

Dieses Zusatzmaterial ergänzt den in Natur und Landschaft 98. Jahrgang (2023) – Ausgabe 3: 114 – 123, DOI: 10.19217/NuL2023-03-03 veröffentlichten Hauptartikel

Entwicklung der Hochmoorregeneration auf industriell abgebauten Schwarztorfflächen im Verlauf von 35 Jahren

- Zusatzmaterial -

**Implementation of raised bog regeneration on black peat after industrial peat
cutting in the course of 35 years**

- Supplement -

Holger Brux, Joachim Blankenburg, Herbert Främbis, Luise Giani, Oliver Giesecke,
Stefanie Heinze, Mathias Herbst, Sven Jensen, David Matuschek, Dietrich
Mossakowski, Solveig Nachtigall und Hans-Bert Schikora

Zusammenfassung

Im Rahmen einer Langzeituntersuchung zur Hochmoorrenaturierung wurden mit umfassenden Daten aus den Jahren von 1984 bis 2021 die Entwicklungen von Wasserhaushalt, Boden, Klima, Nährstoffdynamik, Flora, Vegetation und Fauna untersucht. Im Jahr 1984 wurden Hochmoorpflanzenarten mit Erfolg eingebracht. Bultbildende Torfmoose haben sich nur sehr kleinflächig vor allem in Heideflächen etabliert. Eine flächige Ausbreitung von Schlenkentangmoosen, Entwicklung von Akrotelm und Streuauflage verringerten die Verdunstung der Fläche, so dass lange Trockenphasen wie 2018/2019 von der Moorvegetation gut überstanden wurden. Feuchteliebende Arthropoden der Moore wurden nachgewiesen, aber nur wenige Hochmoorspezialisten. Ein winterlicher Überstau von 10 – 30 cm für Schlenkenbereiche ist ausreichend. Die Böden wiesen größtenteils abnehmende Gehalte an pflanzenverfügbaren Nährstoffen auf. Unsere Ergebnisse zeigen, dass sich ein teilabgetorfes Hochmoor mit einer Restschicht aus stark zersetztem Hochmoortorf (Schwarztorf) wiedervernässen lässt und dass eine erste Akrotelmentwicklung stattfinden kann. Auch bei einem moderaten weiteren Temperaturanstieg dürften die klimatischen Bedingungen für die Hochmoorregeneration in Nordwestdeutschland ausreichen.

Langzeituntersuchung – Hochmoorrenaturierung – Wiedervernässung – Beimpfung –
Torfmoos – Klimawandel

Abstract

As part of a long-term study on raised bog restoration, we used comprehensive data covering the period from 1984 to 2021 to investigate developments in water balance, soil, climate, nutrient dynamics, flora, vegetation and fauna. In 1984, raised bog plant species were introduced successfully. Hummock *Sphagnum* species established mainly in heath

areas on a very small scale. The areal spread of hollow *Sphagnum* species, development of acrotelm and litter overlay reduced evaporation from the area, so that long dry periods such as 2018/19 were well survived by the bog vegetation. Several hygrophilic mire invertebrate species were recorded, but only few raised bog specialists. Winter inundation of about 10 to 30 cm for areas with hollow *Sphagnum* species is sufficient. The soils exhibited decreasing contents of plant-available nutrients. Our results show that a partially cutover raised bog with a residual layer of highly decomposed raised bog peat (black peat) can be rewetted and initial acrotelm development can occur. Even with a moderate further temperature increase, the climatic conditions should be sufficient for raised bog regeneration in northwest Germany.

Long-term study – Raised bog restoration – Rewetting – Inoculation – *Sphagnum* – Climate change

Inhalt des Zusatzmaterials

Die Verweise beziehen sich auf den Hauptartikel in Natur und Landschaft – 98. Jahrgang (2023) – Ausgabe 3: 114 – 123. Abbildungen und Tabellen sind entsprechend der Gliederung im Hauptartikel aufgeführt.

Inhaltsverzeichnis

1 Material zu Kap. 2 Untersuchungsgebiet und Maßnahmen.....	4
2 Material zu Kap. 3.1 Lokalklima, klimatische Wasserbilanz und Wasserstände.....	5
3 Material zu Kap. 3.2 Klimateffekte.....	11
4 Material zu Kap. 3.3 Nährstoffdynamik.....	12
5 Material zu Kap. 3.4 Fauna.....	13
6 Material zu Kap. 3.5 Etablierung der Hochmoorvegetation.....	18
7 Erfassung der Biotoptypen 2020.....	26
8 Quellen.....	27

Abbildungen

Abb. A: Sentinel-2-Satellitenbilder mit der Grenze des Naturschutzgebietes Leegmoor (weiße Umrandung) und der Projektfläche (gelbe Umrandung).....	6
Abb. B: Lageplan der Projektfläche (gelbe Umrandung) mit Messstellen zur Erfassung der Wasserstände.....	8
Abb. C: Verlauf der Wasserstände im Moor der Messstelle MB10 mit den Stauzielen im Mittelgraben	9

Abb. D: Verlauf der Wasserstände im Moor der Messstelle MB12 mit den Stauzielen im Mittelgraben	9
Abb. E: Gemessene und berechnete Wasserstände des Kolks.....	10
Abb. F: Berechnungsmethoden zur Freisetzung von Kohlendioxidäquivalenten.....	11
Abb. G: pH-Werte, Wassergehalte und Gehalte an pflanzenverfügbarem Nitrat und Ammonium im Boden sowie Phosphat im Bodenwasser (jeweils Mediane aller Untersuchungsstandorte, für PO ₄ arithmetische Mittel) des Leegmoores heute verglichen mit der Situation Anfang der 1990er Jahre..	12
Abb. H: Probeflächen der Bodenfallen.....	13
Abb. I: Standortbezogene Übersicht der im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen in Niedersachsen gefährdeten (Finch 2004) Websspinnenarten.....	17
Abb. J: Ausgangssituation vor Ansaat 1984.....	18
Abb. K: Ansaatflächen <i>Eriophorum vaginatum</i> 1984 (links) und Vorkommen 2020 (rechts).....	20
Abb. L: DQ 28 1984 – 2019. Anpflanzung von <i>Eriophorum vaginatum</i>	21
Abb. M: DQ 60 1984 – 2021. Einbringung von Plaggen mit <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Eriophorum angustifolium</i> , <i>Molinia caerulea</i> , <i>Erica tetralix</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Carex canescens</i>	23
Abb. N: Vorkommen Bulttorfmoose 2021.....	25
Abb. O: Biotoptypen NSG Leegmoor 2020.....	26

Tabellen

Tab. A: Durchgeführte Maßnahmen und Untersuchungen im Leegmoor und ihr zeitlicher Verlauf 1983 – 2022.....	4
Tab. B: Mittlere Wasserstände in Meter unter Gelände und deren Veränderungen.....	5
Tab. C: Mittlere jährliche Wasserstandsschwankungen der Perioden 1984 bis 1996 und 1997 bis 2021 und deren Abnahmen.....	5
Tab. D: Staphyliniden-Arten mit Gefährdungsstatus.....	14
Tab. E: Schematische Übersicht der Verteilung von Staphyliniden auf unterschiedliche Moorstandorte	16
Tab. F: Entwicklung der Flora 1984 - 2021.....	19

2 Material zu Kap. 3.1 Lokalklima, klimatische Wasserbilanz und Wasserstände

Tab. B: Mittlere Wasserstände in Meter unter Gelände und deren Veränderungen

Tab. B: Mean water levels in meters below surface and their changes

Zeitraum	2.11.1984 bis 31.8.1996	modelliert ab 1.1.1997 und gemessen ab 1.1.2019	Veränderung 1984 bis 1996 zu 1997 bis 2021
Messstelle	(m unter Geländeoberfläche)		(m)
MB2	0,20	0,08	-0,12
MB5	0,10	0,14	0,04
MB6	0,04	0,02	-0,03
MB7	0,27	0,03	-0,24
MB8	0,04	-0,05	-0,09
MB9	0,11	-0,05	-0,17
MB10	0,10	-0,11	-0,21
MB11	0,42	0,17	-0,25
MB12	0,15	0,03	-0,12
Mittelwerte	0,16	0,03	-0,13

negative Werte = Wasserstand über Geländeoberfläche bzw. Anstieg (letzte Spalte)

Tab. C: Mittlere jährliche Wasserstandsschwankungen der Perioden 1984 bis 1996 und 1997 bis 2021 und deren Abnahmen

Tab. C: Mean annual water level fluctuations for the periods 1984 to 1996 and 1997 to 2021 and their decreases

Zeitraum	1984 bis 1996	1997 bis 2021 (berechnete Werte)	Abnahme
Messstelle	(m)		
MB2	0,56	0,35	0,20
MB5	0,64	0,46	0,18
MB6	0,49	0,37	0,12
MB7	0,86	0,38	0,48
MB8	0,54	0,25	0,29
MB9	0,53	0,23	0,30
MB10	0,44	0,28	0,17
MB11	0,87	0,58	0,29
MB12	0,70	0,40	0,30
Mittelwert	0,63	0,37	0,26

