MONITORING REPRÄSENTATIVER FLÄCHEN

... im Moorrenaturierungsprojekt

19

Auf zwei Dauerbeobachtungsflächen von 2 x 2 m auf der Kahlschlagsfläche des Thranenbruchs wurde die Vegetation in den Jahren 2018, 2019 und 2020 jeweils im Frühjahr und im Herbst erfasst. Die zu Beginn der Untersuchungen noch vorhandenen typischen Arten Juncus bulbosus ssp. kochii und Montia fontana sind bereits 2018 bzw. 2019 verschwunden. Starke Bestandszuwächse sind vor allem bei Juncus effusus als Art von staunassen tonigen Standorten zu beobachten. Die übrigen Arten gehören zu den typischen Kahlschlagpflanzen oder sind Reste der ehemaligen Fichtenforste. Die drei in den Monitoringflächen nachgewiesenen Torfmoosarten Sphagnum fallax, S. inundatum und S. palustre sind keine moortypischen Taxa und aufgrund von Sommertrockenheit, Sonneneinstrahlung und Sukzession im Rückgang begriffen.

Einleitung

Der Nationalpark Hunsrück-Hochwald zeichnet sich neben den Rosselhalden vor allem durch die typischen Hangbrücher aus. Eine Übersicht der Verbreitung sowie der vorkommenden Vegetation und bemerkenswerter Pflanzenarten findet sich bei Reichert (1975). In Bezug auf das Alter und die Torfmächtigkeit der Brücher gibt es sehr unterschiedliche Angaben. So schreibt die Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz (2017), dass die Hangbrücher im Schnitt 60 cm Torfmächtigkeit aufweisen, die an einigen Stellen 2 m erreichen, und 6000 Jahre alt sein können. Hölzer (2019) hingegen kommt aufgrund der Auswertung von Bohrkernen zu anderen Schlüssen. Er weist darauf hin, dass das Torfwachstum mit *Polytrichum commune* und *Sphagnum palustre* beginnt und relativ jung ist. Im Naturwaldreservat Langbruch liegt der Beginn der Vermoorung nur ca. 450 Jahre zurück. Die Untersuchung von Moorprofilen im Thierchbruch ergab ein Alter von ca. 1300 Jahren (Hölzer, pers. Mitt.). Nach Hölzer (2019) liegen zudem nur geringe Torfmächtigkeiten vor. Dies wird bereits von Reichert (1973) für das Ochsenbruch beschrieben: „In allen Gesellschaften zeigt das Pfeifengras *(Molinia coerulea)* Wechseltrockenheit an. Das ist aber kein Zeichen für ein baldiges Austrocknen des Moores. Die dünnen Torfschichten beweisen, daß die Verhältnisse nie wesentlich anders waren. Verwilderung von Bächen und Rinnsalen durch Verstopfung mit Torfmoospolstern führt immer wieder zu erneuter Überspülung und Durchnässung größerer Flächen. Solange menschliche Einflußnahme unterbleibt, ist die Wasserzufuhr zwar von Ort zu Ort sehr wechselhaft, insgesamt aber zur Erhaltung des Moores ausreichend“ (Reichert 1973). Nach Gauer (2001) hatten die Brücher den Charakter von Waldmooren und waren damit keinesfalls offene Moorflächen mit mächtigen organischen Auflagen (Hölzer 2019).

