

Moore schützen!

Denkanstöße 13

Stiftung Natur und Umwelt
Rheinland-Pfalz



D 13 | Dezember 2017





Moore schützen!

Dokumentation zur Tagung „Moore in Rheinland-Pfalz
– Moorschutz in der Praxis. Wiedervernässung und Regeneration“

INHALT

| 04

Vorwort

Ulrike Höfken | Vorsitzende des Stiftungsvorstands | Staatsministerin für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten

| 06

Das LIFE-Projekt Hangmoore im Hochwald

Jan Hoffmann | Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz

| 12

Die Brücher – Mittelgebirgsmoore in RLP

Margret Scholtes | Biotopbetreuerin im Auftrag des Landes Rheinland-Pfalz

| 24

Kartierung der Verbreitung der Torfmoose in und um den Nationalpark Hunsrück-Hochwald

Dr. Adam Hölzer | Jockgrim

| 32

Torfkartierung und Ermittlung der Kohlenstoffvorräte ausgewählter Mittelgebirgsmoore

Britta vom Lehn und Dr. Ulrich Dehner | Landesamt für Geologie und Bergbau

| 38

Der Wasserhaushalt potenzieller Hangmoorstandorte im Nationalpark Hunsrück-Hochwald und seine anthropogene Überprägung

Prof. Dr. Dieter König, Jörn Schultheiß, M.Sc., Dr. Michael Tempel, Dr. Julian Zemke | Universität Koblenz-Landau

| 48

Forstliche Praxis – Seilkraneinsatz im Moor

Hans-Joachim Prüm | Kompetenzzentrum Waldtechnik Landesforsten

| 54

Freiwilliges Engagement und Kompetenz: Erfahrungen bei der Wiedervernässung von Mooren

Lutz Rohland | Bergwaldprojekt e.V.

| 62

Wiederansiedlung des Hochmoor-Perlmutterfalters (*Boloria aquilonaris*)

Dr. Steffen Caspari | St. Wendel

| 76

Technische Umsetzung und wissenschaftliche Begleitung einer Denitrifizierungsanlage am Mürmes

Viktoria Griesmeier | Karlsruher Institut für Technologie
Christian Schulz | Schulz Wassertechnik

| 86

Der Ruf nach Wildnis – Die Geburtsstunde eines Nationalparks (Auszüge)

Claus-Andreas Lessander | Bad Kreuznach

| 94

Impressum

VORWORT

Liebe Leserin, lieber Leser,

das diesjährige Heft 13 der Schriftenreihe „Denkanstöße“ präsentiert Ihnen die Beiträge der Fachtagung „Moore in Rheinland-Pfalz“ der LIFE-Projekte „Moore“ und „Hochwald“ im September 2016.

Gibt es Moore in Rheinland-Pfalz? Bisher war das unter Kollegen eine häufig gestellte Frage. Und ja: Es gibt sie, auch wenn Rheinland-Pfalz dafür nicht gerade bekannt ist. Neben den Verlandungsmaaren und vereinzelt Hochmooren in der Eifel sind die Hangbrücher des Hunsrücks schon seit längerer Zeit von großer Bedeutung für den Naturschutz.

Bezüglich des aktiven Schutzes von Mooren sind vor allem die beiden durch die Stiftung Natur und Umwelt koordinierten LIFE-Projekte zu nennen. Mit der tatkräftigen Unterstützung von Landesforsten, dem Nationalpark, dem Landesamt für Geologie und Bergbau, dem Bergwaldprojekt e.V., aber auch mit Hilfe der lokalen Akteure, wie zum Beispiel den Biotopbetreuern vor Ort, werden diese Projekte mit viel Elan und Erfolg umgesetzt. Der NABU Rheinland-Pfalz und das Umweltministerium beteiligen sich finanziell an den Vorhaben, um deren Gelingen zu unterstützen.

Die Maßnahmen in den Projekten überführen die Gebiete wieder in einen Zustand, in dem sie sich oft selbst überlassen werden können. Teilweise hochspezialisierte Moorarten wie das Spitzblättrige Torfmoos, das Breitblättrige Wollgras, der Sonnentau, die Moosbeere, die Torf-Mosaikjungfer oder auch der Hochmoor-Perlmutterfalter profitieren von diesen Renaturierungsarbeiten.

Für den Erhalt der Moore ist ein intakter Wasserhaushalt von großer Bedeutung. Entwässerung, Abtorfung und Aufforstungen führten zu erheblichen Veränderungen und teilweise sogar zum Verlust von Moorlebensräumen. Intakte Moorökosysteme können Kohlenstoff dauerhaft speichern, wohingegen entwässerte Moore zu beträchtlichen Kohlenstoffemittenten werden. Durch einen verzögerten Abfluss tragen Moore dazu bei, Hochwasserspitzen abzupuffern. Dies ist ein wichtiger Aspekt mit Blick auf eine Zunahme von Starkregenereignissen in den letzten Jahren.

Der vorliegende Tagungsband stellt umfangreich dar, wie wichtig eine detaillierte Planung und die Umsetzung von Maßnahmen mit höchsten technischen Standards sind. Darüber hinaus sind Grundlagenerhebungen und wissenschaftliche Begleitung der Maßnahmen unerlässlich. Besonders freut es mich, dass sich seit Jahren zahlreiche freiwillige Helfer für unsere Moore engagieren. Unter fachkundiger Anleitung werden qualifizierte Arbeiten durchgeführt und gleichzeitig ein emotionaler Bezug zu den wertvollen Schutzgebieten hergestellt.

Weiter hervorzuheben ist die im LIFE-Projekt entstandene, europaweit einzigartige Umweltdenitrifikationsanlage am Mürmes in der Eifel. Durch die innovative Anlage gelingt es, beträchtliche Mengen des landwirtschaftlichen Nährstoffeintrags zu reduzieren. Auch die Wiederansiedlung des Hochmoor-Perlmutterfalters in verschiedenen Gebieten der Eifel ist eine Erfolgsgeschichte.

Im Hochwald des Hunsrücks bilden die Hangbrücher ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal und sind in dieser Ausprägung für Mitteleuropa einzigartig. Diese Besonderheit

war auch einer der Gründe, das Gebiet als Nationalpark auszuweisen. Durch die Renaturierungsarbeiten werden die Brücher darauf vorbereitet, damit sie zukünftig auch ohne weitere Eingriffe im Wildnisgebiet erhalten bleiben.

Ich freue mich sehr, dass wir über die LIFE-Projekte die Möglichkeit hatten, diese Fachtagung durchzuführen. Lassen

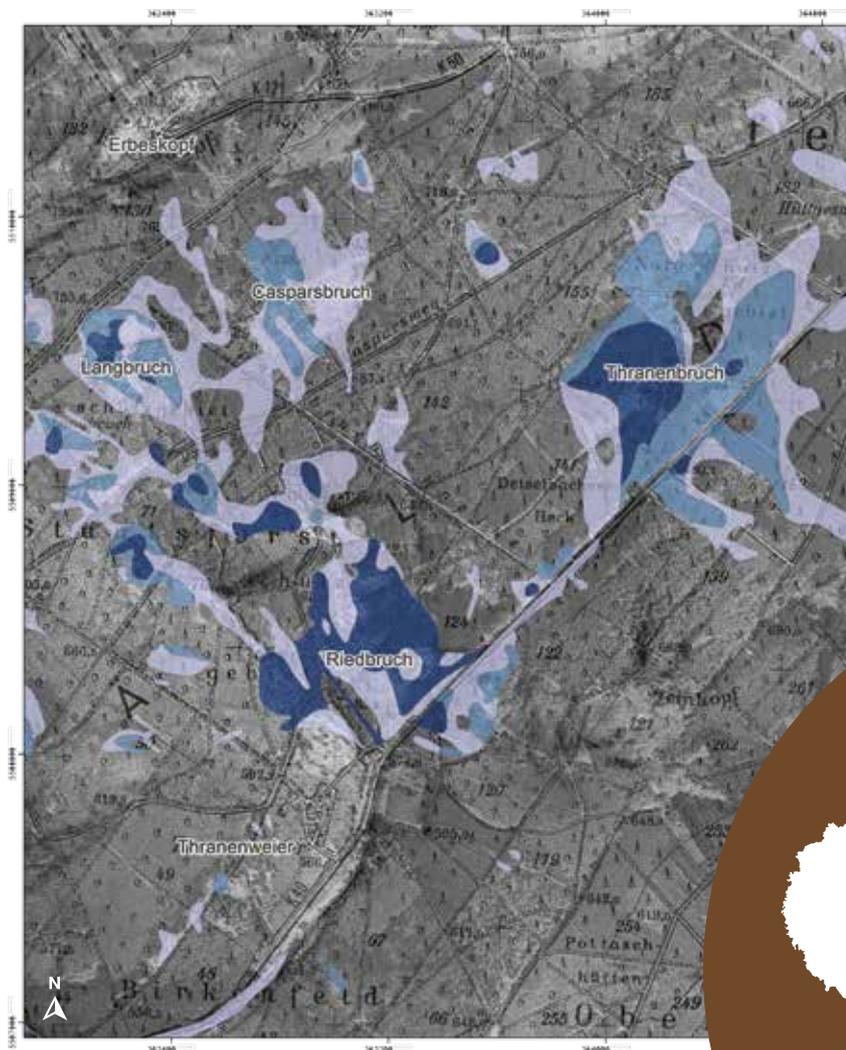
Sie uns von den Tagungsansätzen lernen und den Anschluss an vorhandene Erfahrungen im Umgang mit den Mooren suchen. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Freude beim Lesen der einzelnen Beiträge.

Ulrich Göt



Rundblättriger Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) | Steffen Caspari

DAS LIFE-PROJEKT „HANGMOORE IM HOCHWALD“ IM NATIONALPARK HUNSRÜCK-HOCHWALD

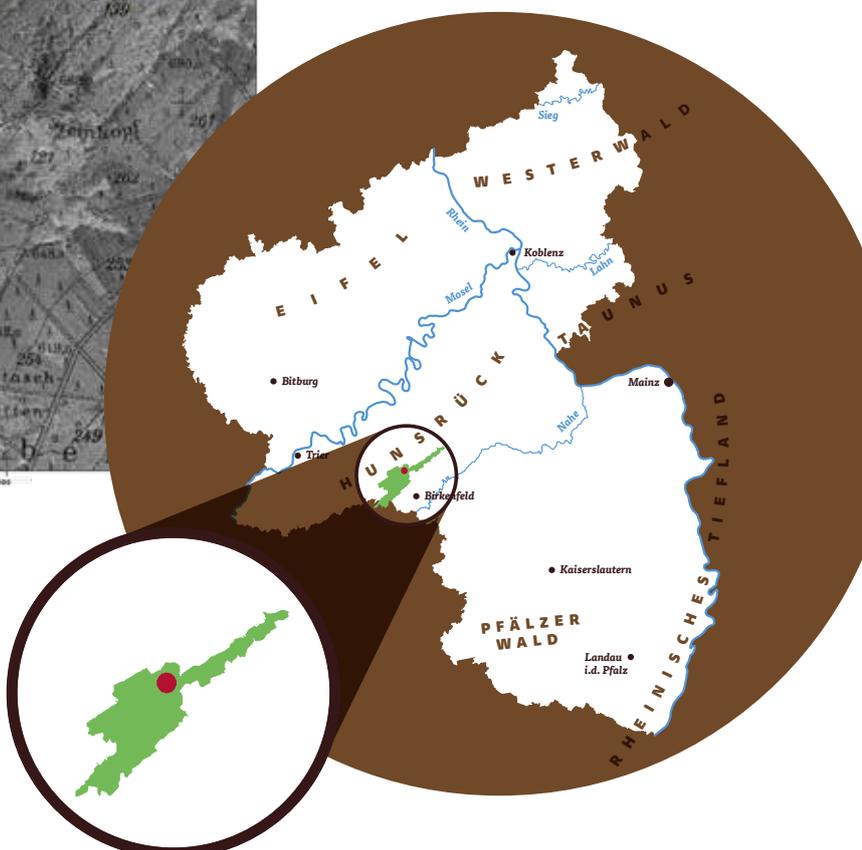


□ 01
Projektgebiet
LIFE Hangmoore im Hochwald¹

Nässestufen
■ äußerst staunass
■ sehr stark staunass
■ stark staunass

□ 02
Rheinland-Pfalz

■ Nationalpark
● Projektgebiet



An der südöstlichen Abdachung des Erbeskopfes, mit 816 m ü. NN die höchste Erhebung des Rheinischen Schiefergebirges, die in alten Forstkarten auch „Moßberg“ genannt wird, erstreckt sich einer der spannendsten Moorkomplexe des Hunsrücks. Vom Langbruch bis hinunter zum Traunbach zieht sich ein Netz von ehemals zusammenhängenden Nassstandorten (siehe Karte des Projektgebiets), die hier „Brücher“ genannt werden. Im EU-LIFE-Naturschutzprojekt Hangmoore im Hochwald, das im Januar 2015 gestartet ist, werden an diesem devastierten System nun Restaurierungsmaßnahmen durchgeführt. Nach einer umfassenden Planungsphase werden Fichten entnommen, Entwässerungsgräben verschlossen und Forstwege zurückgebaut. Dadurch soll der Anstoß zu einer positiven Entwicklung der Moorstandorte gegeben werden. Niederschlagswasser soll länger und nachhaltiger im Gebiet verweilen, wodurch auch die Degradation des Torfs angehalten wird. Die Arten der Moore sollen sich erholen und wieder ausbreiten können, und die charaktergebenden Brücher des Nationalparks werden mit den Arbeiten für die Zukunft gesichert.

Die Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz koordiniert das durch die EU zur Hälfte geförderte Projekt. Die Umsetzung erfolgt in enger Partnerschaft mit dem Bergwaldprojekt, dem Nationalparkamt Hunsrück-Hochwald und Landesforsten Rheinland-Pfalz. Weitere finanzielle Unterstützung erhält das Vorhaben durch den NABU Rheinland-Pfalz und die Naturschutzabteilung des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten.

LIFE ist das wichtigste Finanzierungsinstrument der EU zur praktischen Umsetzung der Umwelt- und Klimapolitik. Der thematische Schwerpunkt „Natur und biologische Vielfalt“ dient im Förderprogramm zur Finanzierung von Naturschutzmaßnahmen zur Erhaltung bzw. Wiederherstellung natürlicher Lebensräume und der Populationen wild lebender Tier- und Pflanzenarten in NATURA-2000-Schutzgebieten (EU 2017). Hangmoore im Hochwald ist bereits das sechste EU-LIFE-Projekt, das durch die Stiftung Natur und Umwelt koordiniert wird. Ein weiteres aktuell laufendes LIFE-Projekt ist die Wiederansiedlung von Luchsen im Pfälzerwald.

Ohne Wasser kein Moor

Das Wort „Moor“ ist ein „vorwissenschaftlicher“ Begriff, womit Menschen eine spezifische, durch Feuchteüberschuss geprägte Landschaft bezeichneten. Heute wird der Begriff für Landschaften verwendet, in denen Torf gebildet wird oder Torf oberflächlich ansteht. Torf ist abgestorbenes Pflanzenmaterial, das sedentär akkumuliert ist. Bei allen torfbildenden Faktoren spielt der Wasserüberschuss eine zentrale Rolle (Succow & Joosten, 2001). Durch die daraus resultierenden anaeroben Verhältnisse wird der Abbau von organischem Material gebremst und Torf angereichert.

Moore sind seltene Ökosysteme und als Rückzugsgebiet für besondere Tier- und Pflanzenarten von großer Bedeutung. Im Hunsrück entstanden die bis zu 5.000 Jahre alten Moore auf wasserstauendem Hangschutt oder Graulehmen, begünstigt durch das kühle, niederschlagsreiche Klima. Wo an Hängen Interflow austritt, konnten sich Hangmoore entwickeln (Reichert, 1975). Hangmoore weisen ein schwaches Wachstum auf und sind oft durch Stillstandsphasen gekennzeichnet.

Die Torfe bleiben daher oft geringmächtig und sind stark zersetzt (Zerbe & Wiegleb, 2009). Anthropogene Einflüsse wie Trinkwasserentnahme, Entwässerungsgräben, Wegebau und Aufforstungen führten zu erheblichen Veränderungen und teilweise zum Verlust von Moorlebensräumen. Vorrangiges Entwicklungsziel ist die Förderung oder Wiederherstellung eines Überrieselungs-Wasserregimes zur langfristigen Wiedervernässung trockenengefallener Standorte.

Das Projektgebiet ist durch ein montan-subozeanisches Klima mit hohen Niederschlägen, mäßig kalten Wintern und kühlen Sommern geprägt. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt rund 1.000 mm und die Temperatur liegt im Jahresmittel bei 6,5 °C (Agrarmeteorologie RLP, 2017).

Die im Nationalpark noch großflächig zu findenden Moorbereiche sind hydrogenetisch als Quell- und Hangmoore, vereinzelt als Versumpfungsmoore anzusprechen. Viele der Brücher stehen untereinander hydrologisch in Verbindung. Ausgehend von den kammnahen Quellaustritten ziehen unterschiedlich stark vernässte Bereiche zu den weiter hangabwärts gelegenen Mooren und bilden so zusammenhängende Systeme. Auf Standorten mit ganzjährig guter Wasserversorgung entwickeln sich weitgehend gehölzfreie, torfmoosdominierte Bereiche mit Arten der Übergangsmoore (Scholtes, 2002).

