2022/23

Renaturierung Hochmoor Schollenschopf in Hohenems
Zwischenbericht Monitoring 2019 - 2024
Ergebnisse der Erhebungen 2023



Saskia Amann MSc, Kaiser-Franz-Josef-Straße 4, Stadtplanung und Umwelt Stadt Hohenems

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

2022/23

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1
2 Fotodokumentation 1
3 Vegetation 6
4 Altersbestimmung mittels Jahresringanalyse 6
5 Grundwasserflurabstand 7
6 Erfassung von Libellen und Tagfaltern 2023 16
6.1 Methoden 16
6.2 Ergebnisse 16
6.2.1 Libellen 16
6.2.2 Tagfalter 24
6.2.3 Ameisen 28
6.2.4 Wildbienen 28
6.2.5 Amphibien und Reptilien 30
7 Literatur 31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Luftbild aus 1950er....1
Abbildung 2: Luftbild aus 2018....1
Abbildung 3 Luftbild aus 2020....1
Abbildung 4 Luftbild aus 2022....1
Abbildung 5 Juli 2019....2
Abbildung 6 November 2019....2
Abbildung 7 September 2020....3
Abbildung 8 November 2020....3
Abbildung 9 Juni 2021....3
Abbildung 10 September 2021....3
Abbildung 11 November 2021....3
Abbildung 12 Juli 2022....3
Abbildung 13 November 2022....3
Abbildung 14 Juni 2023....3
Abbildung 15 Oktober 2023....3
Abbildung 16 Entwicklung der Vegetation an Graben 2 nach der Renaturierung im November 2019....4
Abbildung 17 Entwicklung der Vegetation an Graben 2 im September 2021....4
Abbildung 18 Entwicklung der Vegetation an Graben 2 im Juli 2022....4
Abbildung 19 Entwicklung der Vegetation an Graben 2 im November 2022....4
Abbildung 20 Entwicklung der Vegetation an Graben 2 im Juni 2023....4
Abbildung 21 Entwicklung der Vegetation an Graben 3 im Oktober 2023....4
Abbildung 22 Vegetation unterm Steg, Okt. 2020....5
Abbildung 23 Vegetation unterm Steg, Juli 2021....5
Abbildung 24 Vegetation unterm Steg, Nov. 2021....5
Abbildung 25 Vegetation unterm Steg, Juli 2022....5
Abbildung 26 Vegetation unterm Steg Nov 2022....5
Abbildung 27 Vegetation unterm Steg Nov 2022....5
Abbildung 28 Vegetation neben dem Steg mit neuaufkommendem Wollgrasbestand, Juni 2023....5
Abbildung 29 Vegetation unterm Steg Juni 2023....5
Abbildung 30 Vegetation unterm Steg, Okt 2023....5
Abbildung 31 Wollgras im Mai 2022....6
Abbildung 32 Pegelstandorte auf einem Höhenschichtmodell dargestellt....7
Abbildung 33 Kurvenverlauf der fünf installierten Wasserpegel von Juli 2019 bis Oktober 2023; die x-Achse stellt die Mooroberfläche dar....8
Abbildung 34 Auswirkung von Entwässerungsgräben auf Hochmoore grafisch dargestellt (Grafik: S. Amann)....9
Abbildung 35 Wochenmittelwert des Grundwasserflurabstands (Wasserstand relativ zur Geländeoberfläche) und der Niederschlagsmenge kurz vor und ein Jahr nach der Renaturierung (Juli 2019 bis Oktober 2020). Grundwasserstände zeigen Speicheränderungen im Moorkörper auf.... 11
Abbildung 36 Wochenmittelwert des Grundwasserflurabstands (Wasserstand relativ zur Geländeoberfläche) und der Niederschlagsmenge von Juli 2019 bis Oktober 2023. Grundwasserstände zeigen Speicheränderungen im Moorkörper in den Jahren 2020, 2021 und 2022 auf.... 13
Abbildung 37 Ausgetrocknete Gräben im Juni 2023.... 14

Abbildung 38 Der mittlere Grundwasserflurabstand der vier vergleichbaren Monate Juli bis Oktober vor (dunkelblau (2019)) und nach (hell-blau (2020), hellgrau (2021), gelb (2022), grün (2023)) der Hochmoorrenaturierung..... 15
Abbildung 39 Anzahl der im Schollenschopf-Hochmoor nachgewiesene Libellenarten vor der Renaturierung (2019) und in den ersten vier Jahren nach der Renaturierung (2020-2023). Indiz für Bodenständigkeit: Kopula, Eiablage, Larvenfunde; bodenständig: Exuvienfunde, frisch geschlüpfte Imagines..... 17
Abbildung 40 Somatochlora arctica ♂ im Spirkenhochmoor; 8. September 2023 (Foto: Anne Puchta) 18
Abbildung 41 Bestandsdynamik von Libellula quadrimaculata im Jahreslauf, 2020-2023..... 20
Abbildung 42 Bestandsdynamik von Pyrrhosoma nymphula im Jahreslauf, 2020-2023..... 20
Abbildung 43 Bestandsdynamik von Aeshna juncea im Jahreslauf, 2020-2023..... 21
Abbildung 44 Bestandsdynamik von A. cyanea im Jahreslauf, 2020-2023..... 21
Abbildung 45 völlig mit Torfmoosen zugewachsenes Kleingewässer an Grabenstau 8.8; 31.05.23 (Foto: Anne Puchta)..... 22
Abbildung 46 völlig mit Torfmoosen zugewachsenes Kleingewässer an Grabenstau 8.6; 31.05.23 (Foto: Anne Puchta)..... 22
Abbildung 47 ausgetrocknetes Kleingewässer an Graben 8, wird von Torfmoosen überwachsen, 25.06.23 (Foto: Anne Puchta)..... 23
Abbildung 48 Kleingewässer an Grabenstau 9.4, eines von wenigen Kleingewässern, die den ganzen Sommer über offenes Wasser führten; Fortpflanzungsgewässer von A. cyanea; 18.07.23 (Foto: Anne Puchta)..... 23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Luftbildvergleich 1
Tabelle 2 zeigt das Spirkenhochmoor zu unterschiedlichen Jahreszeiten an der jeweils gleichen Stelle innerhalb mehrerer Jahre; Wasserpegelmessstelle 2, Fotoausrichtung Osten zeigt Graben 6 (Fotos: S. Amann) 2
Tabelle 3 Entwicklung der Trassen am Beispiel der Trasse an Graben 2+3; Fotografiert vom Besuchersteg Richtung Westen (Fotos: S. Amann) 4
Tabelle 4 Entwicklung der Vegetation unterhalb des Besucherstegs (Fotos: S. Amann) 5
Tabelle 5 Mitteltemperaturen [°C] von Jänner 2019 bis einschließlich Oktober 2023 in Ebnit, 1051m 9
Tabelle 6 Mitteltemperaturen [°C] von Jänner 2019 bis einschließlich Oktober 2023 der Pegelmessstelle 1 im Schollenschopf, 940m 9
Tabelle 7 Mittelwert aus Niederschlagsmengen [mm] aus dem Jahr 2019 bis 2023 in Ebnit (1051 m), Meschach (850 m) und Hohenems (422 m) 10
Tabelle 8 Grundwasserflurabstände der einzelnen Pegelmessstationen während der Vegetationsperiode Anfang Monat; die Werte zeigen den Abstand zwischen Wasseroberfläche und Flur (Grundwasserflurabstand) 12
Tabelle 9 Gemessener Niederschlag vor, während und nach den extremen Niederschlägen am 19.08.2022 an den drei Messtationen Ebnit, Hohenems und Meschach 12
Tabelle 10 2019 bis 2023 im Schollenschopf-Hochmoor und Umgebung nachgewiesene Libellenarten in systematischer Reihenfolge; fett gedruckt sind Arten, für die Indizien für Bodenständigkeit vorliegen; RL = Rote Liste nach HOSTETTLER 2001 19
Tabelle 11 2019 bis 2023 im Schollenschopf-Hochmoor und Umgebung nachgewiesene Tagfalterarten mit Angaben zur Gefährdung; Rote Liste (RL) nach HUEMER (2022); CR = vom Aussterben bedroht; EN = stark gefährdet; VU = gefährdet; NT = Gefährdung droht 24
Tabelle 12 2019-23 im Schollenschopf-Hochmoor (HM) und den versch. Lebensräumen der Umgebung nachgewiesenen Tagfalterarten mit Angaben zur ökol. Gilde (nach HUEMER 2001); W, WL = Wald, Waldlichtung mit Kohldistelwiese; HM = Hochmoor; FM = Flachmoor, stark gestört; QM = Hangquellmoor, gestört; AW = Alpweide (Rotschwingelweide); + = 1-3 Ind., ++ = 4-10 Ind. 27
Tabelle 13 2019 bis 2023 im Schollenschopf-Hochmoor (hellgrau hinterlegt) und Umgebung nachgewiesene Wildbienenarten mit Angaben zur Gefährdung in Bad.-Württ. (BW) nach WESTRICH et al. (2000), in Bayern (BY) nach VOITH ET AL. (2021) und in der Schweiz (CH) nach AMIET (1994); V = Vorwarnstufe, D = Daten defizitär, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet; - = Art kommt nicht vor 28

1 Einleitung

Ziel des Projektes „Erfolgskontrolle nach Renaturierungsmaßnahmen im Hochmoor Schollenschopf 2020-2024“ ist die wissenschaftliche Dokumentation der Entwicklung des Moores nach der Renaturierung (Errichtung von Holzspundwänden in bestehenden Entwässerungsgräben). Die Renaturierung des Spirkenhochmoores fand vom 11. November bis 28. November 2019, also nach der Vegetationsperiode, statt.

2 Fotodokumentation

(Saskia Amann, Oktober 2023)

Eine Fotodokumentation soll Auskunft darüber geben, wie sich das Spirkenhochmoor im Laufe der Jahre nach der Renaturierung und während des Monitoringzeitraums 2020 – 2024 verändert und entwickelt.

Tabelle 1 Luftbildvergleich

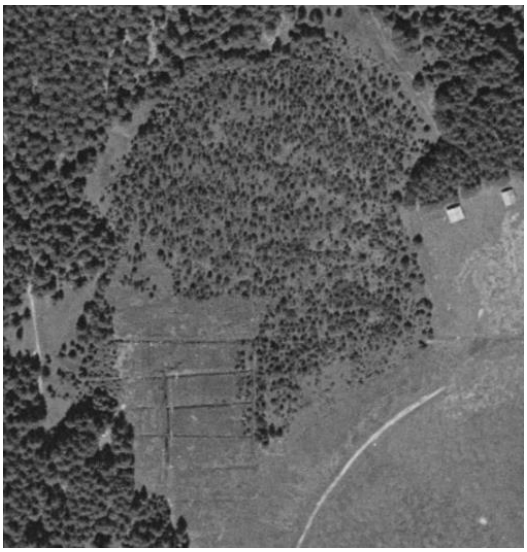


Abbildung 1: Luftbild aus 1950er

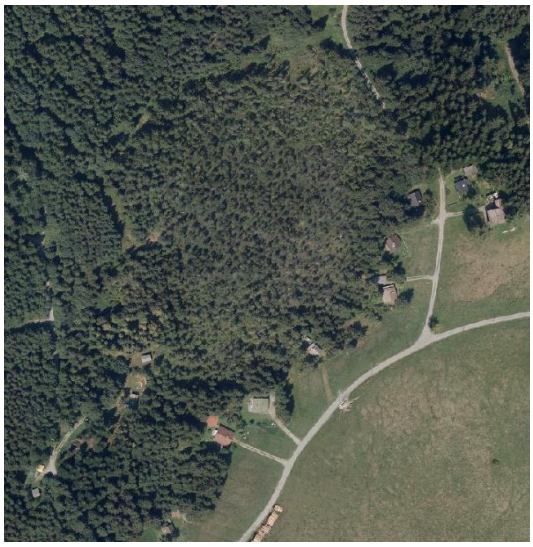


Abbildung 2: Luftbild aus 2018



Abbildung 3 Luftbild aus 2020



Abbildung 4 Luftbild aus 2022

Das Moor ist durchwegs mit Spirken besiedelt, die einen lückigen, aber dennoch tendenziell über die Jahre hinweg dichteren Bestand formieren, wie der Vergleich der zwei Luftbilder (Abbildung 1 und Abbildung 2) zeigt. Fichten sind hauptsächlich vereinzelt im Unterwuchs oder als dichter Bestand am Moorrand vorzufinden. Die rasche Verdichtung der Kronen ist in den letzten Jahren auffallend (Abbildung 2), was auf einen gestörten Wasserhaushalt hindeutet. Abbildung 3 zeigt das Moor im Sommer nach der Renaturierung. Die Schneisen entlang der Gräben sind gut zu erkennen. Drei Jahre nach der Renaturierung (Abbildung 4) hat sich auf den Trassen eine schöne stabile Vegetationsschicht aus kniehohen Zwergsträuchern (Heidelbeere, Rauschbeere), sowie Moosbeere und Rosmarinheide entwickelt.