Im Rahmen des Life-Projektes der Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz „Wiederherstellung und Erhalt von Hang- und Zwischenmooren im Hunsrück-Hochwald“ wurden verschiedene Hangmoore im Nationalpark renaturiert, indem Entwässerungsgräben in Anlehnung an die Zuger Methode (Staubli 2004) verfüllt und die Fichten entnommen wurden (Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz 2017). Diese Renaturierungsarbeiten wurden im September 2017 durchgeführt. Um die Auswirkung dieser Maßnahmen wissenschaftlich beurteilen zu können, wurden im Frühjahr 2018 Dauermonitoringflächen angelegt, um die Entwicklung der Vegetation zu beobachten. Eine grundlegende Erfassung des ursprünglichen Zustandes der Vegetation vor der Entfichtung fand leider nicht statt.
Die Vegetation des Naturschutzgebietes Thranenbruch zeichnete sich vor dem Beginn der Maßnahmen durch einen relativ lichten, mit zahlreichen alten Fichten bestandenen, torfmoosreichen Bruchwald aus (vgl. Abb. 1, Abb. 2, Abb. 3). Die kaum sichtbaren Entwässerungsgräben waren in der Regel dicht mit großen Beständen von verschiedenen Torfmoosen, v. a. *Sphagnum palustre, S. fallax* und *S. girgensohnii* (Hölzer 2019) bewachsen. Das moortypische *Sphagnum magellanicum* war hingegen nur aus einem Bohrkern aus der Zeit vor 158 Jahren nachgewiesen (Hölzer 2019). In den sehr staunassen Bereichen konnten noch im August 2017 seltene Zier- und Kieselalgen beobachtet werden (Killmann, Leh & Fischer 2017).

Material und Methoden

Per Zufallsauswahl wurden im Thranenbruch im abgeholzten Bereich zwei Flächen à 2 x 2 m als Dauerbeobachtungsflächen ausgewählt und mittels Eisenstangen sowie einem im Gelände leicht sichtbaren weiß-roten Flatterband markiert. Fläche 1 befindet sich am Rand eines versiegelten Grabens. Die Koordinaten lauten: N 49° 43' 20,7" E 007° 06' 52,6". Die Höhe der Fläche beträgt 639 m ü. NN. Fläche 2 liegt auf einer relativ homogenen, ehemaligen Waldfläche im sehr staunassen oberen Hangbereich des Thranenbruchs. Die Koordinaten lauten N 49° 43' 21,7" E 007° 06' 49,2". Die Höhe liegt bei 642 m ü. NN. Die Vegetation der Probeflächen wurde am 13.04.2018, am 12.10.2018, am 11.04.2019, am 08.10.2019 und am 28.05.2020 erfasst, wobei jeweils die Deckung der einzelnen Arten in % erfasst wurde. Die Nomenklatur der Farne und Blütenpflanzen folgt Parolly & Rohwer (2016), die der Moose Hodgetts & Lockhart (2020).

Ergebnisse
Allgemeine Entwicklung

Nach der Entfichtung entwickelten sich Schlagfluren mit den typischen Arten *Digitalis purpurea, Epilobium angustifolium, Senecio fuchsii* und *Senecio sylvaticus*. Die *Sphagnum*-Arten sind nach der Abholzung überwiegend vertrocknet. Die vor Beginn der Maßnahmen in den Gräben vorhandenen Zier- und Kieselalgen (*Closterium* spec., *Micrasterias* spec., *Diatoma* spec., Killmann et al. 2017) sind verschwunden. Von den von Reichert (1975) genannten moortypischen Arten sind heute im Gebiet nur noch *Juncus bulbosus* ssp. *kochii* und *Trientalis europaea* zu finden. Als Art von vernässten Borstgrasrasen findet sich in Resten noch *Juncus squarrosus*.

Auswertung der Monitoringflächen

Betrachtet man die Arten auf den beiden Probeflächen (Abb. 4, Abb. 5, Tab. 1, Tab. 2), so kann man diese bestimmten ökologischen Gruppen zuordnen (vgl. Oberdorfer 2001): *Juncus bulbosus* ssp. *kochii* kommt auf Sand- und Torfböden, die staunass und zeitweise überschwemmt sind, vor. In den beiden Flächen ist die Art bereits 2018 verschwunden. *Montia fontana* ist eine typische Art von Quellfluren und wurde nur in Fläche 1 nachgewiesen. Sie ist im Frühjahr 2019 zum letzten Mal dokumentiert worden.