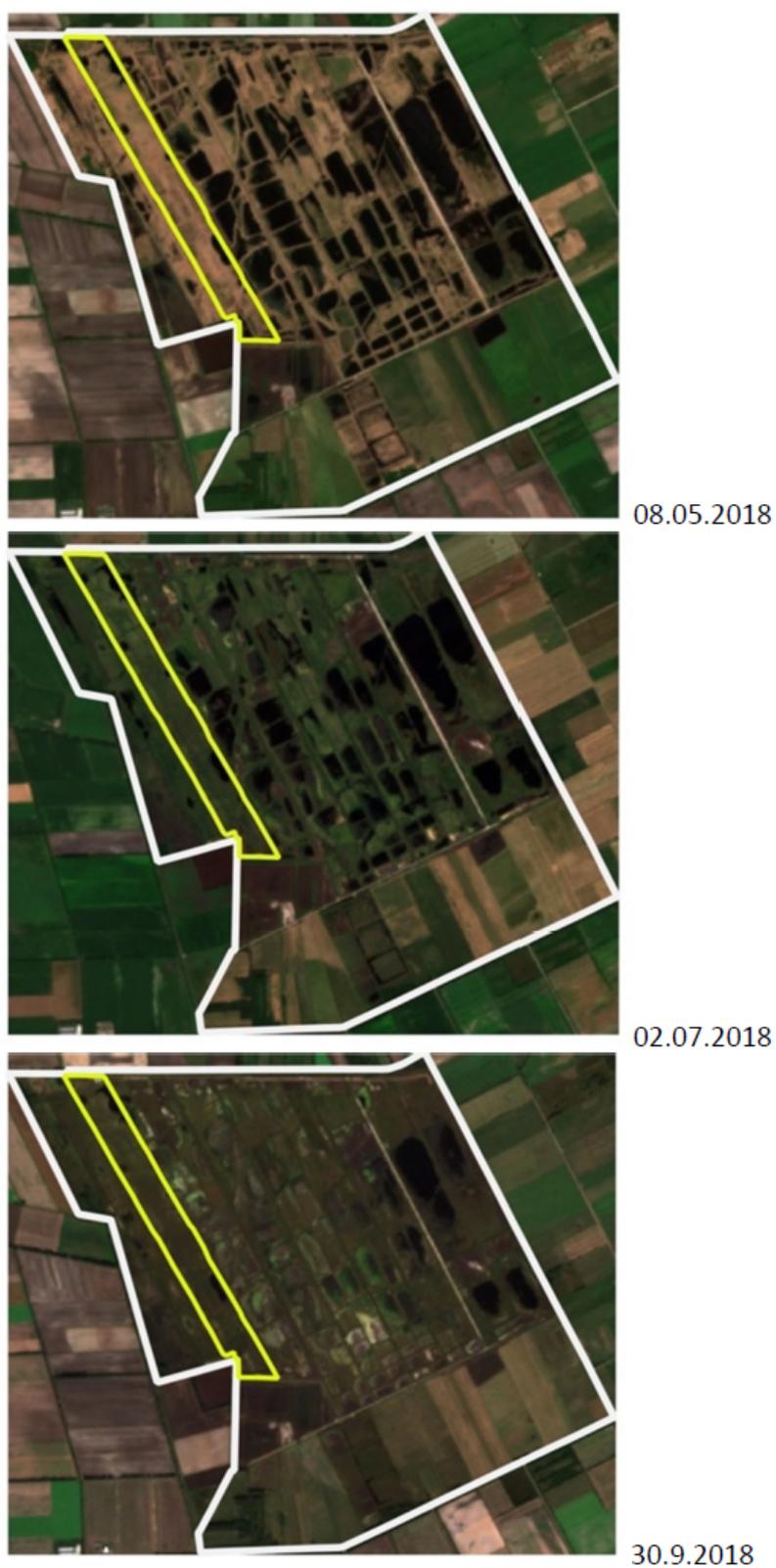


Abb. A: Sentinel-2-Satellitenbilder mit der Grenze des Naturschutzgebietes Leegmoor (weiße Umrandung) und der Projektfläche (gelbe Umrandung).

Fig. A: Sentinel-2 satellite imagery of Leegmoor Nature Reserve area (white outline) and project area (yellow outline). Aerial pictures by Sentinel 2022, scaled down.

Erläuterung: Sentinel-2-Satellitenbilder stehen in hoher zeitlicher Auflösung zur Verfügung. Es lassen sich hiermit Veränderungen der überstauten Flächen sehr gut erfassen. Die dunklen Farben zeigen Wasserflächen an und deren Abnahme ist von Mai bis September 2018 in den Bildern gut zu erkennen. Quelle der Luftbilder: Sentinel 2022, unmaßstäblich verkleinert.

Explanation: Sentinel-2 satellite imagery is available with high temporal resolution. This allows changes in the inundated areas to be recorded very well. The dark colors indicate water areas, and their decrease can be clearly seen in the images from May to September 2018. Aerial pictures by Sentinel 2022, scaled down.



Abb. B: Lageplan der Projektfläche (gelbe Umrandung) mit Messstellen zur Erfassung der Wasserstände.

Fig. B: Map of the project area (yellow border) with measuring points for recording the water levels.

Erläuterung: Zu Projektbeginn wurden Messstellen in der Projektfläche zur Erfassung der Moorwasserstände eingerichtet. Bei den Nachuntersuchungen erfolgten Wasserstandsmessungen mittels Dataloggern in den in Abb. B gekennzeichneten Stellen. Nur die Wasserstände im nördlichen Graben und der dort vorhandenen Grundwassermessstellen wurden manuell erfasst. Quelle: Luftbildausschnitt von Hofer & Pautz (2020), unmaßstäblich verkleinert.

Explanation: At the beginning of the project, measuring points were set up in the project area to record the moor water levels. During the follow-up investigations, water level measurements were taken using data loggers in the locations marked in Fig. B. Only the water levels in the northern ditch and the groundwater measuring points located there were recorded manually. Source: Aerial photo section by Hofer & Pautz (2020), scaled down.

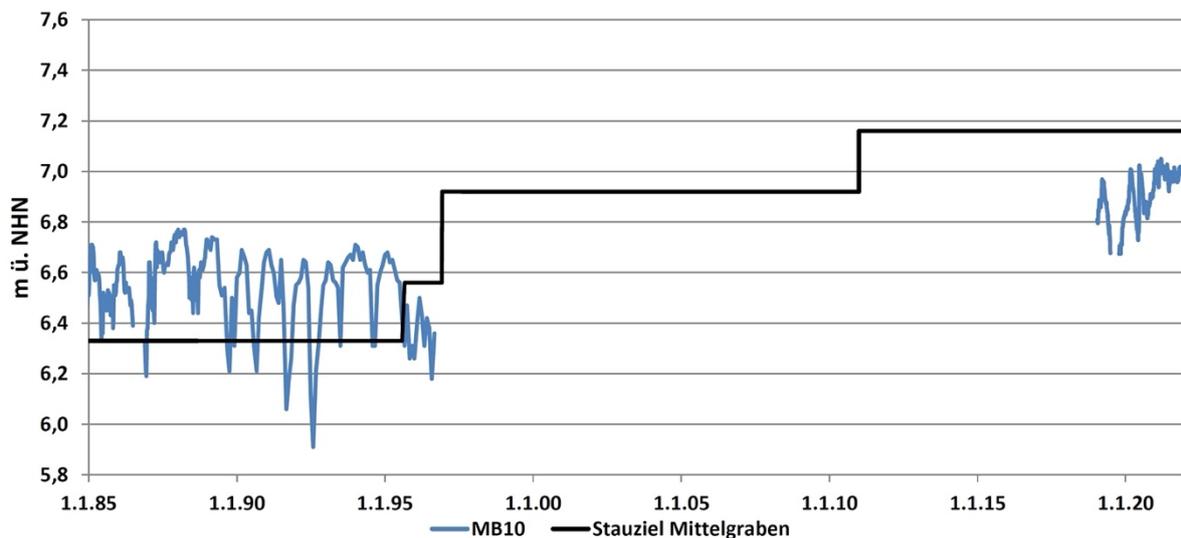


Abb. C: Verlauf der Wasserstände im Moor der Messstelle MB10 mit den Stauzielen im Mittelgraben

Fig. C: Course of the water levels in the bog of the measuring point MB10 and the target water level in the „Mittelgraben“

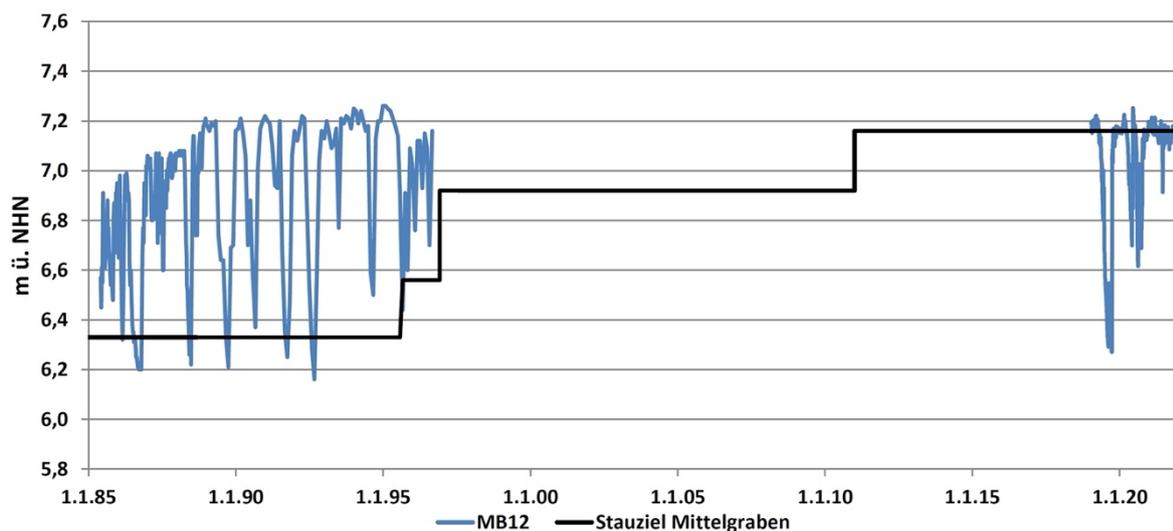


Abb. D: Verlauf der Wasserstände im Moor der Messstelle MB12 mit den Stauzielen im Mittelgraben

Fig. D: Course of the water levels in the bog of the measuring point MB12 and the target water level in the „Mittelgraben“

Erläuterung: Der Verlauf der gemessenen Wasserstände wird anhand zweier typischer Messstellen beschrieben. Die Messstelle MB10 liegt im nördlichen Bereich und die Messstelle MB12 im südlichen Teil. Durch die Ausbreitung von Schlenkentangmoosen ist der Wasserhaushalt im nördlichen Teil ausgeglichener als im südlichen Teil, in dem Pfeifengras (*Molinia caerulea*) dominiert. Das Anheben der Stauziele im Mittelgraben (Abb. B) hat sich besonders positiv im nördlichen Teil ausgewirkt.

Explanation: The course of the measured water levels is described using two typical measuring points. Measuring point MB10 is in the northern area and measuring point MB12

in the southern part. Due to the spread of hollow *Sphagnum* species, the water balance in the northern part is more balanced than in the southern part, where *Molinia caerulea* dominates. Raising the water level targets in the „Mittelgraben“ (Fig. B) has had a particularly positive effect in the northern part.

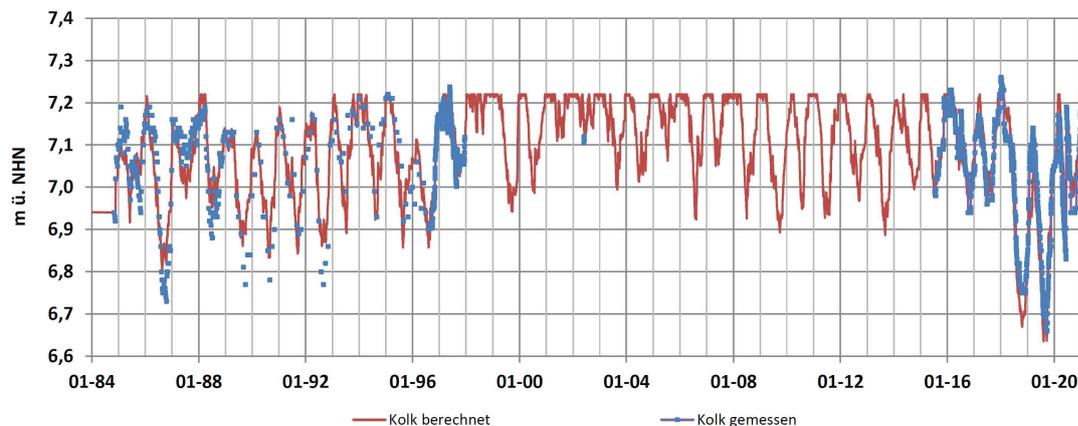


Abb. E: Gemessene und berechnete Wasserstände des Kolks

Fig. E: Measured and calculated water levels of the scour

Erläuterung: Die Wasserstände im künstlich angelegten Kolk konnten in der ersten Untersuchungsphase bis Ende 1997 gemessen werden und danach wieder ab 2002. Auffällig sind die extrem tiefen Wasserstände in den trockenen Jahren 2018 (November) und 2019 (September). Im Jahr 2020 erholten sich die Wasserstände wieder sehr schnell. Mit den Daten der Klimatischen Wasserbilanz (Niederschlag minus FAO-Verdunstung) ließen sich die Wasserstände des Kolks in Excel mittels Solver berechnen, wobei die Abweichungen zwischen gemessenen und berechneten Werten ein Minimum erreichen sollten. Für die Verdunstungswerte errechneten sich Anpassungsfaktoren für das Winterhalbjahr von 0,9 und für das Sommerhalbjahr von 1,11.