Tabelle 2 zeigt das Spirkenhochmoor zu unterschiedlichen Jahreszeiten an der jeweils gleichen Stelle innerhalb mehrerer Jahre; Wasserpegelmessstelle 2, Fotoausrichtung Osten zeigt Graben 6 (Fotos: S. Amann)

Juni/Juli	September	November
2019		
 *Abbildung 5 Juli 2019*		 *Abbildung 6 November 2019*

Abbildung 5 dokumentiert die Vegetation des Spirkenhochmoores vor dem Anlegen der Trassen, die für das Befahren zum Einbau der Spundwände mit dem Moorbagger festgelegt wurden.
Der Unterwuchs wird von einer kniehohen Zwergstrauchschicht (Heidelbeere, Rauschbeere) dominiert, in der auch Moosbeere und Rosmarinheide in relativ großer Zahl auftreten.
Abbildung 6 zeigt dieselbe Trasse an Graben 6 direkt nach der Renaturierung. Ein Großteil des Baumbestandes wurde vor den Renaturierungsarbeiten flächendeckend entlang der Trassen entfernt, aber auch alte große Fichtenbestände am Moorrand (Abbildung 5) wurden aus dem Moor entnommen. Großflächige Baumentnahmen im ganzen Moor fanden nicht statt. Der Unterwuchs, also die Zwergstrauchschicht, sieht unmittelbar nach der Renaturierung etwas mitgenommen aus.

Die Abbildung 7 bis 15 dokumentieren das Moor in den Folgejahren. Die Entwicklung der Vegetation an Graben 6 zeigt weiterhin eine gute Regenerierung der Moorvegetation.

Juni/Juli	September	Oktober/November
2020		
	 *Abbildung 7 September 2020*	 *Abbildung 8 November 2020*
2021		
 *Abbildung 9 Juni 2021*	 *Abbildung 10 September 2021*	 *Abbildung 11 November 2021*
2022		
 *Abbildung 12 Juli 2022*		 *Abbildung 13 November 2022*
2023		
 *Abbildung 14 Juni 2023*		 *Abbildung 15 Oktober 2023*

Tabelle 3 Entwicklung der Trassen am Beispiel der Trasse an Graben 2+3; Fotografiert vom Besuchersteg Richtung Westen (Fotos: S. Amann)



Abbildung 16 Entwicklung der Vegetation an Graben 2 nach der Renaturierung im November 2019



Abbildung 17 Entwicklung der Vegetation an Graben 2 im September 2021



Abbildung 18 Entwicklung der Vegetation an Graben 2 im Juli 2022



Abbildung 19 Entwicklung der Vegetation an Graben 2 im November 2022



Abbildung 20 Entwicklung der Vegetation an Graben 2 im Juni 2023



Abbildung 21 Entwicklung der Vegetation an Graben 3 im Oktober 2023

Tabelle 4 Entwicklung der Vegetation unterhalb des Besucherstegs (Fotos: S. Amann)

 *Abbildung 22 Vegetation unterm Steg, Okt. 2020*	 *Abbildung 23 Vegetation unterm Steg, Juli 2021*	 *Abbildung 24 Vegetation unterm Steg, Nov. 2021*
 *Abbildung 25 Vegetation unterm Steg, Juli 2022*	 *Abbildung 26 Vegetation unterm Steg Nov 2022*	 *Abbildung 27 Vegetation unterm Steg Nov 2022*
 *Abbildung 28 Vegetation neben dem Steg mit neuaufkommendem Wollgras-bestand, Juni 2023*	 *Abbildung 29 Vegetation unterm Steg Juni 2023*	 *Abbildung 30 Vegetation unterm Steg, Okt 2023*

Auch die Vegetation unterhalb des Besucherstegs entwickelt sich trotz weniger Lichteinfall und starker Beeinträchtigung des Moorbodens während des Stegbaus 2019 wider Erwarten sehr gut. Im Jahr 2023 konnte sogar neben dem Besuchersteg ein Wollgrasbestand festgestellt werden (Abbildung 28).

Wollgras



Abbildung 31 Wollgras im Mai 2022





3 Vegetation

(Georg Amann;
Der Teilbereich Vegetation ist dem Zwischenbericht Stand Oktober 2020 zu entnehmen und wird erst zum Endbericht 2024 fortgeführt.)

4 Altersbestimmung mittels Jahresringanalyse

(Saskia Amann, Zwischenbericht Stand Oktober 2020; vertiefende Informationen sind ebenfalls dort zu entnehmen)

5 Grundwasserflurabstand

(Saskia Amann, Stand Oktober 2023)

Die Kenntnis über die Hydrologie eines Moores ist ein wichtiger Faktor für die Planung der Renaturierung und das anschließende Monitoring. Dadurch kann eingeschätzt werden in welchem Zustand sich ein Moor befindet (BAFU, 2009). Die Wasserspiegelhöhe im Boden ist der wichtigste Faktor für die Hochmoorvegetation (BAFU, 2009). Laut DIERSSEN & DIERSSEN (2001) haben nicht entwässerte torfmoosreiche offene Moorweiten während der Vegetationsperiode einen mittleren Grundwasserflurabstand zwischen 15 bis 40 cm unter Flur und sehr geringe Wasserstandsschwankungen. Der Wasserstand des freien (»phreatischen«) Grundwassers wird als Grundwasserflurabstand (= Grundwasserstand relativ zur Geländeoberfläche) bezeichnet und seit Juli 2019 mittels Pegel-Dauerinstallationen an fünf unterschiedlichen Standorten im Hochmoor gemessen, sowie durch manuelle punktuelle Messungen mittels Lichtlot ergänzt. Die fünf Wasserpegel der Firma Keller (DCX-22 AA, Systemlänge 1,3m) wurden quer durch das Moor installiert, wie Abbildung 32 veranschaulicht.

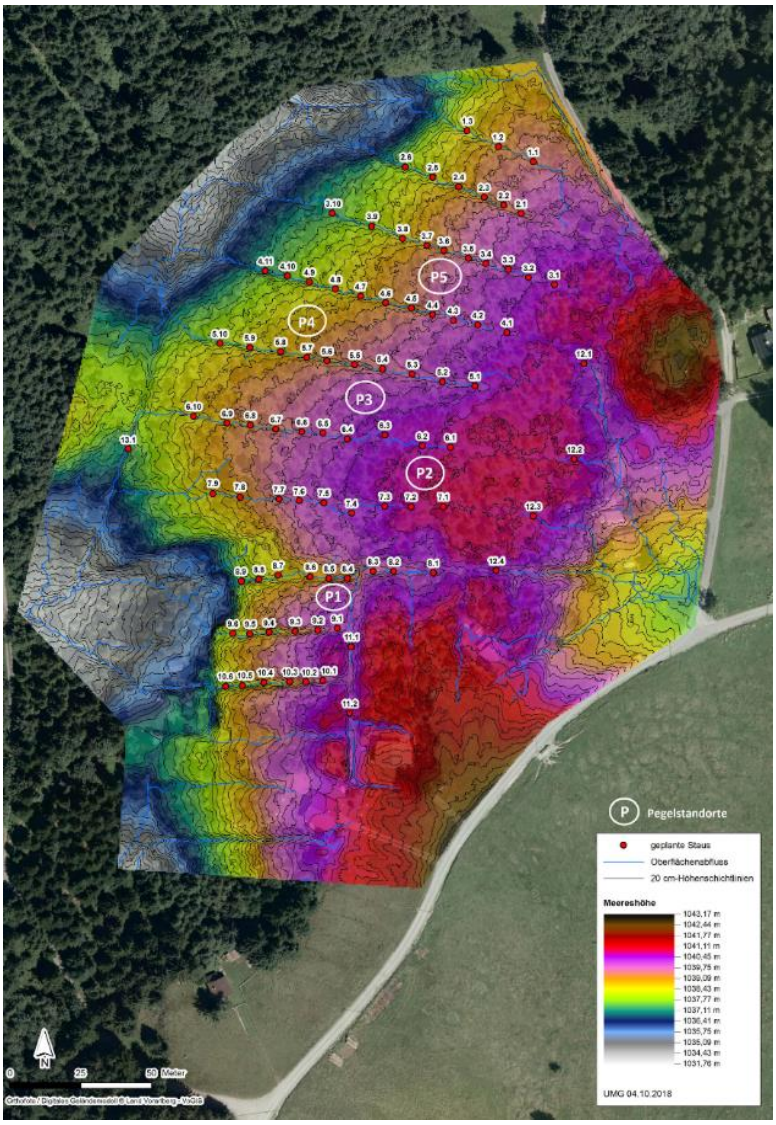


Abbildung 32 Pegelstandorte auf einem Höhenschichtmodell dargestellt

Dabei wurde darauf geachtet, dass der Grundwasserflurabstand sowohl in gut erhaltenen Bereichen, als auch in mäßig bis stark degradierten Bereichen des Moores aufgezeichnet wird. Wichtig ist, dass mit der Wahl der Messstellen Aussagen über die gesamte Moorfläche getroffen werden können.
In Abbildung 32 sind die Standorte der Pegel 1 - 5 dargestellt. Pegel 2 befindet sich im gut erhaltenen Hochmoorbereich, Pegel 3 und 4 im mäßig degradierten Bereich und Pegel 1 und 5 wurde in einem stark degradierten Bereich des Hochmoores installiert – in diesem Bereich des Moores ist die Austrocknung sehr gut anhand der Vegetation zu erkennen. Die Pegel wurden so eingestellt, dass der Grundwasserflurabstand, die Wasser- und die Lufttemperatur alle zwei Stunden aufgezeichnet werden.

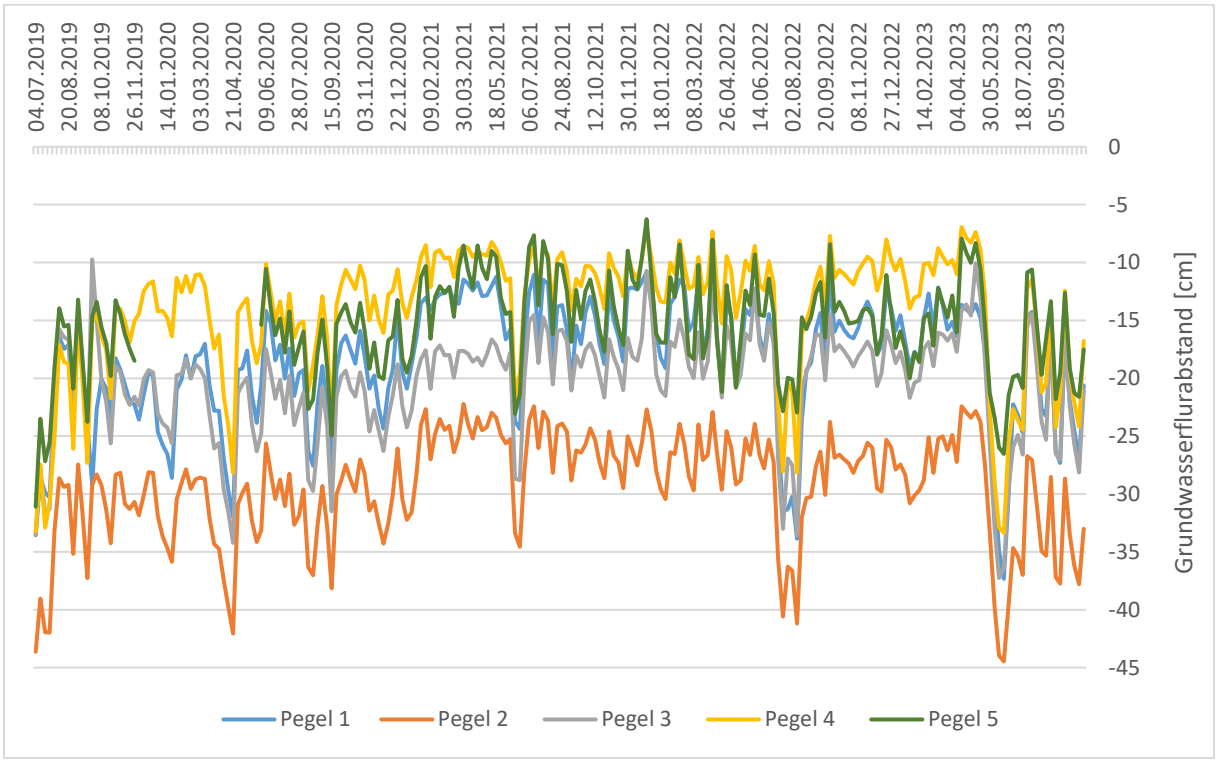
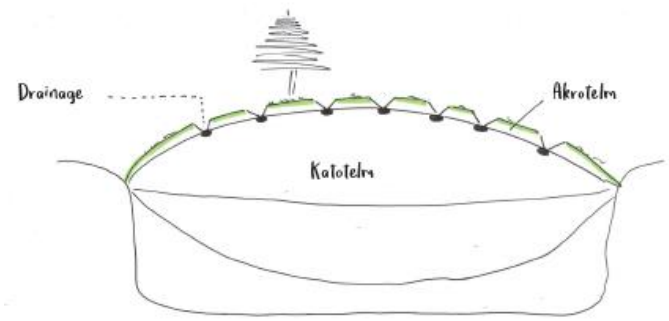