Agrostis canina ist eine Art saurer Flachmoore, nasser Weg- und Grabenränder auf staunassen Tonböden, die eine breitere ökologische Amplitude hat. In beiden Flächen erfolgte eine mehr oder weniger kontinuierliche

Abbildung 1: *NSG Thranenbruch vor Beginn der Rodungsarbeiten im August 2017*

Abbildung 2: *Moosbewachsene Gräben im NSG Thranenbruch vor Beginn der Rodungsarbeiten im August 2017*

Abbildung 3: *NSG Thranenbruch nach den Rodungsarbeiten im September 2017*

Abnahme auf 5 % bzw. 0,1 %. *Cirsium palustre* als Art von Nasswiesen und Flachmooren tauchte nur kurzfristig in Fläche 1 im Herbst 2018 und Frühjahr 2019 auf und war dann wieder verschwunden. Sehr erfolgreich ist *Juncus effusus*, die typischerweise auf Nasswiesen auf Lehm- und Torfböden wächst. In Fläche 1 war sie im April 2018 nur mit 5 % Deckung vertreten und gehört im Mai 2020 mit 85 % zu den dominanten Arten. In Fläche 2 hat die Art erst zugenommen und blieb dann mit 15 % Deckung relativ konstant. *Molinia caerulea* ist ein Zeiger von Austrocknung und Entwässerung in Flachmooren. In Fläche 1 war sie im April 2018 mit 1 % vertreten und hat sich dann auf Werte zwischen 20 % und 30 % vermehrt. *Dryopteris carthusiana* als Art der Erlen- und Birkenbruchwälder ist dagegen in Fläche 2 von 5 % auf 0,5 % zurückgegangen.

Agrostis capillaris ist ein typischer Verhagerungs- und Verdichtungszeiger. In Fläche 1 schwankt der Bestand zwischen 5 % und 20 %. Erwartungsgemäß finden sich Arten wie *Betula pendula juv.*, ein Pioniergehölz, auf Kahlschlägen, *Carex pairae*, eine Segge der Schlagflächen, auf Waldwegen und Waldrändern sowie *Salix caprea* als Art der Pioniergesellschaften und Schlagfluren. *Senecio sylvaticus* ist eine typische kurzlebige Art von Kahlschlägen und Waldlichtungen, die nur kurz auftrat und bereits 2019 wieder verschwunden war. *Epilobium montanum* als Sippe von Schlagfluren, Laubwäldern und Mischwäldern konnte sich in kleinsten Populationen halten.

*DIE AUTOR*INNEN*

Prof. Dr. Eberhard Fischer ist Lehrstuhlinhaber für Botanik der Universität Koblenz-Landau am Campus Koblenz. Moose, Flechten, Rotalgen, Farne und Blütenpflanzen in Mitteleuropa, aber auch in Ruanda, Madagaskar, Äthiopien, Kenia und Uganda stehen im Mittelpunkt seines Forschungsinteresses.

Burkhard Leh ist freier Mitarbeiter der AG Botanik und Biodiversitätsforschung am Campus in Koblenz. Er ist insbesondere für die technische Unterstützung der Vegetationsaufnahmen und Monitoringflächen verantwortlich.

Dr. Dorothee Killmann ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Universität Koblenz-Landau am Campus Koblenz. Sie beschäftigt sich seit über 25 Jahren mit der Kartierung von Flechten und Moosen in Nordrhein-Westfalen und in Rheinland-Pfalz.

Arten von Ruderalgesellschaften wie *Cardamine hirsuta*, *Carduus acanthoides* als Pionierpflanze sowie *Taraxacum officinale agg.* von nährstoffreichen Wiesen traten nur kurzfristig auf und verschwanden dann wieder.

Eine weitere Artengruppe umfasst die Taxa der ehemaligen sauren Buchenwälder, die sich auch in Fichtenforsten halten konnten: *Deschampsia flexuosa* und *Vaccinium myrtillus* sind Säurezeiger im Luzulo-Fagetum, *Galium hercynicum* kommt in sauren Buchenwäldern und Borstgrasrasen vor. *Dryopteris filix-mas* bevorzugt krautreiche Laubwälder, wächst aber auch in Schlagfluren, und *Mycelis muralis* und *Oxalis acetosella* sind typische Pflanzen saurer Buchenwälder.

Interessant ist das Verhalten der *Picea abies*-Jungpflanzen. In Fläche 1 bedeckten sie im April 2018 etwa 10 %. Danach sind sie, vermutlich durch Trockenheit, verschwunden. In Fläche 2 bedeckten die Jungpflanzen im Frühjahr 2018 5 %, und im Oktober 2018 und April 2019 konnten 48 bzw. 53 Jungpflanzen gezählt werden. Durch die Sommertrockenheit 2019 waren es im Oktober 2019 und Mai 2020 nur noch 13 Jungpflanzen (0,1 %).

