-	-
	<i>Potentilla erecta</i>	1	2	2
	<i>Succisa pratensis</i>	1	2	2
	<i>Galium boreale</i>	1	1	+
	<i>Gentiana asclepiadea</i>	1	+	-
	<i>Serratula tinctoria</i>	-	+	+
	<i>Ranunculus nemorosus</i>	-	r	r
	<i>Betonica officinalis</i>	-	-	+
	<i>Crepis paludosa</i>	-	-	+
	<i>Mentha arvensis</i>	-	-	+
	<i>Valeriana dioica</i>	+	-	2
	<i>Angelica sylvestris</i>	+	-	r
	<i>Astrantia major</i>	+	r	-
	<i>Cirsium palustre</i>	+	-	-
	<i>Gentiana pneumonanthe</i>	+	-	-
	<i>Alchemilla</i> sp.	+	-	-
	<i>Veratrum album</i>	+	-	-
Schachtelhalme	<i>Equisetum sylvaticum</i>	1	+	-
	<i>Equisetum palustre</i>	-	+	+
Moosschicht	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	+	1	3
	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	+	1	+
	<i>Hylocomium splendens</i>	-	+	+
	<i>Pleurozium schreberi</i>	-	+	-
	<i>Atrichum undulatum</i>	-	-	+
	<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	-	-	+
	<i>Calliergonella cuspidata</i>	-	-	2
	<i>Climacium dendroides</i>	1	-	1
	<i>Hypnum pratense</i>	+	-	+
	<i>Plagiomnium ellipticum</i>	+	-	+
	<i>Thuidium assimile</i>	+	-	+
	<i>Cirriphyllum piliferum</i>	+	-	-

		2011 10	2011 36b	2011 36a2	2011 36a1	2013 PF3	STET 2011	2019 N 2	2018 N 1	2019 N 3	2019 N 4	2018 N 2	2019 N 1	2019 N 5	2019 N 6	STET 2018/19
	Deckung Krautschicht	90						90	80	95	100	90	100	100	100	
	Deckung Moosschicht	60						40	50	5	10	5	30	10	80	
	Größe Probestfläche	100 m²	25 m²	25 m²	25 m²	1 m²		4 m²	16 m²	4 m²	4 m²	16 m²	4 m²	4 m²	4 m²	
	Artenzahl Gräser und Krautige	11	18	27	25	11	42	15	17	19	13	17	12	17	20	47
	Artenzahl Moose	5	?	?	?	2		6	6	6	7	3	8	13	8	21
Süß- und Sauergräser	<i>Molinia caerulea</i>	3	1	3	5	V	100%	3	3	3	3	3	4	3	4	100%
	<i>Danthonia decumbens</i>	-	-	1	-	r	40%	-	-	-	-	-	+	-	-	13%
	<i>Agrostis capillaris</i>	-	-	+	-	-	20%	-	+	-	-	1	-	-	-	25%
	<i>Briza media</i>	-	-	r	+	-	40%	-	-	-	-	-	-	+	-	13%
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	13%
	<i>Trichophorum caespitosum</i>	2	5	2	-	V	80%	4	3	4	3	3	3	3	2	100%
	<i>Carex panicea</i>	-	+	1	+	-	60%	1	+	1	+	-	+	+	+	88%
	<i>Carex davalliana</i>	-	+	+	-	-	40%	+	+	+	+	-	-	+	+	75%
	<i>Carex hostiana</i>	-	-	+	-	-	20%	-	-	-	+	-	-	-	-	13%
	<i>Trichophorum alpinum</i>	-	1	-	-	-	20%	-	-	-	1	-	-	-	-	13%
	<i>Rhynchospora alba</i>	-	+	-	-	-	20%	-	-	1	-	-	-	-	-	13%
	<i>Eriophorum angustifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	13%
	<i>Eriophorum latifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	13%
	<i>Carex flava</i> s. l.	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	1	25%
	<i>Carex rostrata</i>	2	+	+	+	I	100%	+	+	+	-	-	-	-	-	38%
	<i>Carex pulicaris</i>	-	+	1	+	-	60%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Carex echinata</i>	-	+	+	-	-	40%	-	-	+	-	-	+	1	-	38%
	<i>Carex nigra</i>	-	-	-	+	-	20%	-	-	-	-	+	-	-	-	13%
	<i>Agrostis canina</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	13%
	<i>Carex ferruginea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	13%
	<i>Agrostis gigantea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	13%
	<i>Juncus articulatus</i>	-	-	+	-	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Luzula sieberi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	13%
Schachtelhalme Zwergsträucher Kräuter und Stauden	<i>Equisetum palustre</i>	-	+	1	1	-	60%	r	r	+	-	+	-	-	+	63%
	<i>Vaccinium oxycoccus</i>	+	-	-	-	-	20%	-	-	r	-	-	-	-	-	13%
	<i>Potentilla erecta</i>	1	+	1	1	II	100%	2	1	2	1	1	2	2	2	100%
	<i>Linum catharticum</i>	-	+	-	-	-	20%	-	-	-	-	+	-	-	-	13%
	<i>Succisa pratensis</i>	1	+	+	1	-	80%	2	+	+	-	+	1	+	r	88%
	<i>Serratula tinctoria</i>	-	-	+	+	+	60%	-	+	-	+	+	+	+	-	63%
	<i>Galium boreale</i>	+	-	1	1	I	80%	-	+	-	+	-	1	2	2	63%
	<i>Gentiana asclepiadea</i>	+	1	1	1	+	100%	-	+	-	+	+	+	+	+	63%
	<i>Gentiana pneumonanthe</i>	+	-	+	r	-	60%	r	-	-	-	r	-	+	-	38%
	<i>Cirsium palustre</i>	-	-	+	+	+	60%	r	r	-	r	+	+	+	+	88%
	<i>Centaurea jacea</i>	-	-	+	+	-	40%	-	-	-	-	-	-	-	r	13%
	<i>Lathyrus pratensis</i>	-	-	-	+	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	+	13%
	<i>Betonica officinalis</i>	-	-	-	+	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Gymnadenia conopsea</i>	+	-	-	-	-	20%	-	r	-	-	-	-	-	-	13%
	<i>Dactylorhiza maculata</i>	-	+	+	+	-	60%	r	-	-	-	+	-	-	-	25%
	<i>Parnassia palustris</i>	-	1	r	+	-	60%	+	-	1	+	+	-	+	+	75%
	<i>Valeriana dioica</i>	-	-	-	1	-	20%	r	-	-	-	-	-	-	+	25%
	<i>Tofieldia calyculata</i>	-	-	+	-	-	20%	-	-	r	-	+	-	-	-	25%
	<i>Primula farinosa</i>	-	1	-	-	r	40%	-	+	+	-	+	-	+	-	50%
	<i>Pinguicula vulgaris</i>	-	+	-	-	-	20%	-	-	+	-	-	-	-	-	13%
	<i>Drosera rotundifolia</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	38%
	<i>Angelica sylvestris</i>	-	-	+	1	-	40%	-	-	-	-	-	-	-	+	13%
	<i>Crepis paludosa</i>	-	-	-	+	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lotus corniculatus</i>	-	-	-	+	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	-	-	-	+	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Veratrum album</i>	-	-	-	+	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Leontodon hispidus</i>	-	-	+	-	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Trollius europaeus</i>	-	-	+	-	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Astrantia major</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	25%
	<i>Scorzonera humilis</i>	-	-	-	-	r	-	-	+	-	-	+	-	-	-	25%
	<i>Prunella vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	13%
	<i>Sanguisorba officinalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	13%
	<i>Vicia cracca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	13%
Verjüngung Gehölze	<i>Picea abies</i>	-	+	1	+	-	60%	+	-	-	+	-	-	+	-	38%
	<i>Alnus glutinosa</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Alnus incana</i>	+	-	+	-	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moosschicht	<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	+	-	-	-	20%	-	-	-	-	-	-	+	-	13%
	<i>Campylopus stellatus</i>	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	r	1	1	100%
	<i>Scorpidium cossonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	2	25%
	<i>Fissidens adianthoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	r	+	-	50%
	<i>Hypnum pratense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	+	-	+	2	50%
	<i>Dicranum bonjeanii</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	38%
	<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	13%
	<i>Sphagnum magellanicum</i>	2	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	13%
	<i>Sphagnum centrale</i>	2	-	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-	+	-	25%
	<i>Sphagnum capillifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	13%
	<i>Sphagnum subsecundum</i>	2	-	-	-	-	-	-	1	+	-	+	-	-	-	13%
	<i>Aulacomnium palustre</i>	+	-	-	-	-	-	2	+	+	+	-	+	1	-	75%
	<i>Pleurozium schreberi</i>	-	-	-	-	I	-	1	-	+	1	-	1	1	-	63%
	<i>Hylocomium splendens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	+	-	25%
	<i>Polytrichum commune</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	13%
	<i>Climacium dendroides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	1	38%
	<i>Calliergonella cuspidata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	25%
	<i>Plagiommium ellipticum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2	25%
	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	25%
	<i>Thuidium assimile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	13%
	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	+	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	2	-	-	13%
	<i>Atrichum undulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	13%

Tab. 20: Vegetationsaufnahmen vor und nach der Wiederaufnahme der Mahd in der östlichen Niedermoor-Pfeifengraswiese.



Abb. 57: Pfeifengraswiese im Götzner Moos östlich des Hochmoors; 17.08.2019 (Foto: Georg Amann).



Abb. 58: Lungen-Enzian im Götzner Moos; 29.07.2019 (Foto: Georg Amann).

Ergänzende Beobachtungen zeigten, dass konkurrenzschwache Arten wie Mehl-Primel (*Primula farinosa*) und Rundblättriger Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) auffällig verbreitet und häufig waren, besonders auf den durch die Mahd wieder mehrfach vorhandenen offenen Bodenstellen. In der Mooschicht fanden sich auf den kleinen Probeflächen 3 bis 13 Arten. Das zarte *Campyllum stellatum* der basenreichen Niedermoore hatte sich überall entfaltet, auffällig zahlreich waren auch andere Arten der Niedermoore wie das Wiesen-Schlafmoos (*Hypnum pratense*), stellenweise waren aber auch wie bereits vor der Mahd Torfmoosdecken vorhanden (*Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum centrale*, *Sphagnum subsecundum*, *Sphagnum capillifolium*), die bultartigen Ansätze gingen aber durch die Mahd verloren.

6.2.9 Entwicklung der Population des Lungen-Enzians in der Niedermoor-Pfeifengraswiese

Der Lungen-Enzian (*Gentiana pneumonanthe*) ist Bestandteil der Niedermoor-Pfeifengraswiese östlich des Spirken-Hochmoors. Er hielt sich hier trotz des langen Brachestadiums. In den Jahren unmittelbar vor der Wiederaufnahme der Mahd lag der maximale Blühbestand des Lungen-Enzians bei 75 Individuen (2016). Mit

der Wiederaufnahme der Mahd im Herbst 2016 schien zunächst eine Schwächung des Bestandes erfolgt zu sein, denn der Blühbestand erreichte im Sommer 2017 nur mehr 43 Individuen und etliche Pflanzen waren auffällig klein. Das war offenbar nur ein vorübergehender Einbruch, denn bereits im letzten Erhebungsjahr 2019 konnte mit 100 ermittelten blühenden Pflanzen der bislang höchste Populationswert erreicht werden. Zur Vollblüte gelangte der Lungen-Enzian meist Mitte August, nur in den Jahren 2015 und 2018 mit sehr warmem und trockenem Frühsommer schon Ende Juli.