Abbildung 33 Kurvenverlauf der fünf installierten Wasserpegel von Juli 2019 bis Oktober 2023; die x-Achse stellt die Mooroberfläche dar

Auffallend ist der sehr ähnliche Kurvenverlauf der einzelnen Pegel (Abbildung 33) – welcher seit der Renaturierung keine Veränderung zeigt. Das dürfte nicht nur eine Folge der automatischen und kontinuierlichen Messung sein, sondern auch ein Hinweis auf einen homogenen Torfkörper (ohne zwischengelagerte mineralische Bodenhorizonte , wie das im Götzner Moor der Fall ist, vgl. AMANN ET AL. 2020). Interessant ist auch, dass Pegel 2 kontinuierlich die schlechtesten Werte liefert, obwohl er zentral platziert wurde und der Standort des Pegels mit Blick auf die Vegetation der am besten erhaltene, aber zugleich der höchste Hochmoorteil ist. Rund um den Pegel 2 befindet sich ein schönes Akrotelm, das neben abgestorbenen Pflanzenteilen aus einem dichten, elastischen Geflecht lebender, luftführender Pflanzenwurzeln und basaler Abschnitte der Moorsprosse besteht (SUCCOW & JOSSTEN, 2001). Hier wächst das Moor noch und hat sich am besten über das Katotelm, den ständig wassergesättigten Bereich des Torfkörpers, hinausentwickelt. Man kann daher davon ausgehen, dass sich die Oberfläche des Moores hier „weiter weg“ vom wassergesättigten Katotelm befindet als an

allen anderen Pegelstandorten, was sich dann in höheren Grundwasserflurabständen bemerkbar macht.
Die Werte aller anderen Pegel liegen dagegen nah beieinander mit der Tendenz zu den geringsten Grundwasserflurabstandswerten an den Pegelstandorten 4 und 5. Im übrigen, schon verheideten, Hochmoor ist das Akrotelm gestört.



Wird ein Moor durch Entwässerungsgräben gestört, kann das Akrotelm kein Wasser mehr halten, dadurch bildet sich kein neuer Torf und das Moor beginnt sich abzubauen. Bei den Pegelstandorten P1, P4 und P5 (Abbildung 32) ist ein gestörtes Akrotelm erkennbar.

Abbildung 34 Auswirkung von Entwässerungsgräben auf Hochmoore grafisch dargestellt (Grafik: S. Amann)

Die Witterung (nach Daten des Wasserwirtschaftsamtes der Vorarlberger Landesregierung und den Pegelmessstationen) spielt in Hochmooren (auch Regenmoore genannt) eine bedeutende Rolle, da diese ausschließlich durch Niederschlag gespeist und nicht durch Grund- oder Oberflächengewässer beeinflusst werden. Aus diesem Grund ist die Kenntnis über die Witterungsverhältnisse bedeutend für die Analyse des Grundwasserflurabstandes eines Moores.

Tabelle 5 Mitteltemperaturen [°C] von Jänner 2019 bis einschließlich Oktober 2023 in Ebnit, 1051m

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	MW
2019	-3	3,6	4,2	6,7	7,2	17,7	17,8	16,5	12,4	10,6	3,7	3,6	**8,4**
2020	2,8	3,9	3	10,1	10,7	13,3	16,7	16,9	13,6	7,3	6,2	1,4	**8,8**
2021	-2,1	3,4	2,7	4,7	7,6	16,6	15,2	14,3	14,1	8,7	2,7	1,4	**7,4**
2022	0,8	1,9	5,4	6,2	13,1	17,0	18,1	17,8	11,5	13,6	6,0	2,0	**9,4**
2023	0,1	2,1	4,3	4,8	11,1	17,5	17,4	17,3	16,8	12,7			**10,4**

Tabelle 6 Mitteltemperaturen [°C] von Jänner 2019 bis einschließlich Oktober 2023 der Pegelmessstelle 1 im Schollenschopf, 940m

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	MW
2019	-	-	-	-	-	-	16,7	15,8	11,8	8,1	1,6	-0,3	**8,9**
2020	-1,9	1,6	2,4	9,2	10,8	13,2	16,3	16,3	12,7	5,7	8,2	-0,9	**7,8**
2021	-0,8	-0,1	0,1	4,3	8,1	16,6	15,2	14,2	12,9	6,2	1,1	-0,2	**6,5**
2022	-0,8	-0,3	3,5	6,1	13,2	16,4	17,6	16,6	11,0	10,6	3,4	-0,2	**8,1**
2023	-0,4	-0,5	3,2	5,0	11,2	16,2	16,4	15,5	14,2	10,4[*1]			**9,1**

[*1] Oktober noch unvollständig, Stichtag ist der 19.10.2023

Die Temperaturen an der Pegelmessstelle im Schollenschopf ist im Durchschnitt um 1° Grad kälter als im Ebnit, wie Tabelle 5 und Tabelle 6 zeigen.

Tabelle 7 Mittelwert aus Niederschlagsmengen [mm] aus dem Jahr 2019 bis 2023 in Ebnit (1051 m), Meschach (850 m) und Hohenems (422 m)

2019	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ebnit	307,8	84,9	123,5	129	441,1	71,6	253,6	304,6	210,4	211,2	121,7	145,3
Meschach	157	74,5	51,6	98,6	280	66,9	152,2	278,8	181,2	168	86,5	100,3
Hohenems	137,5	62,7	51,9	99,1	211,3	62,6	135,2	273	165,4	145,7	73,8	76,8
Mittelwert	200,8	74	75,7	108,9	310,8	67	180,3	285,5	185,7	175	94	107,5
2020												
Ebnit	84,3	196,8	98,5	76,8	140,3	382,8	272	336,1	153,9	224,1	50,8	155,3
Meschach	49,5	89,2	62,8	55,9	131,6	359	165,3	334,4	98,1	152,1	36,7	127,7
Hohenems	41,3	88,8	60,8	53	124,9	298,6	186,6	287,8	96,1	125	26,3	110,2
Mittelwert	58,4	124,9	74	61,9	132,3	346,8	208	319,4	116	167,1	37,9	131,1
2021												
Ebnit	297,1	107,3	137,2	74,2	308,6	177,5	391,3	399,6	97	80,8	146,6	232,8
Meschach	229,2	68,1	74,8	76	183,4	115,6	369	251,5	70,3	53	128,2	174,6
Hohenems	205	71,9	55,7	52,1	155,1	126	299,9	215,8	57	41,1	110,9	152
Mittelwert	243,8	82,4	89,2	67,4	215,7	139,7	351,4	289	74,8	58,3	128,6	186,5
2022												
Ebnit	89,3	144,8	44,3	153	157,8	283,8	108	276,4	262,5	184,7	184,4	111,7
Meschach	56,8	73,6	31,4	127,8	126,2	212,5	85,4	285,6	189,2	151,8	88,2	71,1
Hohenems	45,4	55,3	20,7	98	118,3	175,5	81,2	246	172,1	136,7	74,2	66,5
Mittelwert	63,8	91,2	32,1	126,3	134,1	223,9	91,5	269,3	207,9	157,7	115,6	83,1
2023												
Ebnit	72,5	118,8	193,5	338,6	292	109,3	246,9	426,5	131,7	159,8	-	-
Meschach	40,4	90	106,5	248,5	278,8	72,7	205	467,2	111,3	124,7	-	-
Hohenems	25	66,6	87,5	217,4	191,6	51	182,2	319,4	109,3	107,2	-	-
Mittelwert	45,9	91,8	129,2	268,2	254,1	77,7	211,4	404,4	117,4	130,6	-	-

Das Jahr 2019 startet mit einem extrem kalten und niederschlagsreichen Januar mit Rekordschneemengen. Darauf folgen ein milder Spätwinter und ein recht kühles und niederschlagsreiches Frühjahr mit sehr hohen Niederschlagsmengen im Monat Mai. Die Sommermonate Juni bis August verzeichnen die zweitwärmsten Werte seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1767. Der September verlief ebenfalls mild und niederschlagsarm. Dieser warme und niederschlagsarme Sommer spiegelt sich auch in einem niedrigen Grundwasserspiegel des Hochmoores wider. Der Oktober verläuft bei relativen warmen Temperaturen niederschlagsreich, was einen kurzen Anstieg des Grundwassers Mitte Oktober zur Folge hatte, jedoch unmittelbar danach wieder auf ein niedrigeres Niveau fällt und Ende Oktober nochmal stark ansteigt, aber ebenfalls wieder leicht abfällt. Dieser niedrige Grundwasserspiegel (Grundwasserflurabstand) bietet eine optimale Voraussetzung für den Start der geplanten Renaturierungsarbeiten im November 2019 (11.11. – 28.11.2019). Wie Tabelle 7 zeigt verläuft der Renaturierungszeitraum erfreulicherweise trocken und mild. Der Dezember ebenso.

Das Jahr 2020 startet im Gegensatz zu 2019 mild und trocken, wie die Niederschlagswerte in Tabelle 5+6 und Abbildung 35 zeigen. Der Grundwasserflurstand bleibt trotz des sehr trockenen und milden Wetters von Dezember bis Anfang März stabil und hoch mit vereinzelten leichten Schwankungen. Der Winter 2019/2020 verlief milde mit wenig Schneefall und einer leichten Schneedecke. Das angrenzende Schigebiet Schuttannen konnte aufgrund der ausbleibenden Schneedecke nur vereinzelte Tage in der Schisaison 2019/20 öffnen.

Seit dem Zeitpunkt der Renaturierung im November 2019 bis etwa Mitte März 2020 kann ein nahezu optimaler Grundwasserflurabstand mit leichten Schwankungen verzeichnet werden. Dies kann auf die geringe Verdunstung (Evaporation) und die Vegetationsruhe im Winter zurückgeführt werden. Mitte März zeigt sich das Gebiet schon schneefrei und der Wasserstand beginnt kontinuierlich zu sinken. Auch der April verläuft niederschlagsarm und warm, somit ist der Grundwasserflurabstand am Ende des Monates auf einem sehr niedrigen Niveau (Abbildung 35) – ergänzend zur Trockenheit kann auch die einsetzende Evaporation ein zusätzlicher Grund für den niedrigen Flurabstand sein. Mit Einsetzen stärkerer Niederschläge ab Anfang Mai steigt auch der Wasserstand wieder deutlich an und hält sein hohes Niveau bis August (Abbildung 35). Der August verläuft bis Ende August niederschlagsarm, was sich deutlich aus dem Grundwasserflurabstand herauslesen lässt und steigt erst wieder mit dem viertägigen Niederschlagsereignis Ende August. Der September verläuft ähnlich. Der Oktober ist niederschlagsreich und der Grundwasserflurabstand steigt bedeutend. Zudem beginnt die einsetzende Winterruhephase der Vegetation.

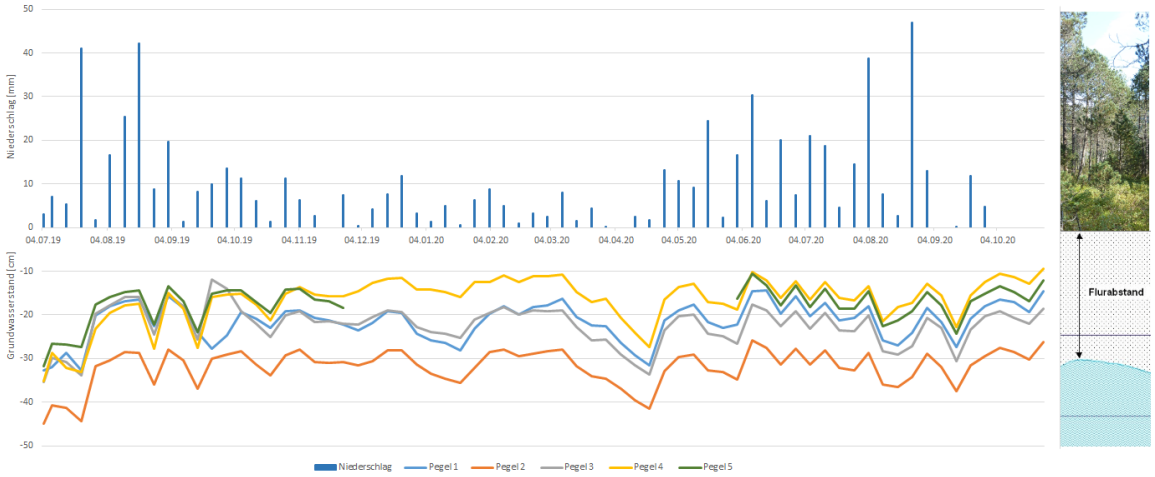


Abbildung 35 Wochenmittelwert des Grundwasserflurabstands (Wasserstand relativ zur Geländeoberfläche) und der Niederschlagsmenge kurz vor und ein Jahr nach der Renaturierung (Juli 2019 bis Oktober 2020). Grundwasserstände zeigen Speicheränderungen im Moorkörper auf.