Die in den Flächen nachgewiesenen Moose gehören zu den typischen Arten feuchter, teilweise auch trockener Waldböden (*Amblystegium serpens, Dicranum scoparium, Plagiomnium affine, Plagiomnium undulatum, Rhizomnium punctatum, Mnium hornum, Polytrichum for-*

Abbildung 4: *Sukzession auf der Monitoringfläche 1 in den Jahren 2018, 2019, 2020*

Abbildung 5: *Sukzession auf der Monitoringfläche 2 in den Jahren 2018, 2019, 2020*

Tabelle 1: *Dauerbeobachtungsfläche 1 Thranenbruch*

	Gattung	Art	4/13/18	10/12/18	4/11/19	10/8/19	5/28/20
1	*Agrostis*	*canina*	15	20	20	15	5
2	*Agrostis*	*capillaris*		15	15	20	5
3	*Betula*	*pendula juv.*					0,01
4	*Cardamine*	*hirsuta*	1		nur am Rand d. Fläche		
5	*Carex*	*paireae*	1	5	5	5	2
6	*Carduus*	*acanthoides*				0,1	
7	*Cirsium*	*palustre*		2	0,5		
8	*Deschampsia*	*flexuosa*		10	5	5	2
9	*Dryopteris*	*filix-mas*	1				
10	*Epilobium*	*montanum*		5	0,5	0,5	0,01
11	*Galium*	*hercynicum*		5	1	5	2
12	*Juncus*	*effusus*	5	25	35	70	85
13	*Juncus*	*bulbosus* ssp. *kochii*	1		1		
14	*Lotus*	*corniculatus*		1		0,5	0,1
15	*Molinia*	*caerulea*	1	40	30	30	20
16	*Montia*	*fontana*	5	5	2		
17	*Mycelis*	*muralis*		1	0,01		0,01
18	*Picea*	*abies*	10				
19	*Salix*	*caprea juv.*		3		1	1
20	*Senecio*	*sylvaticus*		5	abgestorben		
21	*Taraxacum*	*officinale agg.*	1				
22	*Vaccinium*	*myrtillus*	1	1	1		
1	*Amblystegium*	*serpens*			0,01		
2	*Dicranaceae*	sp.		0,1			
3	*Dicranum*	*scoparium*	5	1	2		
4	*Plagiomnium*	*affine*		1	0,1	0,1	0,01
5	*Mnium*	*hornum*	1	1	0,1	0,1	0,01
6	*Rhizomnium*	*punctatum*	1				
7	*Plagiomnium*	*undulatum*	10		1	0,1	0,01
8	*Polytrichum*	*formosum*	20	10	10	2	1
9	*Rhytidiadelphus*	*loreus*	1	0,5			
10	*Rhytidiadelphus*	*squarrosus*			0,01		0,01
11	*Sphagnum*	*fallax*		2	1	2	0,1
12	*Sphagnum*	*inundatum*	5		2	1	1
13	*Sphagnum*	*palustre*		5	2	1	2
1	*Mougeotia*	spec.	20		1		

mosum, Rhytidiadelphus loreus, Rhytidiadelphus squarrosus, und *Thuidium tamariscinum*). Daher ist ihr Rückgang auf den sonnenexponierten Flächen und auch bedingt durch die Konkurrenz der Gefäßpflanzen zu erwarten. In Fläche 2 befindet sich ein geringer Totholz-Anteil. Allerdings sind alle dort nachgewiesenen Moose (*Dicranum tauricum, Lepidozia reptans*) bereits 2019 durch Sonneneinstrahlung und Austrocknung verschwunden. Die in beiden Flächen gefundenen Torfmoose *Sphagnum fallax, Sphagnum inundatum* und *Sphagnum palustre* gehören nicht zu den moortypischen Arten, sondern sind beinahe überall an Wegrändern, in Gräben und in Fichtenforsten vorhanden (siehe Karte von *S. palustre* bei Hölzer 2019). Die Bestandsentwicklung aller drei Arten ist durch Austrocknung, Sonneneinstrahlung und Sukzession rückläufig. Die in den temporär wassergefüllten Senken gefundenen fädigen Grünalgen (*Mougeotia* spec.) sind ebenfalls durch Austrocknung zurückgegangen bzw. verschwunden. Eine Übersicht der fortschreitenden Sukzession geben die Bildreihen Abb. 4 und 5.