Explanation: The water levels in the artificial scour could be measured in the first investigation phase until end of 1997 and then again from 2002. The extremely low water levels in the dry years 2018 (November) and 2019 (September) are striking. In 2020, the water levels recovered very quickly. With the data of the climatic water balance (precipitation minus FAO evaporation), the water levels of the scour could be calculated in Excel using solver, whereby the deviations between measured and calculated values should reach a minimum. Adjustment factors for the winter half-year of 0.9 and for the summer half-year of 1.11 were calculated for the evaporation values.

3 Material zu Kap. 3.2 Klimaeffekte

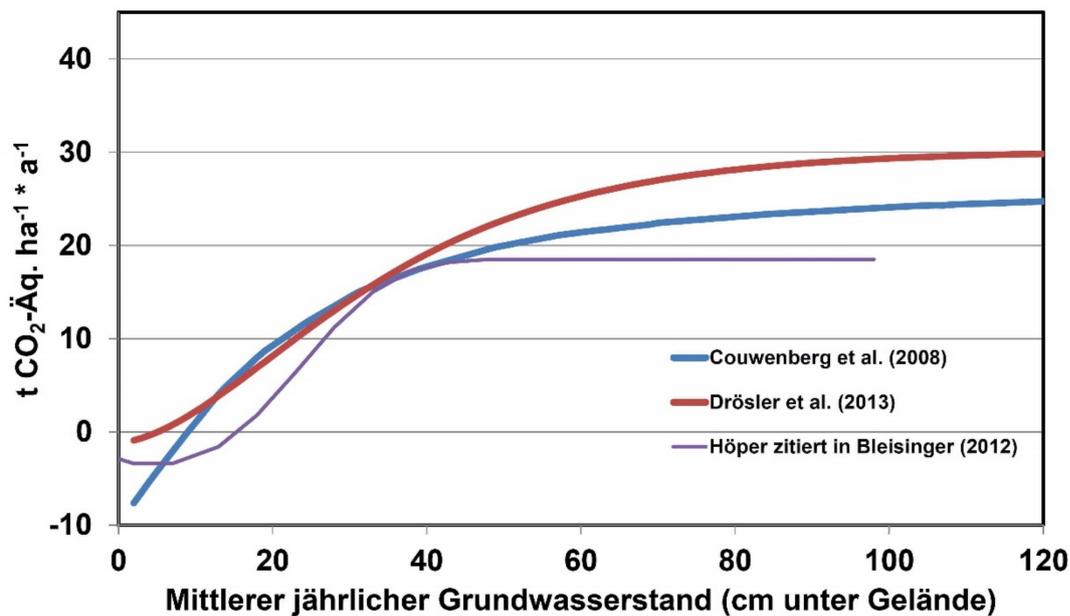


Abb. F: Berechnungsmethoden zur Freisetzung von Kohlendioxidäquivalenten

Fig. F: Calculation methods for carbon dioxide equivalent emissions

Erläuterung: Um Veränderungen zwischen der ersten Projektphase (1984 bis 1996) und der zweiten Phase (1997 bis 2021) aufzeigen zu können, wurden Berechnungen nach Couwenberg et al. (2008), Drösler et al. (2013) sowie Höper (2012) an Messstellen vorgenommen. Die Freisetzung von Methan und Lachgas sowie die Akkumulation von Kohlendioxid in den Pflanzen blieben dabei unberücksichtigt.

Explanation: In order to be able to show changes between the first project phase (1984 to 1996) and the second phase (1997 to 2021), calculations according to Couwenberg et al. (2008), Drösler et al. (2013) and Höper (2012) were carried out at measuring sites. The release of methane and nitrous oxide as well as the accumulation of carbon dioxide in the plants were not taken into account.

4 Material zu Kap. 3.3 Nährstoffdynamik

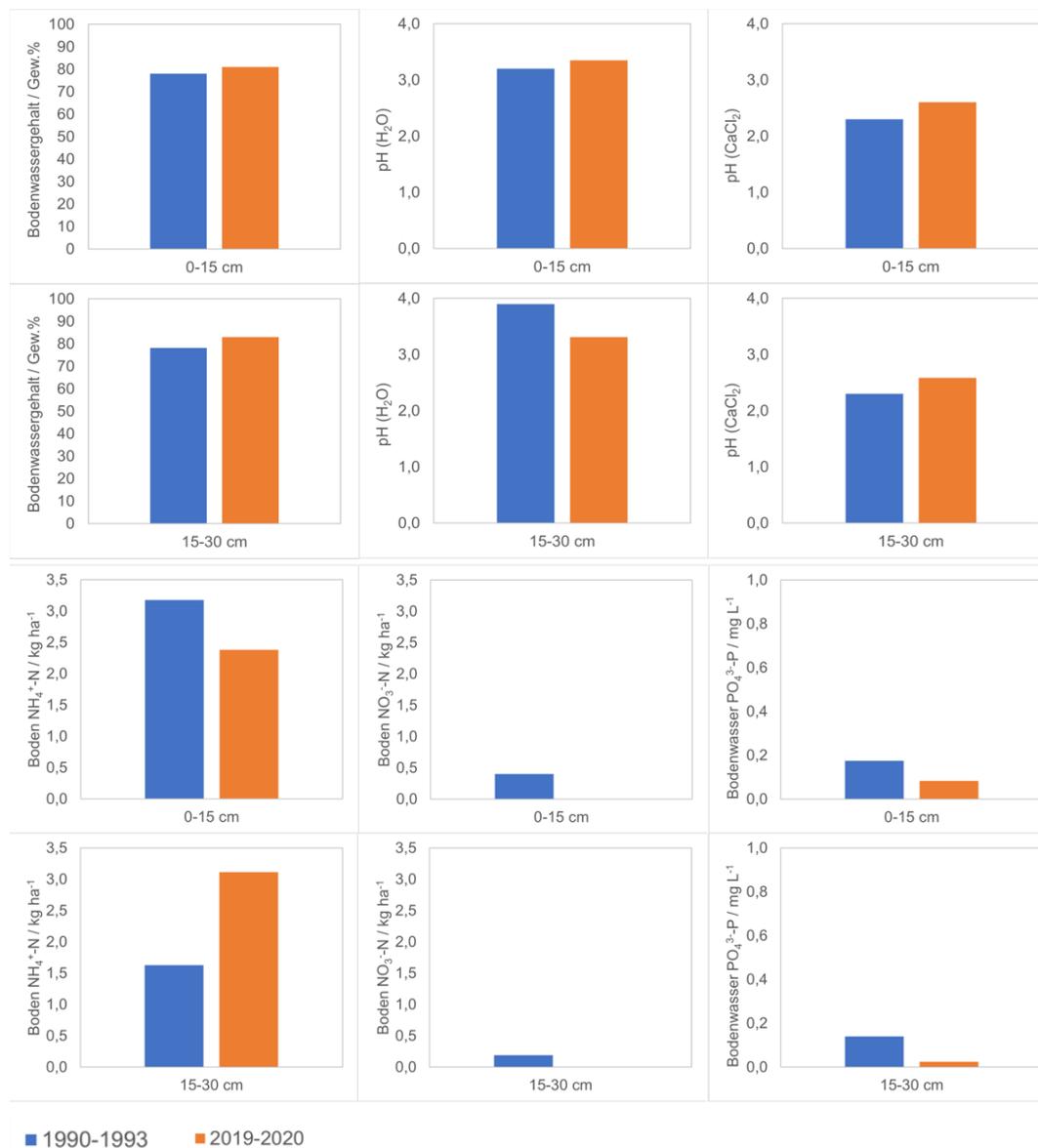


Abb. G: pH-Werte, Wassergehalte und Gehalte an pflanzenverfügbarem Nitrat und Ammonium im Boden sowie Phosphat im Bodenwasser (jeweils Mediane aller Untersuchungsstandorte, für PO₄ arithmetische Mittel) des Leegmoores heute verglichen mit der Situation Anfang der 1990er Jahre

Fig. G: pH-values, water contents and contents of plant-available nitrate and ammonium in the soil as well as phosphate in the soil water (medians of all study sites in each case, for PO₄ arithmetic means) of the Leegmoor today compared to the situation in the early 1990s