Der Zusammenhang zwischen Niederschlag und Grundwasserstand wird schon in dieser kurzen Monitoringphase sehr deutlich.

Das Jahr 2021 startet kalt und sehr niederschlagsreich mit viel Regen und Schnee und bleibt auch das gesamte Jahr über bis in den Herbst hinein niederschlagsreich und eher kühl. Die dicke Schneedecke hält sich bis in den Mai hinein, der sehr regenreich ist. Der Grundwasserflurabstand bleibt über den Winter erfreulich hoch und beständig bis in den sehr warmen und eher trockeneren Juni. Im Juni kommt es zu einer sichtbaren Senkung des Grundwasserflurabstandes von bis zu 10 Zentimetern pro Pegelstandort - dies ist sehr gut in Abbildung 36 ersichtlich. Auf den eher warmen Juni folgen sehr niederschlagsreiche Sommermonate mit wenigen Hitzetagen. Der Herbst verläuft trocken und mild, der Grundwasserflurabstand hält sich mit leichten Schwankungen im sehr guten oberen Bereich. Das Jahr endete verhältnismäßig kühl. 2021 erweist sich als optimales Moorwetter.

Anders das Jahr 2022 – in diesem Jahr überwog überdurchschnittlich warmes und trockenes Wetter, mit einigen Temperaturrekorden in ganz Österreich seit Messgeschichte (ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK (ZAMG), 2022).

Der Jahresanfang lieferte an den Messtandorten wenig Niederschlag und Neuschnee, die Jänner- und Februartemperaturen waren verglichen mit den Temperaturmesswerten an den Pegelstandorten (Tabelle 6) ähnlich der Vorjahre, der März allerdings wärmer. Darauf folgten ein niederschlagsreicher April und Juni, sowie ein trockener Mai mit überdurchschnittlichen Temperaturen. Die Sommermonate Juli und August waren heiß und niederschlagsarm mit Temperaturrekorden Anfang August, was sich deutlich an den Grundwasserflurabständen zeigt – wo im Mai noch Grundwasserflurabstände von 9cm (Pegel 4, niedrigster Abstand) bis 24 cm (Pegel 2, größter Abstand) gemessen wurden, lag der Messwert Anfang August zwischen 20 cm (Pegel 4) und 35 cm (Pegel 2) (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8 Grundwasserflurabstände der einzelnen Pegelmessstationen während der Vegetationsperiode Anfang Monat; die Werte zeigen den Abstand zwischen Wasseroberfläche und Flur (Grundwasserflurabstand)

Datum	Pegel 1 [cm]	Pegel 2 [cm]	Pegel 3 [cm]	Pegel 4 [cm]	Pegel 5 [cm]
01.05.2022	12,0	24,6	15,2	9,7	11,3
01.06.2022	13,5	27,2	17,0	9,4	12,6
01.07.2022	12,0	24,0	13,6	7,6	7,4
01.08.2022	29,7	35,8	26,8	21,5	20,0
01.09.2022	17,3	28,5	16,0	12,8	13,0
01.10.2022	13,2	25,3	15,8	9,2	10,7

So stark wie Anfang August war der Grundwasserstand zuletzt im April 2020 abgefallen. Im Hochmoor trockneten einige Kleingewässer fast vollständig aus, viele flachere Kleingewässer vor den Grabenstaus waren am Ende des Sommers fast vollständig mit Torfmoosen zugewachsen.

Nach diesem trockenen Sommer wurden am 19.08.2022 in mehreren Gemeinden der Region neue Niederschlagsrekorde (Mittelwert der registrierten Niederschlagsmengen der drei Messstationen Ebnit, Hohenems und Meschach: 164mm/m^2) gebrochen, welche deutlich in den Pegelmessungen zu sehen sind und auch hier den Moorkörper (fast) bis zum Maximum füllte und den stark abgesunkenen Grundwasserstand innerhalb eines Tages auf vorsommerliches Niveau brachte (Abbildung 36):

Tabelle 9 Gemessener Niederschlag vor, während und nach den extremen Niederschlägen am 19.08.2022 an den drei Messtationen Ebnit, Hohenems und Meschach

Datum	Ebnit	Hohenems	Meschach	Mittelwert
18.08.2022	25,3	21,2	25,9	24,1
19.08.2022	176,2	149,5	165,6	163,8
20.08.2022	7	9,3	7,6	8,0

Niederschlagsmittelwerte der drei Messstationen vor, während und nach den extremen Niederschlägen. Die erste Augusthälfte verlief fast ohne Niederschlag.

Gerade bei solch extremen Wetterereignissen ist die Wasserrückhaltefunktion (Pufferfunktion) eines Moores von enormer Bedeutung. Torfböden sind extrem quellfähig und die im Moor verbreiteten Moose wirken wie Schwämme, diese Retentionsräume dienen als natürlicher Hochwasserschutz (BUND NATURSCHUTZ, 2022). Die großen Wassermengen konnten weitestgehend vom Moor aufgenommen werden und wurden nicht sofort wieder ausgeschwemmt wie Abbildung 36 zeigt.

Das überdurchschnittlich hohe Temperaturniveau, das mit nur wenigen Unterbrechungen seit Mai 2022 andauerte, hatte auch noch in der ersten Septemberhälfte Bestand.
Die Temperaturmesswerte zeigen allerdings, dass die zweite Septemberhälfte für September dagegen deutlich zu kalt ausfiel. Der September 2022 war der kälteste September seit 2017.
Laut der ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK (ZAMG) sollen die relativ gering erscheinenden Temperaturanomalien zum Mittel früherer Jahre nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Sommer 2022 insgesamt ungewöhnlich warm verlief. Auch der Oktober verzeichnete überdurchschnittliche Temperaturen – die ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK (ZAMG) meldete den wärmsten Oktober seit der Messgeschichte, der im Tiefland Österreichs um 2,8 Grad über dem Durchschnitt der jüngeren Vergangenheit (Klimamittel 1991-2020) lag, auf den Bergen war es sogar um 4,0 Grad wärmer. Der Oktober war allerdings regenreicher als im Vorjahr (vgl. Tabelle 7) und endete eher niederschlagsarm und für diese Jahreszeit warm.

2022 war kein günstiges Jahr für die Moorregeneration. Verglichen mit den vor der Renaturierung gemessenen Werten hielt sich der Grundwasserstand trotz des trockenen Jahres aber dennoch auf einem höheren Niveau als Anfang Juli 2019, was als Erfolg der Renaturierung zu werten sein dürfte.

Das Jahr 2023 stellte ein sehr warmes Jahr mit einem Temperaturdurchschnitt von etwa 10°C dar (gemittelt Jänner – Oktober 2023) – bis auf 2022 generell um einiges wärmer als die vergangenen Jahre. Der Gesamtniederschlag 2023 war überdurchschnittlich hoch in Vorarlberg, laut WETTERRING VORARLBERG 1.621 Liter/m^2, das ist um 40 % mehr als normal. Die trockensten Monate waren Januar und Juni, die nassesten Monate waren April, Mai und August.

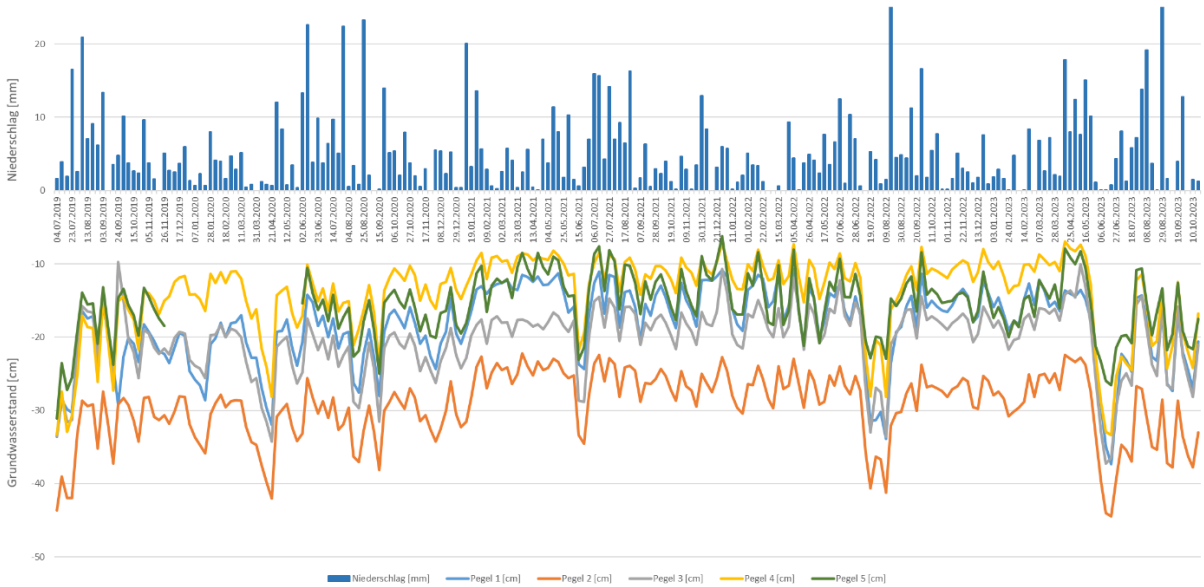


Abbildung 36 Wochenmittelwert des Grundwasserflurabstands (Wasserstand relativ zur Geländeoberfläche) und der Niederschlagsmenge von Juli 2019 bis Oktober 2023. Die Grundwasserstände zeigen eine gewisse Speicherstabilität im Moorkörper in den Jahren 2020, 2021 und 2022 in den Sommermonaten auf.

Trotz des nassen und regenreichen Frühlings mit fast täglichem Niederschlag bis Mitte Mai konnten im Juni 2023 stark ausgetrocknete Gräben im gesamten Moorgebiet festgestellt werden (Abbildung 37). Laut ZAMG wurde in Bregenz der drittwärmste Juni (um 2,9 °C zu warm) seit Messgeschichte gemessen und die Niederschlagswerte lagen um 28% unter dem vierteljährlichen Durchschnitt. Ebenfalls strömte im Juni öfter subtropische Luft durch Vorarlberg. Der niedrige Wasserstand spiegelt sich auch in der Wasserpegelmessung wider und erreicht die tiefsten Werte seit der Renaturierung. An Pegel 2 fiel der Moorwasserstand im Juli auf 45 cm unter Flur ab, also unter die kritische Grenze von -40cm für lebende Sphagnenteile bzw. intakte Hochmoore (vgl. SUCCOW & JOOSTEN, 2001). Ähnliche Werte wurden zuletzt vor der Renaturierung gemessen (Abbildung 36).





Abbildung 37 Ausgetrocknete Gräben im Juni 2023

Der Wasserstand erholte sich trotz des regenreichen, aber sehr warmen Sommers nicht und lag, verglichen mit den Messungen der Vorjahre, unter dem Durchschnitt.
Im Herbst lag das Temperaturniveau wie auch schon letztes Jahr deutlich über dem langjährigen Mittelwert und erreichte Abweichungen von bis zu +2,3°C (ZAMG). Der Herbst verlief in dieser Region grundsätzlich eher trocken, mit einzelnen Tagen mit viel Niederschlag.

Da die Pegel im Juli 2019 installiert wurden gibt es vier Monate an Messdaten des Grundwasserflurabstands vor den Renaturierungsmaßnahmen. Dieser Messzeitraum umfasst die Situation während und unmittelbar nach der Vegetationsperiode. Es gibt somit vier Monate an denen die Jahre miteinander verglichen werden können, wie Abbildung 38 zeigt.