6.3 Ergebnisse Fauna

6.3.1 Libellen

Im Untersuchungszeitraum 2014-2019 konnten insgesamt 15 Libellenarten im Götzner Moor nachgewiesen wer-

den, darunter drei Moorarten (Tab. 22). Sechs Arten (*Aeshna juncea*, *Somatochlora arctica*, *Aeshna cyanea*, *Libellula quadrimaculata*, *Pyrrhosoma nymphula* und *Libellula depressa*) haben sich in diesem Zeitraum wenigstens in einem Jahr an den neu entstandenen Kleingewässern nachweislich fortgepflanzt (Exuvienfunde, frisch geschlüpfte Imagines). Für die Braune Mosaikjungfer (*Aeshna grandis*) ist dies ebenfalls anzunehmen (Eiablage). Der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) dürften dagegen die Quellbäche der näheren Umgebung als Fortpflanzungsgewässer dienen. Für alle anderen Arten gibt es keine Indizien für Bodenständigkeit. Vor Durchführung der Renaturierungsmaßnahmen konnten von uns auf vier Begehungen im Sommer 2011 und 2013 lediglich drei Libellen-Arten im Gebiet nachgewiesen werden: Die

Jahr	Zähltermin	Bestand blühend	Bemerkungen
2014	18. August	mind. 32 Ind.	-
2015	31. Juli	65 Ind.	Bestand bereits in Vollblüte
2016	16. August	75 Ind.	Am 28. Juli beginnende Blühphase Viele auffällig klein!
2017	15. August	43 Ind.	Einige noch nicht aufgeblüht
2018	17. August	?	Alle schon verblüht, Zählung daher ausgefallen
2019	17. August	100 Ind.	127 Blühtriebe, am 28. Juli beginnende Blühphase

Tab. 21: Ergebnisse der Zählungen des Bestandes des Lungen-Enzian auf der Pfeifengras-Niedermoorwiese im Götzner Moos.

Torf-Mosaikjungfer (*Aeshna juncea*), die Braune Mosaikjungfer (*Aeshna grandis*) und die Große Heidelibelle (*Sympetrum striolatum*). Hinweise auf Bodenständigkeit gab es bei keiner der genannten Arten.

Nach dem Aufstau der ehemaligen Entwässerungsgräben im Herbst 2013 stellte sich im Frühsommer 2014 als erste Art der Vierfleck (*Libellula quadrimaculata*) an den neu entstandenen Kleingewässern ein. Er war von 2014 bis 2018 mit einer Abundanz von zu- meist 20-25 Individuen im Juni die häufigste Libelle im Götzner Moor und pflanzte sich den ganzen Unter- suchungszeitraum über im Gebiet fort (Abb. 59, 60 D); die ersten vier Exuvien- funde gelangen bereits 2015 (Abb. 61), was auf eine einjährige Larvalentwick- lung schließen lässt. Insgesamt wur- den 115 Exuvien gesammelt (Abb. 62); die jahreszeitlich frühesten Exuvien- funde stammen vom 26.05.2017 (5 Ex.) und vom 27.05.2018 (32 Ex.).

Auch die Frühe Adonislibelle (*Pyr- rhosoma nymphula*) konnte ab 2014 an den neuen Tümpeln im Götzner Moor beobachtet werden. Mit dem Vordrin- gen der Schnabelsegge (*Carex rostra- ta*) in die Kleingewässer im Zuge der natürlichen Sukzession nahmen ihre Abundanzen von Jahr zu Jahr stetig zu (Abb. 59, 60 F). 2019 war sie die mit Ab- stand häufigste Libellenart im Gebiet. Die Art pflanzte sich ab 2016, mögli- cherweise bereits seit 2015 im Gebiet

Artnamen wissenschaftlich	Artnamen deutsch	RL	Hfgk	Bemerkung
A Moorarten				
<i>Aeshna juncea</i>	Torf-Mosaikjungfer		++	max. 8-10 ♂ und 1-2 ♀ 2017 sowie 6 ♂ und 5 ♀ 2019; Fortpflanzung seit 2014
<i>Somatochlora arctica</i>	Arktische Smaragdlibelle	3	+	Einzelnachweise 2014 und 2016; 2018 ein ♀, Eiablage; am 19.06.2019 ein Exuvienfund
<i>Coenagrion hastulatum</i>	Speer-Azurjungfer	2	+	2 ♂ am 17.07.2014
B Moortolerante Arten				
<i>Aeshna cyanea</i>	Blaugrüne Mosaikjungfer		+++	max. ca. 16 ♂, 4 ♀ 2016; Fortpflanzung seit 2014
<i>Libellula quadrimaculata</i>	Vierfleck		+++	max. ~25 Ind. 2016, 20-25 Ind. 2019, ~20 Ind. 2018; Fortpflanzung seit 2014
<i>Pyrhosoma nymphula</i>	Frühe Adonislibelle		+++	max. 40-50 Ind. 2019; Fortpflanzung seit 2015 oder 2016
C Moorfremde Arten				
<i>Sympecma fusca</i>	Gemeine Winterlibelle	3	+	1 ♀ am 18.07.2017
<i>Coenagrion puella</i>	Hufeisen-Azurjungfer		+	2 ♂ am 17.07.2014, 1 ♂ am 25.06.2015 und 26.05.2017
<i>Aeshna grandis</i>	Braune Mosaikjungfer		+	max. ca. 20 Ind. am 25.07.2013; 2014 bis 2019 nur wenige Ind.; Eiablage 2017 und 2018
<i>Anax imperator</i>	Große Königslibelle		+	Einzelnachweise 2015 bis 2018
<i>Cordulegaster bidentata</i>	Gestreifte Quelljungfer	2	+	Einzelnachweis am 26.06.2017, Paarungsrad am 16.08.2018
<i>Somatochlora metallica</i>	Glänzende Smaragdlibelle		+	Einzelnachweise 2016 bis 2018
<i>Libellula depressa</i>	Plattbauch		++	max. 2-3 ♂ und 5 ♀ 2015; Fortpflanzung nur 2015 und 2016
<i>Sympetrum striolatum</i>	Große Heidelibelle		+	Einzelnachweise 2013 und 2015
<i>Sympetrum vulgatum</i>	Gemeine Heidelibelle		+	Einzelnachweise 2015 bis 2017

Tab. 22: 2011-2019 im Götzner Moor nachgewiesene Libellenarten; bodenständige Arten fett gedruckt; Einteilung in Moorarten, moortolerante und moorfremde Arten nach WESTERMANN (2016a); RL: Gefährdung nach HOSTETTLER (2001): 3 = gefährdet; 2 = stark gefährdet; Häufigkeitsklassen (Hfgk): + = 1-3 Ind., ++ = 4-10 Ind., +++ = 11-30 Ind.

fort. Exuvienfunde liegen bei dieser Kleinlibelle nicht vor.

Die Blaugrüne Mosaikjungfer (*Aeshna cyanea*) und die Torf-Mosaikjungfer waren im Hochsommer ab Ende Juli/ Anfang August die dominierenden Li- bellenarten im Untersuchungsgebiet. Dabei war *Aeshna juncea* etwas häu- figer als *Aeshna cyanea*, die lediglich im Spätsommer 2016 sowie im August 2019 höhere Abundanzen aufwies

als *Aeshna juncea* (Abb. 59, 60 A, 60 C). Beide Arten konnten schon 2014 bei der Eiablage an den neu entstande- nen Tümpeln beobachtet werden. Von *Aeshna cyanea* gelang bereits 2015 der erste Exuvienfund (Abb. 61), was auf eine einjährige Larvalentwicklung schließen lässt. Mit 127 Exuvien dürfte die Blaugrüne Mosaikjungfer die Art mit der höchsten Emergenz im Un- tersuchungszeitraum gewesen sein (Abb. 62). Von der Torf-Mosaikjungfer konnten nur 25 Exuvien gesammelt werden (Abb. 62); der jahreszeitlich frü- heste Fund stammt vom 27.05.2018. Die Braune Mosaikjungfer trat im Götz- ner Moor in den Jahren 2014 bis 2019 dagegen nur in geringen Abundanzen und meistens in den Randbereichen des Gebietes auf (Abb. 59, 60 B). 2017 und 2018 konnten Weibchen bei der Eiablage beobachtet werden, Exuvien- funde gelangen jedoch nicht. Der Plattbauch (*Libellula depressa*) konnte 2014 bis 2017 im Götzner Moor in geringen Individuenzahlen beob- achtet werden, nur 2015 flogen bis zu 8 Imagines im Gebiet (Abb. 59, 60 E).

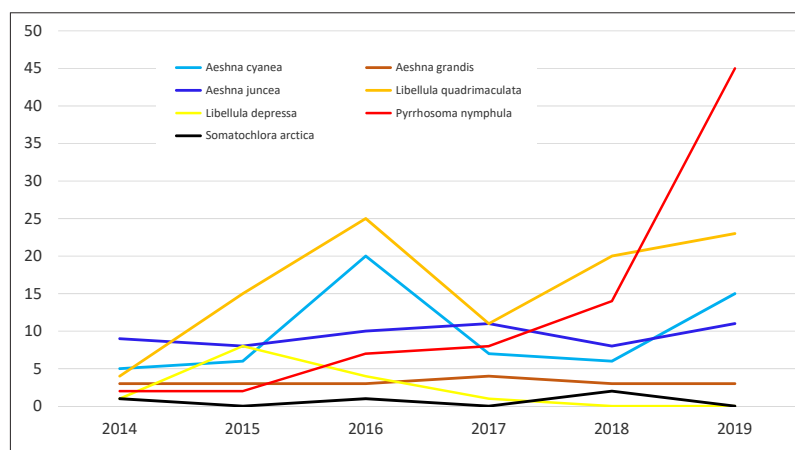


Abb. 59: Geschätzte maximal beobachtete Anzahl der häufigsten Arten in den Jahren 2014 bis 2019.