Tabelle 2: *Dauerbeobachtungsfläche 2 Thranenbruch*

	Gattung	Art	4/13/18	10/12/18	4/11/19	10/8/19	5/28/20
1	*Agrostis*	*canina*		2	0,1	0,1	0,1
2	*Betula*	*pendula juv.*		1	0,01	0,01	0,01
3	*Carex*	*pairae*	15	75	75	75	75
4	*Dryopteris*	*carthusiana*	5		0,01	0,01	0,5
5	*Galium*	*hercynicum*		2	2	2	2
6	*Juncus*	*effusus*	1	15	15	15	15
7	*Juncus*	*bulbosus* ssp. *kochii*		1			
8	*Oxalis*	*acetosella*			0,1	0,1	
9	*Picea*	*abies juv.*	5	8 (48 Jungpflanzen)	5 (53 Jungpflanzen)	0,1 (13 Jungpfl.)	0,1
10	*Salix*	*caprea*		2	0,5		1
1	*Dicranella*	*heteromalla*	1				
2	*Dicranum*	*tauricum*		1 (Totholz)			
3	*Hypnum*	*cupressiforme*	1				
4	*Lepidozia*	*reptans*	1				
5	*Mnium*	*hornum*	5	2	2	1	0,5
6	*Rhizomnium*	*punctatum*	5		0,01		0,01
7	*Polytrichum*	*formosum*	30	10	10	2	1
8	*Sphagnum*	*fallax*		1	1	1	1
9	*Sphagnum*	*inundatum*	1	4 (teilw. abgest.)	3	0,5	1
10	*Sphagnum*	*palustre*		2		1	1
11	*Thuidium*	*tamariscinum*	20	3 (teilw. abgest.)	2 (vital)	0,5	0,5
1	*Vezdea/Micarea*	spec.	1				
1	*Mougeotia*	spec.	20	2	2		2

Diskussion

Die ehemals torfmoosreichen, alten Fichtenwälder des NSG Thranenbruch haben ihren ursprünglichen Charakter aufgrund der Abholzung nahezu vollständig verloren. Drei Jahre nach Durchführung der Maßnahmen dominieren im Gebiet Pionierarten wie z. B. *Digitalis purpurea, Epilobium angustifolium* und *Senecio fuchsii*. Die *Sphagnum*-Arten sind nach der Abholzung überwiegend vertrocknet. Insgesamt fehlen auf den Kahlschlagflächen im Thranenbruch, insbesondere in den Monitoringflächen, die moortypischen Arten, die zu der Regenerierung eines Hangmoores notwendig sind. Die wenigen typischen Arten von Flachmooren und Quellfluren (*Juncus bulbosus* ssp. *kochii, Montia fontana*) sind in den Beobachtungsflächen wieder verschwunden. Zumindest *Juncus bulbosus* ssp. *kochii* findet sich noch vereinzelt an Vernässungen im Thranenbruch. *Trientalis europaea* und *Juncus squarrosus* konnten sich auch an trockeneren Stellen halten.

In den Monitoringflächen sind die Torfmoose stark zurückgegangen, wobei es sich bei den nachgewiesenen Arten um weitverbreitete und nicht moortypische Sphagnen handelt. Beim Rückgang spielt neben der Sukzession auch die Sommertrockenheit der Jahre 2018 und 2019 eine Rolle. Die übrigen Moose in den Monitoringflächen sind typisch für mehr oder weniger trockene bis feuchte Wälder und werden der Konkurrenz der Gefäßpflanzen nicht standhalten. Die Moosarten von Totholz sind durch die starke Sonneneinstrahlung und die trockenen Sommer geschädigt und alle verschwunden.