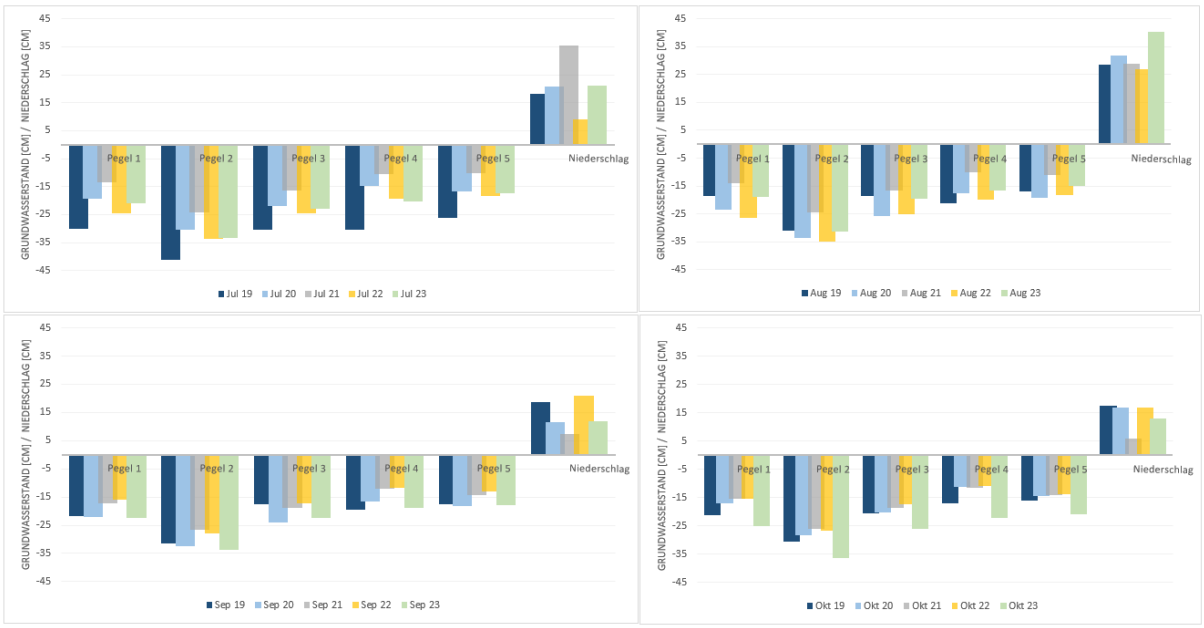


Abbildung 38 Der mittlere Grundwasserflurabstand der vier vergleichbaren Monate Juli bis Oktober vor (dunkelblau (2019)) und nach (hell-blau (2020), hellgrau (2021), gelb (2022), grün (2023)) der Hochmoorrenaturierung

Verglichen mit den Vorjahren war das Jahr 2023, wie auch schon 2022, verhältnismäßig warm, vor allem im Herbst. Auf einen sehr trockenen Juni folgten ein regenreicher August und ein niederschlagsärmerer Herbst. (Tabelle 5 und Tabelle 7).

In den Vorjahren konnte im Jahresmittel doch ein kontinuierlich höherer und auch stabiler Grundwasserstand nach der Renaturierung aufgezeichnet und eine Veränderung der Wasserspeicherung im Moorkörper aufgezeigt werden (Abbildung 36). Verglichen mit den anderen Jahren weist das Jahr 2023 noch stärkere Grundwasserschwankungen auf (Abbildung 36), was eine Folge der sehr ungleichmäßigen Niederschlagsverteilung im Jahresverlauf sein könnte.
Betrachtet man die Wochenmittelwerte genauer, sieht man, dass das Grundwasser nach Niederschlägen rasch ansteigt und bei hohen Temperaturen, wie sie 2023 geherrscht haben, aufgrund der hohen Evopotranspiration bei starker Sonneneinstrahlung und heißen Temperaturen aber auch sehr schnell wieder absinkt. Die Verdunstung ist bei hohen Moorwasserständen am größten (SUCCOW & JOOSTEN, 2001).

Um zu bestätigen, dass die Renaturierung zusätzlich Einfluss auf den stabilen Grundwasserflurabstand hat, bräuchte es Grundwasserflurabstand-Messdaten aus früheren Saisonen bzw. einen längeren Beobachtungszeitraum. Die Aufzeichnungen zeigen grundsätzlich, dass das Moor das Wasser gut halten kann – weitere Untersuchungsjahre sind aber nötig, um zu unterscheiden, ob ein geringe Grundwasserflurabstand (wie zB. 2021) auf das regenreiche Jahr zurückzuführen ist oder ob sich hieraus bereits ein Erfolg der Renaturierungsmaßnahmen ablesen lässt. Im Hochsommer 2022 erholte sich der niedrige Grundwasserstand nach den starken Niederschlägen Mitte August sichtlich und blieb die restlichen Untersuchungsmonate stabil. Im Jahr 2023 zeigen sich allerdings starke Schwankungen, es ist das instabilste Jahr seit Messbeginn im Jahr 2019. Grundsätzlich sind trocken-warme Sommer wie 2022 + 2023 eine Herausforderung für die nachhaltige Verbesserung der hydrologischen Situation in renaturierten Hochmooren.

6 Erfassung von Libellen und Tagfaltern 2023

und Zufallsbeobachtungen von Wildbienen

(Anne Puchta, Stand Oktober 2023)

6.1 Methoden

Zwischen Ende Mai und Anfang September erfolgten fünf Begehungen an sonnig-warmen bzw. heißen Tagen (31.05., 25.06., 18.07., 13.08. und 08.09.). Die Begehung Mitte Juli musste nach knapp vier Stunden gegen 14 Uhr abgebrochen werden, da binnen kürzester Zeit ein schweres Gewitter aufzog.
Die im Gebiet angetroffenen Libellen- und Tagfalterarten wurden überwiegend mittels Sichtbeobachtung (Fernglas 10x42) erfasst, Einzeltiere zur Artbestimmung auch gefangen und wieder freigelassen. Ihre Anzahl wurde geschätzt. Vorkommen seltener Arten wurden, soweit möglich, fotografisch dokumentiert.
Libellenlarven wurden an den zugänglichen Kleingewässern mittels Käscher gefangen und vor Ort bestimmt, in wenigen Ausnahmefällen zur sicheren Bestimmung zuhause in 70 %-igem Alkohol konserviert (nach HEIDEMANN & SEIDEBUSCH 2002).
Die Erfassung von Wildbienen erfolgte lediglich in Form von Zufallsbeobachtungen ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Sie beschränkten sich auf das Spirkenhochmoor und die unmittelbar angrenzenden Niedermoor- und Moorwald-Bereiche.
Wildbienen, deren Artzugehörigkeit im Gelände nicht ermittelt werden konnte, wurden mit Essigsäureethylester („Essigether“) abgetötet und zuhause unter der Stereolupe bestimmt.

6.2 Ergebnisse

6.2.1 Libellen

Im Sommer 2019, vor der Hochmoor-Renaturierung, konnten im Untersuchungsgebiet lediglich drei Libellen-Arten nachgewiesen werden: *Aeshna grandis, Aeshna mixta* und *Cordulegaster bidentata*. Alle Beobachtungen erfolgten im Hochmoorrandbereich, bei keiner der drei Arten gab es Indizien für Bodenständigkeit.

Im Sommer 2020, nach der Hochmoor-Renaturierung, konnten acht weitere Arten im Gebiet beobachtet werden: *Aeshna juncea, A. cyanea, Anax imperator, Cordulegaster boltonii, Somatochlora arctica, Libellula quadrimaculata* und *Sympetrum striolatum*. Fortpflanzungsverhalten als Indiz für Bodenständigkeit konnte lediglich für *Aeshna cyanea* dokumentiert werden.

Im Sommer 2021 konnte die Frühe Adonislibelle *Pyrrhosoma nymphula* als weitere, d. h. für das Gebiet neue Art nachgewiesen werden. Indizien für Bodenständigkeit gab es bei drei Arten: *Aeshna cyanea* und *A. juncea* sowie *Libellula quadrimaculata*.

Im Sommer 2022 war vor allem der Nachweis von *Leucorrhinia dubia*, einer Art meso- und oligotropher Moorgewässer, die in Vorarlberg als gefährdet gilt, bemerkenswert.

Im Sommer 2023 flogen nur noch wenige Libellen im Gebiet. Häufigste Art war die Blaugrüne Mosaikjungfer *Aeshna cyanea* (vgl. Abbildung 42), von der alle zehn gesammelten Exuvien stammten. Auch alle Larven, die gefangen und bestimmt werden konnten, waren Larven von *A. cyanea.*

Von der Torf-Mosaikjungfer *A. juncea* konnte wie im Vorjahr dagegen keine einzige Exuvie gefunden werden. Wie 2023 war diese Art nur noch sehr schwach vertreten mit max. 2-3 Männchen am 08.09.23 (Abbildung 43).

Vom Vierfleck *Libellula quadrimaculata* gelangen 2023 erneut keine Exuvienfunde. Auch diese Art flog nur noch in geringen Abundanzen (Abbildung 41).

Die Frühe Adonislibelle *Pyrrhosoma nymphula*, die im Vorjahr noch recht auffällig gewesen war, war mit max. 3 Ind. ebenfalls nur noch sehr schwach vertreten.

Von der Kleinen Moosjungfer *Leucorrhinia dubia* liegt nur ein Nachweis einer Larve an einem Kleingewässern an Graben 8 vor.

Die Arktische Smaragdlibelle *Somatochlora acrtica* war im Gebiet anwesend (Abbildung 40), aber es gab wie in den Vorjahren kein Indiz für Bodenständigkeit.

Von der Zweigestreiften Quelljungfer *Cordelegaster boltonii* liegt eine flüchtige Beobachtung an Graben 2 vor, die vermuten lässt, dass es hier zur Eiablage kam. Auch ein Totfund an einem Kleingewässer von Graben 3 ließe sich so deuten.

Somit liegt bislang nur für *Aeshna cyanea* der Nachweis für erfolgreiche Fortpflanzung im Gebiet vor (vgl. Abbildung 39).

Insgesamt wurden 2023 nicht mehr als 20 Kleingewässer von Libellen besucht bzw. zur Fortpflanzung genutzt. Im Vorjahr, dem Höhepunkt der Libellenabundanz, waren es noch 51 Gewässer gewesen (2020: 18, 2023: 28 Gewässer).

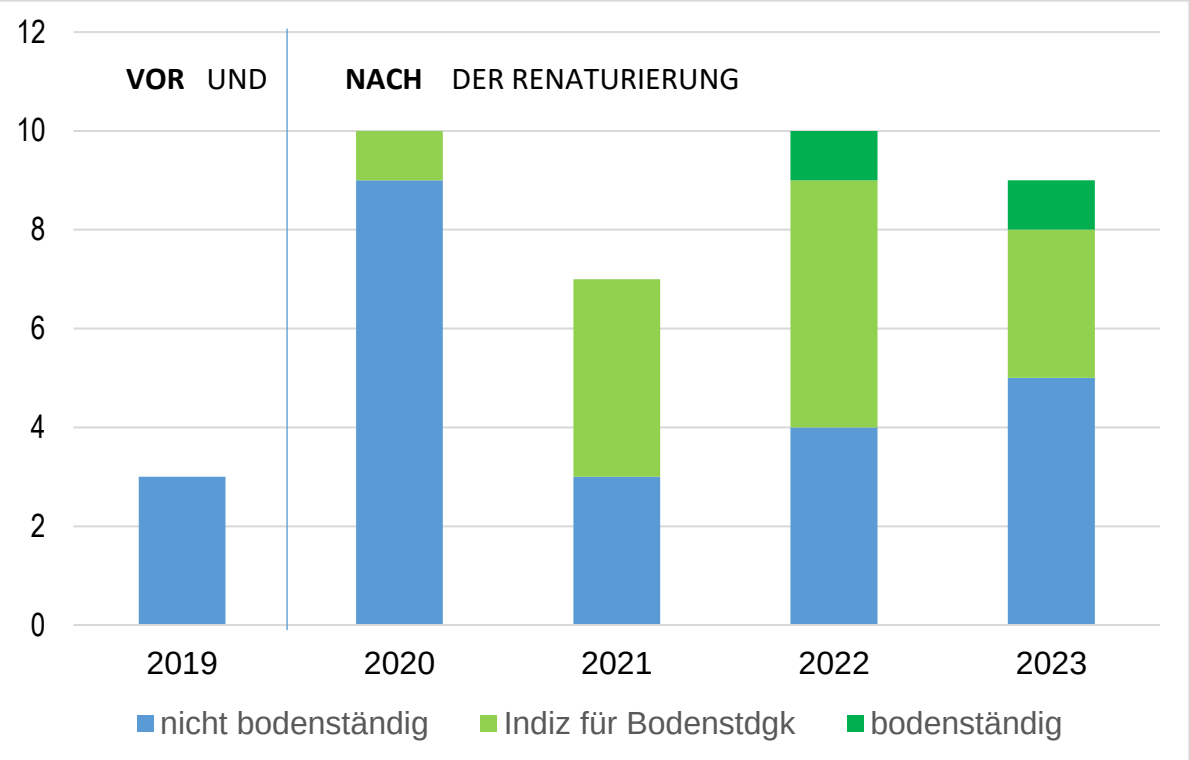


Abbildung 39 Anzahl der im Schollenschopf-Hochmoor nachgewiesene Libellenarten vor der Renaturierung (2019) und in den ersten vier Jahren nach der Renaturierung (2020-2023). Indiz für Bodenständigkeit: Kopula, Eiablage, Larvenfunde; bodenständig: Exuvienfunde, frisch geschlüpfte Imagines



Abbildung 40 Somatochlora arctica ♂ im Spirkenhochmoor; 8. September 2023 (Foto: Anne Puchta)

6.2.1.1 Diskussion der Ergebnisse

Nach dem trocken-heißen Sommer 2022 waren im ebenfalls durch trocken-heiße Phasen geprägten Sommer 2023 die meisten der im Zuge der Renaturierung neu entstandenen Klein- und Kleinstgewässer bereits vollständig oder fast vollständig mit Torfmoosen zugewachsen oder ausgetrocknet (vgl. Abbildung 45-47). Da Libellen potenzielle Fortpflanzungsgewässer anhand des reflektierten, horizontal polarisierten Lichts der Wasseroberfläche erkennen (WILDERMUTH 1998, WILDERMUTH & SPINNER 1991), sind die meisten Kleingewässer im Schollenschopf-Hochmoor für Libellen nicht mehr als geeignete Rendezvous- bzw. Eiablageplätze wahrnehmbar.