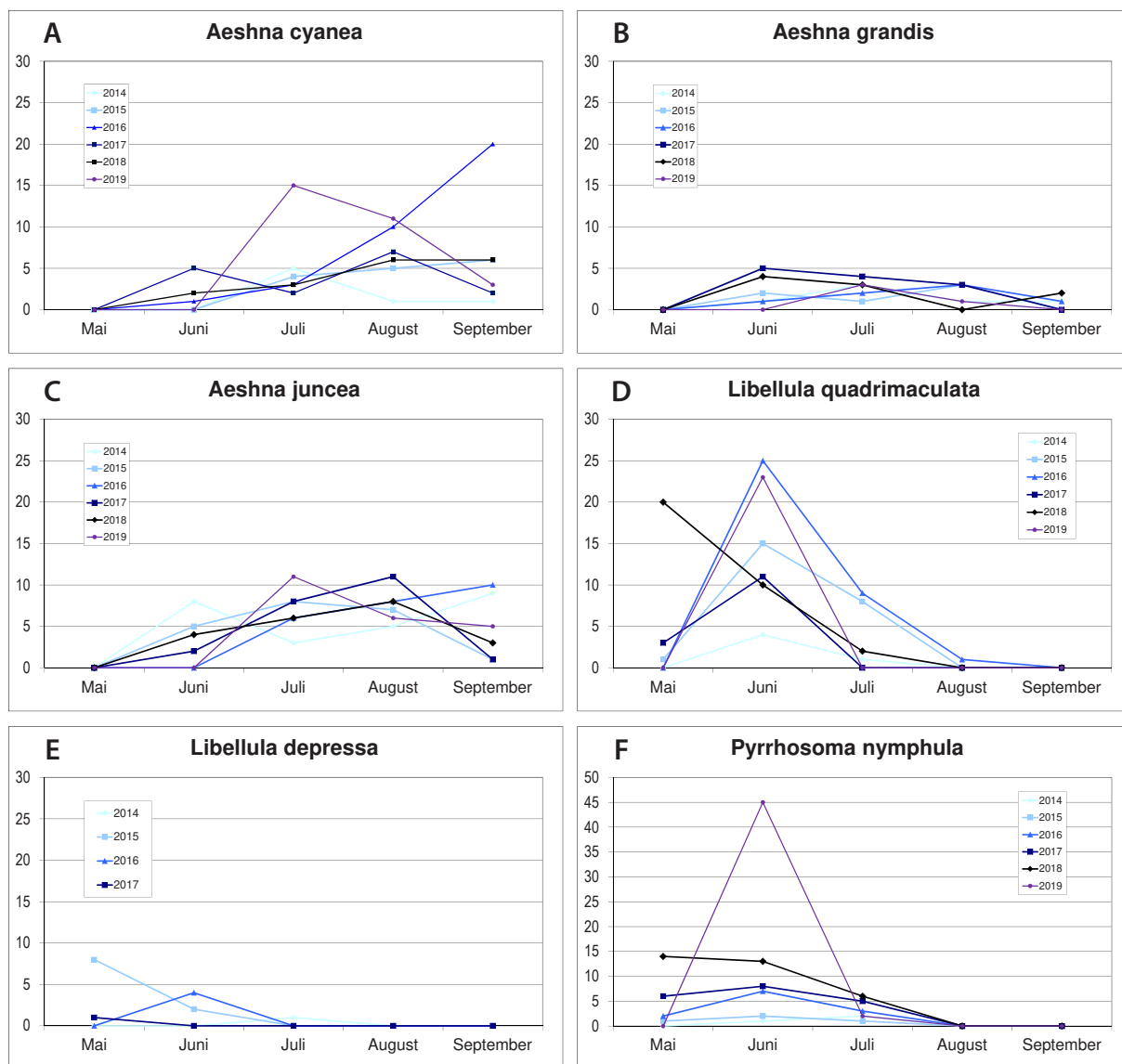


Abb. 60: Geschätzte Anzahl von maximal beobachteten Libellen-Imagines. 2016 erfolgte die »Mai-Begehung« erst am 6. Juni, und 2019 erfolgte die »Juli-Begehung« erst am 5. August.

(A) Blaugrüne Mosaikjungfer (*Aeshna cyanea*); (B) Braune Mosaikjungfer (*Aeshna grandis*); (C) Torf-Mosaikjungfer (*Aeshna juncea*); (D) Vierfleck (*Libellula quadrimaculata*); (E) Plattbauch (*Libellula depressa*); (F) Frühe Adonislibelle (*Pyrrhosoma nymphula*).

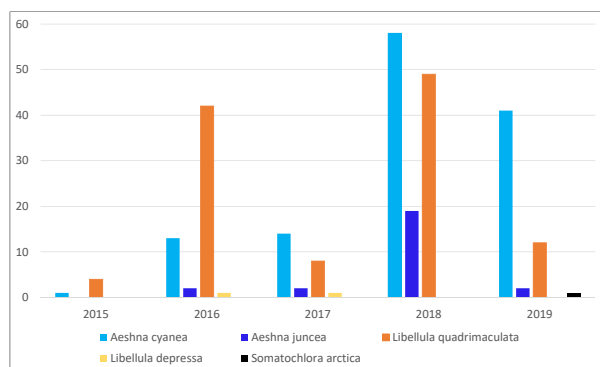


Abb. 61: Exuvienfunde 2015-2019; die auffallend spärlichen Exuvienfunde 2017 sind möglicherweise auf den sehr kalten Jänner 2017 zurückzuführen, die hohe Anzahl an Exuvien 2018 auf die geringen Niederschläge im Sommer 2018.

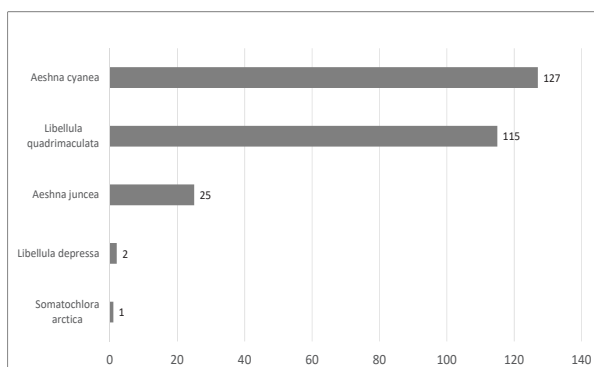


Abb. 62: Summe aller im Untersuchungszeitraum gefundenen Exuvien.

Die Art konnte 2015 bei der Eiablage beobachtet werden, 2016 gelang der Nachweis einer frisch geschlüpften Imago. Insgesamt liegen zwei Exuvienfunde aus den Jahren 2016 und 2017 vor (Abb. 61, 62), der jahreszeitlich früheste Fund stammt vom 26.05.2017. Von der Arktischen Smaragdlibelle (*Somatochlora arctica*) liegen fast nur Einzelnachweise vor. 2018 konnte ein Weibchen beobachtet werden, das während der Eiablage von einem Männchen bewacht wurde. Der Fund einer Exuvie an einem dystrophen Moortümpel am 19.06.2019 deutet daraufhin, dass die Art die neu geschaffenen Tümpel im Gebiet schon seit 2017 zur Eiablage genutzt hat, da ihre Larven eine zwei- bis dreijährige Entwicklungszeit haben.

6.3.2 Tagfalter

Im Gebiet konnten im Untersuchungszeitraum 2013-2019 insgesamt 41 Tagfalter-Arten nachgewiesen werden; davon dürften 18 Arten im Götzner Moor bodenständig sein, elf weitere Arten pflanzen sich vermutlich im direkten Umfeld des Untersuchungsgebietes fort (Tab. 23). Unter den bodenständigen Arten sind mit dem Baum-Weißling (*Aporia crataegi*) und dem Mädesüß-Perlmutterfalter (*Brenthis ino*) zwei Arten, die in Vorarlberg als gefährdet gelten. Der Feurige Perlmutterfalter (*Argynnis adippe*), der Braunfleckige Perlmutterfalter (*Boloria selene*), der Baldrian-Schneckenfalter (*Melitaea diamina*) und der Schachbrettfalter (*Melanargia galathea*) stehen auf der Vorwarnliste der gefährdeten Arten. Großer Schillerfalter (*Apatura iris*) und Trauermantel (*Nymphalis antiopa*), die als stark gefährdet bzw. gefährdet eingestuft sind, dürften in der näheren Umgebung des Götzner Moors bodenständig sein. Unter den im Götzner Moor nachgewiesenen Tagfalterarten dominieren Arten aufgelichteter Wälder, Arten der offenen Graslandbiotope, mageren Bergwiesen, Säume, Schneisen und Lichtungen sowie Arten der Gebüsch- und Saumgesellschaften (Abb. 63).

Artname wissenschaftlich	Artname deutsch	RL	Bstgk	Bemerkungen
<i>Carterocephalus palaemon</i>	Gelbwürliger Dickkopffalter		+	Einzelnachweise 2015 und 2018
<i>Ochlodes sylvanus</i>	Rostfarbiger Dickkopffalter		+	Einzelnachweise 2014-2019
<i>Papilio machaon</i>	Schwalbenschwanz	NT		Einzelnachweise 2017 und 2019
<i>Leptidea sinapis</i> -Komplex	Weißling		(+)	Einzelnachweise 2016-2019
<i>Colias palaeno</i>	Hochmoor-Gelbling	CR/NT		Einzelnachweis am 15.08.2017, kein Fotobeleag
<i>Colias hyale</i>	Weißklee-Gelbling			Einzelnachweis 2018; auf Wanderung
<i>Gonepteryx rhamni</i>	Zitronenfalter		+	max. 4 Ind., 2015-2019
<i>Aporia crataegi</i>	Baum-Weißling	VU	+	max. 4-5 Ind., 2014-2019
<i>Pieris brassicae</i>	Großer Kohlweißling			Einzelnachweise 2015, 2017 und 2018; auf Wanderung
<i>Pieris rapae</i>	Kleiner Kohlweißling			2018-2019; auf Wanderung
<i>Pieris napi</i>	Grünader-Weißling			2016-2017; auf Wanderung
<i>Anthocharis cardamines</i>	Aurorafalter		(+)	max. 10 Ind., 2015; 2017-2019
<i>Cupido minimus</i>	Zwerg-Bläuling			Einzelnachweis 2014; zugeflogen
<i>Polyommatus semiargus</i>	Rotklee-Bläuling			Einzelnachweis 2014; zugeflogen
<i>Argynnis paphia</i>	Kaisermantel		+	max. 25-30 Ind., 2011, 2014-2019
<i>Argynnis aglaja</i>	Großer Perlmutterfalter	NT	(+)	Einzelnachweise 2014-2016
<i>Argynnis adippe</i>	Feuriger Perlmutterfalter	NT	+	max. 5-6 Ind., 2014-2019
<i>Brenthis ino</i>	Mädesüß-Perlmutterfalter	VU	+	max. 10-20 Ind.; 2013-2019
<i>Boloria selene</i>	Braunfleckiger Perlmutterfalter	NT	+	Einzelnachweise 2015 und 2018
<i>Boloria euphrosyne</i>	Silberfleck-Perlmutterfalter		+	max. 3-5 Ind.; 2014; 2016; 2018; 2019
<i>Boloria thore</i>	Alpen-Perlmutterfalter	NT	(+)	Einzelnachweis am 25.6.15
<i>Boloria titania</i>	Natterwurz-Perlmutterfalter		+	max. 4-5 Ind.; 2014, 2016-2019
<i>Boloria dia</i>	Magergras-Perlmutterfalter	EN		26.08.2015; 24.05.2019; zugeflogen
<i>Vanessa atalanta</i>	Admiral			2015-2016, 2018-2019; auf Wanderung
<i>Vanessa cardui</i>	Distelfalter			2015, 2017, 2019; auf Wanderung; Massenwanderung am 19.06.2019 in westliche Richtung: 100-120 Ind. in knapp 4 h
<i>Aglaia io</i>	Tagpfauenauge		(+)	max. 3-4 Ind., 2015-2018
<i>Aglaia urticae</i>	Kleiner Fuchs			Einzelnachweise 2015, 2018, 2019
<i>Nymphalis antiopa</i>	Trauermantel	VU	(+)	Einzelnachweise 21.05.2014; 11.09.2018; 24.05.2019
<i>Nymphalis c-album</i>	C-Falter		(+)	Einzelnachweise 2013-2015, 2017-2019
<i>Melitaea diamina</i>	Baldrian-Schneckenfalter	NT	+	3 Ind. am 30.06.2018
<i>Limenitis camilla</i>	Kleiner Eisvogel	NT	(+)	max. 2-3 Ind., 18.07., 08.08.2016; 19.07.2018
<i>Apatura iris</i>	Großer Schillerfalter	EN	(+)	Einzelnachweise 17.08.2013, 31.07.2015, 18.07.2017
<i>Pararge aegeria</i>	Waldbrettspiel		+	max. 10-12 Ind., 2014-2015; 2017-2019
<i>Lasiommata maera</i>	Braunaug		(+)	Einzelnachweise 2014
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Kleines Wiesenvöglein		+	Einzelnachweise 2016, 2018, 2019
<i>Aphantopus hyperantus</i>	Schornsteinfeger		+	max. 2-3 Ind., 2015-2019
<i>Maniola jurtina</i>	Großes Ochsenauge		+	Einzelnachweise 2011, 2014-2017, 2019
<i>Erebia ligea</i>	Weißbindiger Mohrenfalter		+	bis zu 30 Ind., 2011, 2013-2019
<i>Erebia aethiops</i>	Graubindiger Mohrenfalter		+	Einzelnachweise 31.07.2015; 18.07.2017, 15.08.2017
<i>Erebia cf. medusa</i>	Rundaugen-Mohrenfalter	NT	(+)	Einzelnachweise 28.05.2015 und 27.05.2018
<i>Melanargia galathea</i>	Schachbrettfalter	NT	+	max. 2 Ind., 2015-2017, 2019