Erläuterung: Daten 1990 – 1993 aus Gebhardt, Knabke 1994

Explanation: Data 1990 – 1993 from Gebhardt, Knabke 1994

5 Material zu Kap. 3.4 Fauna

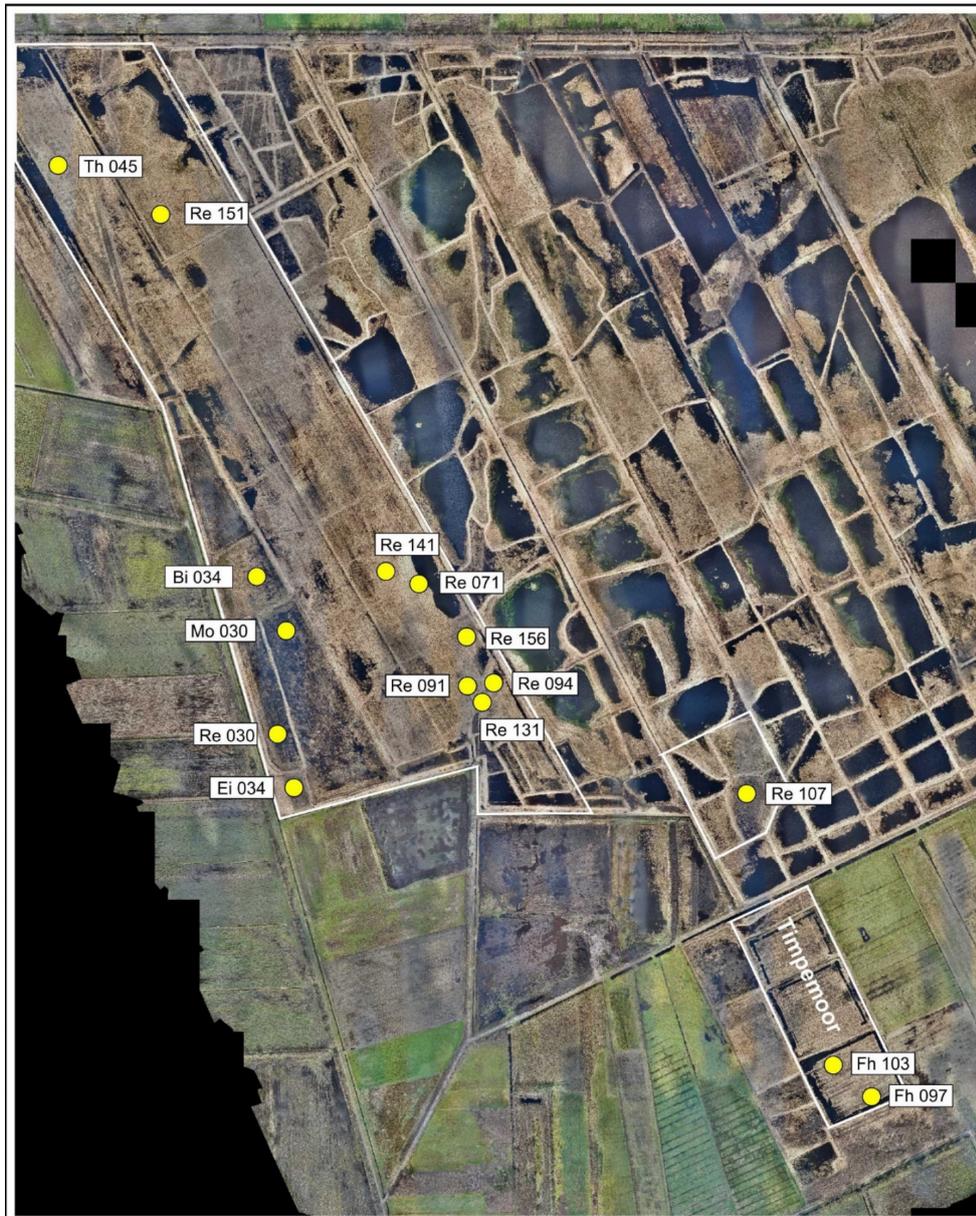


Abb. H: Probeflächen der Bodenfallen

Fig. H: Soil trap sample areas

Erläuterung: Untersuchungsgebiet Leegmoor (weiße Grenzlinien) mit den in der Projektfläche (Re), dem westlich angrenzenden Leegmoor (Th, Bi, Mo, Ei, Re 030), einer jungen Vernässungsfläche (Re 107) und im südöstlich angrenzenden Timpemoor (Fh 103, 097). Luftbildausschnitt von Hofer & Pautz (2020), unmaßstäblich verkleinert.

Explanation: Leegmoor study area (white boundary lines) showing soil trap sample areas in the project area (Re), the adjacent Leegmoor to the west (Th, Bi, Mo, Ei, Re 030), a young wetland (Re 107), and in the adjacent Timpemoor to the southeast (Fh 103, 097). Aerial photo section by Hofer & Pautz (2020), scaled down.

Tab. D: Staphyliniden-Arten mit Gefährdungsstatus

Tab. D: Staphylinid species with Red List status

			1985 + 1989							2019-2021														
RL	Habitat		Fh	Tn	Tf	Tt	Th	Mo	Bw	Ta	FH	RE	RE	RE	TH	MO	EI	TA	RE	RE	RE	RE	FH	
SH	SH	N Perioden.	97	94	141	131	45	30	34	107	97	94	141	131	45	30	34	107	91	71	151	156	103	
		Moor, Sumpf, Bruch	2	2	2	2	2	2	2	1	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	2	2	1	
2	H-NMo	<i>Philonthus corvinus</i>																					1	
–		<i>Olophrum consimile</i>												1				1						
2		<i>Euryporus picipes</i>						1	2				1		2						1			
3		<i>Ischnosoma longicorne</i>						1	1		1	1	4	1	4		1	1			5	1	3	1
		Stenotop: hygrophil																						
2		<i>Lesteva punctata</i>									1													
		Spezifische Arten, Präferenzen																						
1	HMo es	<i>Tetartopeus sphagnetorum</i>										2	2											
3	HMo	<i>Lathrobium rufipenne</i>	1											1	1		1				1			
3	HMo Erh	<i>Stenus picipes brevipennis</i>												2				1			4			
3	HMo	<i>Philonthus nigrita</i>																		3	1	8	1	1
1	HMo es	<i>Myllaena kraatzi</i>									14				1							3		
0	/HMo	<i>Atheta strandiella</i>																						1
3	HMo	<i>Stenus kiesewetteri</i>																			2			
V		<i>Stenus melanarius</i>											1		1									
*		<i>Tachyporus transversalis</i>						1			3	4		1	3		1	7	3	3	2	6		
2	HMo	<i>Gymnusa brevicollis</i>	11	1								5						1	4	2	16	4	2	
*		<i>Euaesthetus laeviusculus</i>	29	8	16						1	1	4		2			2	2	2		10	4	4
*		<i>Platydracus fulvipes</i>	1				5		2		2	16	1	26	23		13	1	3			4	1	
3	H-NMo	<i>Stenus formicetorum</i>										15	111	3	5			4	77	102	2	16	4	
		Moor- und Heidearten																						
3		<i>Platydracus latebricola</i>			2	1	42	2			4				2			1					1	
3		<i>Xantholinus gallicus</i>		1		14	224	157	18			1	15	12	15	1	4	10	3				9	
		Eurytop: xerophil																						
3		<i>Quedius aridulus</i>					1	2																
3		<i>Quedius nigriceps</i>							3															
2		<i>Stenus geniculatus</i>	1						2		1	1			2								2	
V		<i>Ocypus ophthalmicus</i>					6							1	5									
3		<i>Ocypus aeneocephalus</i>						22	2															
		Ameisengäste /- nahrung																						
G	H-NMo	<i>Zyras collaris</i>																				4		
2	Dü Ca Ma	<i>Lamprinodes saginatus</i>						6																
V	Wla	<i>Pella cognata</i>										10	1	4	3					1		2	2	
		Eurytop, hygrophil																						
3		<i>Quedius curtipennis</i>															1							
1	es	<i>Scopaeus laevigatus</i>																					2	
2		<i>Quedius boopoides</i>										1												
V		<i>Staphylinus erythropterus</i>									62						1		1					
		Detritus / Faustoffe																						
R	es	<i>Omalius italicum</i>															1	1						
2		<i>Staphylinus dimidiaticornis</i>									2	1												
3		<i>Mycetoporus punctus</i>						4	7						7						4			
		Pilznahrung																						
		Wald und Heide / Moor																						
V		<i>Acidota cruentata</i>							1															
3		<i>Xantholinus laevigatus</i>						1																

Erläuterung: Zusammengefasste Jahres-Fangzahlen getrennt für die Standorte im Untersuchungsgebiet Leegmoor und die erste (1985/1989) bzw. zweite (2019-2021) Untersuchungsphase. Markierungen: Hellgrau: Regenerationsflächen durchgehend untersucht, dunkelgrau: Material nicht aus allen Jahren bzw. neu in der 2. Untersuchungsphase. RL: Rote Liste; SH: Schleswig-Holstein; RL-Kategorien: **0**: ausgestorben oder verschollen, **1**: vom Aussterben bedroht, **2**: stark gefährdet; **3**: gefährdet, **R**: extrem seltene Arten, **G**: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, **V**: Vorwarnliste, *: ungefährdet, Angaben zum Habitat und zum RL-Status aus Gürlich et al. (2011); HMo: Hochmoor; NMo:

Niedermoor; ErH: Erica-Heide; Dü: Binnendünen; Ca: Calluna-Heide; Ma: Magerrasen; Wla: Laubwald; es: extrem selten, /: Nebenvorkommen. N Perioden: Anzahl der zusammengefassten Jahresfänge. Anmerkung: *Xantholinus gallicus* ist in Phase I als winteraktive Art stärker vertreten, da damals auch im Winter gefangen wurde.

Explanation: Accumulated annual catch figures for the sites in the study area Leegmoor separated for the first (1985/1989) and second (2019-2021) investigation period. Markings. Light grey: Regenerating areas investigated throughout.; Dark grey: Material not from all years or new site in 2. Phase. RL: Red List Schleswig-Holstein; RL categories: **0**: extinct, **1**: Critical, **2**: Endangered t, **3**: Vulnerable, **R**: extreme rare, **G**: Endangered of unknown extent, **V**: warning list, *: not endangered, Indication of habitat and RL status from Gürlich et al. (2011); HMo: Raised bog; NMo: Fen; ErH: *Erica* heath; Dü: Inland dunes; Ca: *Calluna* heath; Ma: poor grassland; Wla: Deciduous forests; es: Extreme rare, /: Secondary occurrence. N Periods: Number of accumulated years. Note: *Xantholinus gallicus* is more represented in Phase I as a winter active species, as it was also captured in winter at that time.

Tab. E: Schematische Übersicht der Verteilung von Staphyliniden auf unterschiedliche Moorstandorte

Tab. E: Schematic overview of the distribution of staphylinids on different peatland sites

	Minerotroph			Ombro-troph	RL	LM Phase 1			Leegmoor Phase 2			
	Eu-	Mesotroph	Oligo-			SH	Fh	Re_D	Vg	Fh	Re-D	Re-N	Vg
A	<i>Tetartopeus terminatus</i>				*	.	.	.	.	+++	++	++
	<i>Erichsonius cinerascens</i>				*	.	.	.	+	+	.	.
	<i>Paederus riparius</i>				*	.	.	.	.	.	+	.
	<i>Stenus latifrons</i>				*	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Stenus cicindeloides</i>				*	.	.	.	+	.	.	.
	<i>Stenus melanarius</i>				V	.	.	.	.	+	.	.
	<i>Stenus bifoveolatus</i>				*	.	+	.	.	.	.	.
	<i>Acylophorus wagenschieberi</i>				2	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Atanygnathus terminalis</i>				1	.	.	.	.	.	.	.
	A/B	<i>Stenus kiesewetteri</i>				3	+
<i>Stenus lustrator</i>				*	.	.	.	.	+	.	.
<i>Tetartopeus sphagnetorum</i>				1	.	.	.	.	+	.	.
<i>Gymnusa brevicollis</i>				2	++	+	.	+	++	+++	+++	
<i>Philonthus nigrita</i>				3	.	.	.	+	++	++	.	
<i>Stenus niveus</i>				1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stenus fornicatus</i>				2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ochtheophilus fracticorne</i>				*	+		++	+	++	+++	+++	
<i>Euaesthetus laeviusculus</i>				*	+++	+++	.	+	++	+++	+	
<i>Stenus providus</i>				*	+	+++	+++	++	+++	+++	+++	
<i>Tachyporus transversalis</i>				*	.	.	+	+	++	++	++	
B		<i>Lathrobium rufipenne</i>				3	+	.	+		+	+
	<i>Stenus brevipennis</i>				3	.	.	.	.	.	+	+
	<i>Ischnosoma bergrothi</i>				0	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Myllaena kraatzi</i>				1	.	.	.	+++	.	+	+
	<i>Quedius molochinus</i>				*	+		+++	.	++	++	++
	<i>Ischnosoma splendidum</i>				*	+	+	++	.	+	++	++
	<i>Platydracus latebricola</i>				3	.	+	+	+	.	+	+
<i>Stenus formicetorum</i>				3	.	.	.	+	+++	+++	+	
<i>Staphylinus erythropterus</i>				V	.	.	+	+++	.	+	.	

Erläuterung: Einschätzung aufgrund von Fängen in Norddeutschland und des Baltikums. Arten, die im Untersuchungsgebiet Leegmoor gefunden wurden, sind grau markiert. Die Zunahme an Arten und ihre Verteilung auf die Standorte wird deutlich. LM: Leegmoor; Phase 1: 1985, 1989, 2: 2019-2021. Re: Regenerationsgebiet Leegmoor, -D: Daueruntersuchungsflächen, -N: Neu in Phase 2; FH: Feuchtheide Timpemoor, Vg: Vergleichsstandorte; +: 1-4, ++: 5-15, +++: >15 Individuen. **A:** *Sphagnum*-Decken mit Kontakt zu offenen Wasserflächen; **B:** offene Flächen des Hochmoor-Plateaus, **A/B:** Übergänge. Aus: Mossakowski et al. (2003), verändert.