Von etwa 100 im Zuge der Renaturierung entstandenen Kleinstgewässern führten am 25. Juni außerdem nur noch 18 Wasser von mindestens 10 cm Tiefe, am 18. Juli waren es nur noch 16 (Abbildung 48) und am 8. September nur noch 13. Das Wasser in diesen kleinen, seichten Moorgewässern erwärmt sich während sommerlicher Hitzeperioden sehr stark. So wurden in einem mit Torfmoosen fast vollständig zugewachsenen Gewässer (mit der Baggerschaufel geschaffenes Wasserloch bei Grabenstau 8.7) am 13. August und am 8. September, (zwei sehr warmen, aber nicht heißen Tagen), Wassertemperaturen von 34° C bzw. 33° C gemessen. An heißen Tagen in den Sommern 2022 und 2023 dürften die Wassertemperaturen dort bei deutlich über 35° C gelegen haben. Da die Löslichkeit von Sauerstoff mit steigender Wassertemperatur sinkt, gleichzeitig aber der Verbrauch aufgrund der mit der Temperatur steigenden Stoffwechselintensität der im Wasser lebenden Organismen zunimmt, könnte der Sauerstoffgehalt an heißen Tagen möglicherweise eine für manche Libellenlarven kritische Grenze unterschreiten. 2022 konnte an o.g. Gewässer am 28. Juli, einem sehr warmen Sommertag, eine tote, noch nicht ausgewachsene Larve von *Aeshna juncea* gefunden werden. Die Temperatur während der Embryonalentwicklung kann nicht nur die Mortalitätsrate der Embryonen beeinflussen, sondern auch Auswirkungen auf die Vitalität der Larven haben (STERNBERG 1990 ZITIERT IN STERNBERG & BUCHWALD 1999).

Die wenigen verbliebenen offenen Wasserflächen im Schollenschopf-Hochmoor und die sehr starke Erwärmung der flachen Gewässer an heißen Sommertagen erklären vermutlich, warum das Gebiet für die meisten Libellenarten zur Fortpflanzung nicht geeignet ist.

Tabelle 10 2019 bis 2023 im Schollenschopf-Hochmoor und Umgebung nachgewiesene Libellenarten in systematischer Reihenfolge; fett gedruckt sind Arten, für die Indizien für Bodenständigkeit vorliegen; RL = Rote Liste nach HOSTETTLER 2001

Artname wissenschaftl.	Artname deutsch	RL	max. Anz.	Bemerkung
Coenagrion puella	Hufeisen-Azurjungfer		1	04.06.22
Pyrrhosoma nymphula	**Frühe Adonislibelle**		8	VI-VIII 2021-2023; **Eiablage** am 4.6.22; max. 8 Ind. am 3.7.22
Aeshna cyanea	**Blaugrüne Mosaikjungfer**		ca. 10	28.07. und 05.09.2022, **Eiablage** am 23.07. und 13.09.21, **Larven** am 13.09.21., **Exuvien** und Eiablage im Sommer 2022/23
Aeshna grandis	Braune Mosaikjungfer		2	1 ad. 2019-2021; 2 ad. am 28.07.22, 1 ad. am 13.8.23
Aeshna juncea	**Torf-Mosaikjungfer**		14-15	28.07.22, **Eiablage** am 27.6.21, Kopula am 28.7.22, keine Exuvien
Aeshna mixta	Herbst-Mosaikjungfer		1	26.08.19
Anax imperator	Große Königslibelle		1-2	24.06.20
Cordulegaster bidentata	Gestreifte Quelljungfer	**2**	1	26.06.19, 27.06.21
Cordulegaster boltonii	**Zweigestreifte Quelljungfer**	**2**	2	21.07.20 am Bach unterhalb des Hangquellmoors; 1 ad. am 23.07.21, 1 ad. am 03.07.22; 2-3 Ind. am 13.8.23 **Eiablage** vermutet
Somatochlora arctica	Arktische Smaragdlibelle	**3**	1-2	24.6.20, 28.7.und 16.8.22, 18.7. und 8.9.23
Somatochlora spec.	Smaragdlibelle		1	21.08.20, 15.08.21
Libellula depressa	Plattbauch		**1**	**1 ♂ am 31.5. und 25.6.23**
Libellula quadrimaculata	**Vierfleck**		18	V/VI 2020; VI 2021, VI/VII 2022, max. 18 Ind. am 27.6.21, **Eiablage** am 27.6.21, 3.7.22 und 18.7.23
Leucorrhinia dubia	**Kleine Moosjungfer**	**3**	1	03.07.22, **Larven** am 28.07.22 und 16.08.22 und 18.07.23
Sympetrum striolatum	Große Heidelibelle		2	VII-IX.; max. 1 ♂ und 1 ♀ am 10.09.20

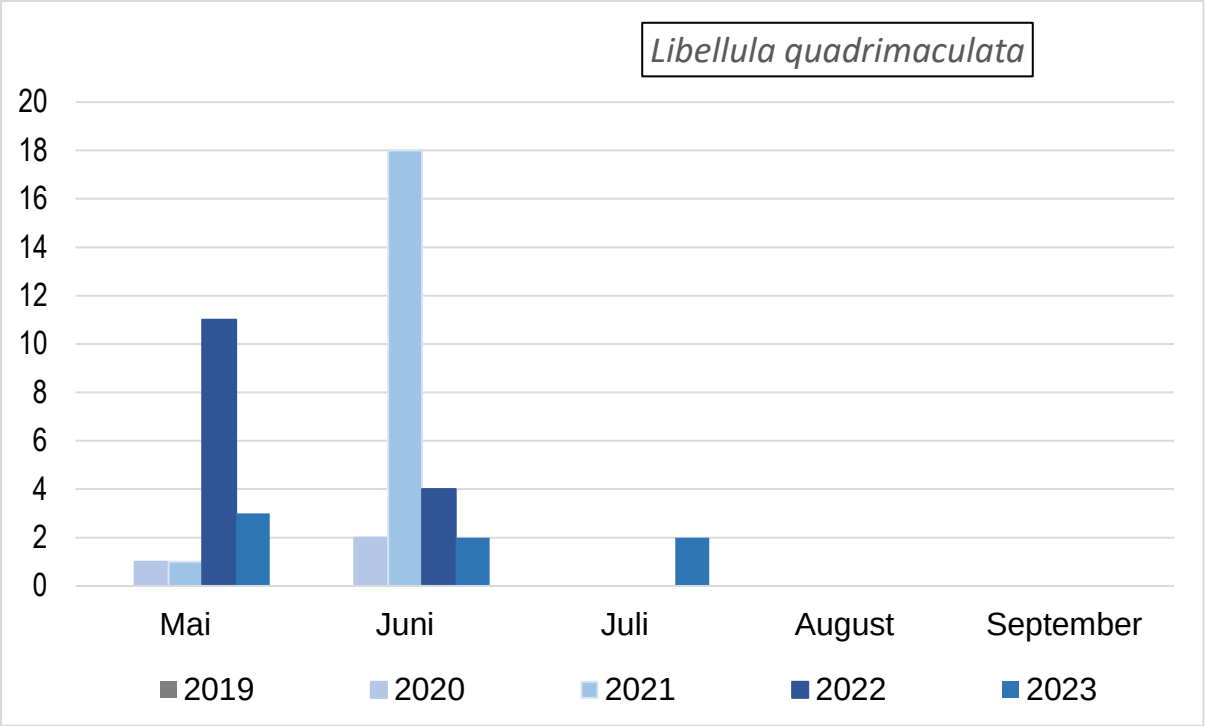


Abbildung 41 Bestandsdynamik von Libellula quadrimaculata im Jahreslauf, 2020-2023