Tab. 23: 2011-2019 im Götzner Moor nachgewiesene Tagfalterarten in systematischer Reihenfolge; RL = Rote Liste nach Huemer (2001): CR = critically endangered, EN = endangered, NT = near threatened, VU = vulnerable; Bstgk = Bodenständigkeit: + = Bodenständigkeit im Gebiet nachgewiesen bzw. anzunehmen, (+) = im Umfeld anzunehmen; Nomenklatur folgt SETTELE et al. (2009).

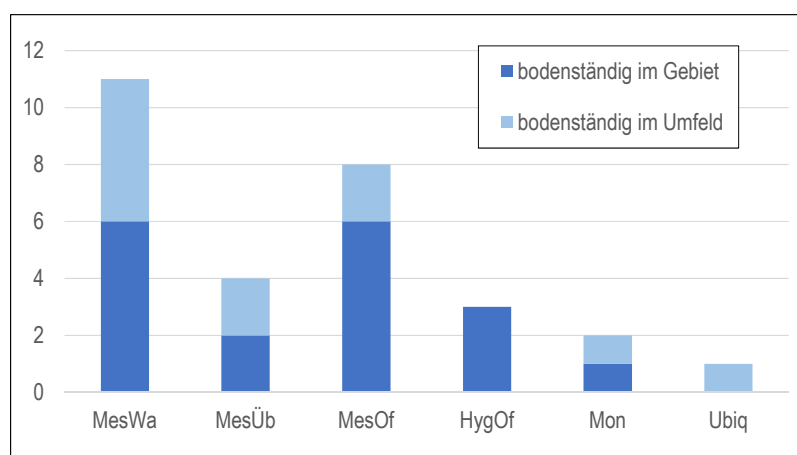


Abb. 63: Anzahl nachgewiesener Arten verschiedener ökologischer Gilden (nach HUEMER 2001): MesWa = mesophile Waldart, MesÜb = Art mesophiler Übergangsbereiche, MesOf = mesophile Offenlandsart, HygOf = hygrophile Art, Mon = montane Art, Ubiqu = Ubiquist.

Mit *Brenthis ino*, *Boloria selene* und *Melitaea diamina* sind auch drei typische Arten der Feuchtwiesen und Sümpfe vertreten, mit dem Alpen- und dem Natterwurz-Perlmutterfalter (*Boloria thore* und *Boloria titania*) zwei montane Arten. Typische Hochmoorarten (tyrphobionte bzw. tyrphophile Arten, vgl. HUEMER 2007) sind im Götzner Moor dagegen nicht bodenständig. Der Einzelnachweis eines Hochmoor-Gelblings (*Colias palaeno*) am 15.08.2017 betraf ein vagabundierendes Individuum.

7 Diskussion: Erfolge und Grenzen

7.1 Wasserstand

Die auffällige Abhängigkeit der kurz- und mittelfristigen Wasserstandsschwankungen vom Niederschlag verwundert nicht, da der Niederschlag die einzige Wasserquelle für Regenmoore wie das Götzner Moor ist. Besonders gravierend wirkte sich die extrem trocken-warme Witterung im Hitzesommer 2018 auf den Wasserhaushalt im Hochmoor aus: Die sommerlichen Niederschlagssummen waren ungewöhnlich niedrig, während die Verdunstung (Evapotranspiration) gleichzeitig sehr hoch war.

Die kleinräumige Variabilität der gemessenen Grundwasserflurabstände an den einzelnen Pegeln dürfte u. a. mit der wasserstauenden Lehmschicht zusammenhängen, die dem Torfkörper unterlagert ist (vgl. BECHTOLD & TIEMEYER 2015). Außerdem ist davon auszugehen, dass die Bestandsverdunstung an den einzelnen Pegelstandorten unterschiedlich stark ist. Während die Wasserstände in einem naturnahen Moor vergleichsweise stabil sind, nehmen die Schwankungen mit zunehmender Störung des Wasserhaushalts durch die voranschreitende Torfmineralisation und die damit veränderten hydraulischen Bodeneigenschaften weiter zu (vgl. BECHTOLD &

TIEMEYER 2015). Die kurze Messperiode im Herbst 2013 reicht für einen qualifizierten Vergleich der hydrologischen Situation vor und nach den Renaturierungsmaßnahmen im Götzner Moos nicht aus. Nach der Renaturierung lagen die gemessenen Pegelwerte (mit Ausnahme des Wertes von -43 cm am 19.07.2018 an Pegel 7) zwar selbst im Hitzesommer 2018 innerhalb des Schwankungsbereichs von 15 bis 40 cm unter Flur, den DIERSSEN & DIERSSEN (2001) für die mittleren Wasserstände von nicht entwässerten torfmoosreichen offenen Moorweiten während der Vegetationsperiode angeben. Für eine erfolgreiche großflächige Wiedervernässung dürften die festgestellten Schwankungen aber dennoch zu stark sein. So besteht nach EIGNER (2003) das Hauptproblem bei Wiedervernässungsmaßnahmen darin, den Anstau über das gesamte Jahr konstant zu halten. Auch GROSVERNIER & STAUBLI (2009) betonen, dass ein permanent oberflächennaher Grundwasserstand der wesentliche Faktor bei der Wiederherstellung von günstigen Bedingungen für die charakteristische Flora und Fauna eines Hochmoors ist. Aufgrund der schwachen, zum Rand hin stärkeren Geländeneigung im Götzner Moor waren der Renaturierung allerdings von vornherein Grenzen gesetzt, eine vollständige Regeneration ist unter diesen Bedingungen kaum erreichbar (GROSVERNIER & STAUBLI 2009).

Erschwerend kamen die ungünstigen Witterungsbedingungen im Untersuchungszeitraum mit längeren Hitze- bzw. Trockenperioden insbesondere in den Jahren 2015, 2018 und 2019 hinzu.

7.2 Vegetation

Wie erfolgreich waren nun die Maßnahmen in Bezug auf die Vegetationsentwicklung? Im Folgenden soll dies unter dem Idealziel einer sich regenerierenden Torf bildenden Hochmoorvegetation sowie dem realistischen Ansatz der Erhaltung hochmoor-

typischer Arten und Vegetationstypen beleuchtet werden. Zu bedenken ist hierbei der sehr kurze Betrachtungszeitraum von sechs Jahren, das sind gerade einmal 1 % der gesamten Hochmoorvergangenheit des Moores und etwa 0,25 % der gesamten überlieferten Moorvergangenheit (vgl. KRAL 1993). Generell wurden Vegetationsveränderungen auf den eingerichteten Probeflächen gut angezeigt, die Entwicklungen verliefen aber nicht immer gleichsinnig.

- Im Spannungsfeld von offenem Hochmoor und Moorwald
Torfbildung in einem Hochmoor ist zu erwarten, wenn ein Wachstumskomplex vorhanden ist, der durch eine charakteristische Artenkombination gekennzeichnet ist: ein hochdeckender Torfmoosrasen mit *Sphagnum magellanicum* und *Sphagnum rubellum*, eingeflochtenen niedrigen Zwergsträuchern wie *Vaccinium oxycoccus* und *Andromeda polifolia* sowie eingesprengten Schlenken mit *Sphagnum cuspidatum* (vgl. SCHRÖCK & PÖSTINGER 2018: 14-16, 32-34). Offene Hochmoorinseln waren im Götzner Moos vor den Maßnahmen noch vorhanden, doch nirgends zeigten diese das Erscheinungsbild eines Wachstumskomplexes eines lebenden Hochmoores. Vielmehr waren die Flächen stark verheidet, die kniehohe Zwergstrauchschicht untrügliches Zeichen für Stillstand des Torfwachstums. Eine hohe Dominanz von Torfmoosen ist darüber hinaus keine hinreichende Bedingung für Torfbildung. Die Torfmoose im Hochmoor im Götzner Moos weisen in vielen Bereichen auf einen Moorwald als Klimax-Vegetation hin: *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum angustifolium*, *Sphagnum capillifolium*, *Sphagnum russowii*, *Sphagnum girgensohnii*. Das im Götzner Moos stellenweise heute noch dominierende *Sphagnum magellanicum* ist keineswegs auf sauer oligotrophe Regenmoore (Hochmoore) beschränkt, sondern zeigt auch Schwerpunkte in sauer-oligotrophen

Niedermooren und selbst in Moorwäldern, so auch im Spirken-Moorwald des Götzner Mooses. *Sphagnum russowii* und *Sphagnum girgensohnii* können als Charakterarten der Moorwälder angesehen werden, neben zerstreuten Vorkommen im Moor haben sie sich neben anderen Torfmoosen spontan auch an Tümpelrändern angesiedelt.