Nutzung und Störung der Moore

Die Nutzung der Brücher im Hochwald begann schon im 18. Jahrhundert. Den Bauern der angrenzenden Dörfer

stand das Recht am Weichholz und an der Grasnutzung zu. Ab Anfang des 19. Jahrhunderts wurden Moorstandorte zur wirtschaftlichen Nutzung systematisch durch Gräben entwässert und mit Fichten bepflanzt (Schultheiß, 2016). Außerdem wurden Moore zur Trinkwassergewinnung genutzt und ein weit verzweigtes Wegenetz gebaut, das zahlreiche Brücher, entlang der Hanglinie verlaufend, regelrecht durchschneidet.

Die Folgen dieser Eingriffe sind heute noch allgegenwärtig: ein gestörter Wasserhaushalt, Erosion, Verlust der ursprünglichen Vegetation und die Freisetzung von CO₂ durch das Zersetzen der bis zur Hälfte aus organischem Kohlenstoff bestehenden oberen Torfschichten.

Die ehemaligen Bruchstandorte kann man oft an den mit Fichten bestandenen Bereichen zwischen den angrenzenden Buchenwäldern der mineralischen Standorte erkennen. Die schnellwüchsige, als Bau- und Papierholz begehrte Baumart war ursprünglich im Hunsrück nicht heimisch. Sie wurde wahrscheinlich im frühen 18. Jahrhundert im Hochwald eingebracht (Schultheiß, 2016). Auf den trockengelegten Mooren kämpft sie mit Problemen wie Windwurfanfälligkeit, sommerlicher Trockenheit und Borkenkäferbefall. Mit Schneebruch und Rotwildschäle einhergehende Holzfäule tut ihr Übriges, um eine Fichtenbewirtschaftung auf diesen Sonderstandorten ad absurdum zu führen. Eine zeit- und ordnungsgemäße Forstwirtschaft mit dem Verzicht auf Befahrung von staunassen Standorten und dem Ziel des strukturierten Mischwalds lässt hier weder ökolo-

gisch noch ökonomisch sinnvolles Wirtschaften zu.

Viele dieser naturschutzfachlich bedeutsamen Sonderstandorte sind in hohem Maße beeinträchtigt. So weisen nach der Bewertung der FFH-Lebensraumtypen die Vorkommen auf Nassstandorten im Durchschnitt derzeit einen ungünstigen Erhaltungszustand auf. Die im Projektgebiet vorkommenden und zu fördernden Moorwälder sind aufgrund ihrer Seltenheit in der FFH-Richtlinie als prioritäre Lebensräume eingestuft. Bereits 1743 wurde in einem Forstprotokoll empfohlen, das „Thranengebrüch“ als guten Auerhahnbalzplatz bestens zu verschonen und zu konservieren. Heute zeigt der Thranenbruch die höchste Dichte an Entwässerungsgräben des gesamten Nationalparks.

Revitalisierung der Moorpotentiale

Für zielgerichtete Renaturierungsmaßnahmen ist eine Erfassung des Ausgangszustands der biotischen und abiotischen Grundlagen der Projektflächen unerlässlich. Verschiedene Beiträge im vorliegenden Tagungsband geben einen Überblick über mögliche Erfassungen im Kontext Moorrenaturierung. Entwicklungsmaßnahmen müssen auf verfügbare Potentiale und die vorgefundenen Arten eng abgestimmt werden. Um dies zu gewährleisten, werden im Rahmen des Vorhabens verschiedene Parameter erfasst, die auch der späteren Erfolgskontrolle dienen und als Forschungsgrundlage von Bedeutung sind. Dazu gehören im LIFE-Projekt sowohl eine bodenkundliche Standortkartierung mit Erfassung der Torfmächtigkeiten, eine computergestützte Analyse



□ 03

Entwässerungsstruktur in adlerfarndominiertem Bereich im Langbruch



□ 04

Grabenstrukturen auf entlichtetem Moorbereich im Thranenbruch²

von Entwässerungsstrukturen, eine Kartierung des Abflussverhaltens und die Auswertung historischer Karten als auch eine Kartierung der wertgebenden Vegetation, insbesondere der Torfmoose (*Sphagnum spec.*) und der FFH-Lebensraumtypen sowie eine Erfassung der Libellen im Projektgebiet.

Alle gesammelten Daten werden naturschutzfachlich bewertet und in einen Maßnahmenplan integriert. Die Vorgaben des Plans müssen in enger Abstimmung mit den Ausführenden vor Ort weiterentwickelt werden, um eine zielgenaue, möglichst schonende und technisch angepasste Durchführung der Arbeiten zu gewährleisten. Hierfür sind zahlreiche vorbereitende Abstimmungen, die Nutzung vorhandener Kenntnisse, das Einbeziehen externer Experten und eine kontinuier-

liche Bewertung von bereits durchgeführten Maßnahmen unerlässlich. Für eine zukünftige Erfolgskontrolle und für die Forschung ist darüber hinaus eine genaue Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen notwendig.

Im Nationalpark bestehen die Revitalisierungsarbeiten im Wesentlichen aus der Entnahme von Fichten, der Wiederherstellung des Wasserregimes und dem Rückbau von Entwässerungsstrukturen an Forstwegen. Mancherorts sind großflächige Rodungen geschlossener Fichtenbestände nötig. Negative Auswirkungen auf das Ökosystem, wie beispielsweise Beschattung oder hohe Interzeptions- und Transpirationsleistungen aufgrund der ganzjährig benadelten Vegetation, sind beträchtlich. Darüber hinaus spielen Aspekte des Forstschutzes eine Rolle, da die ohnehin für Wind-

wurf und Borkenkäferbefall anfälligen Bäume nach einer Wiedervernässung noch exponierter für Kalamitäten sind. Erst durch Auflichten von ungepflegten Beständen mit hohem Bestockungsgrad und konsequenten Verschluss der Entwässerungsstrukturen kann eine Restitution von durch Fichtenbewirtschaftung stark degradierten Moorstandorten erfolgen.

An geeigneten Standorten mit entsprechenden Voraussetzungen an Exposition und Vegetation werden auch alternative Vorgehensweisen wie der Einstau von Gräben ohne vorherige Entnahme oder auch das „Ringeln“ von Fichten eingesetzt.

Da jede Form der Wasserregulierung die Hangmoore beeinflusst, liegt im Rückbau der Entwässerungseinrichtungen der Schlüssel für eine



□ 05

Grenzbereich des Baumwachstums im Riedbruch

erfolgreiche Renaturierung. Im Moor selbst sollten Entwässerungsgräben funktionsuntüchtig gemacht werden. Das Grundprinzip besteht darin, das abfließende Wasser hangabwärts zu bremsen, indem Staue, beginnend am Grabenoberlauf, das Wasser diffus zur Seite ableiten (Zerbe & Wiegleb, 2009). Um eine flächige Vernässung zu erreichen, ist es teilweise nötig, mit Grabenvollverfüllungen, die seit den 90er-Jahren als „Zuger-Methode“ bekannt sind, zu arbeiten. Weisen Entwässerungsgräben ein stärkeres Gefälle auf, dann reichen Dämme in der Regel nicht aus, um den Wasserstand in erforderlichem Maße an die Mooroberfläche zu bringen. Neben einer Variante mit reinem Sägemehl wird auch eine Mischung mit feinen Hackschnitzeln empfohlen. Das Material wird als organisch, nährstoffarm (da es hauptsächlich aus Cellulose,

Lignin und anderen Polysacchariden besteht), unter anaeroben Verhältnissen inert, saugfähig, leicht zu transportieren und auch in ombrotrophen Armmooren geeignet eingeordnet und beschrieben (Staubli, 2004).

Durchgeführt werden diese Arbeiten teilweise mit speziell ausgelegten Maschinen mit äußerst geringem Bodendruck, teilweise durch Ranger des Nationalparks oder mit den freiwilligen Helfern des Bergwaldprojekts.



□ 06

Verschlossene und verfüllte Grabenstruktur im Tierbruch mit aufstockender Sitkafichte³

Kurzfristig sind die Maßnahmen auf die Wiedervernässung der meliorierten Standorte angelegt. Dadurch können sich mittelfristig wieder naturnahe Bedingungen einstellen, einhergehend mit der Rückkehr der ursprünglichen Vegetation. Im Idealfall setzt langfristig eine vollständige Regeneration ein, die zu neuer Torfanreicherung führt.

Kommunikation der Arbeiten

Eine intensive Begleitung der Maßnahmen durch Öffentlichkeitsarbeit,

aber auch durch das Einbinden von Interessenvertretern aus Naturschutz, Forschung und Behörden ist ein wesentlicher Bestandteil der Projektarbeit. Des Weiteren ist es nötig, eventuell auftretende Konflikte zwischen Arten- und Moorschutzzielen aufzugreifen und zu diskutieren. Kurz- und langfristige Auswirkungen und Veränderungen der Maßnahmen auf Wasserqualität, Wasserdargebot oder Landschaftsbild müssen bewertet und argumentiert werden.

Es bedarf einer Erklärung, warum innerhalb der Entwicklungsphase eines Prozessschutzgebiets so große Anstrengungen zum Erhalt der Moore unternommen werden: Ohne die Aufwertung des Wasserhaushalts würde aufgrund der starken menschlichen Überprägung ein bedeutender Teil der Brücher weiter degradieren und letztlich verschwinden. Ist das Moor nass, ist es hingegen ein sich selbst erhaltendes System. Die Moorwälder in der biogeografischen Region des

Hunsrücks werden zu den primären Lebensräumen gezählt, die aufgrund abiotischer Bedingungen und natürlicher Störungen ohne menschliches Eingreifen in der Wildnis fortbestehen können. Somit erfüllen Hunsrückmoore mit einem stabilen Wasserhaushalt die besten Voraussetzungen für ein langfristiges Fortbestehen innerhalb der Naturzone des Nationalparks. ■

1. Auszug DTK 300 ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2017)
2. M. Susenberger
3. N. Fournier

Agrarmeteorologie Rheinland-Pfalz: „Hydrometeorologische Station Hüttgeswasen“ (2017). Abrufbar unter: <http://www.am.rlp.de/Internet/AM/NotesAM.nsf/amwebombro/8cdf475f35eae63dc12573ef0028e00b?OpenDocument&TableRow=2.4#2>. (abgerufen am 02.05.2017).

EU: „LIFE by Theme: Habitats“ (2017). Abrufbar unter: <http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.getProjects&thethem=83> (abgerufen am 25.04.2017).

Reichert, H. (1975): Die Quellmoore (Brücher) des südwestlichen Hunsrücks. In: Beiträge zur Landespflege in Rheinland-Pfalz, Band 3. Landesamt für Umweltschutz Rheinland-Pfalz, Oppenheim, S. 101-166.

Scholtes, M. (2002): Die Brücher – Mittelgebirgsmoore im Hunsrück dargestellt am Beispiel des NSG »Hangbrücher bei Morbach«. In: TELMA 32. Selbstverlag der DGMT, Hannover, S. 63-106.

Schultheiß, J. (2016): Forstliche Entwicklung im zentralen Bereich des Nationalparks Hunsrück-Hochwald seit dem 18. Jahrhundert. In: Koblenzer Geographisches Kolloquium, 36./37. Jahrgang. Graafen, R. / König, D. (Hrsg.), Koblenz, S. 43-75.

Staubli, P. (2004): Regeneration von Hochmooren im Kanton Zug. In: Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 149 (2-3), S. 75-81.

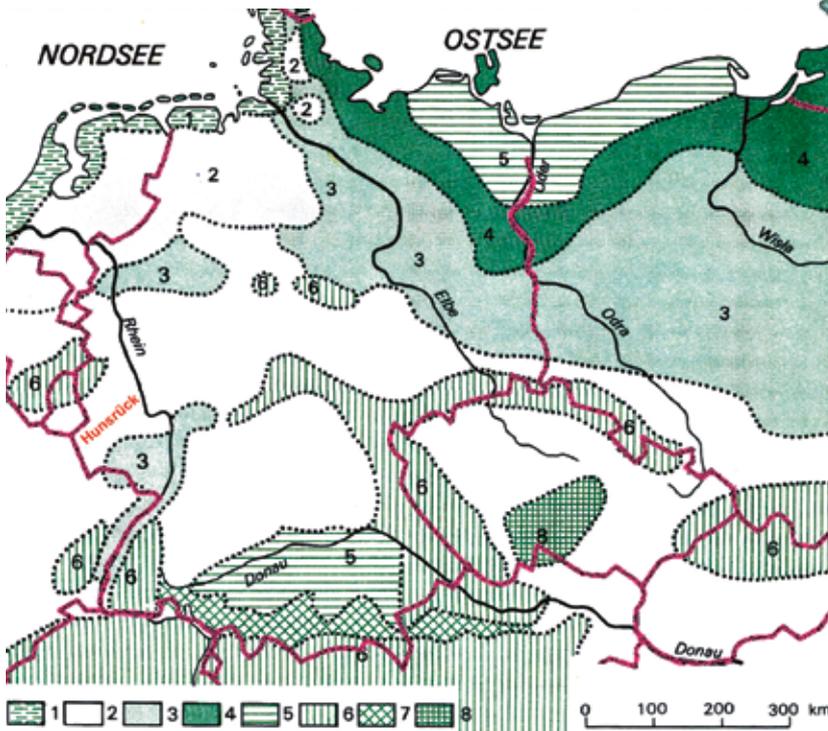
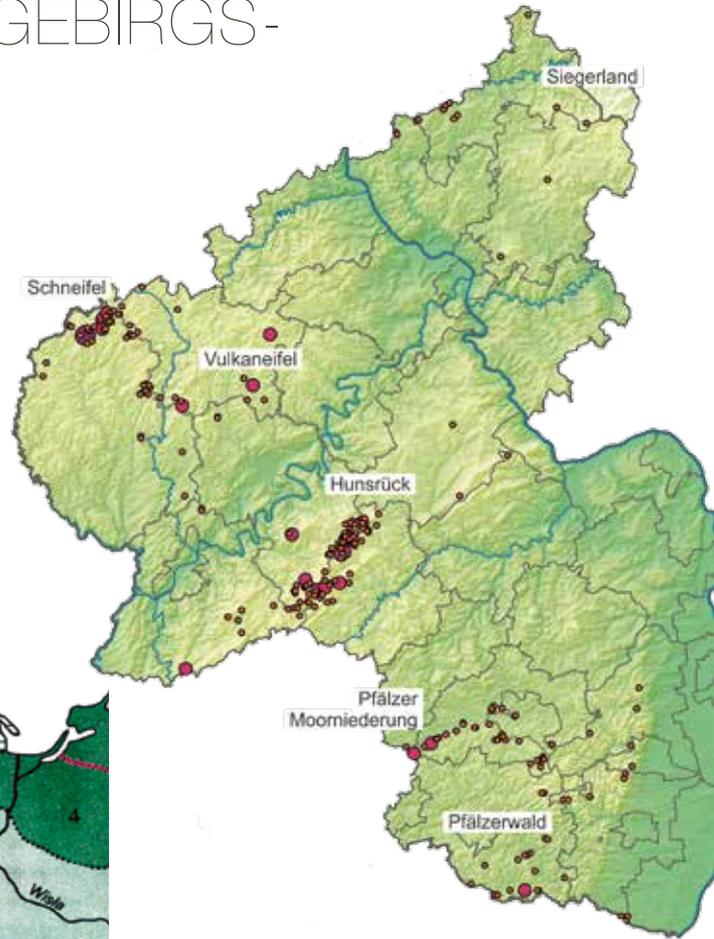
Succow, M. & Joosten, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. Schweizerbart'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 622 Seiten.

Zerbe, S. & Wiegleb, G. (Hrsg.) (2009): Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 530 Seiten.

DIE BRÜCHER – MITTELGEBIRGS- MOORE IM HUNSRÜCK

1. Verortung der Brücher

Rheinland-Pfalz ist kein Moorland, das zeigt die Deutschlandkarte richtig. Dennoch gibt es Moore. Einer der Schwerpunkte der Moorkommens ist der Hunsrück, wo sich im Hoch- und Idarwald zahlreiche Moore finden.