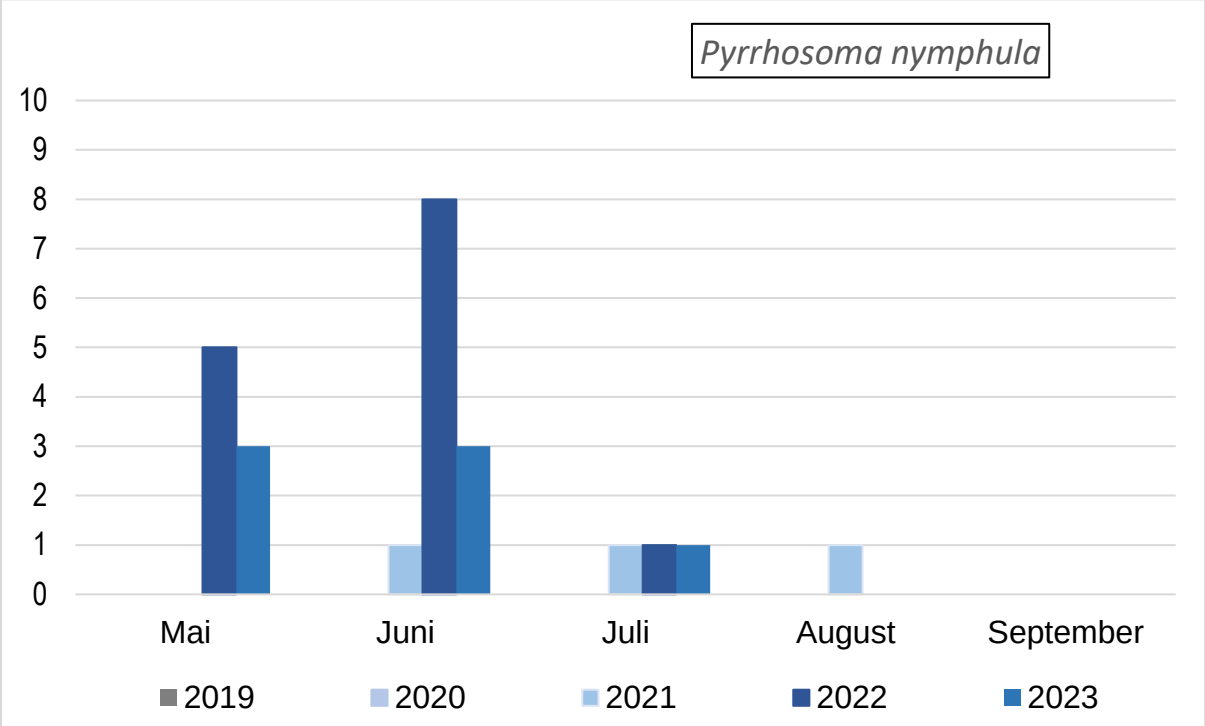


Abbildung 42 Bestandsdynamik von Pyrrhosoma nymphula im Jahreslauf, 2020-2023

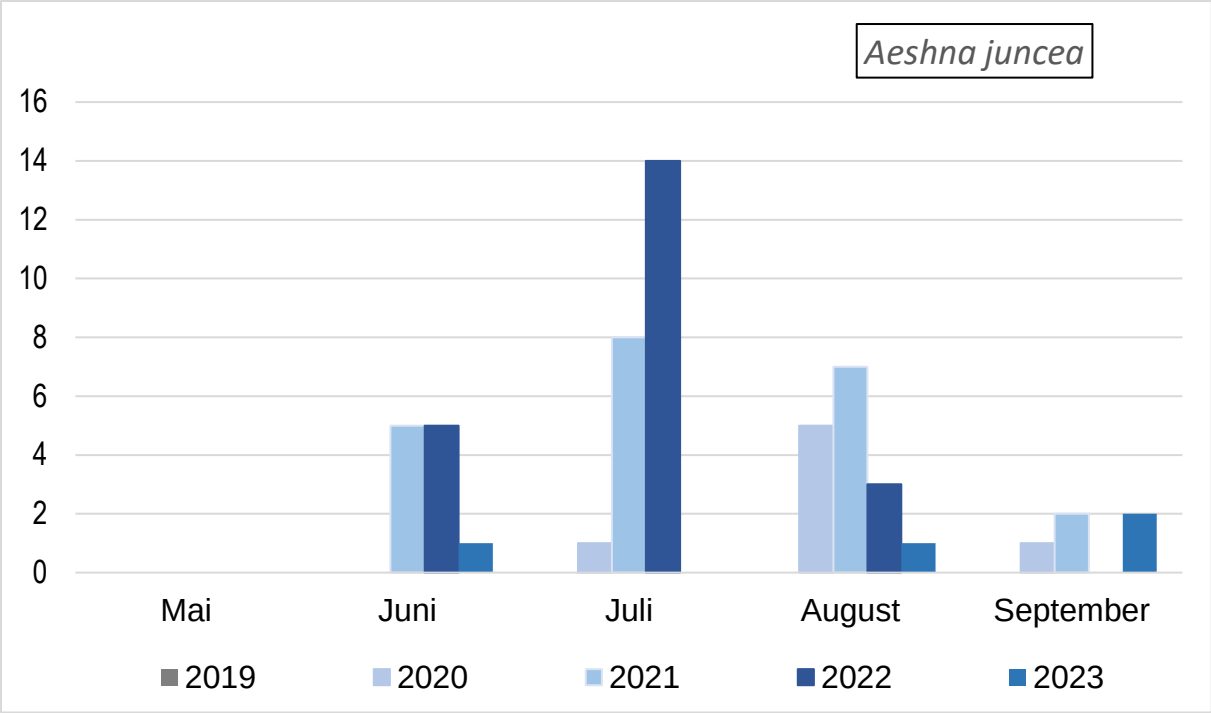


Abbildung 43 Bestandsdynamik von Aeshna juncea im Jahreslauf, 2020-2023

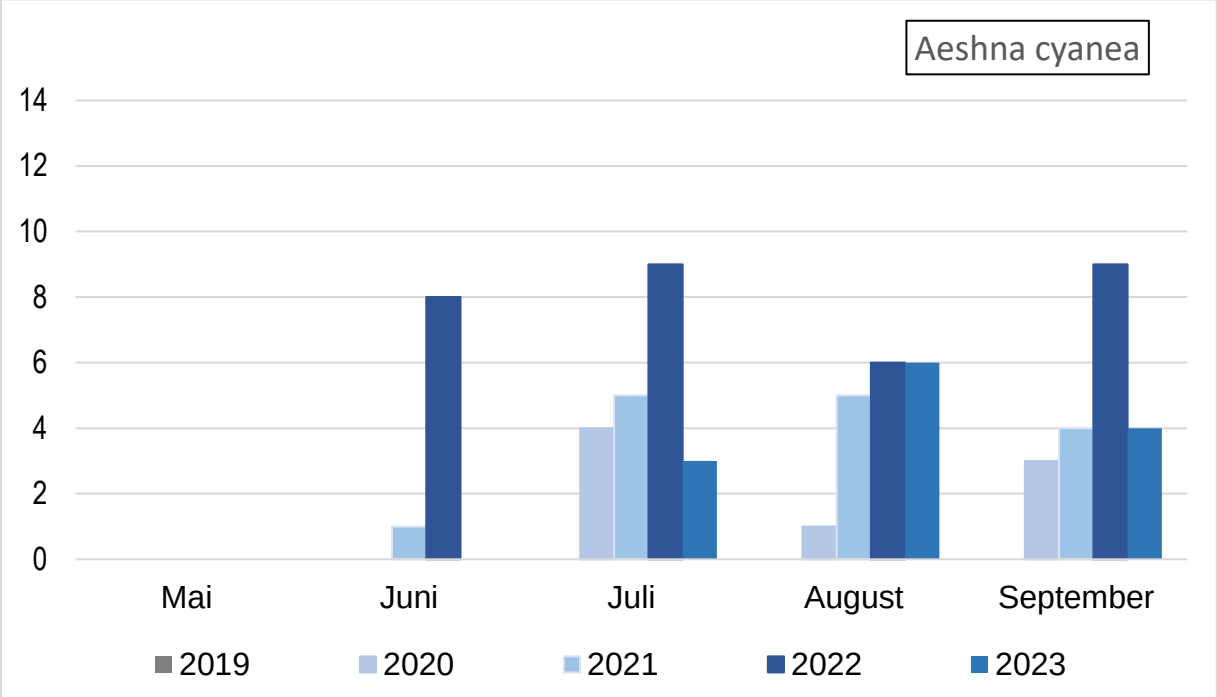


Abbildung 44 Bestandsdynamik von A. cyanea im Jahreslauf, 2020-2023



Abbildung 45 völlig mit Torfmoosen zugewachsenes Kleingewässer an Grabenstau 8.8; 31.05.23 (Foto: Anne Puchta)



Abbildung 46 völlig mit Torfmoosen zugewachsenes Kleingewässer an Grabenstau 8.6; 31.05.23 (Foto: Anne Puchta)



Abbildung 47 ausgetrocknetes Kleingewässer an Graben 8, wird von Torfmoosen überwachsen, 25.06.23 (Foto: Anne Puchta)



Abbildung 48 Kleingewässer an Grabenstau 9.4, eines von wenigen Kleingewässern, die den ganzen Sommer über offenes Wasser führten; Fortpflanzungsgewässer von A. cyanea; 18.07.23 (Foto: Anne Puchta)

6.2.2 Tagfalter

Im überwiegend warm-trockenen, durch mehrere Hitzeperioden geprägten Sommer 2023 konnten im Untersuchungsgebiet 25 Arten nachgewiesen werden (2019: 25 Arten, 2020: 22 Arten, 2021: 18 Arten, 2022: 24 Arten).

Nach dem sehr regenreichen und eher kühlen Frühjahr mit häufigen Niederschlägen in der Zeit von Mitte April bis Mitte Mai flog der Grüne Zipfelfalter *Callophrys rubi* auf der ersten Begehung Ende Mai mit 5-10 Ind. vergleichsweise zahlreich im Gebiet. Bisher gab es nur zwei Einzelnachweise. Aufgrund seiner frühen Flugzeit wurde er in anderen Jahren auf der ersten Begehung teilweise nicht mehr erfasst. *C. rubi* ist eine typische Art entwässerter und verbuschter Hochmoore und kann hier in hohen Abundanzen auftreten. Als Eiablagepflanzen kommen u.a. *Calluna vulgaris, Vaccinium myrtillus, V. uligonosum* und *V. oxycoccus* infrage (BRÄU ET AL. 2013).

Im näheren Umfeld des Hochmoors konnten in diesem Jahr fünf Arten neu für das Gebiet nachgewiesen werden, darunter waren mit den auf den artenreichen Rotschwingelweiden der Umgebung fliegenden *Melanargia galathea* (Schachbrettfalter) und *Thymelicus sylvestris* (Braunkolbiger Braun-Dickkopffalter) zwei Arten der Vorwarnliste (HUEMER 2001).
Lasiommata maera wurde dagegen auf einem Waldweg festgestellt, ihr Verbreitungsschwerpunkt dürfte sich in den lichten Wäldern auf der Südseite des Breitenbergs oberhalb des UG befinden.
Erynnis tages konnte im Mai und Juni im unmittelbaren Randbereich des Hochmoors beobachtet werden, wo *Lotus corniculatus* als Eiablagepflanze dienen dürfte.
Hesperia comma gehört – wie *Polyommatus coridon* (Silbergrüner Bläuling) – zu den Arten, die im August von den Alpweiden und Kalkmagerrasen der Umgebung ins Hochmoor einfliegen, um dort das hohe Nektarangebot während der Heidekrautblüte zu nutzen. Auch *Araschnia levana* (Landkärtchen) konnte im August beim Nektarsaugen an Heidekraut beobachtet werden.

Insgesamt konnten bisher 41 Arten im Gebiet nachgewiesen werden, die in Tabelle 11 zusammengestellt sind.

Bei zwei Arten konnte Eiablage im Hochmoor sicher nachgewiesen werden (*Colias palaeno:* Eiablage an Rauschbeere, *Celastrina argiolus*: Eiablage an *Calluna*), anzunehmen ist sie außerdem bei *Boloria aquilonaris* und *Callophrys rubri*. Beim Trauermantel erscheint eine Fortpflanzung im unmittelbaren Randbereich des Hochmoors möglich.

Tabelle 11 2019 bis 2023 im Schollenschopf-Hochmoor und Umgebung nachgewiesene Tagfalterarten mit Angaben zur Gefährdung; Rote Liste (RL) nach HUEMER (2022); CR = vom Aussterben bedroht; EN = stark gefährdet; VU = gefährdet; NT = Gefährdung droht

Artname wissenschaftl.	Artname deutsch	RL	Beob. 2019	Beob. 2020	Beob. 2021	Beob. 2022	Beob. 2023
Aglais io	Tagpfauenauge					16.08.	
Aglais urticae	Kleiner Fuchs		04.07.	22.05., 03.06., 24.06.	01.06., 27.06.	04.06.	31.05., 25.06.
Anthocharis cardamines	Aurorafalter		04.07.		01.06., 27.06.	04.06.	25.06.

Artname wissenschaftl.	Artname deutsch	RL	Beob. 2019	Beob. 2020	Beob. 2021	Beob. 2022	Beob. 2023
Aphantopus hyperantus	Schornsteinfeger		04.07., 01.08.	21.07., 21.08.	23.07., 15.08.	03.07.	18.07.
Aporia crataegi	Baumweißling	NT	26.06., 04.07.	03.06., 24.06.		04.06.	25.06.
Araschnia levana	Landkärtchen		01.08.		01.06.	28.07.	31.05., 13.08.
Argynnis adippe	Feuriger Perlmutterfalter		01.08., 26.08.	24.06., 21.07.	27.06., 23.07.	28.07.	25.06.
Argynnis paphia	Kaisermantel		04.07., 01.08., 26.08.	21.08.	15.08.	03.07., 28.07., 16.08.	13.08.
Boloria cf. aquilonaris	Hochmoor-Perlmutterfalter	EN	04.07., 01.08.				
Boloria euphrosyne	Silberfleck-Perlmutterfalter		26.06.	22.05., 03.06., 24.06.	01.06.	04.06.	25.06.
Boloria titania	Natterwurz-Perlmutterfalter		04.07.				
Callophrys rubri	Grüner Zipfelfalter		22.04.	22.04., 03.06.			31.05.
Celastrina argiolus	Faulbaum-Bläuling	NT		24.06., 21.07.		03.07., 28.07., 16.08.	25.06., 18.07.
Coenonympha pamphilus	Kleines Wiesenvögelchen		01.08., 26.08.	22.05., 03.06., 21.08.		04.06., 16.08.	31.05., 25.06., 13.08.
Colias palaeno	Hochmoor-Gelbling	NT			23.07., 13.09.	28.07.	
Erebia aethiops	Graubindiger Mohrenfalter			21.07.			
Erebia ligea	Weißbindiger Mohrenfalter		01.08.	21.07.		03.07.	18.07.
Erynnis tages	Dunkler Dickkopffalter						31.05., 25.06.
Gonepteryx rhamni	Zitronenfalter		26.08.	21.07.	01.06., 23.07., 15.08.	03.07., 28.07., 05.09.	31.05., 25.06., 13.08.
Hamearis lucina	Schlüsselblumen-Würfelfalter	NT		22.05.	01.06.		

Artname wissenschaftl.	Artname deutsch	RL	Beob. 2019	Beob. 2020	Beob. 2021	Beob. 2022	Beob. 2023
Hesperia comma	Kommafalter						13.8.
Lasiommata maera	Braunfuchs						25.6.
Lasiommata megera	Mauerfuchs					03.07.	
Leptidea sinapis-Komplex			26.06.	22.05., 03.06., 24.06., 21.07.	27.06.	04.06., 03.07.	
Limenitis camilla	Kleiner Eisvogel	NT	04.07., 01.08.	21.07.	15.08.		
Maniola jurtina	Großes Ochsenauge		01.08., 26.08.		15.08.	28.07.	18.7., 13.8.
Melanargia galathea		NT					13.8.
Melitaea diamina	Baldrian-Scheckenfalter	NT	26.6.				
Nymphalis antiopa	Trauermantel					28.07.	31.5., 18.7.
Nymphalis c-album	C-Falter					28.07.	
Ochlodes sylvanus	Rostfarbiger Dickkopffalter		01.08., 26.08.	21.07.	23.07., 15.08.		18.7.
Papilio machaon	Schwalben-schwanz				23.07.		
Pararge aegeria	Waldbrettspiel		26.8.	22.05., 03.06.	01.06., 15.08.	04.06., 03.07.	31.5., 25.6., 13.8.
Pieris brassicae	Großer Kohl-Weißling		26.06., 04.07., 26.08.	24.06., 21.07., 10.09.	27.06., 23.07.	03.07., 16.08.	25.6.
Pieris rapae	Kleiner Kohl-Weißling		26.06., 04.07.	21.07., 21.08.		16.08.	
Polyommatus coridon	Silbergrüner Bläuling					28.07., 16.08.	13.8.
Polyommatus icarus	Hauhechel-Bläuling		26.06., 26.08.	03.06., 21.08.			
Thymelicus sylvestris		NT					13.8.

Artname wissenschaftl.	Artname deutsch	RL	Beob. 2019	Beob. 2020	Beob. 2021	Beob. 2022	Beob. 2023
Vanessa atalanta	Admiral		04.07., 26.08.	21.08., 10.09.	23.07., 13.09.	03.07., 28.07., 16.08.	18.7., 13.8.
Vanessa cardui	Distelfalter		26.06., 01.08.	24.06.			
Anzahl Arten		14	25	21	18	26	**25**

Tabelle 12 2019-23 im Schollenschopf-Hochmoor (HM) und den versch. Lebensräumen der Umgebung nachgewiesenen Tagfalterarten mit Angaben zur ökol. Gilde (nach HUEMER 2001); W, WL = Wald, Waldlichtung mit Kohldistelwiese; HM = Hochmoor; FM = Flachmoor, stark gestört; QM = Hangquellmoor, gestört; AW = Alpweide (Rotschwingelweide); + = 1-3 Ind., ++ = 4-10 Ind.