- Von der kurzen Vergangenheit des Hochmoors

Der Übergang vom Niedermoor zum Hochmoor erfolgte nach KRAL (1993) im Götzner Moos vor nicht viel mehr als 500 Jahren, etwa zu einer Zeit, als das Gebiet großflächig gerodet wurde und für die Weidenutzung zugänglich gemacht wurde. Eine anthropogene Entstehung des Hochmoors ist demnach nicht auszuschließen. Klimatische Gründe sind aber ebenso denkbar, zumal damals die Wende von der mittelalterlichen Warmzeit zur neuzeitlichen Kleinen Eiszeit erfolgte. Vor dem Hochmoor-Stadium dürften im Götzner Moos schon sauer-oligotrophe Bedingungen in einem teilweise von Gehölzen bestandenen Moor bestanden haben, denn nach KRAL (1993) finden sich in den Torfschichten der vorangehenden 2000 Jahre neben Makroresten von Seggen auch Scheidiges Wollgras und vereinzelt Torfmoose sowie Hinweise auf Gehölze. Im Detail liegt die Entstehungsgeschichte dieses Moores aber heute leider noch weitgehend im Dunkeln.

- Mineralbodenwasserzeiger im Hochmoor

Flächig auftretende Mineralbodenwasserzeiger im Hochmoor zeigen, dass keine rein ombrotrophen Bedingungen herrschen, die Vegetation wird also zumindest teilweise von Mineralbodenwasser ernährt. Ein Mineralbodenwasserzeiger, der im Götzner Moos im Bereich des Hochmoors sehr verbreitet auftritt, ist die Schnabelsegge (*Carex rostrata*). SCHRÖCK & PÖSTINGER (2018: 9) weisen darauf hin, dass dies in ombrotrophen Hochmooren mögli-

cherweise besonders bei geringmächtigen Torfschichten beobachtet werden kann (»Pseudohochmoore«). Eine geringe Torfmächtigkeit von meist unter 2 Metern bis unter ½ Meter trifft für das Götzner Moos generell zu, sodass die Rhizome der Schnabelsegge die mineralischen Horizonte meist leicht erreichen sollten. Das beinahe flächig auftretende Pfeifengras (*Molinia caerulea*) steht wohl mit der oberflächlichen Torfmineralisierung in Zusammenhang und ist so typisch für viele degradierte Hochmoore.

- Die Spirke als zentrales Schutzgut

Die Spirke (*Pinus uncinata*) ist wichtiger Schutzinhalt im Götzner Moos und in anderen Spirken-Hochmooren in Vorarlberg. Allerdings muss man ihr Vorkommen in diesen durchwegs degenerierten Hochmooren heute differenziert betrachten. Einerseits gilt ihr Vorkommen in einigen Hochmooren Vorarlbergs als eine große Besonderheit, andererseits scheinen die heute dichten und hochwüchsigen Bestände auch Zeichen der tiefgreifenden Veränderung dieser Moor-Ökosysteme zu sein. So zeigen die Spirken im Götzner Moos allesamt die hoch- und schlankwüchsige Wuchsform der Moorwälder, und die starke Unterwanderung mit jungen Fichten vor den Renaturierungsmaßnahmen deutete auf eine Sukzession hin zum Fichten-Moorwald. Dieses verbreitete Phänomen des Eindringens der Fichte in Spirken-Moorwälder wurde bereits eingehend im Schwarzwald und im Schweizer Jura untersucht. Während sich die Spirke auf armen und nassen Torfen im zentralen Hochmoor durch langsames Wachstum und Langlebigkeit (bis 275 Jahre) auszeichnet, kommt es auf reicheren, entwässerten Torfen zu schnellem Wachstum und die Bäume werden weniger alt. Häufig gelingt es der Spirke zudem nicht, sich erfolgreich zu verjüngen. Die Etablierung gelingt ausnahmsweise auf konkurrenzarmen und gut besonnten Flächen (SCHMID & BOGENRIEDER 1998, SENGBUSCH 2002, FRELECHOUX et al. 2003).

Im Götzner Moos gibt es noch offene Hochmoor-Bereiche, die von jungen Spirken besetzt sind. Ihre Entwicklung sowie das Verjüngungsverhalten der Baumarten in den ausgelichteten Spirken-Beständen sollte im Auge behalten werden.

- Effekte der Auflichtung

Fast überall nahm durch die Auflichtung die Moosbeere (*Vaccinium oxycoccus*) zu. Sie konnte sich mit ihren bewurzelnden Ausläufern auch auf Störflächen mit offenem Torfboden ausbreiten. Demgegenüber konnte die Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*) ohne dieses Ausbreitungsvermögen nicht profitieren. Auch die Zunahme der Höhe (+ 10 cm) der Zwergstrauchschicht (*Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*) und ihr dichter Schluss auf einem Teil der Flächen dürfte auf die Öffnung des Lebensraumes zurückzuführen sein (einschließlich nun fehlender Wurzelkonkurrenz durch Fichten). Im Nahbereich von Grabenstaus konnte die Zwergstrauchschicht aber auch zurückgehen (- 10 cm), was zeigt, dass die Verheidung des Hochmoores auch aufgehalten werden kann. Generell profitierte das Pfeifengras (*Molinia caerulea*) von den Gehölzentnahmen, hauptsächlich dort, wo die Art bereits vorher vorhanden war. Die Entfernung des Fichten-Unterwuchses im Spirken-Moorwald förderte nicht nur die Entwicklung des Pfeifengrases sondern führte auch zum Erstarken bereits vorhandener Heidelbeersträuchlein (*Vaccinium myrtillus*), und führte auch in geringem Umfang zur Neuansiedlung von Gehölzen wie Fichten und Spirken.

- Zusammenhänge zwischen Pegelständen und Vegetation

Die Zusammenhänge der Vegetationsentwicklung mit den gemessenen Pegelständen waren plausibel. So entwickelte sich eine Probefläche (PF4), die mit günstigen Pegelständen assoziiert war (Pegel 4: Wasserstand bis 10/15 cm unter Flur, sinkt selbst im Extremsom-

mer 2018 kaum unter 20 cm), in allen Aspekten der Vegetationsentwicklung positiv (Zunahme von Magellan-Torfmoos, Rückgang der Zwergstrauchschicht). Anders verhielt es sich bei der benachbarten Probestfläche (PF5), die schon zu Beginn ungünstige Pegelstände hatte und stärker verheidet war (Pegel 5: Wasserstand 15/20 cm unter Flur, sinkt im Extremsommer 2018 unter 30 cm). Hier war die Entwicklung im Hinblick auf eine Hochmoorregeneration eindeutig negativ (Aussterben von Magellan-Torfmoos, Zunahme der Zwergstrauchschicht). Die Zunahme der Deckung von Pfeifengras (*Molinia caerulea*) im gesamten Hochmoor ist nicht nur eine Folge der Auflichtung, sondern widerspiegelt auch die deutlich schwankenden Grundwasserstände in der Vegetationsperiode in Abhängigkeit der Witterung (Niederschläge).

- Verheilung von Bodenwunden

Auf Eingriffsflächen mit offenen Torfböden wurden Bodenwunden schnell geschlossen. Innerhalb der ersten Vegetationsperiode nach den Maßnahmen zeichnete sich die rasante Sukzession ab und im zweiten Jahr konnten bereits 80 % der Fläche mit Pionier-Vegetation bedeckt sein. Die Sukzession verläuft oberflächlich betrachtet recht einheitlich: Flatter-Binse (*Juncus effusus*) und Pfeifengras (*Molinia caerulea*) kamen zur Dominanz, wobei erstere gegen Ende der Periode wieder rückläufig war, letztere bis zuletzt stetig an Deckung zugenommen hat. Auf dauernassen Flächen konnte Schnabelsegge (*Carex rostrata*) das Pfeifengras ersetzen. Kleine Reliefunterschiede auf kurze Distanz machten sich auch bei den Moosen bemerkbar, wobei sich Torfmoosrasen mit Magellan-Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*) lediglich auf den nasser Flächen gut etablieren konnten. Auf den fast unmerklich exponierteren Flächen stellten sich leicht Störzeiger ein, von denen Himbeere (*Rubus idaeus*) als Mineralisierungszeiger neben einzelnen sich ansiedelnden Gehölzen (Fichte,

Spirke, Ohrweide) am augenfälligsten war. Andere Störzeiger sind inzwischen aber auch wieder von selbst verschwunden.

- Entwicklung des Magellan-Torfmooses - Schlüsselorganismus im Hochmoor

Das für die Hochmoorentwicklung wichtige Magellan-Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*) verdient besondere Beachtung. Es gehört im Gegensatz zu vielen anderen Torfmoosen zu den wichtigsten Torfbildnern in Hochmooren. Das Magellan-Torfmoos zeigte nach den Maßnahmen je nach Standort unterschiedliches Verhalten. Auf Hochmoor-Flächen, die schon vor der Renaturierung offen waren und auf denen die Grundwasserstände benachbarter Pegel mit Ausnahme des Dürrejahres 2018 nicht wesentlich unter 10/15 cm fielen, blieb es eine dominierende Moosart oder konnte sogar etwas zulegen. Liegen die Wasserstände bereits bei mindestens 10/15 cm unter Flur und fallen in Trockenperioden auf 20/25 cm, so kann die Art bei schon ungünstigen Ausgangsbedingungen offenbar verschwinden. Im vom Fichten-Unterwuchs befreiten Spirken-Moorwald schien sich das bereits vorhandene Magellan-Torfmoos in diesen ersten sechs Jahren nicht ausgebreitet zu haben, aber auch sonst blieb die Gesamtdeckung der Mooschicht wenig verändert. Dabei standen immer noch unbewachsene Bodenstellen zur Verfügung. Auf den offenen Torfböden der Eingriffsbereiche hing das Gedeihen des Magellan-Torfmooses von im Gelände kaum wahrnehmbaren Niveauunterschieden ab. Auf etwas erhöht und trockener liegenden Bereichen konnte es sich kaum entfalten, während es sich auf feuchteren tiefer liegenden Flächen gut etablieren konnte und im sechsten Jahr (2019) bereits 40-70 % des Bodens bedeckte. Allerdings erreichte es in den Jahren davor hier noch nirgends Deckungswerte von mehr als 20 %. Die Tümpel der Grabenstaus waren ein weiterer Kleinstandort, an dem sich Magellan-

Torfmoos einstellte. Auch hier entfaltete es sich relativ spät in der Sukzession: Erst ab dem vierten Jahr nach den Maßnahmen (2017) waren besonders am Rand und in der Uferverlandung die schwellenden initialen Bulte und Decken zu finden.