01

Moorgebiete Mitteleuropas gegliedert nach vorherrschenden hydrologischen Moortypen¹

1. Küstenüberflutungsmoore
2. Küstenregenmoore
3. Versumpfungsmoore
4. Verlandungs- und Kesselmoore
5. Durchströmungsmoore
6. Gebirgsregen- und Hangmoore
7. Verlandungs- und Gebirgsregenmoore
8. Versumpfungs- und Hangmoore

Weiß: Landschaften mit einem Mooranteil unter 1%

□ 02

Hoch- und Zwischenmoore, Moorheiden
und Moorwälder in RLP (Stand 1997)²

- klein
- mittel
- groß

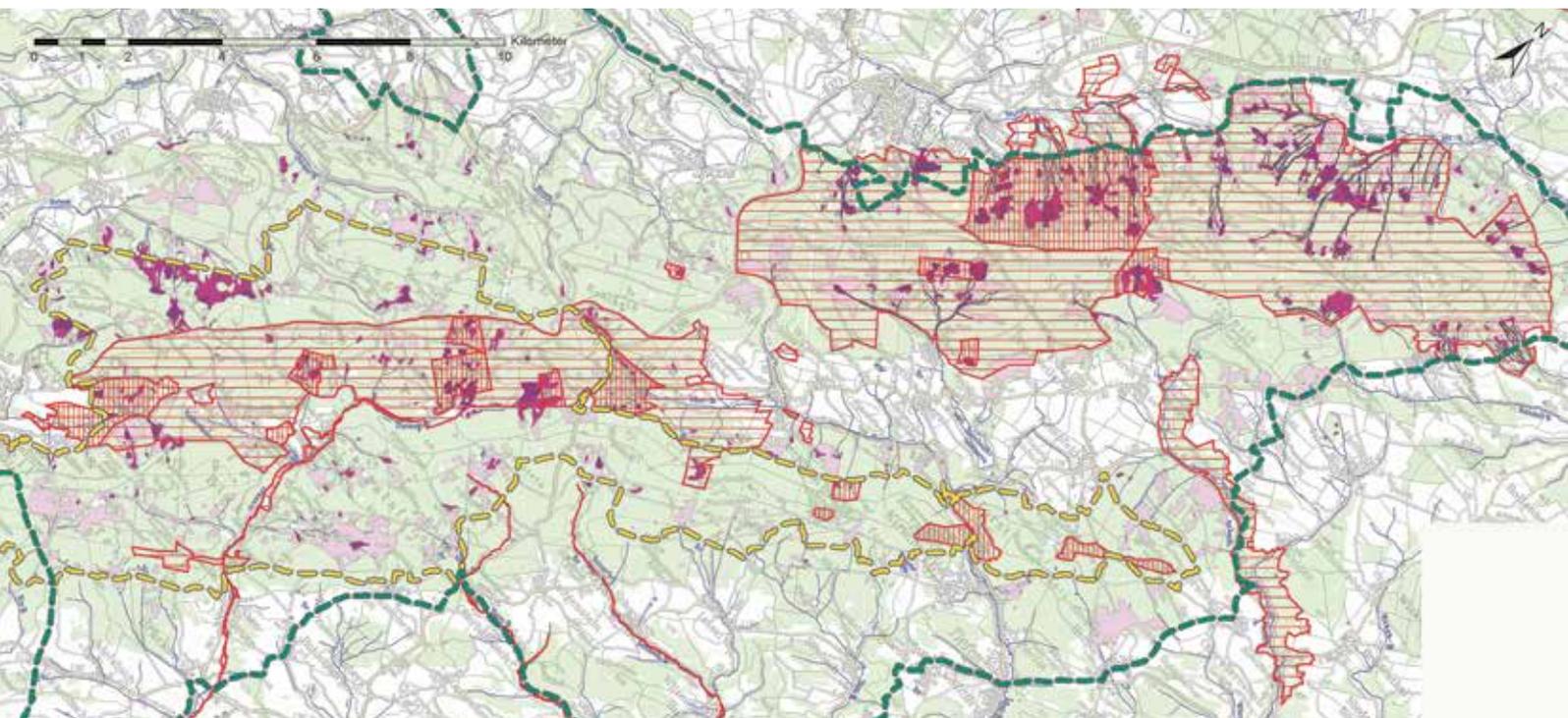
□ 03

Schutzgebiete im Hoch- und Idarwald³

- ▤ Naturpark
- ▤ Nationalpark
- ▤ FFH Gebiete
- ▤ Naturschutzgebiete

Standorteigenschaften

- äußerst staunass
- sehr stark staunass
- stark staunass



2. Spaziergang durch die Hunsrückbrücher

Die Vielfalt der Hunsrückmoore lässt sich eigentlich nur im Gelände erfassen. Die folgenden Bilder geben einen kleinen Eindruck wieder.



↑ 04



↑ 05

↓ 06



↑ 07

↓ 08



↑ 09



10 →



↑ 11



↑ 12



↑ 13

14 →



↑ 15

□

- 04 Ausgedehnte Bestände von Scheidigem Wollgras gibt es nur noch im Ochsenbruch.
- 05 Zwischenmoor im Oberluderbruch, Reste der Wollgrasblüte auf einer nahezu gehölzfreien Moorfläche. Die absterbenden Bäume sind Folge der Vernässungsmaßnahmen im Moor.
- 06 Torfmoose und Sonnentau im Ochsenbruch
- 07 Nur noch zwei Standorte des Moorbärlapp sind im Hunsrück bekannt. Einer dieser Standorte liegt im Ochsenbruch. Beide Vorkommen finden sich auf sehr gestörten Standorten.
- 08 Hochmoorperlmutterfalter im Oberluderbruch⁴
- 09 Fruchtende Moosbeere im Oberluderbruch
- 10 Mooreidechse im Ortelsbruch
- 11 Königsfarn im Hilsbruch
- 12 Wacholder im Friedwaldbbruch
- 13 Lichter Moorbirkenbestand im Gebrannten Bruch
- 14 Moorbirkenwald im Gebrannten Bruch
- 15 Birkenbruchwald im Ehlesbruch

Ergänzungsbiotope im Umfeld der Moore

- 16 Waldläusekraut am Oberluderbruch
- 17 Braunfleckiger Perlmutterfalter am Oberluderbruch⁵



↑ 16



← 17

Wasserversorgung	Torf	Lebensgemeinschaft	Kraut- / Strauchschicht	Baumschicht	
kein Wasserrückhalt im steinigen Untergrund	---	Blockschutthalden	Flechten und Moose, wenig Gräser und Kräuter	vereinzelt Bäume Kümmerwuchs	
Boden nimmt kaum Wasser auf	---	Karpatenbirken-Ebereschenwald	verschiedenste Gräser und Kräuter, viel Licht in der Krautschicht	Karpatenbirken mit Buchen, Eichen, Mehlsbeeren, Ebereschen	
Wasser versickert im Boden	---	Buchenwälder und Buchen-Eichenwälder	kaum Gräser oder Kräuter, kaum Licht in der Krautschicht	Buchen oder Eichen, je nach Höhenlage	
im Winter nass, im Sommer trocken	---	Birken-Buchenwälder Birken-Eichenwälder	wenig Gräser und Kräuter, eher wenig Licht in der Krautschicht	Birken, Buchen und Eichen	
großflächig sehr feucht	0 - 30 cm Torf	Birken-Bruchwälder	verschiedenste Gräser und Kräuter, viel Licht in der Krautschicht	Moorbirken mit Buche, Eiche, Mehlsbeere, Eberesche	
nachlassende Wasserversorgung, im Sommer austrocknend	30-60 cm Torf	Moorheiden	spezialisierte Pflanzen, viel Pfeifengras, Heidekraut, Heidelbeere	knorrige Baumgestalten, häufig Kümmerwuchs	
Ganzjährig gute Wasserversorgung, Torfe immer feucht	60 cm bis 2 m Torf	zentrale Moore (Zwischenmoore, Kleinseggenrieder)	Torfauflagen mit bunten Torfmoosen, spezialisierte Kräuter und Gräser	vereinzelt Bäume Kümmerwuchs	

□ 18

Lebensräume

3. Moorbildung im Hunsrück

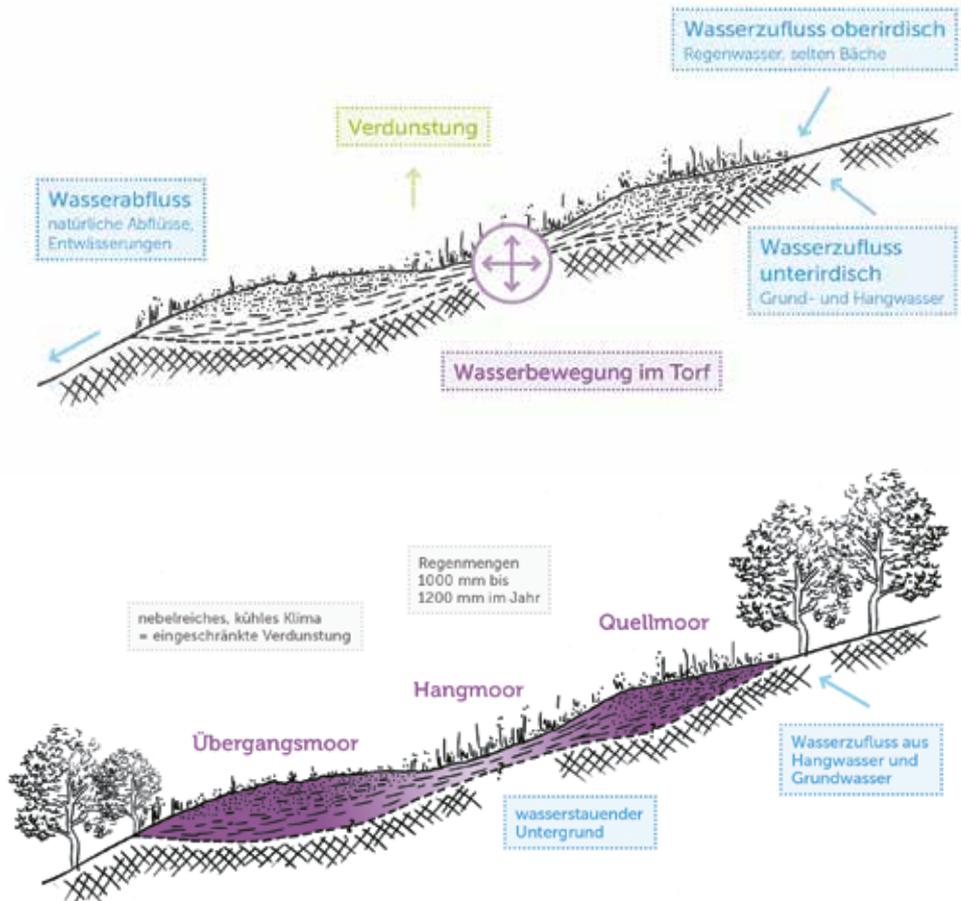
Wasser bestimmt den Lebensraum

Der Wasserhaushalt verbindet Buchenwald und Moor, auch wenn sie weit auseinander liegen. Über das Grundgestein, den Boden und den Wasserhaushalt stehen die verschiedenen Standorte miteinander in Verbindung.

Aus Standort und Nutzung bilden sich verschiedenste Biotoptypen des Waldes, die gemeinsam die Grundlage der Artenvielfalt unserer Wälder darstellen.

□ 19 + 20

Faktoren der Moorbildung
stark vereinfachte Darstellung
eines Moorquerschnittes



Wie kann es Moore im Hunsrück geben?

Ohne Wasser kein Moor: Ein Moor entsteht nur, wenn der Wasserzufluss größer ist als der Wasserabfluss.

Die Besonderheit der Hunsrückmoore ist ihre Bildung an Berghängen. Im Hunsrück entstanden hier nicht Gewässer, wie es bei der Hangneigung zu erwarten wäre, sondern Moore. Die Regenmengen, die hier fallen, reichen für eine Moorbildung nicht aus. Der Zufluss von Wasser aus dem Untergrund und aus dem Einzugsgebiet sind daher von entscheidender Bedeutung für die Existenz der Hunsrückmoore.

Der Wasserhaushalt der Moore steht also in engster Verbindung mit dem Wasserhaushalt ihres Einzugsgebietes.

Die Menge des zufließenden Grund- und Hangwassers entscheidet über den Moortyp. Quell- und Übergangsmoore entstehen nur, wenn genügend Wasser zufließt und lange genug im Moor verbleibt, denn in natürlichen Mooren steht der Wasserspiegel an der Moor-Oberfläche oder knapp darunter. Das kann nur bei ganzjährig gleichmäßiger Wasserversorgung ohne Entwässerung erreicht werden.

4. Ökosystemleistungen der Moore

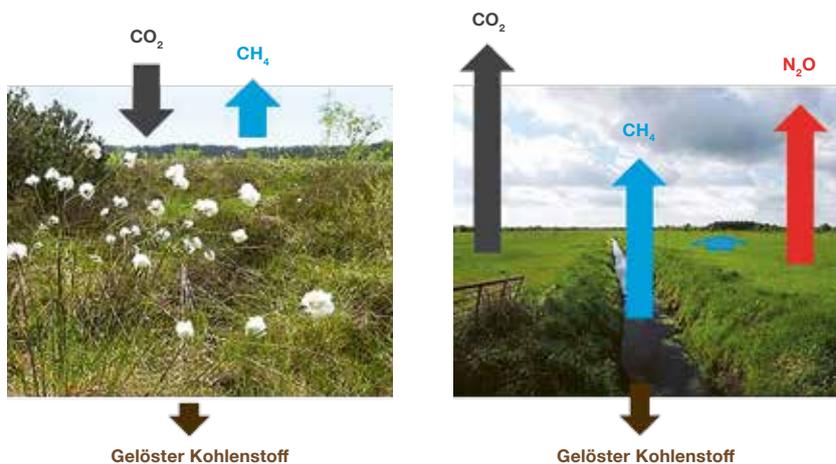
Lebensraum	Wasserhaushalt	Boden	Klima
<ul style="list-style-type: none"> › Arten und Lebensräume mit engster Standortbindung › Biotoptypen stark gefährdet, teilweise von der Vernichtung bedroht › sehr lange Entwicklungsdauer › sehr hohe Störungsempfindlichkeit <p>Moorschutz = Naturschutz</p> <p>Höchste Schutzbedürftigkeit, auch der naturnahen Biotoptypen im Moorumbfeld</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Wichtige Regulationsfunktion durch Wasserretention, besonders im Einzugsgebiet der Moore › Flächenhafter Wasserspeicher mit abflussdämpfender Wirkung › Moorwasserhaushalt abhängig vom Wasserhaushalt des Einzugsgebietes <p>Moorschutz = Hochwasserschutz</p> <p>Moorrenaturierung kann nur gelingen, wenn auch der Wasserhaushalt des Einzugsgebietes in einem naturnahen Zustand ist.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › sehr seltene Böden › extrem enge Standortbindung › Torfmächtigkeiten bis zu 2 m und mehr, großflächig 30 bis 60 cm › Torfe mehrere tausend Jahre alt › Archiv der Natur- & Kulturgeschichte <p>Moorschutz = Bodenschutz</p> <p>Die Torfe in den Hunsrückmooren sind aktuell deutlich im Abbau, flächenhafter Torfverlust</p>	<ul style="list-style-type: none"> › besonderes Mikroklima durch hohen Wassergehalt = verzögerte Erwärmung = kalte Lebensräume für kälteliebende Tier- und Pflanzenarten › natürliche, wasser-gesättigte Moore sind bedeutsame Kohlenstoffspeicher <p>Moorschutz = Klimaschutz</p> <p>Entwässerte Moore setzen erhebliche Mengen CO_2 und andere klimawirksame Gase frei. Die Bilanz naturnaher Moore ist wesentlich positiver.</p>

21

Stoffbilanz von Mooren⁶

Links Natürliche Moore

Rechts Entwässerte und genutzte Moore

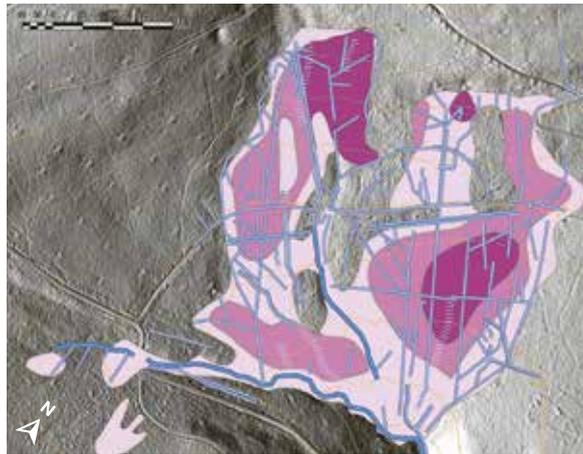


5. Gefährdungen der Hunsrückmoore

5.1 Störungen des Wasserhaushaltes



› Entwässerungsgräben in den Mooren



□ 22

Ochsenbruch⁷

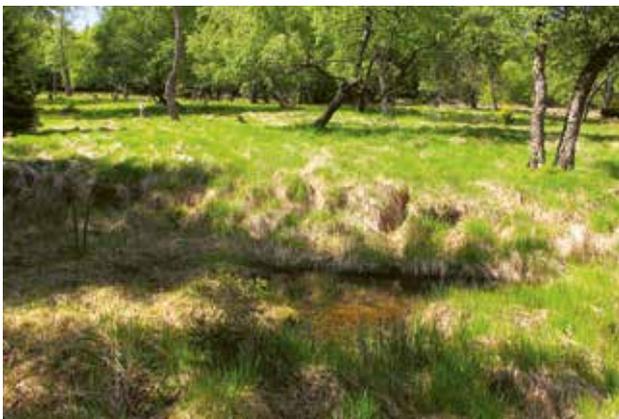
Entwässerungsstrukturen

- Bach
- Entwässerungsgraben
- ||||| Senke

Moorpotenzial

- zentrales Moor
- Moor
- Moorrand

› Wege, Wegegräben, Fahrspuren



□ 23

Ehemaliger Weg im Langbruch



□ 24

Hauptforstweg am Oberluderbruch nach einem Sommerregen

› Trinkwasserentnahmen

Grundwasserentnahmen entziehen den Mooren ganzjährig Wasser. Eine Regulierung konnte bisher nicht realisiert werden.

Hervorragendes Trinkwasser ist ein hohes Gut. Wenn aber die Fördermenge nicht kontrolliert werden kann und ein Teil des geförderten Wassers einfach in den Wegegräben wegläuft, dann schadet das nicht nur dem Moor.