Artname wissenschaftlich	Lebensraum					Ökologische Gilde
	W,WL	HM	FM	QM	AW	
Anthocharis cardamines	+					MesÜb
Araschnia levana	+	(+)				MesWa
Argynnis adippe	++					MesWa
Argynnis paphia	++					MesWa
Boloria titania	+					Mon
Erebia aethiops	+					MesWa
Erebia ligea	++					MesWa
Gonepteryx rhamni	+					MesÜb
Hamearis lucina	+					MesÜb
Limenitis camilla	+	+				MesWa
Pararge aegeria	+	+				MesWa
Lasiommata maera	+					MesÜb
Leptidea sinapis-Komplex	+	+				MesOf
Boloria euphrosyne	++	+	+			MesWa
Aphantopus hyperantus	+	(+)	+			MesOf
Aporia crataegi	+	(+)				MesÜb
Papilio machaon	+					MesOf
Boloria cf. aquilonaris	(+)	+				Tyrphl
Nymphalis antiopa		+				MesWa
Callophrys rubi		++				MesÜb
Celastrina argiolus		+++				MesÜb
Colias palaeno		+				Tyrphl

Artname wissenschaftlich	Lebensraum					Ökologische Gilde
	W,WL	HM	FM	QM	AW	
Ochlodes sylvanus	+		+			MesOf
Maniola jurtina	+		+		+	MesOf
Polyommatus coridon		(+)			+	XerOf
Coenonympha pamphilus			+	+		MesOf
Melitaea diamina				+		HygOf
Polyommatus icarus				+	+	MesOf
Erynnis tages					+	MesOf
Melanargia galathea					+	MesOf
Thymelicus sylvestris					+	MesOf

6.2.3 Ameisen

6.2.4 Wildbienen

Als neue Arten wurden 2023 mit *Andrena minutula, Halictus rubicundus* und *Bombus terrestris* lediglich häufige und weit verbreitete Arten im Gebiet nachgewiesen.
Hervorzuheben sind vor allem die wiederholten Beobachtungen von *Bombus jonellus* und *Lasioglossum laevigatum* im Spirkenhochmoor sowie von *Eucera longicornis* im Randbereich des Gebietes.

Tabelle 13 2019 bis 2023 im Schollenschopf-Hochmoor (hellgrau hinterlegt) und Umgebung nachgewiesene Wildbienenarten mit Angaben zur Gefährdung in Bad.-Württ. (BW) nach WESTRICH et al. (2000), in Bayern (BY) nach VOITH ET AL. (2021) und in der Schweiz (CH) nach AMIET (1994); V = Vorwarnstufe, D = Daten defizitär, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet; - = Art kommt nicht vor

Artname wissenschaftlich	Rote Liste			Bemerkung
	BW	BY	CH	AP = A. Puchta, TK = Timo Kopf; * = bestimmt von TK
Andrena chrysosceles				1 ♀ Kohldistelwiese, 3.6.20 (AP)
Andrena fucata				2 ♂ und 1 ♀am 14.6.19 im Spirkenhochmoor (TK); 1 ♀ am 4.6.22 im Spirkenhochmoor (AP)
Andrena minutula				1 ♀ am 25.6.23 Kohldistelwiese (AP)
Andrena subopaca				1 ♀ Kohldistelwiese, 22.5.20*, 01.06.21, 27.06.21 (AP); 1 ♀ auf Alpweide, 23.7.21; weitere Nachweise im Spirkenhochmoor und im Fichtenwald am 14.6.19 (TK)
Anthidium strigatum	V	V		1 ♂, 19.7.19. im Niedermoor (TK)
Bombus barbutellus				1 ♀, 23.7.21 Kohldistelwiese (AP)
Bombus bohemicus				1 ♀ am 14.6.19 im Spirkenhochmoor (TK)

Artname wissenschaftlich	Rote Liste			Bemerkung
	BW	BY	CH	AP = A. Puchta, TK = Timo Kopf; * = bestimmt von TK
Bombus hypnorum				an *Cirsium oleraceum*, Kohldistelwiese, 10.9.20 (AP); 1 ♀ an *Vaccinium vitisidaea*, Spirkenhochmoor, 4.6.22 (AP), 1 ♀ am 13.8.23 an *V. uliginosum* im Spirkenhochmoor (AP)
Bombus jonellus	2	V		2 ♂ am 14.6.19 im Spirkenhochmoor (TK); 2 ♂ am 21.7.20 (AP), 1 ♀ am 25.6.23
Bombus lapidarius				häufig im Gebiet, v.a. an *Vaccinium myrtillus, V. oxycoccus* und *Cirsium oleraceum* (TK, AP)
Bombus lucorum				häufig im Gebiet, v.a. an *Vaccinium myrtillus, V. oxycoccus* und *Calluna vulgaris* (AP)
Bombus monticola	-	V		1 ♀, 24.6.20 und 1 ♀, 4.7.22 im Spirkenhochmoor (AP)
Bombus norvegicus				1 ♀, 14.6.19 im Spirkenhochmoor (TK)
Bombus pascuorum				häufig im Gebiet, v.a. an *Vaccinium myrtillus, V. oxycoccus* und *Cirsium oleraceum* (TK, AP)
Bombus pratorum				u.a. an *Vaccinium uliginosum, V. oxycoccus, Calluna vulgaris* und *Geum rivale* (AP)
Bombus soroeensis	V	V		1 ♀, 14.6.19 im Spirkenhochmoor (TK), 1 ♀ an *Cirsium oleraceum*, Kohldistelwiese, 10.9.20 (AP), 1 ♂ an *Cirsium oleraceum*, Kohldistelweise am 16.8.22 (AP)
Bombus sylvarum	V	V	3	1 ♂ am 15.8.21, Kohldistelwiese (AP); mehrere ♀ am 4.6.22 an *Vaccinium oxycoccus*
Bombus terrestris				1 ♀ am 18.7.23, Kohldistelwiese (AP)
Bombus vestalis				1 ♂, 19.7.19. im Niedermoor (TK), 2 ♀, 1.6.21 Kohldistelwiese (AP), am 1.6.21 mehrfach im Spirkenhochmoor (AP)
Chelostoma florisomne				je 1 ♂ am 14.6.19 im Niedermoor und im Fichtenwald (TK), 1 ♂ am 27.6.21, 23.7.21 und 25.6.23 im Niedermoor (AP),
Eucera longicornis	V	V		1 ♀ am 27.6.21 und 18.7.23, Waldweg (AP)
Halictus rubicundus				1 ♀ am 14.6.19 im Spirkenhochmoor (TK), 3 ♀ am 13.8.23 im Spirkenhochmoor an *Calluna* (AP)
Halictus tumulorum				1 ♀, 14.6.19. Niedermoor (TK), 1 ♀, 23.7.21 Alpweide (AP)
Hylaeus hyalinatus				1 ♀ am 24.6.20 am Nest in Gesteinsspalte einer gemauerten Feuerstelle (AP)*
Hylaeus nigritus				1 ♀ am 27.6.21, Kohldistelwiese (AP)
Hylaeus rinki	D	-		1 ♂, 19.7.19. im Niedermoor (TK)
Lasioglossum albipes				1 ♀ am 14.6.19 im Niedermoor und im Fichtenwald (TK)
Lasioglossum bavaricum				1 ♀ am 14.6.19 im Fichtenwald (TK)

Artname wissenschaftlich	Rote Liste			Bemerkung
	BW	BY	CH	AP = A. Puchta, TK = Timo Kopf; * = bestimmt von TK
Lasioglossum calceatum				1 ♀ am 14.6.19 (TK) und 1 ♀ am 23.7.21, Niedermoor (AP), 1 ♀ am 3.7.22 an einem Waldweg (AP), 2 ♀ am 13.8.23 im Spirkenhochmoor an *Calluna* (AP) und 2 ♀ am 08.09.23 an *Cirsium oleraceum* in der Kohldistelwiese
Lasioglossum fratellum	D			3 ♀ am 14.6.19 im Spirkenhochmoor (TK)
Lasioglossum fulvicorne				1 ♀ am 14.6.19 im Niedermoor (TK); 1 ♀ am 21.8.20 an *Calluna vulgaris* im Spirkenhochmoor*; 1 ♀ und 1 ♂ am 15.8.21 an Calluna im Spirkenhochmoor (AP)
Lasioglossum laevigatum	2	V		am 14.6.19 mehrere Nachweise im Niedermoor und im Fichtenwald (TK), 1 ♀ am 1.6.21 in der Kohldistelwiese (AP), 1 ♂ am 13.8.23 im Spirkenhochmoor an Calluna (AP)
Lasioglossum laticeps				1 ♀ am 14.6.19 im Niedermoor (TK)
Lasioglossum rufitarse				1 ♀ im Spirkenhochmoor, 22.5.20 (AP)
Megachile ligniseca	2	3	3	1 ♀ an *Cirsium oleraceum*, Kohldistelwiese, 10.9.20 (AP)
Nomada flava				1 ♀ am 14.6.19 und am 1.6.21 im Spirkenhochmoor (TK, AP)
Nomada panzeri				2 ♀ am 14.6.19 im Spirkenhochmoor (TK)

6.2.5 Amphibien und Reptilien

2023 gelangen im Gebiet keine Beobachtungen von Amphibien und Reptilien (*Zootoca vivipara*) mehr, was auf das fast völlige Verschwinden offener Wasserflächen zurückzuführen sein dürfte.

7 Literatur

AMIET, F. (1994): Rote Liste der gefährdeten Bienen der Schweiz. In: Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz, BUWAL (Hrsg.), EDMZ (Vertr.), Bern, 38-44.

BRÄU, M., BOLZ, R., KOLBECK, H., NUNNER, A. VOITH, J. & W. WOLF (2013): Tagfalter in Bayern. Hrsg. AG Bayer. Entomologen e.V. und Bayer. Landesamt für Umwelt.

BAFU (2009): Regeneration von Hochmooren. Grundlagen und technische Massnahmen. Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.). Bern.S. 8-19

BUND NATURSCHUTZ IN BAYERN E.V. (BN), KREISGRUPPE CHAM (2022): Klima- und Wasserschutz: Das leisten Moore für uns; online verfügbar unter: www.cha.bund-naturschutz.de/projekte/bedeutung -der-moore, zuletzt geprüft am 21.12.2022;

GLASER, F. (2005): Rote Liste gefährdeter Ameisen Vorarlbergs. Rote Listen 3, Vorarlberger Naturschau, Dornbirn, 127 S.

DIERSSEN K. & DIERSSEN B. (2001): Moore. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. Ulmer (Hrsg.)

HEIDEMANN, H. & R. SEIDENBUSCH (2002): Die Libellenlarven Deutschlands. Handbuch für Exuviensammler. Goecke & Evers, Keltern.

HOSTETTLER, K. (2001): Libellen (Odonata) in Vorarlberg (Österreich). Vorarlberger Naturschau 9: 9-134.

HUEMER, P. (2001): Rote Liste gefährdeter Schmetterlinge Vorarlbergs. Vorarlberger Naturschau, Dornbirn.

HUEMER, P., RÜDISSER, J., HIERMANN, U., LECHNER, K., MAYR, T. ORTNER, A. & J.G. FRIEBE (2022): Rote Liste gefährdeter Schmetterlinge Vorarlbergs (Neubearbeitung). Rote Listen Vorarlbergs, 11: 201 S. Dornbirn (inatura).

STERNBERG, K. & R. BUCHWALD (1999): Die Libellen Baden-Württembergs. Bd. 1: Allgemeiner Teil, Kleinlibellen (Zygoptera). Ulmer, Stuttgart. 468 S.

SUCCOW, M. & H. JOOSTEN (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. Schweizerbart, Stuttgart. 622 S.

VOITH, J., DOCZKAL, D., DUBITZKY, A., HOPFENMÜLLER, S., MANDERY, K., SCHEUCHL, E., SCHUBERT, J & K. WEBER (2021): Rote Liste und Gesamtartenliste Bayern – Bienen – Hymenoptera. Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.), Augsburg, 38 S.

WESTRICH, P., H. R. SCHWENNINGER, M. HERRMANN, M. KLATT, M. KLEMM, R. PROSI & A. SCHANOWSKI (2000): Rote Liste der Wildbienen Baden-Württembergs. 3., neu bearbeitete Fassung, Stand 15. Februar 2000. Hrsg. LfU Fachdienst Naturschutz, Naturschutz Praxis, Artenschutz 4.

Wetterring Vorarlberg (2023): online verfügbar unter: https://wetterring.at/news/2023 (zuletzt geprüft am 29.12.2023)

WILDERMUTH, H. (1998): Dragonflies recognize the water of rendezvous and oviposition sites by horizontally polarized light: a behavioural field test. Naturwissenschaften 85: 297-302.

WILDERMUTH, H. & W. SPINNER (1991). Visual cues in oviposition site selection by *Somatochlora arctica* (Zetterstedt) (Anisoptera: Corduliidae). Odonatologica, 20: 357–367.

ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK (ZAMG) (2023): Wetter und Klima; online verfügbar unter: https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima (zuletzt geprüft am 29.12.2023)