- Gefährdete Arten

Das Spießblättrige Torfmoos (*Sphagnum cuspidatum*) hat mit der Schaffung von Tümpeln im Zuge der Grabenschließungen ganz bedeutend neuen Lebensraum dazugewonnen. Es war vor der Renaturierung auf wenige Stellen in Gräben und auf einem Trampelpfad durchs Moor beschränkt. Als Charakterart von Hochmoor-Schlenken, die durch Entwässerung vielfach verschwunden ist und heute teilweise auf sekundäre Habitats ausweichen muss, gilt es in Vorarlberg nach der aktuellen Roten Liste als stark gefährdet und ist damit die am stärksten gefährdete Moosart im Hochmoor (SCHRÖCK et al. 2013).

7.3 Fauna

7.3.1 Libellen

Von den im Zuge der Hochmoorrenaturierung im Götzner Moor entstandenen dystrophen und mesotrophen Kleingewässern haben in den ersten 5-6 Jahren vorwiegend häufige und in Vorarlberg weit verbreitete Libellenarten profitiert, darunter die Torf-Mosaikjungfer, die nach HOSTETTLER (2001) die häufigste Libellenart in Vorarlberg ist. Ihre enge Bindung an Moore gilt nur für Höhenlagen bis 1000-1200 m, in höheren Lagen besiedelt sie Kleingewässer aller Art (HOSTETTLER 2001; KUHN & BURBACH 1998).

Der Exuvienfund der Arktischen Smaragdlibelle lässt vermuten, dass die verlandenden Moortümpel für diese Art künftig eine größere Rolle als Larvalhabitat spielen könnten, da sie die Eier bevorzugt in sehr kleinen, oberflächlich mitunter austrocknenden Moorschlenken und -gräben ablegt (HOSTETTLER 2001; KUHN & BURBACH 1998; KARLE-FENDT & STADELMANN 2013).

Da es solche Habitate im Götzner Moor schon vor der Renaturierung gab, ist nicht auszuschließen, dass sich die Larven der Arktischen Smaragdlibelle hier bereits früher entwickeln konnten. Hostettler hat die Art im Juni 1996 jedenfalls als Imago im Gebiet angetroffen (Datensammlung der inatura). Im Untersuchungszeitraum gelangen an den natürlicherweise bereits vorhandenen Klein- und Kleinstschlenken sowie an den alten Gräben allerdings keine Exuvienfunde. Diese Kleinstgewässer dürften insbesondere in langen Trockenperioden, wie sie im Untersuchungszeitraum im Sommer 2015 und 2018 auftraten, als Fortpflanzungsgewässer für die Arktische Smaragdlibelle nicht mehr geeignet sein (vgl. WESTERMANN 2016b). Die neu geschaffenen Kleingewässer haben somit zur Neu- oder Wiederbesiedlung des Gebietes geführt.

Überraschend war der Nachweis von zwei Männchen der Speer-Azurjungfer (*Coenagrion hastulatum*) an den neu entstandenen Tümpeln bereits im ersten Sommer nach der Renaturierung. In den folgenden Jahren gelangen jedoch keine Beobachtungen mehr. Der Schwerpunkt dieser eurosibirischen Art liegt in Vorarlberg im Bergland in Höhenlagen von 1200-1700 m (HOSTETTLER 2001).

Neben der Dokumentation der Entwicklung der Libellenzönose in den ersten Jahren nach erfolgter Hochmoorrenaturierung gelangen eine Reihe von bemerkenswerten Nachweisen zur Höhenverbreitung einiger Arten: Nachweise der Glänzenden Smaragdlibelle (*Somatochlora metallica*) in der montanen Höhenstufe sind selten. Aus Vorarlberg lagen bislang lediglich Nachweise aus dem Fohramoos (1135-1150 m) vor (HOSTETTLER 2001; NIEDERER 2016). Auch in Bayern befinden sich die meisten Funde in Höhenlagen unter 1000 m (KUHN & BURBACH 1998).

Interessant sind auch die wiederholten Beobachtungen der Großen Heidelibelle im Götzner Moor in einer Höhenlage von 1100 m. Sie konnte

bislang fast ausschließlich im Rheintal und im Walgau nachgewiesen werden, die höchsten Fundorte in Vorarlberg lagen bislang im Bizauer Moos im Bregenzerwald auf 650 m (HOSTETTLER 2001) sowie am Schnifner Weiher auf 680 m, wo die Art auch bei der Eiablage beobachtet werden konnte (AMANN 2013); ausnahmsweise konnte ein vagabundierendes Individuum bei Zürs in über 1700 m Seehöhe beobachtet werden. In Bayern liegen die höchsten Fundorte der Art bei 1150 m (KUHN & BURBACH 1998).

Der Nachweis der in wärmebegünstigten Tieflagen verbreiteten Gemeinen Winterlibelle (*Sympecma fusca*) im Götzner Moor in 1100 m Höhe ist sehr ungewöhnlich. HOSTETTLER (2001) zufolge besiedelt die Art in Vorarlberg nur Höhenlagen zwischen 400 und 500 m im Rheintal und im Walgau und gilt dort als gefährdet. In Baden-Württemberg, wo die Art sich vereinzelt bis in 800 m Höhe fortpflanzt, führen STERNBERG & BUCHWALD (1999) Einzelfunde in noch größeren Höhen (bis 1000 m im Hochschwarzwald) auf vagabundierende Individuen zurück. Auch bei unserem Fund im Götzner Moor dürfte es sich um ein herumstreifendes Individuum gehandelt haben.

Die höchsten Nachweise des Plattbauchs (*Libellula depressa*) in Vorarlberg befinden sich auf 880 m Seehöhe

bei Möggers (HOSTETTLER 2001) und auf 1430 m Seehöhe an einer künstlichen Wasserstelle auf der Baumgartenalpe in Andelsbuch (FRIEBE 2014). Die Exuvienfunde und die Beobachtung einer frisch geschlüpften Imago im Götzner Moor sind die bislang höchstgelegenen sicheren Fortpflanzungsnachweise für diese Art in Vorarlberg (Abb. 64). Als Pionierart trat der Plattbauch an den neu entstandenen Kleingewässern im Götzner Moor allerdings nur in der Frühphase der Sukzession auf und konnte nach 2017 nicht mehr im Gebiet beobachtet werden. In Bayern gibt es vereinzelte Nachweise der Art aus Höhen bis 1050 m, die aber ebenfalls nicht dauerhaft besiedelt werden (KUHN & BURBACH 1998).

KARLE-FENDT & STADELMANN (2013) konnten in einer umfangreichen Untersuchung der Libellenzönose im 25 ha großen Felmer Moos bei Immenstadt (710 m Seehöhe; Oberallgäu, Bayern) zeigen, dass sich durch die Revitalisierung eines Hochmoors und die gezielte Erhaltung und Neugestaltung naturschutzfachlich wertvoller Sekundärlebensräume fast alle Libellenarten, die im Gebiet noch ein Besiedlungspotential haben, fördern lassen und sogar eine Neubesiedlung durch regional verschollene Arten möglich ist. Die systematischen Erfassungen im Felmer Moos begannen



Abb. 64: Ein frisch geschlüpftes Exemplar des Plattbauchs (*Libellula depressa*) – höchstgelegener Fortpflanzungsnachweis für Vorarlberg (Foto: Anne Puchta).

15 Jahre nach Beginn der Renaturierungsmaßnahmen 1986 und dauerten über einen Zeitraum von zwölf Jahren (2001-2012). Im Götzner Moor war in den ersten 5-6 Jahren nach erfolgter Renaturierung mit der Neuansiedlung anspruchsvoller Moorarten, wie z. B. Schwarzer Heidelibelle (*Sympetrum danae*) oder Kleiner Moosjungfer (*Leucorrhinia dubia*), aufgrund der Kleinflächigkeit des Gebietes, seiner isolierten Lage und der fortgeschrittenen Degradation des Torfkörpers nicht zu rechnen.

Dennoch könnte die weitere Beobachtung der Libellendynamik im Götzner Moor im Abstand von fünf Jahren spannend werden. Mit zunehmenden Sommertemperaturen und längerer Vegetationsperiode auch in höheren Lagen ist mittelfristig mit der Verschiebung der Höhengrenzen einzelner Arten zu rechnen. Dabei ist zu beachten, dass die Rheintalhänge aufgrund häufiger Föhnlagen im Vergleich zu anderen Gebieten gleicher Höhenlage, z. B. im Bregenzerwald oder im Allgäu, schon immer wärmebegünstigt waren. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die einjährige Larvalentwicklung von Vierfleck und Blaugrüner Mosaikjungfer im Götzner Moor 2014/15 sowie die frühe Emergenz von Vierfleck, Plattbauch und Torf-Mosaikjungfer bereits Ende Mai in den Jahren 2017 und 2018.

7.3.2 Tagfalter

Das eigentliche Hochmoor im Götzner Moor hat (bis jetzt) nur für wenige Tagfalterarten Bedeutung. Die einzige Art, die sich hier möglicherweise fortpflanzt, ist der Graubindige Mohrenfalter (*Erebia aethiops*), eine Art lichter, grasreicher Wälder, z. B. trockener Kiefernwälder, deren Raupen sich u. a. an Pfeifengras entwickeln (Bolz 2013). Die Auflichtung des Spirkenwalds ist dieser Art vermutlich direkt zugutegekommen.

Die Attraktivität des Gebietes für Tagfalter liegt in den an das Hochmoor angrenzenden blütenreichen Pfeifengraswiesen begründet. Neben den

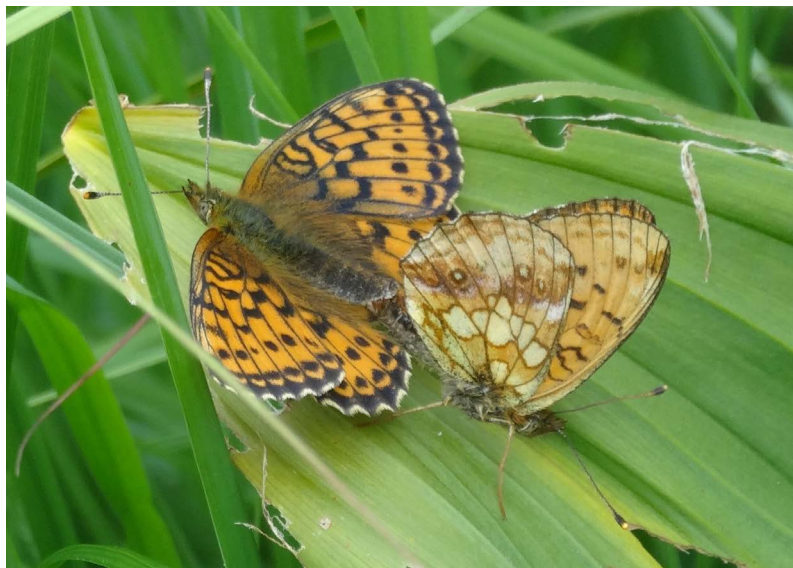


Abb. 65: Für Arten wie den Mädesüß-Perlmutterfalter (*Brenthis ino*) wäre der Erhalt kleiner Brachezellen in den gemähten Streuwiesen wichtig (Foto: Anne Puchta).

charakteristischen Arten dieses Lebensraums (*Brenthis ino*, *Boloria titania*, *Boloria selene*, *Melitaea diamina*), sind hier auch viele Arten der umgebenden Wälder bei der Nektarsuche anzutreffen. Von der Entbuschung der stark zugewachsenen Streuwiese im südwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes im Winter 2015/16 dürften die meisten Arten profitiert haben.