□ 25

Moore im Hoch- und Idarwald³

● Brunnen

Moorstandorte

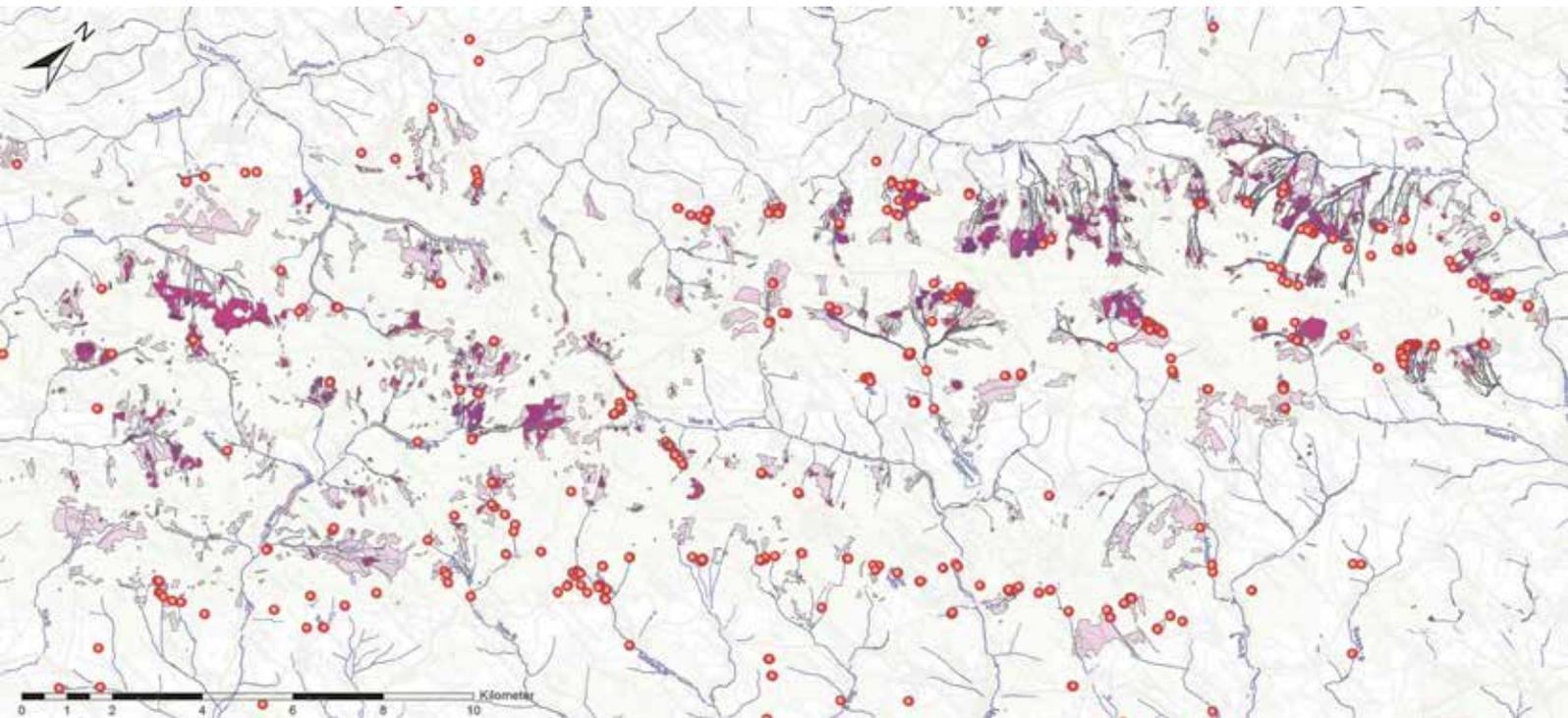
■ Moore (Z)

■ Moore

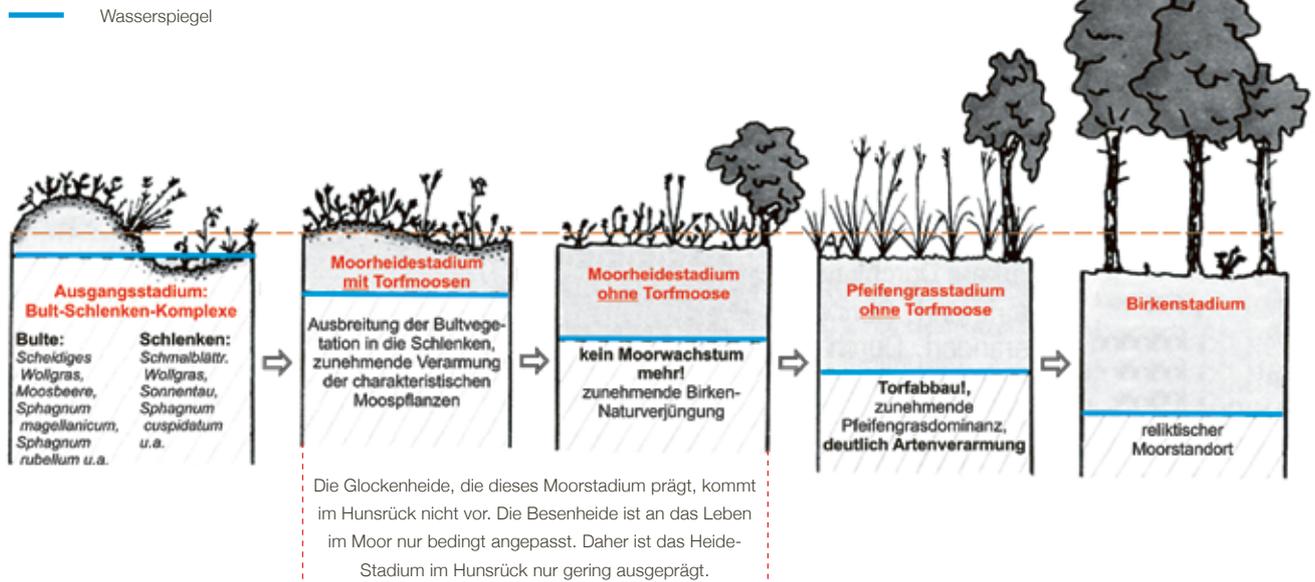
■ Moorrandbereiche

□ 26 + 27

Standorte der Trinkwasserentnahmen im Hoch- & Idarwald (Auswertung topographischer Karten)



5.2 Wirkung der Entwässerungen im Moor?



- › Torfentwässerung
 - › flächenhafte Degeneration der Moore
 - › Verlust des Moores

Wasserentzug zerstört die nassen Böden und die Torfe

- › Eutrophierung
 - › Ausbreitung von Störzeigern
 - › Ausbreitung biotopuntypischer Gehölzbestände
- = Wasserentzug

-
- 28 Adlerfarn und Nadelgehölze im Martinshütterbruch
- 29 nur wenn Moore sehr gut mit Wasser versorgt sind, sterben Nadelgehölze ab, wie hier im unteren Riedbruch (Talmoor)
- 30 Fichten-Naturverjüngung im Bruch bei Thiergarten



↑ 28



↑ 29



↑ 30

5.3 Folgen der Entwässerungen talseits der Moore

Schnelle Wasserableitung

- › Manifestierung der Entwässerungen
- › Hochwasser



6. Moorentwicklung

Moore sind Primärbiotope.
Das heißt, bei natürlichen Standortbedingungen erhalten sie sich selbst.

Leitbild der Entwicklung

Sicherung und Wiederherstellung moorbegünstigender Standortbedingungen

MÖGLICHST VIEL WASSER
MÖGLICHST LANGE IM GEBIET HALTEN!

Höchste Priorität der Entwicklung hat die **Wiedervernässung** der Moore.

NASSE MOORE = INTAKTE MOORBIOTOPE



Renaturierungsmaßnahmen

Voraussetzung für eine optimale Moorentwicklung und für Torfwachstum



Standortbezogene Entwicklungsmaßnahmen



Vegetationsbezogene Entwicklungsmaßnahmen



7. Moorschutz

Forschung zu den Hunsrückmooren

Bisherige Untersuchungen:

- › viel „graue“ Literatur
- › Pflegepläne und Artenschutzprojekte
- › studentische Arbeiten – meist nicht bekannt
- › aktuelle Untersuchungen zum Oberflächenwasserhaushalt

Bisher fehlen Forschungen:

- › zum Grundwasserhaushalt,
- › zur Zoologie der Moore (Insekten u.a.),
- › zu den komplexen Zusammenhängen zwischen abiotischen und biotischen Faktoren im Moor und seinem Einzugsgebiet,
- › zu den Böden, v.a. den Torfen und zum Untergrund ...

1. verändert, nach Succow und Jeschke. 1990
2. Biotopkartierung Rheinland-Pfalz – Erhebungsphase 1992-1997, LUWG
3. Daten der forstlichen Standortkartierung, im Bereich des FFH-Gebiets wIdarwald überarbeitet; Daten liegen außerhalb des Staatswaldes nicht flächendeckend vor; Kartenerstellung Scholtes / Nindel, 2016
4. Steffen Caspari
5. Andreas Zapp
6. Freibauer, A., Drösler, M., Gensior, A. & E.D. Schulze, 2009. Das Potenzial von Wäldern und Mooren für den Klimaschutz in Deutschland auf globaler Ebene. *Natur und Landschaft* 84 (1): 20-25.
7. Margret Scholtes, Biotopbetreuung LK BKS-WIL und BIR, Stand 19.09.2016; Laserscan der Universität Koblenz-Landau, gerechnet von Dr. Julian J. Zemke
8. Abbildung verändert nach C.A. Weber; aus <http://www.aves-ostkantone.be/Inhaltenaturwissen/moore/moore.html>.

KARTIERUNG DER VERBREITUNG DER TORFMOOSE IN UND UM DEN NATIONAL- PARK HUNSRÜCK-HOCHWALD

Einleitung

Torfmoose sind für die Beurteilung von Mooren von zentraler Bedeutung. Dennoch werden sie in Gutachten zum Naturschutz solcher Flächen kaum einbezogen, da sie als schwierig gelten, was aber hauptsächlich darin begründet ist, dass man bei vielen Arten die Hürde des Mikroskopierens zu einer sicheren Ansprache überwinden muss.

Torfmoose sind aber hervorragende Zeiger für die Umweltverhältnisse. Da sie wie andere Moose keine Wurzeln haben, geben sie die Verhältnisse an der Bodenoberfläche sowie Veränderungen derselben relativ schnell wieder. Torfmoose schaffen sich durch die Freisetzung von H-Ionen und damit eines tiefen pH-Wertes ihr eigenes Milieu und verdrängen dadurch über

einen längeren Zeitraum gesehen andere konkurrierende Arten. Sie können unter günstigen Bedingungen sogar ganze Wälder verdrängen, wie man an Baumstümpfen an der Basis der mächtigen Torfe in Norddeutschland sehen kann.

In Hochmooren sind sie die Hauptkomponente an der Oberfläche, in Fichtenwäldern können sie die Bodenoberfläche weitgehend bedecken. Im Torf sind sie oft der Hauptbestandteil und können über 90 % der Masse einnehmen. Auch hier sind sie sehr gute Zeiger sowohl für die Nährstoff- wie die Lichtverhältnisse in der Vergangenheit.

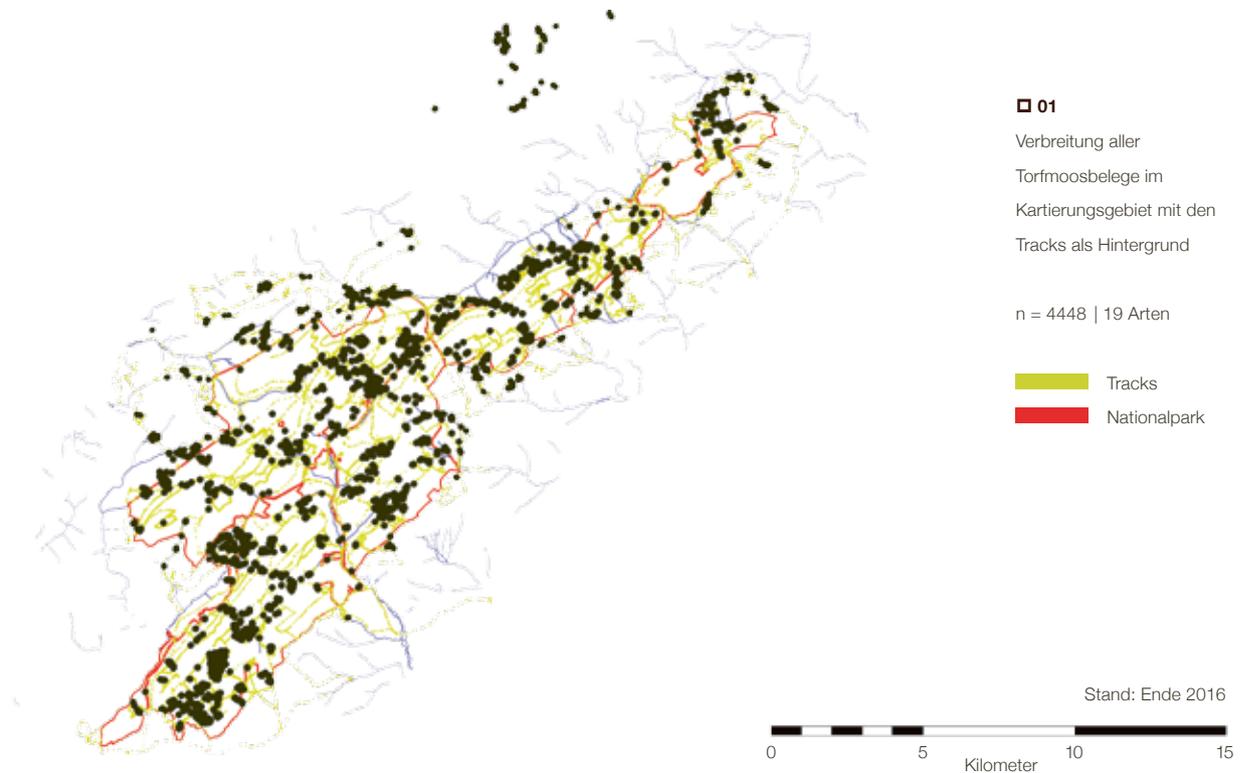
Aber bei kaum einer Arbeit zur Moorrenaturierung oder Moorrevitalisierung werden sie auf Artniveau bearbeitet und ihre genaue Verbreitung in den

Flächen festgehalten, obwohl man damit Veränderungen und Auswirkungen von Eingriffen sehr gut belegen könnte. Oft heißt es pauschal nur „Torfmoose“ oder „*Sphagnum*“. Dafür werden aber oft Libellen, Schmetterlinge oder Vögel kartiert, die in einem natürlichen Moor nur eine absolut untergeordnete Rolle spielen.

Anhand der Kartierung der Torfmoose und damit der Elemente, die für eine Torfbildung und damit das propagierte Klimaziel der Kohlenstofffestlegung verantwortlich sind, wird schon nach relativ kurzer Zeit eine Beurteilung der im Naturpark eingeleiteten Maßnahmen möglich sein.

Methodik

Das Gebiet wurde entlang der Waldwege und Straßen abgefahren oder



quer durch das Gelände abgelaufen, je nach den möglichen Vorkommen von Torfmoosen. Eine Vorauswahl der besuchten Gebiete wurde am Anfang anhand der Arbeit von Reichert (1975) und der Gewässer auf der Karte 1:25.000 getroffen, später wurden dann systematisch Lücken aufgefüllt. Dabei wurde die Route während des ganzen Tages über ein GPS aufgezeichnet. So war sichergestellt, dass ein Gebiet nicht doppelt aufgesucht wurde. Auch konnten Lücken gezielt angelaufen werden. Nach Rückkehr aus dem Gelände wurden die Tracks mit dem Programm GARTRIP ausgelesen. Als Datenbankprogramm der Funde diente FLOREIN, da hiermit schon gute Erfahrung bei der Kartierung der Torfmoose SW-Deutschlands vorlagen (Hölzer, 2010).

Die Verbreitungskarten wurden mit dem Programm MapViewer von GoldenSoftware gezeichnet, in das die Daten der Fundpunkte aus FLOREIN übernommen wurden. Bei sehr häufig vorkommenden Arten wurde erst nach 50 bis 100 Metern eine neue Probe der gleichen Art aufgenommen, außer wenn eine seltsame Form auftrat, die genauer mikroskopisch analysiert werden sollte. Auf der Karte wurden auch einige Punkte aus dem Idarwald dargestellt, die früher schon kartiert worden waren, um die weitere Verbreitung der Arten aufzuzeigen.

Die gesammelten Belege wurden gepresst und zu nummerierten Herbarbelegen verarbeitet. Sie werden es später einmal erlauben, die Arten mit den Fundorten nachzuvollziehen. Ein Schwachpunkt vieler Arbeiten ist das Fehlen von Belegen. So fragt man

sich nach Jahrzehnten oft, ob eine Art wirklich gefunden wurde oder ob es nur ein Bestimmungsfehler war. Das Sammeln von Belegen erlaubt auch weitere Studien zur Variabilität von Artmerkmalen, was von höchstem Interesse ist.