Die Entwicklung von moortypischen Gesellschaften der Hangbrücher im Thranenbruch ist extrem unwahrscheinlich, da das charakteristische Arteninventar nahezu vollständig fehlt und die Standortbedingungen für eine Ansiedlung ungeeignet erscheinen.

IM ÜBERBLICK

- Auf den renaturierten Flächen verschwinden moortypische Arten.
- Die Torfmoosbestände im Thranenbruch gehen drastisch zurück.
- Pionierarten der Kahlschläge nehmen stark zu.

Ausblick

Die Monitoring-Untersuchungen auf den beiden Dauerbeobachtungsflächen sollen im Herbst 2020 sowie in den nächsten Jahren weitergeführt werden. Zusätzlich wurden im Frühjahr 2020 im Rahmen eines Projektes der Universität Koblenz-Landau zum Einfluss von Klimaänderungen und Nährstoffeintrag je zwei Probeflächen von 4 x 4 m mit Anteilen von permanenten Gewässern in den folgenden Hangmooren etabliert: Langbruch, Ochsenbruch, Riedbruch, Thranenbruch und Thierchbruch. Ziel ist hier neben der Erfassung der Vegetation und der höheren Pflanzen und Moose ein Monitoring des sehr sensitiv reagierenden Phytoplanktons und Phytobenthos. Auch hier konnten bereits in den stärker gestörten Brüchern (Thranenbruch, unterer Bereich des Thierchbruchs) fädige Grünalgen der Gattung *Mougeotia* festgestellt werden. Auf diesen Monitoringflächen ist eine zweimalige Beprobung pro Jahr (Frühjahr, Herbst) vorgesehen.

Danksagung

Wir danken dem Nationalparkamt Hunsrück-Hochwald (Birkenfeld) für die Erlaubnis und die Unterstützung bei den Untersuchungen. Besonderer Dank gilt Dr. Harald Egidi, Dr. Andrea Kaus-Thiel und Jan Rommelfanger für ihr stetes Interesse an unseren Forschungen sowie für logistische Unterstützung. Dr. Adam Hölzer danken wir für die Begleitung ins Gelände und für kritische Diskussionen zum Thema Moorrenaturierung. Jan Hoffmann (Stiftung Natur und Umwelt) sind wir für konstruktive Diskussionen zu Dank verpflichtet. Die SGD Nord (Koblenz) erteilte uns freundlicherweise die Ausnahmegenehmigung zur Betretung der Flächen und zur Entnahme kleinerer Pflanzenproben.

Quellen

Gauer, J. (2001): Die Hunsrückbrücher nach der forstlichen Standortkartierung des Hunsrück-Hauptkammes. Telma 31, 221 – 229.
Hodgetts, N. & Lockhart, N. (2020): Checklist and country-status of European bryophytes – Update 2020. Irish Wildlife Manuals 123, 1–214.
Hölzer, A. (2019): Moose in Bohrkernen als Zeiger für die Entstehungsgeschichte der Brücher im Nationalpark Hunsrück-Hochwald (Rh. Pfalz, Deutschland.). Telma 49, 53–70.
Killmann, D., Leh, B. & Fischer, E. (2017): Vegetationskartierung Thranenbruch. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Nationalparkamtes Hunsrück-Hochwald. Universität Koblenz-Landau.
Oberdorfer, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Auflage. Eugen Ulmer. 1056 S.
Parolly, G. & Rohwer, J.G. (2016): Schmeil-Fitschen Die Flora Deutschlands und angrenzender Länder. 96., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Quelle & Meyer. 874 S., 32 Tafeln.
Reichert, H. (1973): Der Ochsenbruch bei Börfink. Ein schutzwürdiges Quellmoor im südwestlichen Hunsrück. Mitteilungen der Pollichia 20, 33–63.
Reichert, H. (1975): Die Quellmoore (Brücher) des südwestlichen Hunsrücks. Beiträge zur Landespflege in Rheinland-Pfalz 3, 101–164.
Staubli, P. (2004): Regeneration von Hochmooren im Kanton Zug. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 149/2-3, 75–81.
Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz (2017): Leben im Moor Hangmoore im Hochwald, 1–17.