Explanation: Assessment based on catches in northern Germany and the Baltic States. Species found in the study area Leegmoor in grey. LM: Leegmoor; Phase I: 1985, 1989, 2: 2019-2021: FH: Ericetum of Timpemoor, Vg: Comparative sites; +: 1-4, ++: 5-15, +++: >15 specimens. **A:** *Sphagnum* lawn with contact to open water; **B:** open areas of the bog's plateau, **A/B:** Transitions. From: Mossakowski et al. (2003), modified.

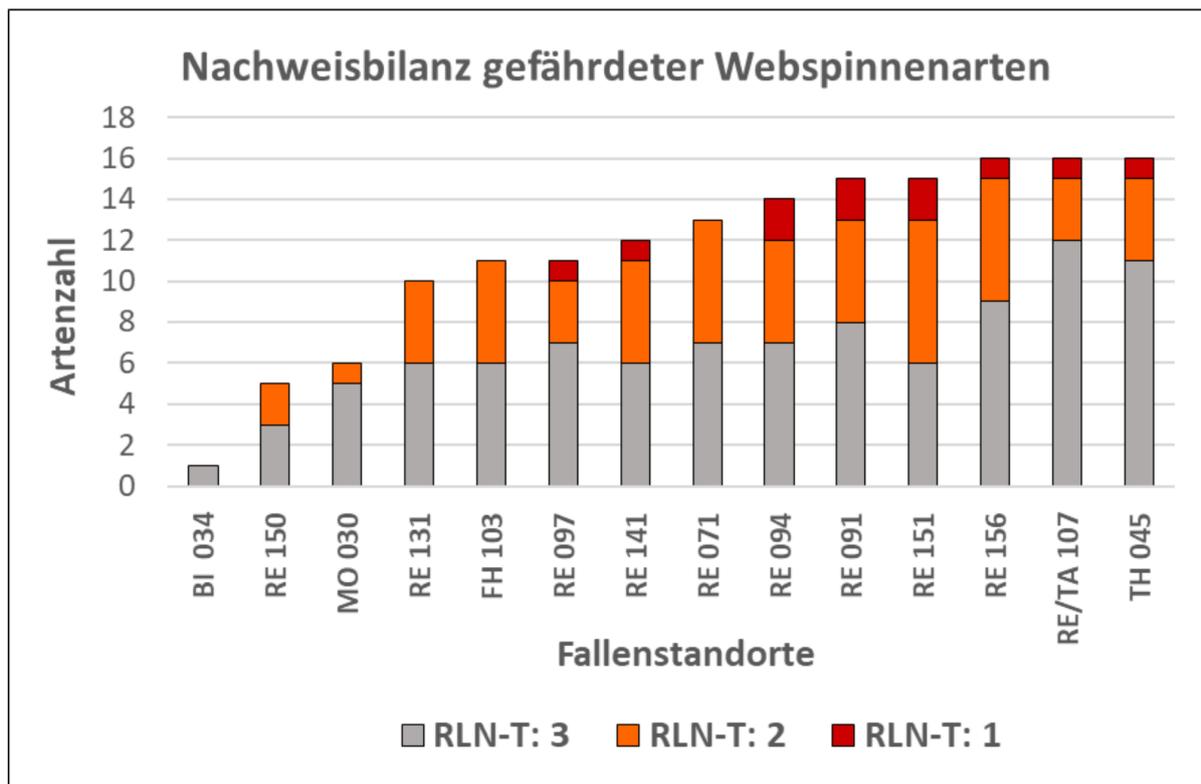


Abb. I: Standortbezogene Übersicht der im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen in Niedersachsen gefährdeten (Finch 2004) Webspinnenarten

Fig. I: Site-specific overview of the web spider species detected in the study area that are endangered in Lower Saxony (Finch 2004)

Erläuterung: RE und TA sind Probeflächen in der Projektfläche, weitere Probeflächen sind BI = Birkenwald, Mo = *Molinia*-Altbestand, Fh = Feuchtheide, Th = Trockenheide (s. Abb. H).

Explanation: RE and TA are sample sites in the project area, other sample sites are Bi = birch forest, Mo = *Molinia* old-growth, Fh = wet heath, Th = dry heath (see Fig. H).

6 Material zu Kap. 3.5 Etablierung der Hochmoorvegetation



Abb. J: Ausgangssituation vor Ansaat 1984

Fig. J: Initial situation before sowing in 1984

Erläuterung: Weitläufig *Molinia caerulea* Jungpflanzen, links ein vegetationsloser Streifen. Frühjahr 1984 im Süden der Projektfläche, rechts im Hintergrund der Kolk, Blick von Süden nach Norden, Standort: 1.550m. Quelle: Mossakowski & Främbis 1993 in Nick et al. 1993.

Explanation: Extensive *Molinia caerulea* seedlings, on the left a strip without vegetation. Spring 1984 in the south of the project area, scour in the background on the right, view from south to north, location: 1,550m. Source: Mossakowski & Främbis 1993 in Nick et al. 1993.

1984 (einzelne Nachsaaten 1985) erfolgten im Projektgebiet z.T. großflächige Ansaaten von *Eriophorum vaginatum*, *E. angustifolium*, *Erica tetralix*, *Calluna vulgaris*, *Rhynchospora alba* und *R. fusca* (zur Vorgehensweise siehe Nick et al. 1993). Das Saatgut bzw. die reifen Fruchtstände stammten aus benachbarten Mooren im Emsland. Abb. J zeigt eine typische Ausgangssituation.

Die weitere Entwicklung der Ansaaten ist in Nick et al. (1993, 2001) beschrieben. Eine flächendeckende Untersuchung im Projektgebiet erfolgte erst 35 Jahre nach der Ansaat (Zórawski 2020). Im Bereich der Ansaatflächen von *Calluna vulgaris* kommt die Art 2020 weitgehend vor, jedoch meist nur mit geringen Deckungsgraden. Für *Erica tetralix* ergibt sich ein anderes Bild, da sich viele Vorkommen 2020 (Br.-Bl. 2) im Bereich der Ansaaten 1984 befinden. Flächen mit den hohen Deckungen wurden 2020 randlich von linearen Ansaaten festgestellt. Ein Zusammenhang mit den Ansaaten ist aufgrund der räumlichen Nähe für eine Reihe von Flächen denkbar. Auch für *Eriophorum angustifolium* lassen sich deutlich Hinweise auf einen Ansaaterfolg finden. Die Deckungsgrade 2020 liegen meist zwischen Br.-Bl. 1-2, nur in wenigen Flächen wird eine Deckung von Br.-Bl. 4 erreicht. Noch deutlicher wird dies bei *Eriophorum vaginatum*, hier weisen alle Ansaatflächen Deckungen zwischen Br.-Bl. 1-2 bis z.T. Br.-Bl. 4 auf.

Tab. F: Entwicklung der Flora 1984 - 2021

Tab. F: Development of the flora 1984 – 2021

	Arten- gruppe	RLN-T	Wiss. Artname	Leegmoor Projektfläche		Timpemoor		
				Einbringung 1984	Nachweise bis 1985 - 1988	Nachweise 2000 - 2021		
(Hoch-)Moorarten	Torfmoos	1	<i>Sphagnum balticum</i>	x	x			
		2	<i>Sphagnum compactum</i>	x	x			
		V	<i>Sphagnum cuspidatum</i>	x	x	x	x	
		*	<i>Sphagnum fallax</i>	x	x	x		
		*	<i>Sphagnum fimbriatum</i>			x		
		3	<i>Sphagnum magellanicum</i>	x	x	x	x	
		2	<i>Sphagnum molle</i>	x	x	x	x	
		*	<i>Sphagnum palustre</i>			x		
		3	<i>Sphagnum papillosum</i>		x	x	x	
		3	<i>Sphagnum rubellum</i>			x		
		2	<i>Sphagnum subnitens</i>			x		
		2	<i>Sphagnum tenellum</i>		x	x		
		*	<i>Brachythecium rutabulum</i>					
	Laubmoose	V	<i>Calliergon stramineum</i>			x		
		*	<i>Campylopus pyriformis</i>	x	x	x		
		*	<i>Dicranella cerviculata</i>	x	x	x		
		*	<i>Hypnum jutlandicum (H. ericetorum)</i>	x		x		
		V	<i>Polytrichum strictum</i>	x		x		
		*	<i>Warnstorfia fluitans (Drepanogladus fluitans s.l.)</i>	x	x	x		
	Lebermoos	V	<i>Cephalozia connivens</i>	x	x			
		3	<i>Cephalozia macrostachya</i>	x				
		2	<i>Kurzia pauciflora</i>	x				
		*	<i>Lophocolea bidentata</i>			x		
		*	<i>Marchantia polymorpha</i>			x		
		2	<i>Mylia anomalia (Leptocyphus anomalus)</i>	x				
	Graminoide	V	<i>Odontoschisma sphagni</i>	x				
		V	<i>Eriophorum angustifolium</i>	x	x	x	x	
		V	<i>Eriophorum vaginatum</i>	x	x	x	x	
		3	<i>Carex panicea</i>				x	
		Parvoherbiden	3	<i>Drosera intermedia</i>	x	x	x	x
			3	<i>Drosera rotundifolia</i>	x	x	x	x
	3		<i>Rhynchospora alba</i>	x	x	x	x	
	Zwergsträucher	2	<i>Rhynchospora fusca</i>	x				
		3	<i>Andromeda polyfolia</i>	x	x			
		*	<i>Calluna vulgaris</i>	x	x	x	x	
		V	<i>Empetrum nigrum</i>	x	x	x		
		V	<i>Erica tetralix</i>	x	x	x	x	
		3	<i>Vaccinium oxycoccus</i>	x	x	x	x	
*		<i>Vaccinium vitis-ideae</i>						
*		<i>Vaccinium myrtillus</i>			x	x		
Sonstige Arten	Laubmoose	*	<i>Ceratodon purpureus</i>			x		
		*	<i>Dicranum scoparium</i>			x		
		*	<i>Carex acuta</i>			x		
	Graminoiden	*	<i>Carex canescens</i>		x	x		
		*	<i>Carex nigra</i>		x	x	x	
		*	<i>Juncus bulbosus</i>		x	x		
		*	<i>Juncus effusus</i>		x	x		
		*	<i>Molinia caerulea</i>	x	x	x	x	
		Farne	*	<i>Dryopteris carthusiana</i>			x	
	Parvoherbiden	*	<i>Epilobium angustifolium</i>			x		
		*	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>			x		
		*	<i>Potentilla erecta</i>					
	Sträucher	*	<i>Rumex acetosella</i>		x			
		*	<i>Frangula alnus</i>			x		
	Bäume	*	<i>Rubus spec.</i>		x *	x		
		*	<i>Betula pubescens</i>		x	x	x	
		*	<i>Pinus sylvestris</i>		x	x		
*		<i>Prunus serotina</i>			x			
*		<i>Sorbus aucuparia</i>			x			
			Summe Artenzahl	30	31	45	17	

Erläuterung: RLN-T = Rote Liste Niedersachsen, Tiefland; für Farn- und Blütenpflanzen (Garve 2004), für Moose Koperski (2011). Explanation: RLN-T = Red List Lower Saxony, lowlands; for ferns and flowering plants (Garve 2004), for mosses Koperski (2011).