Ergebnisse

In Mitteleuropa werden etwa 40 Arten von Torfmoosen unterschieden. Im und in der näheren Umgebung des Nationalparks kommen 19 Arten vor. Manche Arten sind sehr häufig, andere wie *Sphagnum tenellum* oder *S. majus* sind auf wenige Quadratmeter beschränkt.

Torfmoose gibt es fast im ganzen Untersuchungsgebiet (Abbildung 1). Oft genügt es, in einen feuchten Straßengraben oder in eine Rinne

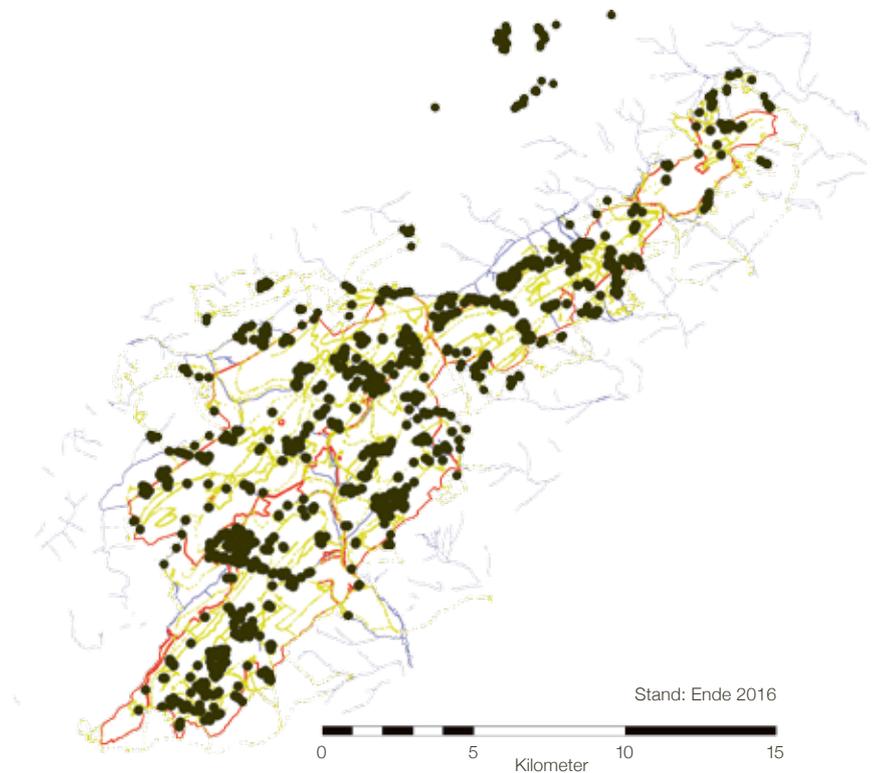


02

Kahnblättriges Torfmoos (*Sphagnum palustre*),
Riedbruch

03 →

Verbreitung des Kahnblättrigen Torfmooses im
Kartierungsgebiet mit den Tracks als Hintergrund



neben einem Waldweg zu schauen, und schon hat man zwei oder drei Arten an Torfmoosen. Ausnahmen sind nur landwirtschaftlich genutzte Flächen, Buchenwälder mit einer dicken Laubbedeckung des Bodens oder zu trockene Stellen, wie z. B. Wildäcker.

Weit verbreitet sind Torfmoose in Fichtenwäldern. Kleine Polster finden sich oft sogar in dichten Fichtenschonungen, wenn nur etwas Licht auf den Boden kommt. Hier stehen sie oft auf nackter Nadelstreu ohne weitere Begleiter an Gefäßpflanzen. Besonders häufig sind sie auf Lichtungen in höheren Nadelholzbeständen, die feucht sind. In den offenen Molinia-Flächen fallen die Torfmoose auf den ersten Blick oft nicht auf. Sie stehen dann zwischen den Bulten unter den Blättern versteckt oder es bilden sich

schon neue Rasen, die mittel- bis langfristig das Pfeifengras wieder verdrängen werden, wie man an neu aufkommenden Polstern sehen kann. Selbst in den dichten Adlerfarnbeständen finden sich manchmal Torfmoospolster, was man aber erst im Winter nach Absterben der Farne erkennt.

Eine besondere Rolle beim Vorkommen vieler Torfmoose spielen die Schläge oder Windwurfflächen. Hier trifft man vor allem auf die auch sonst im Lande weit verbreiteten Arten ohne besondere Ansprüche.

Wie man anhand der Tracks sehen kann, gibt es im Kartierungsgebiet aber auch Bereiche, die weitgehend ohne Torfmoose sind. So fehlen sie in Buchenwäldern mit starker Laubstreu am Boden total. Sie finden sich

höchstens direkt an den Überläufen von Trinkwasserbrunnen oder an kleinen Quellen. Wenn das Laub dann aber wieder dichter wird, gibt es keine Torfmoose mehr.

Der Vergleich der Tracks mit den Funden gibt einen guten Überblick über den Aufwand der Kartierung (Abbildung 1).

3.1 Kartierung einzelner Arten als Beispiele

3.1.1 Kahnblättriges Torfmoos (*Sphagnum palustre*)

Das Kahnblättrige Torfmoos (*S. palustre*, Abbildung 2) ist neben *S. inundatum* die häufigste Art im Untersuchungsgebiet. Im Aussehen ist es sehr variabel. Im Wald ist es grün

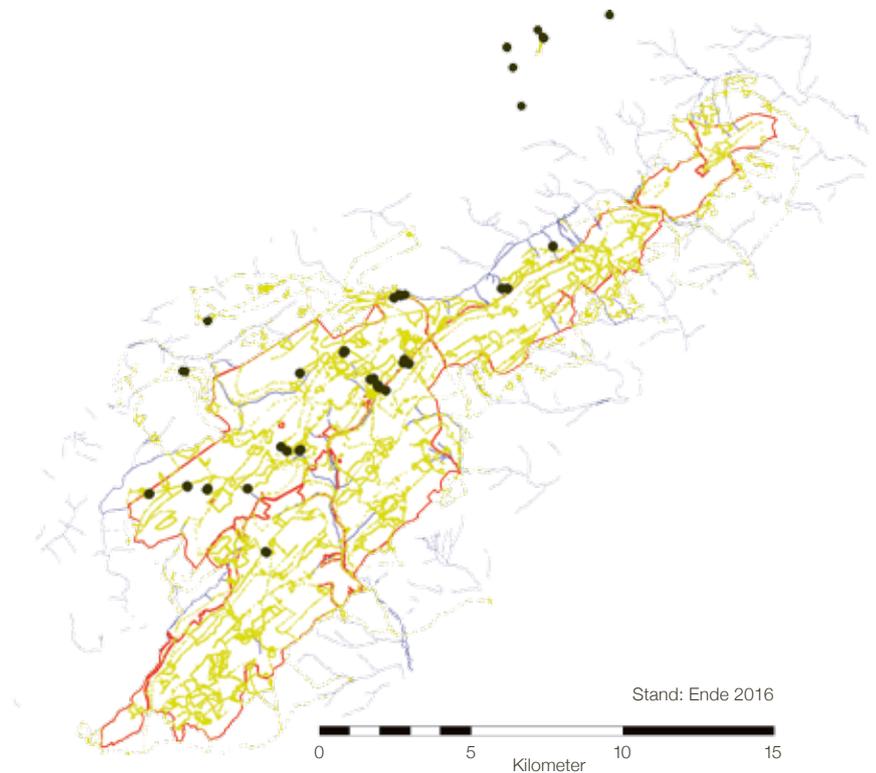


□ 04

Mittleres Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*),
kleines Moor oberhalb des Riedbruches

05 →

Verbreitung des Mittleren Torfmooses im
Kartierungsgebiet mit den Tracks als Hintergrund



und an trockenen Stellen recht klein. Auf nassen Schlägen dagegen kann die Art sehr kräftige Pflanzen als große Bulten mit Zuwächsen von 10 bis 20 cm im Jahr bilden, die gegen Herbst fast rotbraun werden und dann auf den ersten Blick mit *S. magellanicum* verwechselt werden können.

In die Verbreitungskarte (Abbildung 3) dieser Art wurden auch solche Formen aufgenommen, die sonst als *S. papillosum* var. *laeve* geführt werden, da sich zeigte, dass die Ausbildung sehr variabel sein kann und es beliebige Übergänge gibt. In der Datenbank sind solche Formen schon markiert. Durch die Anlage von Herbarbelegen ist eine spätere intensivere mikroskopische Nachuntersuchung möglich.

Sphagnum palustre ist in SW-Deutschland sehr weit verbreitet. Man findet sie von den Tieflagen der Rheinebene bis zum Gipfel des Feldberges im Schwarzwald bei 1500 m.

Im Untersuchungsgebiet wächst sie vom dichten Fichtenwald über Schläge bis zur nassen Wiese. Auch ökologisch hat sie eine sehr weite Amplitude. Sie geht nur nicht in richtige Hochmoore.

Bei der Untersuchung der Torfe war diese Art am häufigsten. Selbst in stark zersetzten Torfen waren noch einzelne Blattreste nachzuweisen. Eine starke Zunahme der Art könnte also die Initialphase einer Kohlenstofffestlegung bilden. Damit es aber zu einer wirklichen Akkumulation kommt, müsste die Art sehr schnell wachsen

und im unteren Teil nicht wieder in gleichem Maß zersetzt werden.

3.1.2 Mittleres Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*)

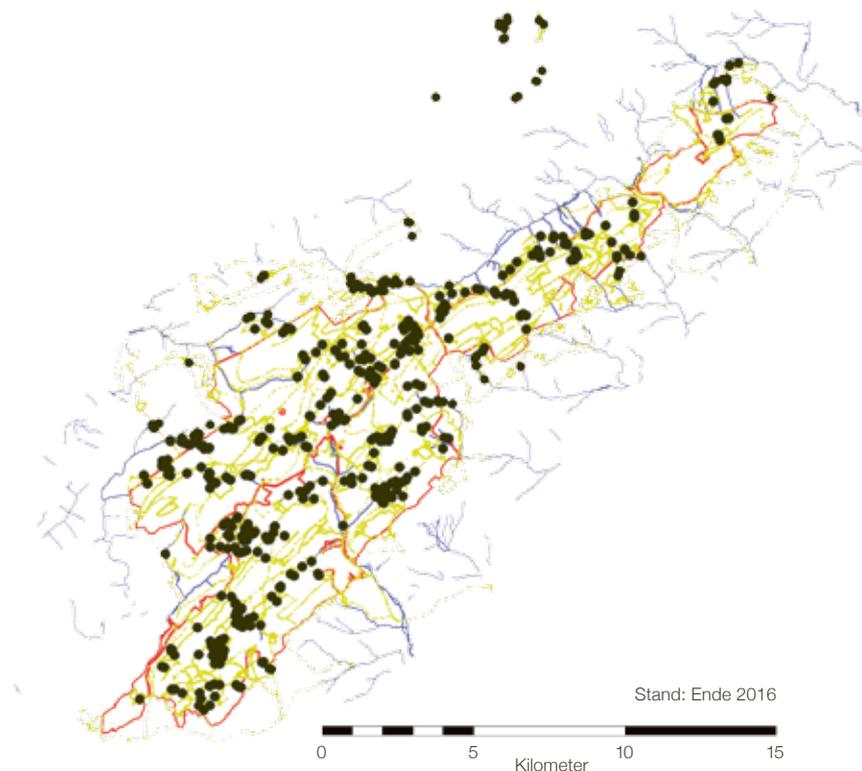
Das Mittlere Torfmoos (*S. magellanicum*, Abbildung 4) ist eine der für Hochmoore charakteristischen Arten. Es ist wie schon *S. palustre* eines unserer größeren Torfmoose, das in seiner roten Form leicht erkenntlich ist. An schattigen Stellen kann es aber auch weitgehend grün bleiben und dann übersehen werden. Dann können die relativ kurzen Äste ein erster Hinweis sein, der dann aber unter dem Mikroskop verifiziert werden muss.

Die Art findet sich nicht nur in Hochmooren, sie kann bei armen Böden



□ 06

Girgensohnsches Torfmoos (*Sphagnum girgensohnii*), Straßenböschung südlich des Erbeskopfes



auch fast auf dem Mineralboden stehen, z. B. auf Mittlerem Buntsandstein.

In SW-Deutschland ist die Art weit verbreitet. Sie fehlt nur den Kalkgebieten. Im deutschen Oberrheingebiet gibt es nur ein kleines Vorkommen im Bienwald, im französischen Teil im Hagenauer Forst.

Im Untersuchungsgebiet (Abbildung 5) findet sich die Art sowohl in einigen der bekannten Brücher als auch an Stellen, an denen man sie nicht erwartet. Besonders auffallend ist, dass die Art sich nur im nordwestlichen Bereich des Untersuchungsgebiets findet, im Südosten aber fehlt. Bemerkenswert sind die Vorkommen am Rand von Schlägen, wenn es ausreichend feucht ist. Es könnten somit auch noch weitere sehr kleinräumige Fundorte

vorhanden sein, deren Entdeckung aber sehr aufwendig ist. Die Schlüsse daraus sind, dass ein vorsichtiges Auflichten vielleicht der beste Weg wäre, die Art zu fördern, wobei dann aber auf ausreichende Luftfeuchtigkeit zu achten ist. Die Vorkommen der Art sollten in der Zukunft intensiv beobachtet werden, was durch die vorhandenen Koordinaten erleichtert ist.

Sphagnum magellanicum ist zusammen mit *S. rubellum*, *S. nemoreum*, *S. fuscum*, *S. papillosum* usw. Haupttorfbilder in den meisten Regionen. Eine deutliche Zunahme dieser Art könnte als Beginn einer Kohlenstofffestlegung gesehen werden. Bei der Untersuchung der Torfe auf subfossile Moose wurde die Art aber nur selten gefunden.

3.1.3 Girgensohnsches Torfmoos (*Sphagnum girgensohnii*)

Diese Art (Abbildung 6) ist eine typische Art der Fichtenwälder, in denen sie große Flächen einnehmen kann. Sie geht aber auch in sonnige Schläge, wo sie dann im Herbst eine braune Färbung annimmt, oder an Waldwegböschungen. Man findet sie sogar an sehr feuchten, schattigen Stellen, wo die Astblätter dann sehr squarrös werden und für kleinere Pflanzen von *S. squarrosum* oder auch *S. teres* gehalten werden können. Wenn die Pflanzen optimal stehen, kann man sie an den 5-reihig abstehenden Ästen im Gelände erkennen, wenn man von oben auf die Köpfchen blickt. Eine sichere Abtrennung von grünen Formen von *S. russowii* oder

← 07

Verbreitung des Girgensohnschen
Torfmooses im Kartierungsgebiet mit
den Tracks als Hintergrund



▣ 08

Derbes Torfmoos (*Sphagnum russowii*),
Rand des Riedbruches

S. nemoreum ist aber nur bei mikroskopischer Untersuchung möglich.

Die Art ist im ganzen Untersuchungsgebiet weit verbreitet (Abbildung 7). Es gibt aber auch Bereiche, in denen trotz intensiver Begehung nichts gefunden wurde. Vielleicht wird hier die Verschneidung mit ökologischen Parametern eine Erklärung aufzeigen.

Im Rahmen der Untersuchung von Torfen auf Moosarten wurde diese Art in den obersten Zentimetern anhand von Stammblättern nachgewiesen. In tieferen Schichten dürften sie aber nicht erhalten bleiben.

In der Literatur gibt es keine Nachweise dieser Art in Torfen, weshalb die großen vorhandenen Bestände dieser Art und eine spätere Zunahme der Art

auch nicht als Zeichen einer Kohlenstofffestlegung betrachtet werden können.

3.1.4 Derbes Torfmoos (*Sphagnum russowii*)

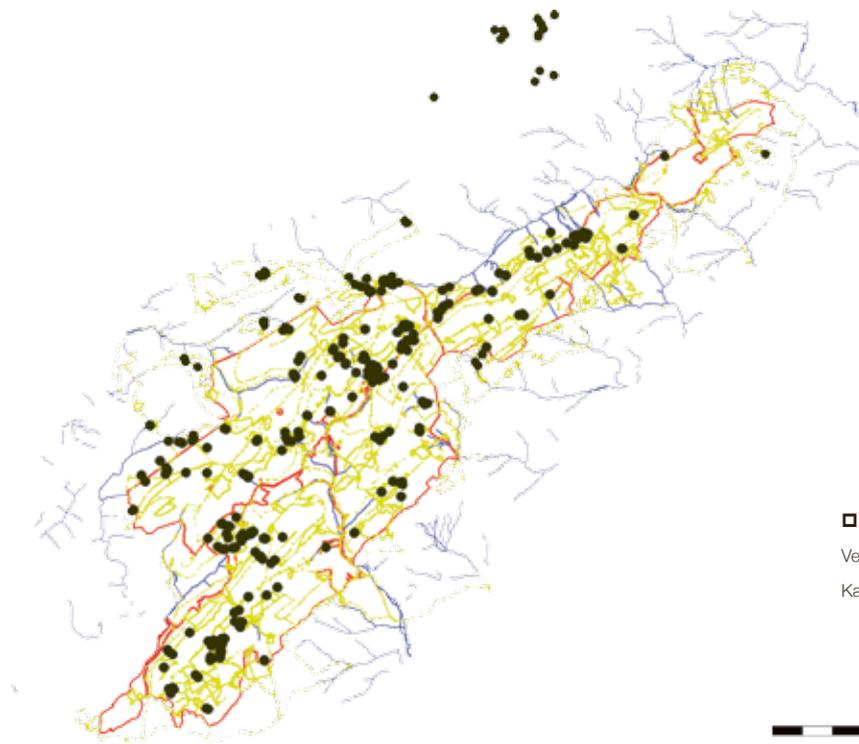
Die Art (Abbildung 8) ist in SW-Deutschland weit vom Tiefland bis in die größten Höhen verbreitet. Sie hat eine weite Amplitude der ökologischen Ansprüche. Sie findet sich vom Randgehänge der Hochmoore bis zum Waldwegrand oder zur Waldwegböschung.