Durch die seit Herbst 2016 erfolgende Streuwiesenmähd wird sichergestellt, dass diese offenen Feuchtlebensräume langfristig erhalten bleiben und nicht mit Erlen und anderen Gehölzen zuwachsen. Arten, die ihre Eier an niederwüchsigen Pflanzen ablegen, könnten davon profitieren (z. B. der Baldrian-Schneckenfalter, für den im Götzner Moor ausschließlich der Kleine Baldrian *Valeriana dioica* als Wirtspflanze in Frage kommt). Allerdings sollten bei der Mähd in Zukunft kleinere Teilbereiche (ca. 20 % der Offenfläche) an jährlich wechselnden Stellen ausgespart werden, um Arten mit Brachepräferenz, wie z. B. den Mädesüß-Perlmutterfalter (Abb. 65), zu fördern (vgl. Beckmann et al. 2013).

8 Zusammenfassung und Ausblick

Das Götzner Moos, ein kleines Hochmoor mit Spirke (*Pinus uncinata*) am Vorarlberger Rheintalhang, zeigte insbesondere als Folge einer alten Grabenentwässerung Degradationserscheinungen (Verheidung, Einwanderung von Fichten). Um den Lebensraum des Hochmoors langfristig zu erhalten und bestenfalls das Torfwachstum wieder anzuregen, wurden 2013 Renaturierungsmaßnahmen (Einbau von Staus mit Holzspundwänden in Gräben, Entbuschung, Entfernung der Fichten) durchgeführt, wobei auch ein angrenzendes Niedermoor miteinbezogen wurde. Im Winter 2015/16 wurde ein weiteres angrenzendes Niedermoor entbuscht und ab Herbst 2016 erfolgte die jährliche Streuemähd der Niedermoore. Wie sich die Maßnahmen bewähren, sollte in einem Monitoring untersucht werden.

Mit überdurchschnittlich warmen und teilweise auch extrem trockenen Sommern im Berichtszeitraum 2013 bis 2019 waren die klimatischen Rahmenbedingungen für eine Moorregeneration sehr ungünstig. So lagen die Wasserstände in der Vegetationszeit

nach der Renaturierung meist bei 5-20 cm unter Flur, schwankten sehr stark in Abhängigkeit der Witterung und fielen in ausgesprochen trockenen Phasen auf 20-40 cm ab. Dabei ist ein permanent hoch anstehender Wasserstand für eine Hochmoorentwicklung mit Torfwachstum als idealer Zustand anzusehen.

In der Vegetation konnten in diesem kurzen Zeitraum des Monitorings zwischen 2013 bis 2019 verschiedene Entwicklungen beobachtet werden, die oft nicht gleichsinnig erfolgten:

Die Vegetationsentwicklung zeigte eine Abhängigkeit von feinen Reliefunterschieden und damit unterschiedlicher Bodenfeuchtigkeit. So konnten an kleinstandörtlich feuchteren (tieferen) Stellen positive Entwicklungen im Sinne einer Hochmoorregeneration festgestellt werden, etwa die Etablierung oder Zunahme von Magellan-Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*) oder ein Rückgang der Zwergstrauchschicht. Kleinstandörtlich trockenere (erhöhte) Bereiche verhielten sich oft gegenteilig und waren an offenen Bodenstellen auch anfällig für die Ansiedlung von Störungszeigern wie Himbeeren oder Gehölzen.

Durch die Auflichtung profitierten bestimmte Hochmoorarten wie die Ausläufer treibende Moosbeere (*Vaccinium oxycoccus*) sehr rasch, andere wie die Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*) blieben konstant, gleichzeitig nahm aber auch die Bedeckung durch Pfeifengras (*Molinia caerulea*) zu, das die wechselfeuchten Bedingungen sowie Mineralisierung des Torfbodens anzeigt. Auch die an manchen Stellen beobachtete Verdichtung sowie Zunahme der Vegetationshöhe der Zwergstrauchschicht dürfte auf die Entnahme von Gehölzen zurückzuführen sein.

In Spirken-Beständen, wo der Fichten-Jungwuchs entfernt wurde, blieben bis zuletzt Bodenstellen unbesiedelt, hier wurde das Potential einer Wiederbesiedlung durch Moose oder andere Pflanzen noch kaum ausgeschöpft. Die bei den Renaturierungsarbeiten

entstandenen offenen Torfböden bedeckten sich hingegen innerhalb der ersten Jahre mit einer dichten Vegetation, wobei als häufigste Pionierart die Flatter-Binse (*Juncus effusus*) aufgetreten ist, die mit zunehmender Sukzession nun wieder zurückgeht.

Ein neu entstandener Lebensraum sind die seichten, wenige m² großen Tümpel im Bereich der Grabenstaus. Als absolut dominierende Verlandungspflanze eroberte die Schnabelsegge (*Carex rostrata*) innerhalb von vier Jahren die Wasseroberfläche fast aller Tümpel. In einigen Tümpeln im Hochmoorbereich entwickelten sich sehr schnell Decken des gefährdeten und für Hochmoor-Schlenken typischen Spieß-Torfmooses (*Sphagnum cuspidatum*), während initiale Bulte von Torfmoosen mit Magellan-Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*) erst im vierten Jahr nach den Maßnahmen augenfällig wurden. Im Übergangsbereich zum Niedermoor waren die Tümpel und Tümpelränder weitgehend frei von Torfmoosen bzw. beherbergten teils seltene Arten basenreicher Niedermoores (z. B. *Sphagnum contortum*, *Hypnum pratense*).

Generell deuten die Vegetationsverhältnisse im Götzner Moos und die klimatischen Rahmenbedingungen derzeit großflächig auf einen Moorwald als Klimax-Vegetation hin. Die Spirke als zentrales Schutzgut im Götzner Moos passt hier gut dazu. Allerdings besteht ein labiles Gleichgewicht, das leicht in Richtung Fichten-Moorwald kippt. In diesem Zusammenhang sind die älteren Untersuchungen eines Torfprofils durch KRAL (1993) erwähnenswert, der die Entwicklung des Hochmoors aus einem gehölzbestandenen Niedermoor auf die Wende Mittelalter/Neuzeit und damit auf den Übergang von einer wärmeren Epoche (mittelalterliches Klimaoptimum) in eine kühlere Epoche (Kleine Eiszeit) ansetzt. Etwa gleichzeitig erfolgte die Rodung des Gebietes, was eine starke menschliche Komponente in der Moorvergangenheit und -entwicklung annehmen lässt.

Nach der Renaturierung konnten im Götzner Moor 15 Libellenarten nachgewiesen werden, von denen sich mindestens sechs Arten wenigstens in einem Jahr an den neu entstandenen Kleingewässern erfolgreich fortgepflanzt haben. Von 270 gesammelten Exuvien stammten 127 (47 %) von der Blaugrünen Mosaikjungfer (*Aeshna cyanea*) und 115 (43 %) vom Vierfleck (*Libellula quadrimaculata*); lediglich knapp 10 % aller Exuvienfunde sind den moortypischen Arten Torf-Mosaikjungfer (*Aeshna juncea*) (25 Exuvien) und Arktischer Smaragdlibelle (*Somatochlora arctica*) (1 Exuvie) zuzurechnen. Zwei Exuvienfunde des Plattbauchs (*Libellula depressa*) stellen den bisher höchsten Fortpflanzungsnachweis der Art in Vorarlberg dar. Von der Frühen Adonislibelle (*Pyrrhosoma nymphula*), die sich ebenfalls erfolgreich im Gebiet fortpflanzte, fehlen Exuvienfunde. Von den im Zuge der Hochmoorrenaturierung im Götzner Moor entstandenen dystrophen und mesotrophen Kleingewässern haben in den ersten 5-6 Jahren demnach vorwiegend häufige und in Vorarlberg weit verbreitete Libellenarten profitiert. Der Nachweis einer einjährigen Larvalentwicklung von Vierfleck und Blaugrüner Mosaikjungfer sowie die frühe Emergenz von Vierfleck, Plattbauch und Torf-Mosaikjungfer bereits Ende Mai sind als erste Anzeichen für eine klimatisch bedingte Veränderung der Libellen-Zönosen in montanen Höhenlagen zu werten.

Im Götzner Moor konnten 41 Tagfalter-Arten nachgewiesen werden; davon dürften 18 Arten im Gebiet bodenständig sein, elf weitere Arten pflanzen sich vermutlich im direkten Umfeld des Untersuchungsgebietes fort. Typische Hochmoorarten sind im Götzner Moor nicht bodenständig. Die Attraktivität des Gebietes für Tagfalter liegt in den an das Hochmoor angrenzenden blütenreichen Pfeifengraswiesen begründet. Durch die seit Herbst 2016 erfolgende Streuwiesenmahd wird sichergestellt, dass diese offenen Feuchtlebensräume langfristig erhal-

ten bleiben. Durch das Aussparen von kleineren ungemähten Teilbereichen an jährlich wechselnden Stellen kann die Pflege für Tagfalter optimiert werden.

Der Renaturierung des Götzner Moors waren aufgrund der Kleinflächigkeit des Gebietes, seiner stellenweise nur geringen Torfmächtigkeit, der zu den Rändern hin starken Geländeneigung und der fortgeschrittenen Degradation des Torfkörpers von vornherein enge Grenzen gesetzt. Eine Häufung längerer Hitze- und Trockenperioden im Untersuchungszeitraum erschwerten eine erfolgreiche Wiedervernässung zusätzlich. Vor diesem Hintergrund sind die ersten Ergebnisse durchaus positiv zu bewerten.

Kleinere Pflegemaßnahmen wie die Entnahme standortfremder Gehölze (Entbuschung von Schwarzerle, Fichte, Himbeere u.a.), der Einbau zusätzlicher, von Hand geschlagener Staubauten und die Optimierung der Streuwiesenmähd wie oben beschrieben sollten die bisher durchgeführten Maßnahmen in den nächsten Jahren ergänzen. Wünschenswert wäre außerdem die Etablierung einer automatischen Pegelmessung (automatische Wasserstandsmessung mittels Datenlogger).

Mit der vorliegenden detaillierten Erfassung der Vegetationsveränderungen in den ersten sechs Jahren nach erfolgter Renaturierung sowie der Dokumentation der Reaktion der Fauna (Libellen, Tagfalter) auf die durchgeführten Maßnahmen wurde eine gute Grundlage für ein längerfristiges Monitoring geschaffen, bei dem die Untersuchungen z.B. alle fünf Jahre wiederholt und dadurch auch langfristige Tendenzen und Entwicklungen aufgezeigt werden können. Nicht zuletzt im Hinblick auf die derzeitigen klimatischen Veränderungen könnte ein derartiges Monitoring spannend werden.