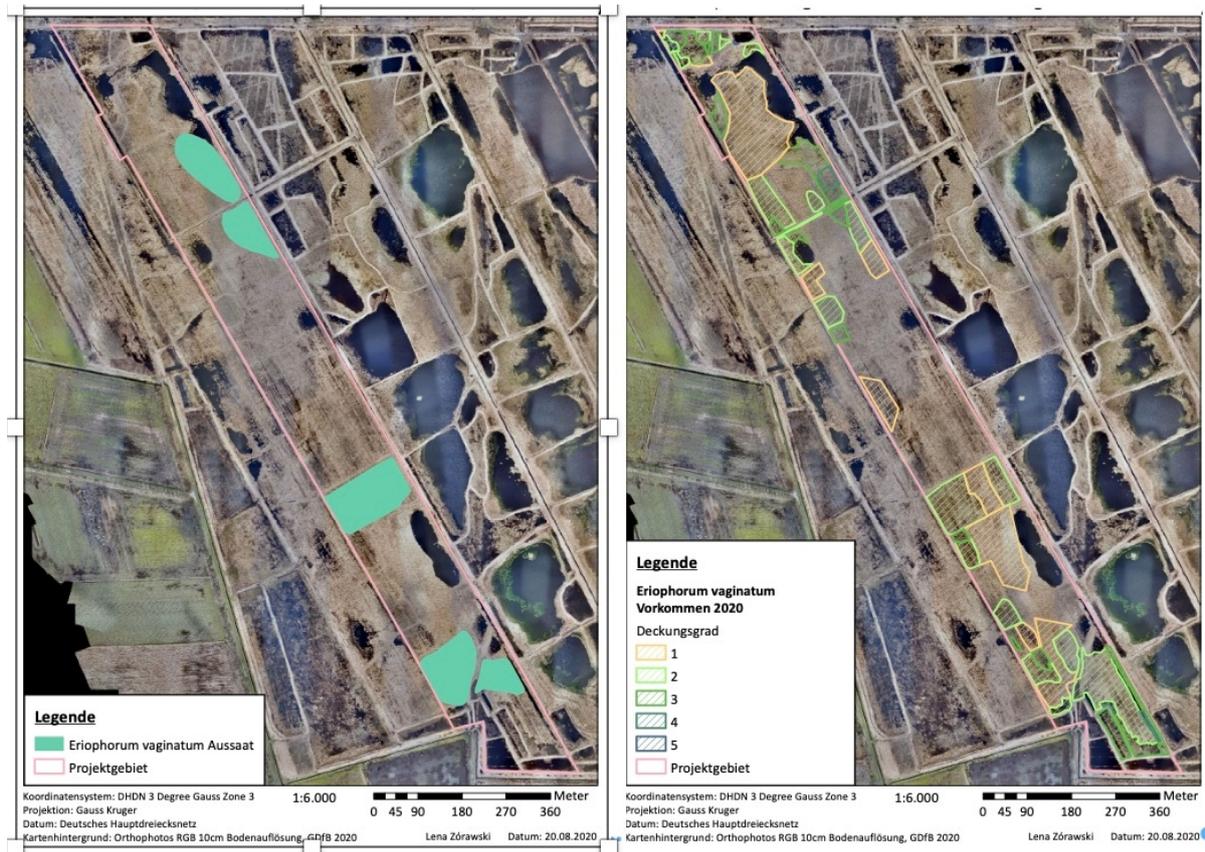


Abb. K: Ansaatflächen *Eriophorum vaginatum* 1984 (links) und Vorkommen 2020 (rechts)

Fig. K: Seeded areas of *Eriophorum vaginatum* 1984 (left) and occurrences 2020 (right)

Erläuterung: Deckungsschätzung mit einer veränderten Skala nach Braun-Blanquet (1964): Deckungsgrad 1 = 1 – 5% deckend, 2 = 5 – 25% deckend, 3 = 25-50% deckend, 4 = 50-75% deckend, 5 = 75-100% deckend (Quelle: Zórawski 2020, unmaßstäblich verkleinert).

Explanation: Cover estimate with a modified scale according to Braun-Blanquet (1964): Cover 1 = 1 - 5% cover, 2 = 5 - 25% cover, 3 = 25-50% cover, 4 = 50-75% cover, 5 = 75-100% cover (Source: Zórawski 2020, scaled down).

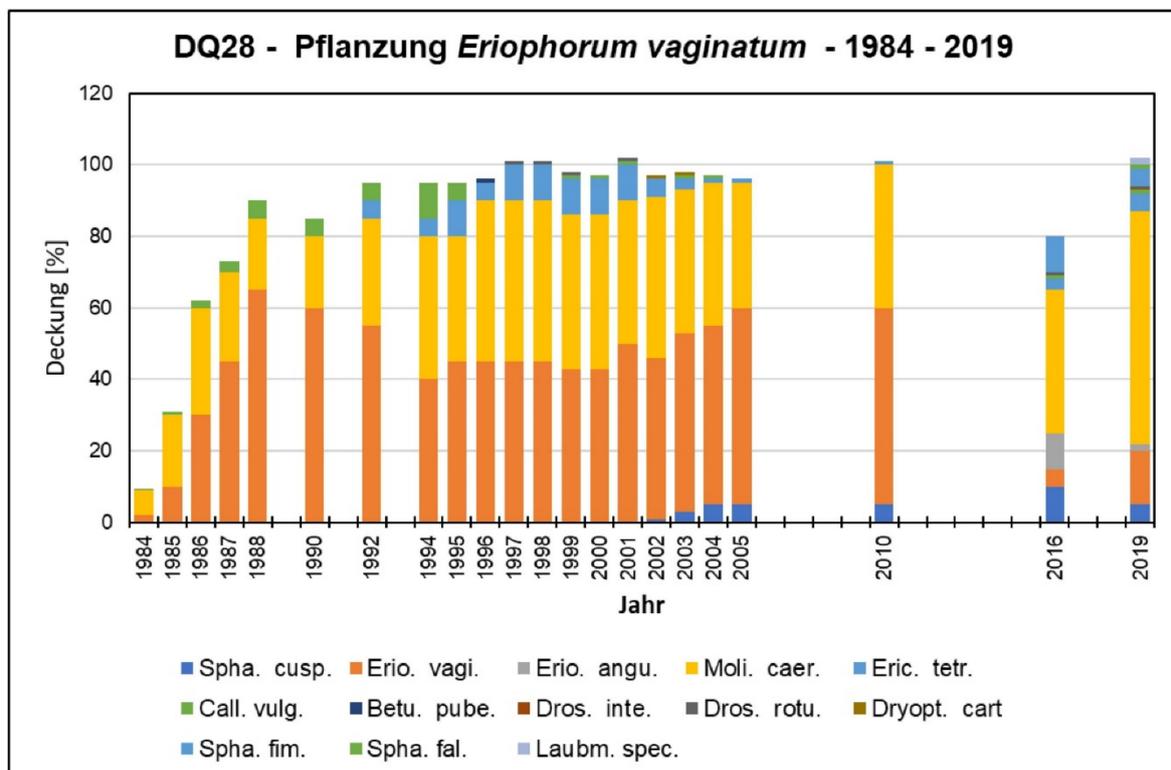
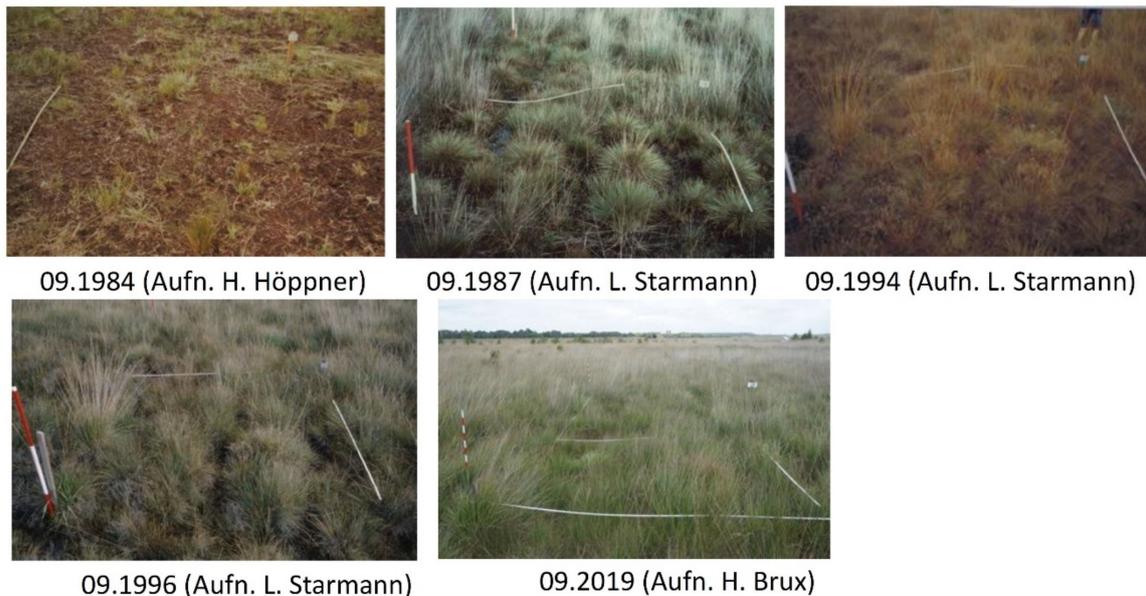


Abb. L: DQ 28 1984 – 2019. Anpflanzung von *Eriophorum vaginatum*

Fig. L: DQ 28 1984 - 2019 planting of *Eriophorum vaginatum*

Erläuterung: Auf der Dauerparzelle DQ28 war 1984 *Eriophorum vaginatum* angepflanzt worden und konnte sich sehr rasch etablieren. Schon 1987 war diese Art mit 45% Deckung dominant. Torfmoose traten erst ab 2002 auf, neben *Sphagnum cuspidatum* ab 2016 *Sphagnum fimbriatum* und 2019 zusätzlich *Sphagnum fallax*. Erst nach 2010 ging *Eriophorum vaginatum* deutlich zurück, während *Molinia caerulea* zur Dominanz gelangte. Diese Entwicklung wurde auch in anderen Flächen im Projektgebiet festgestellt. Allerdings ist nach 2005 die zeitliche Auflösung der Daten deutlich geringer als vorher, die Entwicklungen

zwischen den Aufnahmezeiträumen sind unbekannt. Festzustellen bleibt eine im Vergleich zu anderen Dauerparzellen höhere Dynamik der vergleichsweisen artenreichen Vegetation.

Explanation: On the permanent plot DQ28 *Eriophorum vaginatum* had been planted in 1984 and was able to establish itself very quickly. Already in 1987 this species was dominant with 45% cover. Peat mosses appeared only from 2002 on, besides *Sphagnum cuspidatum* from 2016 on *Sphagnum fimbriatum* and in 2019 additionally *Sphagnum fallax*. Only after 2010 did *Eriophorum vaginatum* decline significantly, while *Molinia caerulea* became dominant. This trend was also noted in other plots in the project area. However, after 2005 the temporal resolution of the data is significantly lower than before, developments between the recording periods are unknown. The dynamics of the comparatively species-rich vegetation is higher than in other permanent plots.