Im Untersuchungsgebiet (Abbildung 9) steht die Art vor allem in Schlägen oder Windwurfflächen, wo sie hohe Polster bilden kann, oder auf Lichtungen im Fichtenwald. Sie findet sich eher auf lichten Stellen und

zeichnet sich durch eine rot-grüne Scheckung der Äste aus. Die rote Färbung stellt sich oft erst im Herbst ein. Deshalb muss man die Art oft unter dem Mikroskop nachprüfen. Grüne Formen, die man mit *S. girgensohnii* verwechseln könnte, kann man an den Stammblättern erkennen. Rote Formen der Sektion *Acutifolia* unterscheidet man durch die vorhandenen großen Poren auf der Astblattinnenseite.

Die Art kann nicht nur in großen reinen Rasen vorkommen, sondern oft steht sie auch in Mischung mit *S. girgensohnii*, *S. palustre* usw.

Bei uns tritt die Art nicht als Torfbilder in Erscheinung. Eine künftige Zunahme der Art weist hauptsächlich auf geänderte Lichtverhältnisse hin.



09

Verbreitung des Derben Torfmooses im Kartierungsgebiet mit den Tracks als Hintergrund

Stand: Ende 2016



Von den Pflanzen bleiben nur zwei oder höchstens drei Jahreszuwüchse erhalten.

Diskussion

Im Vergleich mit anderen Regionen im Bundesgebiet ist das Gebiet des Nationalparks und seiner näheren Umgebung hinsichtlich der Torfmoose schon nach nicht ganz zwei Jahren recht gut bearbeitet. Dies gilt vor allem für den zentralen Bereich südlich des Erbeskopfes.

Bei dem häufigen Vorkommen der Torfmoose sollten aber die noch offenen Lücken mit dem gleichen Vorgehen weiter geschlossen werden. Dies gilt sowohl für das eigentliche Nationalparkgebiet als auch die Umgebung. Wichtig dürfte die Kartierung der

selteneren Arten sein, die auf wenige Fundorte beschränkt sind, da man ihre Ausbreitung oder ihren Rückgang leichter beurteilen kann. Allerdings ist dies mit einem erhöhten Aufwand verbunden, da diese Flächen oft nur etwa einen Quadratmeter umfassen.

Die Verbreitungskarten, die auf einer Datenbank der Koordinaten der Fundpunkte beruhen, zusammen mit den Herbarbelegen dürften schon jetzt eine hervorragende Grundlage für spätere Nachprüfungen sein. Die nach Koordinaten aufgenommenen Fundpunkte erlauben zudem einen Vergleich mit weiteren Parametern wie dem Klima, der forstlichen Standortskarte, der Geologie, den Böden usw. Außerdem erlauben die reichen Aufsammlungen intensive Studien der Variabilität der Artmerkmale.

Nach den Erfahrungen aus der Kartierung kann man sich jetzt fragen, was sich auf den Pflegeflächen einstellen könnte. Als Vergleichsflächen können die Windwurf- oder Schlagflächen dienen, die schon seit vielen Jahren vorhanden sind und auf denen die normale Sukzession studiert werden kann. Hieraus ergibt sich, dass in absehbarer Zeit nur die Trivialarten wie *Sphagnum palustre*, *S. inundatum*, *S. auriculatum*, *S. girgensohnii*, *S. russowii* usw. aufkommen dürften, die in starker Konkurrenz zu Fichten- und Birkenanflug stehen werden. Richtige Torfakkumulation dürfte sich in absehbarer Zeit nicht einstellen. Von den 19 im Gebiet auftretenden Torfmoosarten können nur fünf als Torfbilder betrachtet werden, die zudem kaum größere Bestände bilden,

wozu sie aber mehr als 10.000 Jahre Zeit hatten.

Selbst wenn es zu einem Hochwachsen der Torfe an den Hängen käme, dürfte bei größerer Mächtigkeit des Torfes die Masse den Hang hinabrutschen. Dies dürfte mit ein weiterer Grund sein, weshalb es im ganzen Gebiet keine mächtigeren Torflager gibt. Schon Hueck (1928) stellte fest, dass im Harz auf Hängen mit mehr als 12° Neigung selbst bei Höhen über 800 m keine Hochmoorbildung mehr stattfindet. Anstauungen der Rinnen dürften deshalb auch nur eine kurzzeitige, lokale Vernässung bewirken, die immer gepflegt werden muss, um sie in Funktion zu halten. Auch die ökologische Situation der „Brücher“ als Hangquellmoore und der damit verbundenen Verlagerung der Gewässer und dem Zersatz der Pflanzenreste erlaubt keine mächtigere Torfakkumulation (Eggelsmann, 1990).

Mit der Ausbreitung der Buche, die ja Ziel der Eingriffe in die Fichtenbestände ist, dürften auf längere Sicht

viele der bisherigen Torfmoosstandorte verloren gehen. Wie sich zeigte, sind die Torfmoose in den schon bestehenden Buchenwäldern eher eine Seltenheit.

Zusammenfassung

In den Jahren 2015 und 2016 wurde der Bereich des Nationalparks und der näheren Umgebung auf Torfmoose kartiert. Dabei wurden 4448 Belege aufgenommen und davon Herbarbelege angefertigt. Alle Daten sind in eine Datenbank aufgenommen. Anhand der reichen Belege kann man später nicht nur die Vorkommen überprüfen, sondern auch daran die Variabilität der Artmerkmale intensiv untersuchen.

Festgestellt wurden 19 Arten, wovon *Sphagnum palustre*, *S. inundatum*, *S. auriculatum* sehr häufig sind, *S. tenellum*, *S. majus*, *S. teres* und *S. quinquefarium* dagegen sehr selten. Bei Meinunger & Schröder (2007) werden für das Gebiet 22 Arten angegeben, die meist auf der Arbeit von Caspari (1994) beruhen. Nicht nach-

gewiesen werden konnten von diesen Arten *S. compactum*, *S. cuspidatum* und *S. subsecundum*, die aber auch in dieser Arbeit sehr selten sind.

Die Fläche zwischen Erbeskopf und Thranenweiher wurde intensiver abgesucht, da dort schon Eingriffe in größerem Maßstab stattfinden. Es wurden außer kleinen Beständen von *S. magellanicum* aber nur die häufigeren Arten auf den Pflegeflächen gefunden.

Das Gebiet erwies sich im Gegensatz zu dem, was bisher aus der Literatur bekannt war, als sehr torfmoosreich. Torfmoose fehlen nur in wenigen Flächen, wie z. B. den Buchenwäldern.

Die interessanten Arten sind auf wenige Standorte beschränkt. Das Mittlere Torfmoos (*S. magellanicum*) wurde auch außerhalb der Brücher gefunden.

Die Auswirkungen von Eingriffen in die bestehenden Strukturen werden diskutiert.

Caspari, S. (1994): Die Moosflora der Moore und Feuchtgebiete im südwestlichen Hunsrück und ihre Verbreitungsmuster im benachbarten linksrheinischen Bergland. In: Limprichtia 3. Frahm, J.-P. (Hrsg.), Duisburg, 111 Seiten.

Eggelsmann, R. (1990): Moor und Wasser. In: Göttlich, K. (Hrsg.), Moor- und Torfkunde. Schweizerbart'sche Verlagshandlung, Stuttgart, S. 288-320.

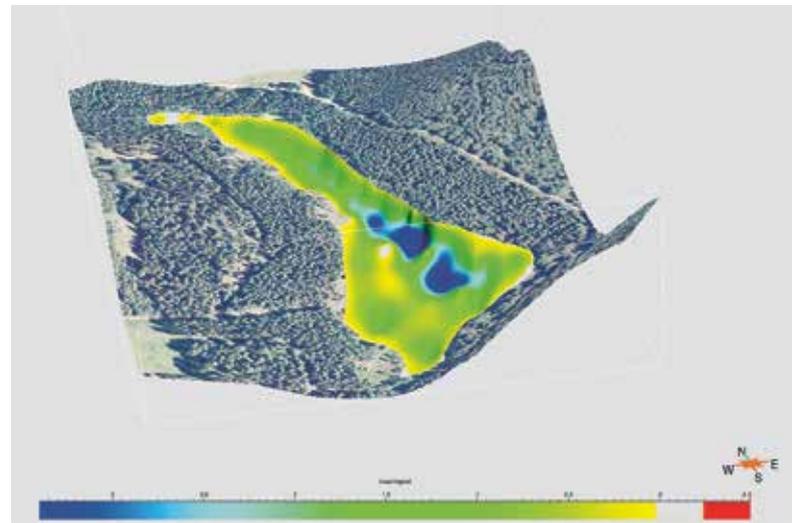
Hölzer, A. (2010): Die Torfmoose Südwestdeutschlands und der Nachbargebiete. Weissdorn-Verlag, Jena, 247 Seiten.

Hueck, K. (1928): Die Vegetation und Oberflächengestaltung der Oberharzer Hochmoore. In: Beiträge zur Naturdenkmalpflege XII, H. 2. Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen, Danzig, S. 151-214.

Meinunger, L. & Schröder, W. (2007): Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands, Band 1. Regensburgische Botanische Gesellschaft, Regensburg, 636 Seiten.

Reichert, H. (1975): Die Quellmoore (Brücher) des südwestlichen Hunsrücks. In: Beiträge zur Landespflege in Rheinland-Pfalz, Band 3. Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Oppenheim, S. 101-164.

TORFKARTIERUNG UND ERMITTLUNG DER KOHLENSTOFFVORRÄTE AUSGEWÄHLTER MITTELGEBIRGSMOORE



□ 02
 Volumenberechnung
 von Truffvenn²

□ 01
 Truffvenn – Karte der Bohrpunkte und
 interpolierte Torfmächtigkeiten¹

- Bohrpunkte Torfmächtigkeit
- Naturschutzgebiet

Torfmächtigkeit in cm

- 1 – 50
- > 50 – 100
- > 100 – 150
- > 150 – 200
- > 200 – 300
- > 300 – 400

Einleitung

Das Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz war als Projektpartner im EU-LIFE-Projekt „Moore“ mit der Bearbeitung bodenkundlicher Fragestellungen beauftragt. Es sollten Erkenntnisse über die Entstehung, den Aufbau und den aktuellen Zustand einzelner Moorstandorte gewonnen werden, aus denen Empfehlungen für die Maßnahmenplanung und -umsetzung formuliert wurden. Am Beispiel des Truffvenns und des Mosbrucher Weihers wurden die wesentlichen Ergebnisse dargestellt.

Das Truffvenn

Das Truffvenn erstreckt sich westlich unterhalb der Wasserscheide des Kyllwaldrückens in einer von Nord nach Süd verlaufenden Hangmulde auf etwa 490 m über NN. Nach Süden wird es durch den Tannenbach entwässert. Es entstand vor etwa 6.000 Jahren durch Versumpfung einiger muldenartiger Vertiefungen im Bereich des Buntsandsteins. In den letzten 2500 Jahren wuchs es zu einem Übergangsmoor mit teilweise hochmoorartigem Charakter auf (Kersberg & Peters, 1967).

Die Torfmächtigkeiten (Abbildung 1) liegen im Zentrum des Moores bei 3,00 bis maximal 4,20 Metern. Während im südlichen Teil die Torfmächtigkeiten durch den Torfabbau reduziert wurden, ist der Nordteil weitgehend noch in naturnahem Zustand. Der flächenmäßig größte Teil des Moores weist Torfmächtigkeiten zwischen 0,50 und 1,00 Meter auf.

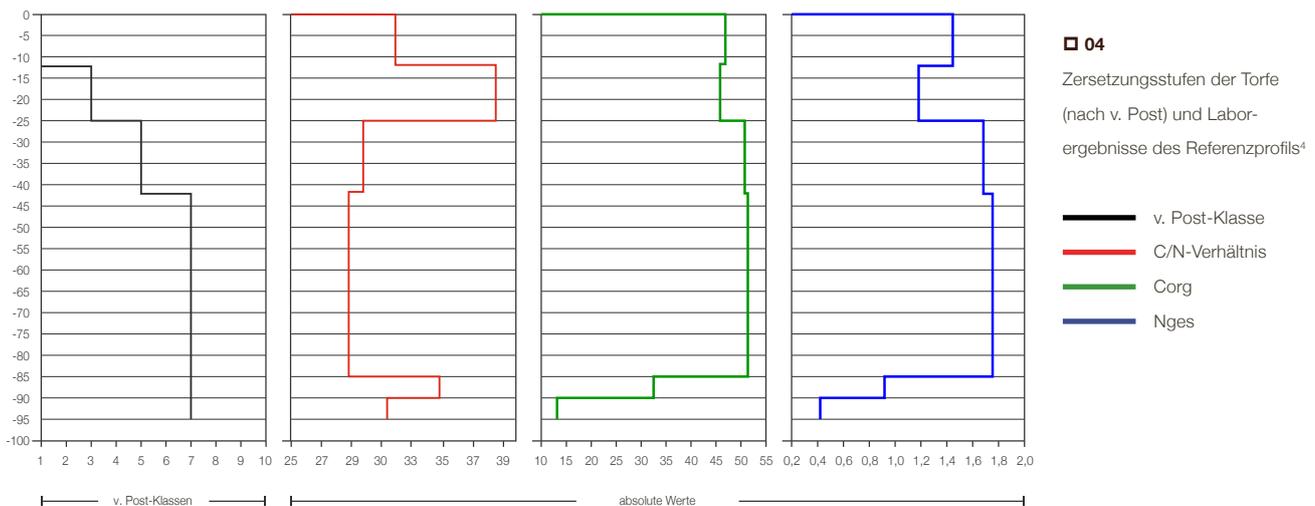
Zur Visualisierung der Entstehungsgeschichte und zur Ermittlung der im Truffvenn gespeicherten Kohlenstoffmenge wurden die Moormächtigkeiten des Truffvenn im 3-D-Modell dargestellt (Abbildung 2). Die Moorentwicklung begann demnach in den blau dargestellten Mulden.

Abbildung 3 zeigt ein Torfprofil aus dem nördlich an die abgetorfte Fläche angrenzenden Bereich des Truffvenns. Über einem Untergrund aus Buntsandstein findet man zunächst stark zersetzte Torfe, die durch einen Birkenbruchtorf begrenzt werden, laut Göttlich (1990) ein Hinweis auf eine Stillstandsphase des Moorwachstums. Oberhalb dieses Horizontes sind schwach zersetzte Torfe aus Schmalblättrigem Wollgras (Übergangsmoortorf) und Torfe aus Scheidigem



□ 03

Referenzprofil im Truffvenn³



Wollgras und Torfmoosen vorhanden, die für hochmoorartige Bedingungen sprechen (Haag, 2012).

Die im Labor ermittelten Kohlenstoffgehalte lagen im Truffvenn zwischen 30 und 50 %, die Stickstoffgehalte zwischen 1,0 und 1,8 %. Nach Meier-Uhlherr, Schulz & Luthard (2011) weisen die daraus resultierenden C/N-Verhältnisse von häufig über 33 (Abbildung 4) zusammen mit den niedrigen pH-Werten (2,56 bis 3,41) auf nährstoffarm-saure (hochmoorartige) Bereiche im Moor hin. Der überwiegende Teil wird aber durch mäßig nährstoffarm-saure Bereiche (Übergangsmoor) eingenommen, deren C/N-Verhältnis zwischen 20 und 33 liegt.

Über die im 3-D-Modell dargestellten Moormächtigkeiten wurde das Volumen des Moorkörpers im Truffvenn auf 49.000 m³ geschätzt. Aus den Tro-

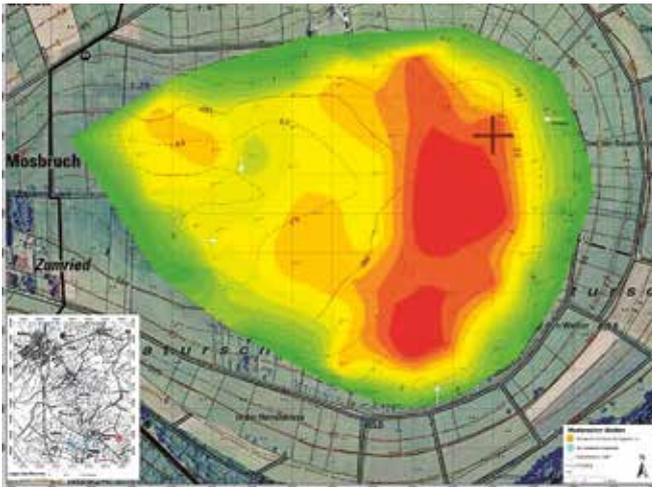
ckenraumdichten für die vorgefundenen schwach zersetzten (0,09 g/cm³) und stark zersetzten Torfe (0,12 g/cm³) und dem durchschnittlichen Gehalt an organischem Kohlenstoff von 47 % konnte die Gesamtmenge von 2.411 Tonnen im Truffvenn gebundenem Kohlenstoff ermittelt werden. Dies entspricht einem Kohlendioxidgehalt von 8.850 Tonnen und einer Größenordnung von 220 t/ha im Truffvenn gebundenen Kohlenstoffs.