8 Dank

Die Renaturierung des Götzner Mooses wäre ohne unsere Umsetzungs- und Finanzierungspartner nicht möglich gewesen. Wir möchten uns herzlich bei der Agrargemeinschaft Götzis, der Firma Lässer in Hittisau, der Marktgemeinde Götzis, dem Land Vorarlberg und dem Naturschutzzentrum des Naturschutzbundes Österreich sowie bei der Europäischen Union und den Schweizer Kantonen für die Interreg-Fördermittel bedanken. Ein besonderer Dank gebührt auch der inatura Erlebnis Naturschau GmbH für die Finanzierung dieses Forschungsprojektes. Für die Erstellung der Karten bedanken wir uns bei Mag. Maria Aschauer vom Umweltbüro Grabher. Mag. Uli Hiermann hat wertvolle Tipps und Hinweise zur Auswertung der Tagfalter-Beobachtungen gegeben und einige Artbestimmungen anhand zugesandter Fotos überprüft. Von Mag. Agnes Steininger haben wir Unterstützung bei der Dateneingabe erhalten. Beiden gilt unser ausdrücklicher Dank. Dr. Georg Friebe danken wir schließlich für seine große Geduld, die kritische Durchsicht und die ansprechende Gestaltung dieser Publikation.

9 Literatur

AMANN, P. (2013): Die Libellen der Jagdberggemeinden. – In: Naturmonographie Jagdberggemeinden: 207-228; Dornbirn (inatura).

AMANN, G., BURTSCHER, B. & PUCHTA, A. (2014): Entwicklungskonzept für das Götzner Moos. – unveröffentlichter Bericht, Interreg-Projekt »Nachhaltiges Moormanagement«.

BECHTOLD, M. & TIEMEYER, B. (2015): Hydrologie. – In: TIEMEYER, B., BECHTOLD, M., BELTING, S., FREIBAUER, A., FÖRSTER, C., SCHUBERT, E., DETTMANN, U., FRANK, S., FUCHS, D., GELBRECHT, J., JEUTHER, B., LAGGNER, A., ROSINSKI, E., LEIBER-SAUHEITL, K., SACHTELEBEN, J., ZAK, D. & DRÖSLER, M. (Hrsg.) (2017): Moorschutz in Deutschland – Optimierung des

Moormanagements in Hinblick auf den Schutz der Biodiversität und der Ökosystemleistungen. Bewertungsinstrumente und Erhebung von Indikatoren. BfN Skripten, 462: 319 S. (172-193); Bonn (Bundesamt für Naturschutz).

BECKMANN, A., MERKEL-WALLNER, G. & BRÄU, M. (2013): Mädesüß-Perlmutterfalter *Brenthis ino* (Rottensburg, 1775). – In: BRÄU, M., BOLZ, R., KOLBECK, H., NUNNER, A., VOITH, J. & WOLF, W. (Hrsg.): Tagfalter in Bayern. 784 S. (341-343); Stuttgart (Ulmer).

BELLMANN, H. (1993): Libellen beobachten – bestimmen. – 274 S.; Augsburg (Naturbuch Verlag).

BERNRIEDER, M. (2003): Renaturierung von land- und forstwirtschaftlich genutzten Hoch- und Übergangsmoorflächen. – Laufener Seminarbeiträge, 1/03: 121-146.

BOLZ, R. (2013): Graubindiger Mohrenfalter *Erebia aethiops* (Esper, 1777). – In: BRÄU, M., BOLZ, R., KOLBECK, H., NUNNER, A., VOITH, J. & WOLF, W. (Hrsg.): Tagfalter in Bayern. 784 S. (501-503); Stuttgart (Ulmer).

BRAUN, W. & SIUDA, C. (2003): Auswirkungen des Gewässer-Anstaus in einem verheideten Hochmoor nach acht Jahren (Weidfilz, NSG Osterseen im Landkreis Weilheim-Schongau). – Laufener Seminarbeiträge, 1/03: 171-186.

BURTSCHER, B. (1997): Biotopausstattung im Naturschutzgebiet Hohe Kugel-Hoher Freschen-Mellental (Vorarlberg). Teil II. – Diplomarbeit Universität Innsbruck, 220 S.

DIERSEN, K. & DIERSEN, B. (2001): Moore. – 230 S.; Stuttgart (Ulmer).

EIGNER, J. (2003): Möglichkeiten und Grenzen der Renaturierung von Hochmooren. – Laufener Seminarbeiträge, 1/03: 23-36.

FRELÉCHOUX, F., BUTTLER, A., GILLET, F., GOBAT, J.-M. & SCHWEINGRUBER, F.H. (2003): Succession from bog pine (*Pinus uncinata* var. *rotundata*) to Norway spruce (*Picea abies*) stands in relation to anthropic factors in Les Saignolis bog, Jura Mountains, Switzerland. – Annals of Forest Science, 60: 347-356.

FRIEBE, J.G. (2014): Libellen-Beobachtungen (Einzelfunde) aus Vorarlberg (Odonata / Österreich – Austria occ.). – inatura - Forschung online, 9: 13 S.

- GROSVERNIER, Ph. & STAUBLI, P. (Hrsg.) (2009): Regeneration von Hochmooren. Grundlagen und technische Massnahmen. – Umwelt-Vollzug, 0918: 96 S.; Bern (Bundesamt für Umwelt).
- HEIDEMANN, H. & SEIDENBUSCH, R. (2002): Die Libellenlarven Deutschlands. Handbuch für Exuviansammler. – Die Tierwelt Deutschlands, 72: 328 S.; Keltern (Goecke & Evers).
- HOSTETTLER, K. (2001): Libellen (Odonata) in Vorarlberg (Österreich). – Vorarlberger Naturschau, 9: 9-134.
- HUEMER, P. (2001): Rote Liste gefährdeter Schmetterlinge Vorarlbergs. – Rote Listen Vorarlbergs, 1: 112 S. & 1 CD-ROM, Dornbirn (Vorarlberger Naturschau).
- HUEMER, P. (2007): Biodiversität von Schmetterlingen (Lepidoptera) in Hochmooren Vorarlbergs am Beispiel des Natura 2000-Gebietes Fohramoos (Dornbirn – Schwarzenberg, Vorarlberg, Österreich). – Vorarlberger Naturschau, 20: 9-58.
- KARLE-FENDT, A. & STADELMANN, H. (2013): Entwicklung der Libellenfauna eines regenerierenden Hochmoores nach Renaturierungsmaßnahmen (Odonata). – Libellula, 32 (1/2): 1-30.
- KRAL, F. (1993): Zum Aufbau von Fichten-Tannen-Buchenwäldern im jüngeren Postglazial (Bregenzerwald und Obersteiermark). – Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich, 130: 171-188.
- KUHN, K. & BURBACH, K. (Hrsg.) (1998): Libellen in Bayern. – 336 S.; Stuttgart (Ulmer).
- NIEDERER, W. (2016): Libellen (Insecta: Odonata) im Natura-2000-Gebiet Fohramoos (Vorarlberg, Österreich). – inatura - Forschung online, 26: 5 S.
- SCHMID, J. & BOGENRIEDER, A. (1998): Spirken-Moorwälder im Schwarzwald. Das Steerenmoos bei Faulenfürst (Gemeinde Schluchsee). – Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, N.F. 17: 29-58.
- SCHRÖCK, CH. & PÖSTINGER, M. (2018): Charakterisierung und Bewertung der Hochmoorlebensraumtypen gemäß FFH-Richtlinie. Version 2. – Mitteilungen der IG Moorschutz, 1: 36 S.
- SCHRÖCK, CH., KÖCKINGER, H., AMANN, G. & ZECHMEISTER, H. (2013): Rote Liste gefährdeter Moose Vorarlbergs. – Rote Listen Vorarlbergs, 8: 236 S.; Dornbirn (inatura).
- VON SENGBUSCH, P. (2002): Untersuchungen zur Ökologie von *Pinus rotundata* (Moor-Kiefer) im Südschwarzwald. – Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Fakultät für Biologie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg: 151 S.
- SETTELE, J., STEINER, R., REINHARDT, R., FELDMANN, R. & HERMANN, G. (Hrsg.) (2009): Schmetterlinge. Die Tagfalter Deutschlands. – 2., aktualisierte Aufl.: 256 S., Stuttgart (Ulmer).
- SIUDA, C. & THIELE, A. (2010): Moorrenaturierung kompakt - Handlungsschlüssel für die Praxis. – 41 S., Augsburg (Bayerisches Landesamt für Umwelt).
- STAUDINGER, M. (Bericht) & BEISER, A. (Geländeerhebung) (2008): Aktualisierung des Biotopinventars Vorarlberg. Gemeinde Götzis. – 38 S. + Artenliste; Bregenz (Vorarlberger Landesregierung, Abteilung IVe Umweltschutz).
- STEINER, G. M. (1982): Österreichischer Moorschutzkatalog. – Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz, 1: 269 S.; Wien.
- STEINER, G. M. (1992): Österreichischer Moorschutzkatalog. – Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, 1: 509 S.; Wien.
- STERNBERG, K. & BUCHWALD, R. (1999): Die Libellen Baden-Württembergs. Bd. 1. Allgemeiner Teil; Kleinlibellen (Zygoptera). – 468 S. Stuttgart (Ulmer).
- WESTERMANN, K. (2016a): Die Libellen des Naturschutzgebiets „Hinterzartener Moor“ – Moorlibellen als Indikatoren des Moorzustands. – Naturschutz am südlichen Oberrhein, 8: 139-165.
- WESTERMANN, K. (2016b): Vorkommen und Schutz der Alpen-Smaragdlibelle (*Somatochlora alpestris*) und der Arktischen Smaragdlibelle (*Somatochlora arctica*) im Oberen Hotzenwald (Südschwarzwald). – Naturschutz am südlichen Oberrhein, 8: 166-186.
- WILMANN, O. (1993): Ökologische Pflanzensoziologie. Eine Einführung in die Vegetation Mitteleuropas. – 5., neu bearb. Aufl., UTB 269: 479 S.; Heidelberg (UTB / Quelle & Meyer).

Internetquellen

ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK

(2018a): News, 19.09.2018. Wärmstes Sommerhalbjahr der Messgeschichte. – <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/waermstes-sommerhalbjahr-der-messgeschichte> [Abruf am 02.12.2018].

ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK

(2018b): News, 20.12.2018. 2018 mit großer Wahrscheinlichkeit wärmstes Jahr der Messgeschichte. – <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/2018-mit-grosser-wahrscheinlichkeit-waermstes-jahr-der-messgeschichte> [Abruf am 06.03.2020].

ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK

(2019): News, 27.08.2019. Zweitwärmster Sommer der Messgeschichte. – <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/zweitwaermster-sommer-der-messgeschichte> [Abruf am 21.01.2020].