09.1984 (Aufn. H. Höppner)



09.1986 (Aufn. L. Starmann)



09.1988 (Aufn. L. Starmann)



09.1992 (Aufn. L. Starmann).



09.1996 (Aufn. L. Starmann)



09.2019 (Aufn. H. Brux)

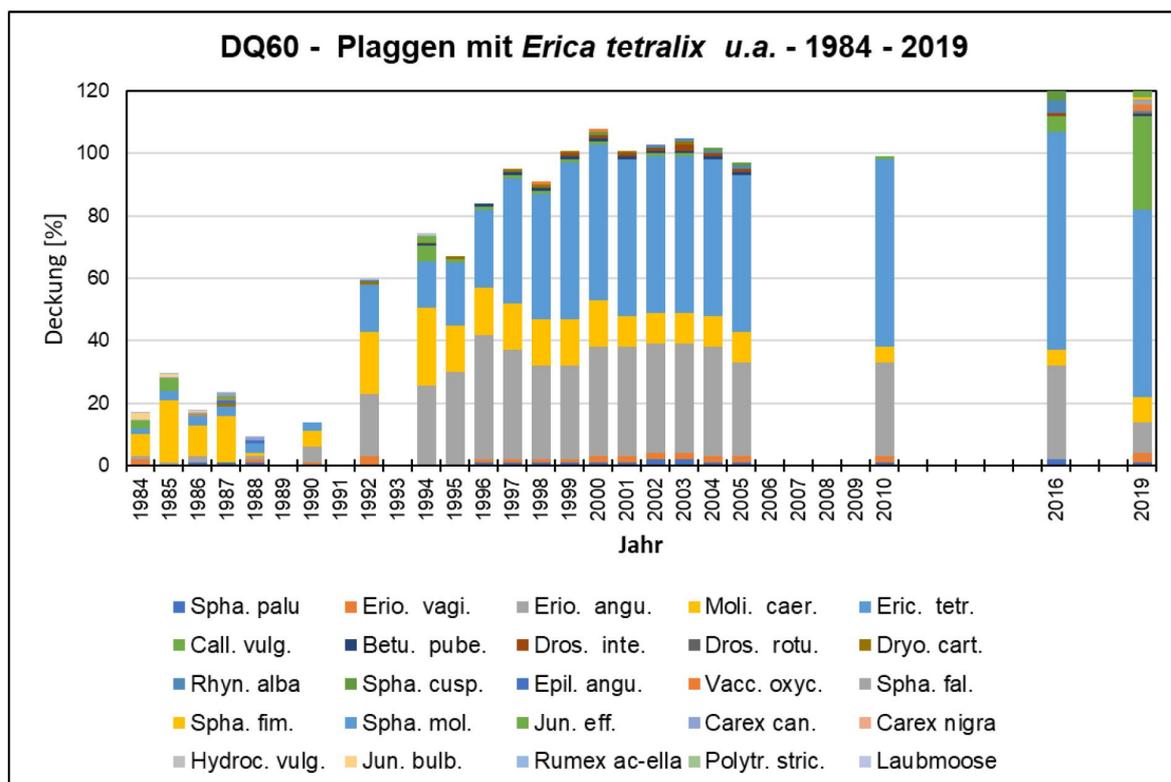


Abb. M: DQ 60 1984 – 2021. Einbringung von Plaggen mit *Eriophorum vaginatum*, *Eriophorum angustifolium*, *Molinia caerulea*, *Erica tetralix*, *Calluna vulgaris*, *Carex canescens*

Fig. M: DQ 60 1984 - 2021. Placement of transplated sods with *Eriophorum vaginatum*, *Eriophorum angustifolium*, *Molinia caerulea*, *Erica tetralix*, *Calluna vulgaris*, *Carex canescens*

Erläuterung: 1984 Einbringung von 9 Plaggen zu je 0,5m x 0,5m ($0,25m^2 = 2,25m^2$) auf 8m x 8m ($64m^2$) = 3,5 % der DQ-Fläche. 1986 war *Erica tetralix* teilweise abgestorben. Bis ca. 1990 waren große Flächen vegetationsfrei, als Störzeiger traten *Juncus effusus*, *Carex canescens*, *Carex nigra*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Juncus bulbosus*, *Rumex acetosella* auf. Dies

Arten waren möglicherweise mit den Plaggen eingebracht worden. Ab 1986 breitete sich *Eriophorum angustifolium* von den Plaggen aus, ab 1992 zunehmend *Erica tetralix*. Diese Art dominiert seit ca. 1997 die Dauerparzelle und wies 2019 mit 60% die höchste Deckung auf, auch die umgebenden Flächen werden von *Erica tetralix* und zum Teil *Calluna vulgaris* geprägt. Gleichzeitig ist die Torfmoosflora mit fünf festgestellten Arten (*Sphagnum cuspidatum*, *S. palustre*, *S. fallax*, *S. fimbriatum*, *S. molle*) artenreich. Die Moorbirke *Betula pubescens* ist zwar seit 25 Jahren mit zahlreichen Keimlingen und jungen Pflanzen vertreten, konnte sich aber bisher nicht etablieren. Die Dauerparzelle DQ60 unterscheidet sich von vielen anderen durch ihren Artenreichtum und die Sukzession zu einer Heidefläche. Bis zum Erreichen einer weitgehenden Bodenbedeckung und „stabilen“ Vegetationsstruktur vergingen ca. 12 Jahre. Mit der starken Ausbreitung von *Calluna vulgaris* wurde 2019 ein weiterer Sukzessionsschritt festgestellt.

Explanation: In 1984 Placement of 9 transplanted sods of 0.5m x 0.5m (0.25m²) each on 8m x 8m (64m²) = 3.5% of the permanent plot (DQ). In 1986 *Erica tetralix* was partly dead. Until about 1990 large areas were free of vegetation. *Juncus effusus*, *Carex canescens*, *Carex nigra*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Juncus bulbosus* and *Rumex acetosella* appeared as disturbing species. These species had possibly been introduced with the sods. From 1986 *Eriophorum angustifolium* spread from the sods, from 1992 increasingly *Erica tetralix*. This species has dominated the permanent plot since about 1997 and had the highest cover of 60% in 2019; the surrounding areas are also dominated by *Erica tetralix* and partly *Calluna vulgaris*. At the same time, the peat moss flora is species-rich with five species noted (*Sphagnum cuspidatum*, *S. palustre*, *S. fallax*, *S. fimbriatum*, *S. molle*). *Betula pubescens* has been present for 25 years with numerous seedlings and young plants but has not yet been able to establish itself. Permanent plot DQ60 differs from many others in its species richness and succession to a heath. Approximately 12 years elapsed before extensive ground cover and "stable" vegetation structure were achieved. With the strong spread of *Calluna vulgaris*, another succession step was observed in 2019.

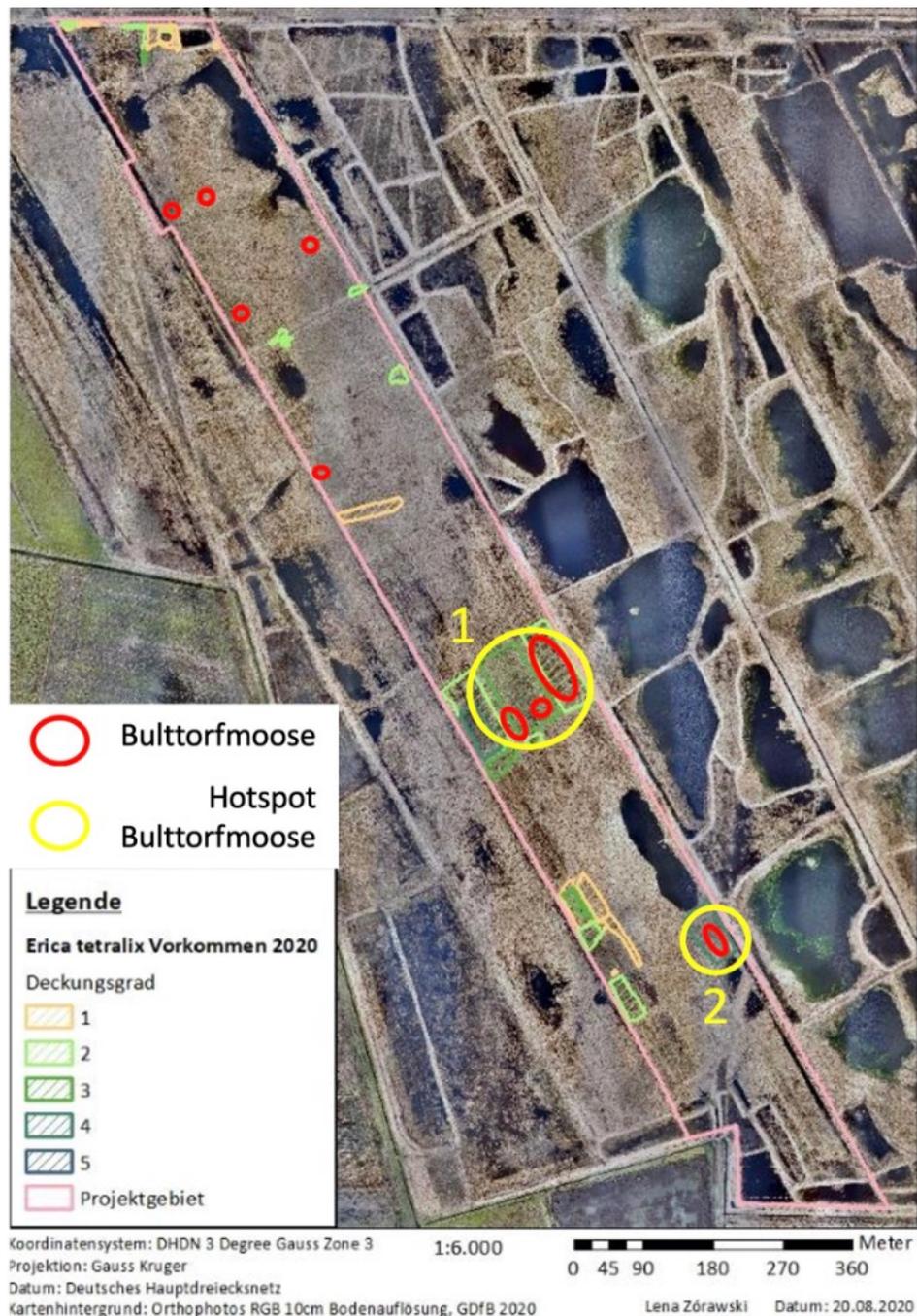


Abb. N: Vorkommen Bulttorfmoose 2021

Fig. N: Occurrence of hummock peat moss in 2021

Erläuterung: Wuchsorte der Bulttorfmoose rot markiert, Hotspots in Heideflächen gelb. Quelle: Zórawski (2020), verändert und ergänzt, unmaßstäblich verkleinert.

Explanation: Occurrence of hummock peat moss 2021. Growth sites of bult peat mosses marked in red, hotspots in heath areas in yellow. Source: Zórawski (2020), modified and scaled down.