Der Mosbrucher Weiher

Der Mosbrucher Weiher ist ein in einem verlandeten Maar entstandenes Kesselmoor am südlichen Fuß des Hochkelbergs. Die Moorfläche hat überwiegend Übergangsmoorcharakter, vereinzelt sind hochmoorartige Bereiche erhalten. Der Maarkessel entstand durch eine durch das Zusammentreffen von Magma mit Grundwasser verursachte Explosion

vor rund 11.000 Jahren. Durch einen Tuffriegel am westlichen Rand wurde ein See angestaut, der innerhalb von 1.000 bis 2.000 Jahren verlandete. Der Beginn der Moorbildung setzte vor etwa 6.000 Jahren ein (Geiger, 2014).

Den Untergrund des Moores bilden Mudden (Stillwassersedimente), wobei auch in die darüberliegenden Torfe immer wieder Mudden eingelagert sind. Die Ursachen für die Schichtwechsel liegen in der Entstehungsgeschichte eines verlandeten Maarsees mit einem Wechsel von Sedimentationsphasen unter Stillwasserbedingungen und trockeneren Phasen mit niedrigeren Wasserständen und erneutem Torfwachstum. Die mit mehr als 6 Meter maximalen Mächtigkeiten des Torfkörpers liegen im östlichen Teil des Moores. Im Westen konnten Mächtigkeiten von durchschnittlich 3 Metern und im Randbereich von 0,50 bis 1,50 Metern ermittelt werden.



□ 05

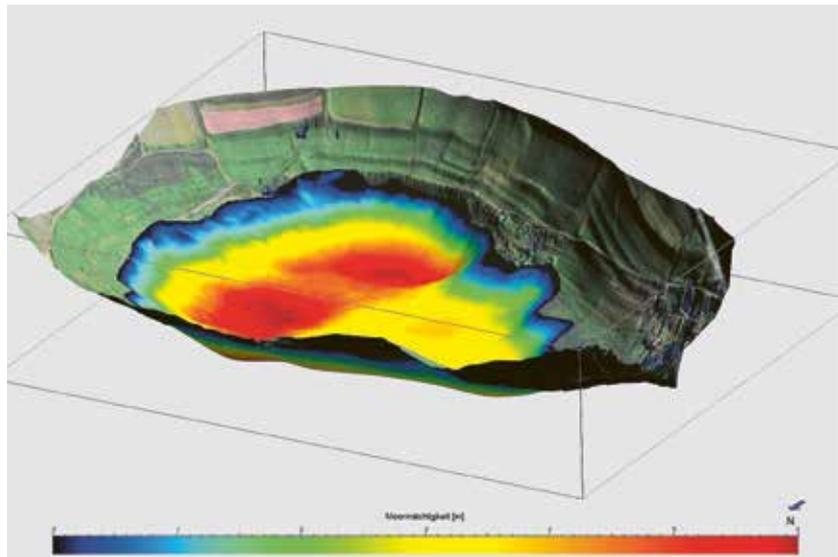
Karte der interpolierten Moormächtigkeit⁶

Moor- bzw. Torfmächtigkeit

	0 – 0,5m		3,0 – 3,5m
	0,5 – 1,0m		3,5 – 4,0m
	1,0 – 1,5m		4,0 – 4,5m
	1,5 – 2,0m		4,5 – 5,0m
	2,0 – 2,5m		5,0 – 5,5m
	2,5 – 3,0m		> 5,5m

□ 06

Volumenberechnung des Mosbrucher Weihers⁶



□ 07

Referenzprofil im Mosbrucher Weiher⁸



□ 08

Wurzel- und Holztorfe im Mosbrucher Weiher⁸

Profil: KLB 017		Probennummer: Mos_119										
Horizontnr.	OTIEF	UTIEF	PH	Corg	Nges	C/N	Zersetzung	Substrat	Horizont	Corg-Mittelwert	Trockenrohdichte	
	cm	cm		Masse-%	Masse-%		nach v. Post			Masse-%	g/cm ³ ± t/m ³	
1	0	-10	4,47	35,09	2,17	16,18		Hv	uHv	36,41	0,18	
2	-10	-20	5,37	31,26	1,72	18,21	> H8	Ha	uHw		0,16	
3	-20	-48	5,66	42,89	1,60	26,82	H6	Hnr	uHr1		0,09	
4	-48	-80	5,57	43,35	1,62	26,78	H4	Hnr	uHr2	42,74	0,1	
5	-80	-106	5,61	42,12	1,74	24,28	H5	Hnr	uHr3		0,1	

Tabelle 01

Horizontdaten und Laborwerte aus dem Mosbrucher Weiher⁷

Den Aufbau und die Moormächtigkeiten des Mosbrucher Weihers zeigt Abbildung 5.

Das aus den Moormächtigkeiten erstellte 3-D-Modell verdeutlicht in Abbildung 6 die Entstehungsgeschichte des in einem Maarkessel durch Verlandung entstandenen Moores und ermöglichte die Volumenberechnung des Moorkörpers.

Der Randbereich des Mosbrucher Weihers ist aus nährstoffreichen, stark zersetzten Torfen aufgebaut, die häufig von mineralischem Material überlagert sind (Abbildung 7). Den östlichen Teil bilden bis zu 6 Meter mächtige Torfe aus wenig zersetzten Torfmoos- und Wurzeltorfen. Abbildung 8 zeigt die für den Mosbrucher Weiher typischen stark vererdeten und zersetzten Torfe, zu denen auch die häufig vorgefundenen Birken- und Kiefernbruchtorfe gehören.

Die Laborergebnisse aus Tabelle 1 weisen mit pH-Werten über pH 4,8 auf ein mäßig nährstoffarm-saures bis basenreiches Übergangsmoor hin. Dies wird auch durch das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff (C/N

20-33) bestätigt. In den oberen Horizonten deuten die eutrophen Verhältnisse (C/N < 20) auf einen zusätzlichen Nährstoffeintrag hin.

Zur Volumenberechnung des Moorkörpers wurde auch für den Mosbrucher Weiher eine 3-D-Modellierung auf der Basis der Bohrdaten durchgeführt. Demnach hat der Moorkörper des Mosbrucher Weihers ein Gesamtvolumen von ca. 680.000 m³. Auf Basis der im Labor ermittelten Analyseergebnisse ergibt sich eine gespeicherte Menge an organischem Kohlenstoff von ca. 34.000 t Corg, was einem Äquivalent von ca. 124.600 t CO₂ entspricht.

Die Maßnahmenempfehlungen

Aus den Ergebnissen der Moorkartierung wurden Empfehlungen für die Umsetzung geplanter Maßnahmen zur Wiedervernässung im Truffvenn abgeleitet. Da nachgewiesen werden konnte, dass es im Truffvenn kein größeres stehendes Gewässer gegeben hat, wurde auf einen Überstau durch den Einbau eines einzelnen großen Staues am Südrand verzichtet. Dieser hätte einen künstlichen See entstehen

lassen, den es an diesem Standort nicht gegeben hat, wie das Fehlen von Mudden eindeutig belegt. Stattdessen wurde die Wiedervernässung durch den Einbau mehrerer kleinerer Vinylspundwände gefördert. Die Platzierung dieser und weiterer Staue konnte mit Hilfe der Ergebnisse aus einzelnen Bohrungen gezielt erfolgen.

Zahlreiche Entbuschungs- und Entwaldungsmaßnahmen zum Erhalt der Moorflächen im Mosbrucher Weiher zeigten langfristig keinen Erfolg. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen belegen, dass nur eine dauerhafte Anhebung des Wasserstandes im Moor das Aufkommen größerer Gehölzpflanzen verhindern kann. Der ursprünglich geplante Bau einer großen Spundwand am westlichen Rand des Moores war aber aufgrund der in diesem Bereich vorgefundenen breiigen Mudden nicht angezeigt. Stattdessen wurde der Einbau von mehreren kleinen Staue befürwortet, deren Position nach Auswertung der durchgeführten Geländemodellierung bestimmt werden konnte.

Durch die Kessellage und den dadurch bedingten Eintrag von Oberflächen-

wasser ist der überwiegend mesotrophe Charakter dieses Moorstandortes, besonders aber die hochmoorartigen Bereiche durch Eutrophierung gefährdet. Deshalb wurde empfohlen, den Nährstoffeintrag aus den umgebenden landwirtschaftlich genutzten Flächen weiter zu begrenzen. Zwar werden diese seit längerem extensiv bewirtschaftet, die Analyseergebnisse weisen aber einen durch die Beweidung und Düngung deutlich erhöhten Nährstoffeintrag auf.

Fazit und Ausblick

Mit den Ergebnissen dieser Grundlagenuntersuchungen können Empfehlungen für die Auswahl und Umsetzung von Restaurierungsmaß-

nahmen wie den Einbau von Stauen, die Erweiterung von Schutzgebieten oder die Reduzierung von Nährstoffeinträgen ausgesprochen werden. Die im LGB durchgeführten bodenchemischen und bodenphysikalischen Laboranalysen dienen nicht nur der Charakterisierung der Moore, sondern können auch zur Abschätzung der in den Mooren gebundenen Kohlenstoffmengen genutzt werden.

Die für das Truffvenn und den Mosbrucher Weiher beispielhaft durchgeführte Methode kann in Zukunft in ganz Rheinland-Pfalz zur Ermittlung der Bedeutung von Mooren für den Klimawandel angewendet werden.



1. Haag, 2012; Daten: Geobasisinformationen der Vermessungs- und Katasterverwaltung Rheinland-Pfalz (04-2002)
 2. Tesch, 2012 (unveröffentlicht); Geobasisinformationen der Vermessungs- und Katasterverwaltung Rheinland-Pfalz (04-2002)
 3. LGB 2012
 4. Haag 2012
 5. LGB, 2014; Geobasisinformationen der Vermessungs- und Katasterverwaltung Rheinland-Pfalz (04-2002)
 6. Tesch, 2014, (unveröffentlicht); Geobasisinformationen der Vermessungs- und Katasterverwaltung Rheinland-Pfalz (04-2002)
 7. Geiger, 2014
- Geiger, W. (2014): Der Mosbrucher Weiher – Bodenkundliche Kartierung und Charakterisierung eines Moores in einem verlandeten Maar. Bachelorarbeit Studiengang Physische Geographie der Universität Trier.
- Göttlich, K. [Hrsg.] (1990): Moor- und Torfkunde. 3. Auflage. Schweizerbart'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 328 Seiten.
- Haag, M. (2012): Kartierung und Charakterisierung der Moore bei Weißenseifen. Diplomarbeit Geographisches Institut der Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz.
- Kersberg, H. & Peters, I. (1967): Das Truffvenn im Kyllwald (Südwesteifel). In: Decheniana, Band 118/2. Bonn, S. 153-179.
- Meier-Uhlherr, R.; Schulz, C. & Luthard, V. (2011): Steckbriefe Moorsubstrate. Hochschule für Nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde [Hrsg.], Sauer Druck und Werbung, Berlin, 154 Seiten.

DER WASSERHAUSHALT POTENZIELLER HANGMOORSTANDORTE IM NATIONAL- PARK HUNSRÜCK-HOCHWALD UND SEINE ANTHROPOGENE ÜBERPRÄGUNG

Dieser Beitrag gibt einen Einblick in ausgewählte hydrologische Forschungsarbeiten der Abteilung Geographie der Universität Koblenz-Landau (Campus Koblenz) im Nationalpark Hunsrück-Hochwald. Einerseits wird der hydrologische Ist-Zustand in ausgewählten Hangmooren (lokal: Brücher) beleuchtet, denen allgemein ein hohes potenzielles Wasserrückhaltevermögen zugesprochen wird, andererseits erfolgt eine historisch-kulturgeographische Betrachtung der anthropogenen Eingriffe in diese Flächen. Letztere ist für ein tieferes Verständnis des heutigen Landschaftsbildes und des Zustandes vieler Brücher unabdingbar. Durch den Bau dichter Netzwerke von Entwässerungsgräben wurde das Gebiet im Laufe der vergangenen Jahrhunderte der forstlichen Nutzung zugänglich, wobei zugleich das Potenzial für einen Wasserrückhalt in der Fläche massiv geschwächt wurde.

Die grundlegende Fragestellung ist stets: Was erwarten wir von einem Wald, einem Moor und speziell von einem bewaldeten Hangmoorstandort

in einem Nationalpark? Im hydrologischen Kontext wäre die wünschenswerte Vorstellung, dass diese Standorte einen starken Wasserrückhalt und somit eine hochwasserdämpfende Wirkung aufweisen. Auch sollte ein ausreichender Trockenwetterabfluss bestehen, da diese Gebiete in ihrem ursprünglichen Zustand für viele spezialisierte, Feuchte liebende Arten eine schützenswerte ökologische Nische darstellen. All diese Eigenschaften sind jedoch auf den betrachteten Flächen im Nationalpark Hunsrück-Hochwald mehr oder minder gefährdet oder im aktuellen Zustand sogar nicht mehr existent.

Ziele und Zweck der hydrologischen Forschung im Nationalpark sind das Verständnis der wichtigsten (Abfluss-) Prozesse, die wissenschaftliche Begleitung und Evaluierung von Renaturierungsmaßnahmen und ein Beitrag zu Planung künftiger Maßnahmen, welche die Abflussprozesse und somit auch den Wasserhaushalt wieder in einen naturnahen Zustand zurückversetzen sollen. Aus hydrologischer Sicht soll aus diesen Maßnahmen

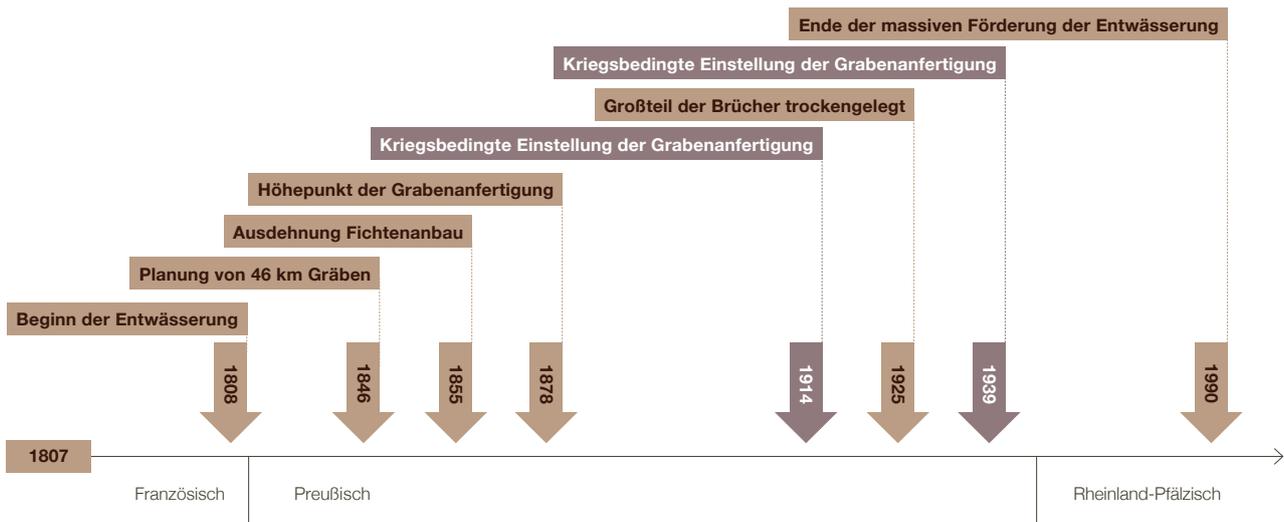
eine Verlangsamung des Abflusses, eine Verminderung von Trockenstressphasen und letztlich ein verbesserter dezentraler Wasserrückhalt resultieren, der auch im Gesamtkontext des Hochwasserschutzes im oberen Nahe-Einzugsgebiet zu bewerten ist.

Die historische Entwicklung des Grabennetzwerks im Hochwald

Die ausgedehnten Bruchflächen des Hochwaldes waren in der Vergangenheit einer starken Nutzung durch den Menschen unterworfen. Sie dienten unter anderem dem Sammeln von Streu und Gras sowie der Waldweide. Auf den Brüchern wuchsen meist Baumarten, die an die staunassen Bodenverhältnisse angepasst waren und im Niederwaldbetrieb genutzt wurden. Die umfangreichen Nutzungsrechte, die sich insbesondere in Sponheimischer Zeit erweiterten, wurden durch die Landesherren gewährt. Erst im Laufe des 19. und im beginnenden 20. Jahrhundert verlor die Hochwaldbevölkerung diese Rechte. Die Bruchflächen waren damit seit



Einrichtung zur Abflussmessung der Universität Koblenz-Landau | Jan Hoffmann



01

Entwässerungsmaßnahmen im Hochwald seit der französischen Zeit¹

jeher einer intensiven, menschlichen Nutzung ausgesetzt.