7 Erfassung der Biotoptypen 2020

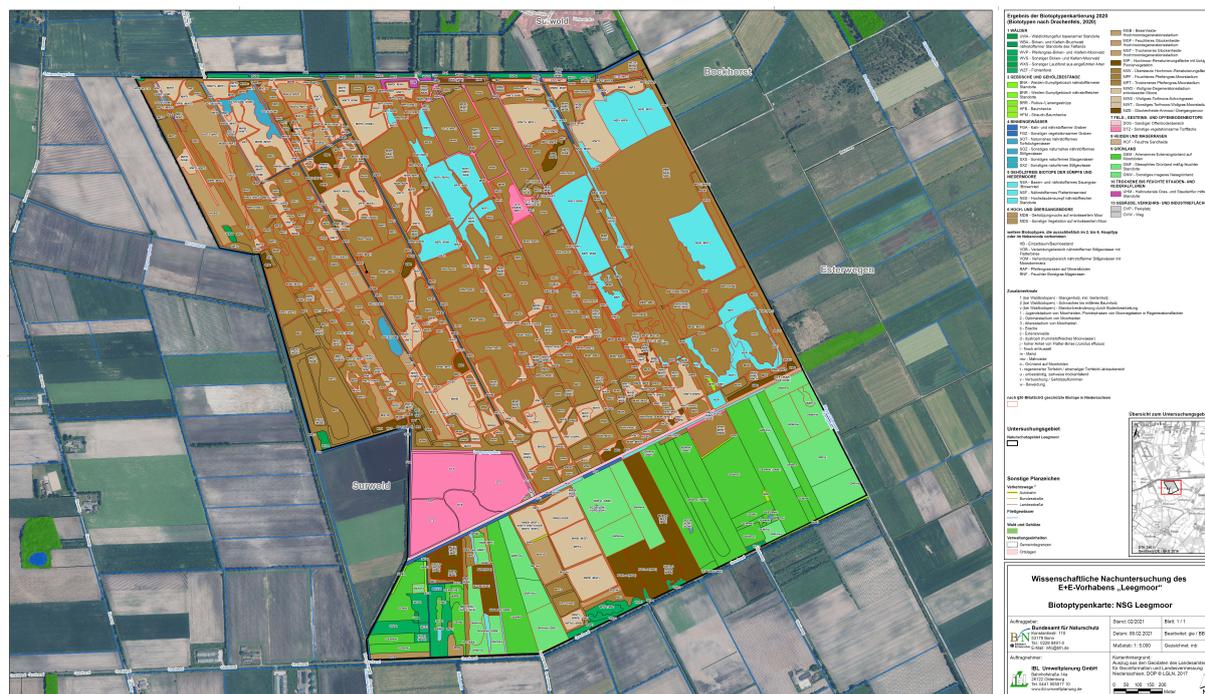


Abb. O: Biotoptypen NSG Leegmoor 2020

Fig. O: Biotope types of the Leegmoor Nature Reserve 2020

Erläuterung: Unmaßstäblich verkleinerte Wiedergabe der Karte 1:5.000. Erfassung: H. Brux, O. Giesecke. Aus: IBL Umweltplanung GmbH (2021)

Explanation: Unscaled reproduction of the map at 1:5,000, compiled by H. Brux, O. Giesecke. From: IBL Umweltplanung GmbH (2021)

Die Erfassung der Biotoptypen erfolgte 2020 nach dem Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen (Drachenfels 2020) im Maßstab 1:5.000. Als Basis der Geländearbeiten diente eine Befliegung (Hofer & Pautz 2020). Die Erfassung erfolgte durch Begehung der Flächen im Zeitraum Juli bis Oktober 2020 (Abb. O).

Das NSG Leegmoor wird – mit Ausnahme der im Süden gelegenen Grünlandflächen – überwiegend von Biotoptypen der Hoch- und Übergangsmoore geprägt. Am häufigsten sind Feuchteres Pfeifengras-Moorstadium (MPF), Trockeneres Pfeifengras-Moorstadium (MPT), Wollgras-Torfmoos-Schwinggrasen (MWS), Sonstiges Torfmoos-Wollgras-Moorstadium (MWT) und Überstaute Hochmoor-Renaturierungsfläche (MIW). Im Bereich der Projektfläche sowie westlich und z.T. nordöstlich wurden Feuchteres Glockenheide-Hochmoordegenerationsstadium (MGF), Trockeneres Glockenheide-Hochmoordegenerationsstadium (MGT) und Besenheide-Hochmoordegenerationsstadium (MGB) festgestellt. Im Westen befinden sich zwei kleine Bereiche mit Sonstiger Laubforst aus eingeführten Arten (WXS). In einigen im Ostteil gelegenen Polderflächen hat sich Nährstoffarmes Flatterbinsenried (NSF) entwickelt. Die neu hergestellten Polderflächen im Südwesten wurden als Sonstige vegetationsarme Torffläche (DTZ) erfasst.

8 Quellen

- Bleisinger, S. (2012): Ermittlung und Darstellung von aktuellen Treibhausgasemissionen im Naturschutzgebiet "Leegmoor" = Estimation and mapping of current greenhouse gas emissions in the nature protection area "Leegmoor". Thesis.
- Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde.: 865 S.
- Brux, H., Blankenburg, J. et al. (2023): Entwicklung der Hochmoorregeneration auf industriell abgebauten Schwarztorfflächen im Verlauf von 35 Jahren. *Natur und Landschaft* 98 (3): 114 – 123.
- Couwenberg, J., Augustin, J. et al. (2008): Entwicklung von Grundsätzen für eine Bewertung von Niedermooren hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. Studie im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Naturschutz M-V. DUENE e.V., Greifswald. 33 S.
http://paludiculture.botanik.uni-greifswald.de/links_ger.html
- Drachenfels, O. v. (2020): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand Februar 2020. – *Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs.* Heft A/4, 331 S.
- Drösler, M., Augustin, J. et al. (2012): Beitrag ausgew. Schutzgebiete zum Klimaschutz und dessen monetäre Bewertung. Abschlussbericht des gleichnamigen F+E-Vorhabens (FKZ 3509 85 0500).
- Garve, E. (2004): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen (5. Fassung, Stand 1. 3. 2004). *Informationsd. Naturschutz Nieders.* 1/2004: 76.
- Hofer & Pautz (2020): Luftbildbefliegung Leegmoor.
- Höper, H. (2015): Treibhausgasemissionen aus Mooren und Möglichkeiten der Verringerung. *Telma, Beih.* 5: 133-157.
- IBL Umweltplanung GmbH (2021): Wissenschaftliche Nachuntersuchung des E+E- Vorhabens „Leegmoor“ (1984-1996) – Universität Bremen. Abschlussbericht Botanik, Entwurf.
- Koperski, M. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Moose in Niedersachsen und Bremen (3. Fassung, Stand 2011) *Informationsd. Naturschutz Nieders.* 3/2011: 131-205.
- Mossakowski & Främbs (1993) in Nick et al. (1993): Carabiden als Indikatoren der Auswirkungen von Wiedervernässungsmaßnahmen auf die Fauna im Leegmoor. – In: *Beiträge zur Wiedervernässung abgebauter Schwarztorfflächen: Ergebnisse eines Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens im Leegmoor, Landkreis Emsland: 79-114.*
- Mossakowski, D., Främbs, H, Lakomy, W. (2003): The Carabid and Staphylinid fauna of raised bogs. A comparison of Northwest Germany and the Baltic region. *Baltic Journal Coleopterology* 3(2): 137-144.
- Nachtigall, S., Giani, L. (2022): Almost 40 Years after Raised Bog Restoration on Black Peat: How did Nutrient levels in Soil and Water change? *Mires and Peat*, 28, 03, 17pp.
<http://www.mires-and-peat.net/pages/volumes/map28/map2803.php>
- Nick, K.-J. (1983): Die Renaturierung des »Leegmoores« im Timpemoor westlich Esterwegen im Landkreis Emsland - Ein Pilotprojekt für die Regeneration eines Moores nach industriellem Schwarztorfabbau. In: *TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde*, Band 13: 259 - 269, DOI: 10.23689/fidgeo-3318
- Nick, K.-J. (2007): Das Leegmoor, ein seit 20 Jahren regenerierendes, ehemaliges Hochmoor. - *Jahrbuch des Emsländischen Heimatbundes* 53: 241-260. Sögel.
- Nick, K.-J., Blankenburg, J. et al. (1993): Beiträge zur Wiedervernässung abgebauter Schwarztorfflächen: Ergebnis-se eines Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens im Leegmoor, Lkr. Emsland. *Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs.* 29. 127 S., Hannover.
- Nick, K.-J., Löpmeier, F.-J. et al. (2001): Moorregeneration im Leegmoor/Emsland nach Schwarztorfabbau und Wiedervernässung: Ergebnisse aus dem E+E-Vorhaben 80901001 des Bundesamtes für Naturschutz. *Angew. Landschaftsökologie* 38: 1-204; Bonn-Bad Godesberg.
- Sentinel (2022): Online verfügbar unter <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>. Abruf 2022-03-01.
- Zórawski, L. (2020): Flächenbezogene Erfolgskontrolle und Analyse der 1984 zu Renaturierungszwecken angesäten hochmoortypischen Pflanzen im Projektgebiet des Naturschutzgebietes Leegmoor (Lkr. Emsland). Bachelorarbeit Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg.

Autorennen und Autoren

Holger Brux ([Korrespondierender Autor](#)), Lerchenstraße 28, 26123 Oldenburg, E-Mail: info@brux.bio

Prof. Dr. Joachim Blankenburg, Eichhörnchenweg 4, 27777 Ganderkesee, E-Mail: joachim.blankenburg@t-online.de

Herbert Främbs, Hollerlander Weg 68, 28355 Bremen, E-Mail: fraembs@nord-com.net

Prof. Dr. Luise Giani, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Biologie und Umweltwissenschaften, 26111 Oldenburg, E-Mail: luise.giani@uni-oldenburg.de

Oliver Giesecke, IBL Umweltplanung GmbH, Bahnhofstraße 14 a, 26122 Oldenburg, E-Mail: braasch@ibl-umweltplanung.de

Stefanie Heinze, Bundesamt für Naturschutz, Fachgebiet II 2.3 – „Nationales Naturerbe, dynamische Systeme und Klimawandel“, Konstantinstraße 110, 53179 Bonn, E-Mail: stefanie.heinze@bfn.de

Dr. Mathias Herbst, Deutscher Wetterdienst, Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung Braunschweig (ZAMF), Bundesallee 33, 38116 Braunschweig, E-Mail: zamf.braunschweig@dwd.de

Dr. Sven Jensen, Geologischer Dienst für Bremen, MARUM, Leobener Straße 8, 28359 Bremen, E-Mail: sjensen@gdfb.de

David Matuschek, Thomaestraße 14, 38118 Braunschweig, E-Mail: davidmatuschek@gmx.net

Prof. Dr. Dietrich Mossakowski, Seeweg 10, 23942 Groß Schwansee, E-Mail: dmossa@uni-bremen.de

Solveig Nachtigall, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Biologie und Umweltwissenschaften, 26111 Oldenburg, E-Mail: solveig.nachtigall@uni-oldenburg.de

Dr. Hans-Bert Schikora, Am Vorwerk 10, 27432 Bremervörde, E-Mail: h.b.schikora@oesoste-region.de