In der Neuzeit weitete sich im gesamten Hunsrück das eisenverarbeitende Gewerbe stark aus. Das Gebiet um den Hochwald bildete dabei einen Schwerpunkt dieser Entwicklung. Die Eisenhütten benötigten große Mengen an Holzkohle, die in den weiten Buchenbeständen des Hochwaldes gebrannt wurde. Insbesondere im 17. und 18. Jahrhundert expandierte das Holz verbrauchende Gewerbe des Hunsrücks. Zeitgleich verzeichnete die Bevölkerung im Hochwald einen starken Zuwachs. Durch die Abhängigkeit vom Rohstoff Holz musste die Waldnutzung entsprechend intensiviert werden. Die den Hochwald dominierende Buche konnte diesen Bedarf nicht mehr decken, da ihr Wachstum zu langsam war. Infolgedessen wurde mehr Holz geschlagen als nachwachsen konnte, die Waldfläche schrumpfte

und die vorhandenen Bestände zeigten eine schlechte Qualität.

Als Folge daraus war die Versorgung der Bevölkerung und der Gewerbe mit Holz und Holzkohle im 18. Jahrhundert nicht mehr gewährleistet, sodass sich die Herrschaft bemühte, den Wald forstlich aufzubauen, um den wachsenden Holzengpässen zu begegnen; ein umfassender forstlicher Aufbau des Waldes setzte ein. Als problematisch stellten sich in diesem Zusammenhang die Brücher heraus, die damals weite Bereiche des Hochwaldes bedeckten. Durch ihre hohe Bodenfeuchte konnten die gewünschten Baumarten dort entweder nicht eingebracht werden oder sie zeigten einen sehr schlechten Wuchs. Eine ökonomisch nachhaltige forstliche Nutzung dieser Flächen war unter diesen Voraussetzungen nur selten möglich.

Mit der Einführung der ökonomisch nachhaltigen Forstwirtschaft ging auch die Einbringung der standortfremden Fichte einher. Sie entwickelte sich aufgrund ihres schnellen und geraden Wuchses zur am stärksten geförderten Baumart. Die Fichte findet sich spätestens seit der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts im Hochwald. Seit Ende des Jahrhunderts sollte die Fichte auch auf den ausgedehnten Bruchgebieten eingebracht werden, auf denen allerdings die hohe Bodenfeuchte einem erfolgreichen Wachstum entgegenstand. Bevor die Brücher also mit Fichten bestockt werden konnten, war eine Trockenlegung notwendig. Diese erfolgte durch umfassende Entwässerungsmaßnahmen mit Hilfe offener Gräben, die spätestens ab Ende des 18. Jahrhunderts angelegt wurden.

Die Angliederung des Hochwaldes an Frankreich zu Beginn des 19.

Jahrhunderts führte zunächst zur Einstellung sämtlicher Aufforstungstätigkeiten und zum Raubbau am Wald. Die Unterhaltung und Neuanlage von Entwässerungsgräben unterblieb. Erst mit der Errichtung des Ersten Französischen Kaiserreichs im Jahre 1804 setzte die Forstadministration wieder auf eine ökonomisch nachhaltigere Forstwirtschaft. Insbesondere ab 1807 wurde – in Fortführung der ursprünglichen Entwässerungsmaßnahmen – eine große Zahl weiterer Hochwaldbrücher trockengelegt, um sie in die forstliche Nutzung zu überführen. Die Gesamtplanungen für den Hochwald umfassten über 46 Kilometer Gräben, von denen bis zum Ende der Französischen Herrschaft im Jahre 1815 ein Teil hergestellt werden konnte. Während dieser Zeit wurden Grabenarbeiten mittels öffentlicher Ausschreibung vergeben, wodurch Privatunternehmer die Arbeiten durchführten (vgl. Abbildung 1).

Nach Übernahme des Hochwaldes durch das Königreich Preußen und der anschließenden Abtretung des südlichen Teils an das Großherzogtum Oldenburg im Jahre 1817 lag ein Großteil der heutigen Nationalparkbrücher auf preußischem Territorium. Die Preußen setzten den ökonomisch nachhaltigen Waldbau der französischen Zeit zunächst aus, die Anfertigung und Pflege von Gräben unterblieb. Erst in den 1830er-Jahren änderte sich die lokale Waldbaupolitik erneut: Wiederum war es die Fichte, die auf den noch sehr ausgedehnten Bruchgebieten eingebracht wurde, und die Entwässerungstätigkeiten wurden in großem Maße fortgesetzt. In preußischer Zeit waren es insbesondere Arbeiter der Oberförstereien,

die die Gräben anlegten. Außerdem mussten sogenannte Forstfrevler Gräben als Strafmaßnahme anfertigen. Hierbei handelte es sich um Hochwaldbewohner, die der Förster bei einer Straftat ertappte – etwa, wenn illegal Holz entnommen oder das Vieh ohne Erlaubnis in den Wald zur Weide getrieben wurde.

Die Anfertigung von Entwässerungsgräben nahm zur Mitte des 19. Jahrhunderts stark zu und erreichte zwischen 1855 und 1878 ihren historischen Höhepunkt. In der Folgezeit wurden die Maßnahmen in geringerem Umfang fortgeführt. Der Erste Weltkrieg sowie die Nachkriegszeit führten zu einer verstärkten Nutzung des Hochwaldholzes, wobei eine ökonomisch nachhaltige Waldwirtschaft unterblieb. Gräben wurden nur noch selten angelegt und gepflegt. Die Grabenpflege wurde in dieser Zeit zum Teil von der notleidenden Hochwaldbevölkerung übernommen, da sie bereits zu Kriegsbeginn das Recht erhielt, in den Entwässerungsgräben Streu zu sammeln.

Ab Mitte der 1920er-Jahre setzte sich der umfassende Waldumbau fort, wodurch sich auch die Anfertigung neuer Gräben verstärkte und die Pflege bestehender Gräben wieder aufgenommen wurde. Mit Beginn des Dritten Reichs verstärkten sich die Entwässerungsmaßnahmen dann wieder, wobei die Anfertigung der Gräben zu dieser Zeit nicht nur durch Arbeiter der Oberförstereien erfolgte, sondern auch durch den Reichsarbeitsdienst. Während des Zweiten Weltkrieges verringerten sich die Entwässerungstätigkeiten zunächst. Bei den noch durchgeführten Maßnahmen ist auch

ein Einsatz von Kriegsgefangenen für den Bau und die Pflege von Gräben im Hochwald wahrscheinlich. Erst ab 1944 musste die Neuanlage und Pflege von Gräben unterbleiben: Der Arbeitermangel sowie der gestiegene Holzbedarf führten dazu, dass die Forstwirtschaft ausschließlich Holz einschlug und der Hochwald abermals starken Raubbau erfuhr.

Umgehend nach dem Krieg waren die forstlichen Bestände stark geschrumpft. Die Bestandslücken und die niedrige Bestandsqualität im Hochwald erforderten einen umfassenden Waldwiederaufbau, der umgehend in Angriff genommen wurde. Dieser schloss bereits ab 1946 Entwässerungsmaßnahmen mit ein. Jedoch konnten erst in den 1950er-Jahren sowohl der Waldaufbau als auch die Neuanfertigung und Pflege von Gräben in großem Umfang betrieben werden. In den 1960er-Jahren empfahl das Forstministerium für den Hochwald ausdrücklich die Entwässerung der noch bestehenden Brücher, um diese anschließend mit Nadelholz zu bestocken.

Die aktive Entwässerung der Hochwaldbrücher setzte sich im weiteren Verlauf des 20. Jahrhunderts zunächst fort. Aufgrund der Orkane Vivian und Wiebke im Jahr 1990 wurde die intensive Fichtenförderung in den 1990er-Jahren jedoch eingestellt, da insbesondere die Fichtenbestände der entwässerten Bruchgebiete den Orkanen zum Opfer fielen und somit letztlich die geringe Eignung der Baumart für diese anthropogen veränderten Flächen immer deutlicher wurde. Daher wurden auch die

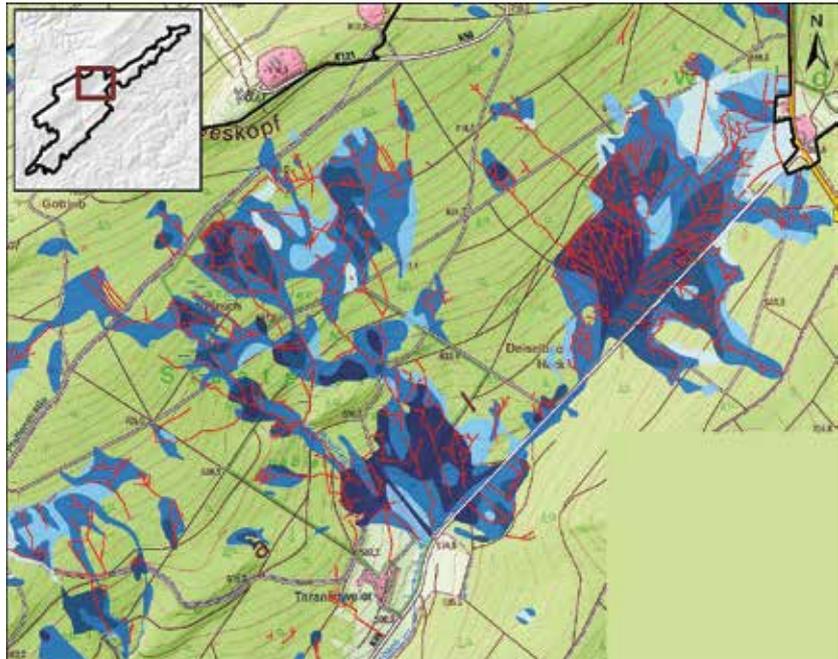
02

Beispielhafte Verteilung von Entwässerungsgräben und staunassen Bereichen am Südhang des Erbeskopfes²

Staunässestufen

-  schwach staunass
-  mittel staunass
-  stark staunass
-  sehr stark staunass
-  äußerst staunass
-  Auenbereich

-  Entwässerungsgraben
-  Nationalpark Hunsrück-Hochwald



Maßnahmen zur Trockenlegung der Brücher weitgehend eingestellt.

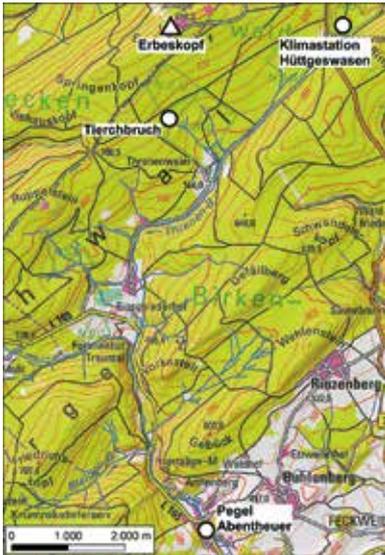
Die jahrhundertelangen Entwässerungstätigkeiten im Hochwald zeigen sich auch heute noch sehr deutlich im Nationalpark Hunsrück-Hochwald. Es finden sich mehr als 100 Kilometer Gräben, die potenzielle Hangmoorstandorte entwässern. Zusätzlich existieren über 100 Kilometer Wegseitengräben, die den Wasserhaushalt der betroffenen Flächen ebenfalls beeinflussen. Sämtliche Entwässerungsgräben wurden in einem Netzwerk angelegt, das aus Haupt- und davon abgehenden Seitengräben besteht. Die Hauptgräben durchziehen, ausgehend vom jeweiligen Bach, die zu entwässernde Fläche. Von diesen Hauptgräben zweigt jeweils eine Vielzahl von Seitengräben ab, die die Entwässerungswirkung

des Grabensystems verstärken. Die Entwässerungssysteme zeigen damit eine deutliche Strukturierung. Die Trockenlegung der Brücher basierte stets auf umfangreichen Planungen der Forstwirtschaft. Diese zeugen, aufgrund ihres Aufbaus, von einer sehr guten Gebietskenntnis (vgl. Abbildung 2).

Ein Großteil der Gräben ist heute noch gut im Gelände sichtbar. Insbesondere die Hauptgräben sowie wegnaheliegende Seitengräben schneiden sich häufig tief in das Relief ein. Diese Gräben unterlagen in der Vergangenheit, v. a. aufgrund ihrer guten Erreichbarkeit, besonders ausgeprägten Säuberungs- und Ausbaumaßnahmen. Ein Teil der Gräben ist nicht mehr bzw. nur noch sehr schwer im Gelände zu erkennen; mangelnde Pflege führte zu einem Verfall sowie einer natürli-

chen Verfüllung der Gräben, wodurch sie sich vom umliegenden Relief häufig nicht absetzen. In besonders staunassen Brüchern zeigt sich in den Gräben starker Mooswuchs, der die betroffenen Gräben vergleichsweise schnell zusetzt. Insbesondere in steilen Hauptgräben sowie in Gräben mit viel Wasserfluss hat auch eine deutlich erkennbare Tiefen- und Seitenerosion zur starken Absenkung der Grabensohle und der Verbreiterung der Grabenwände geführt.

Die Entwässerung führte letztlich dazu, dass ein Großteil der Hochwaldbrücher in den letzten 250 Jahren in forstliche Kulturen überführt werden konnte. Bereits zur Jahrhundertwende waren die meisten der Brücher trockengelegt und mit Fichte bestockt, aber auch weitere Baumarten, wie beispielsweise die Buche, wurden auf den trockenenge-



03

Lage der betrachteten Pegel und der Klimastation Hüttgeswasen

legten Standorten eingebracht. Heute ist der überwiegende Teil der Brücher des Nationalparks Hunsrück-Hochwald mit Gräben durchzogen, sodass ihr Wasserhaushalt stark gestört ist, und die vorzufindenden Baumarten meist das Resultat intensiver menschlicher Nutzung darstellen.

Die Entwässerungsmaßnahmen lieferten somit einen entscheidenden Beitrag zu den heutigen Standorteigenschaften des Nationalparks Hunsrück-Hochwald. Die seit einigen Jahren durchgeführten Rodungen der Fichtenbestände und die Verfüllung der Gräben wird einerseits die Baumartenzusammensetzung des Hochwaldes erneut verändern und der Renaturierung der Brücher dienen – der Hochwald wird an Naturnähe gewinnen –, andererseits sind die Gräben aber auch das Resultat einer

jahrhundertelangen, unter historischen Gesichtspunkten notwendigen Einflussnahme des Menschen auf den Wald. Die Entwässerung war in vergangenen Zeiten erforderlich, um eine ausreichende Holzversorgung zu gewährleisten.

Die aktuelle hydrologische Situation in den Hochwald-Hangmooren

Die historischen Entwässerungsgräben üben bis heute einen massiven Einfluss auf die lokale Hydrologie, im Speziellen auf die stark staunassen Bereiche aus. Vor allem werden die Abflussprozesse und ihre zeitliche Dynamik deutlich gestört:

Durch den Bau der Gräben wird der Bodenwasserspeicher drainiert, dies führt zu schnellen, oberflächlichen und oberflächennahen Abflüssen. Niederschläge, die im Gebiet fallen, werden somit deutlich schneller in die umgebenden Vorfluter abgegeben, als es noch vor der Anlage der Gräben der Fall war. Zudem wird durch die Entwässerung auch in Trockenphasen die Retention von Wasser signifikant gemindert. Dies bedeutet, dass bereits kurze Phasen, in denen wenig oder kein Niederschlag fällt, eine nahezu vollständige Entleerung des Bodenwasserspeichers zur Folge haben. Insbesondere für die ehemals staunassen Bereiche, in denen ehemals Feuchte liebende Vegetationsgesellschaften fest etabliert waren, bedeutet dies einen enormen Stressfaktor, der den Wuchs hemmen beziehungsweise vollständig verhindern kann.

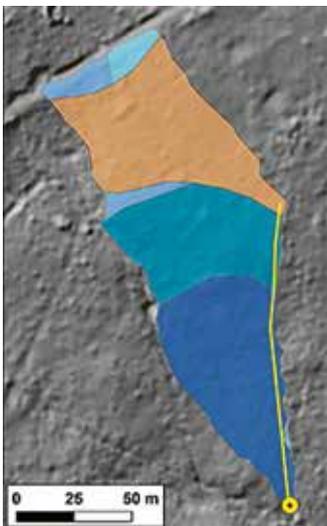
Die Trockenlegung der staunassen Flächen und Hangmoore hat somit unter

anderem direkten negativen Einfluss auf folgende Gebietseigenschaften:

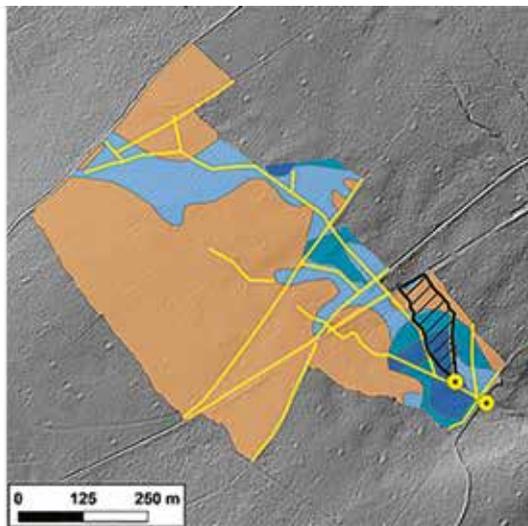
- › den dezentralen Wasserrückhalt und damit verbunden auf den Hochwasserschutz der umliegenden Bäche und Flüsse, da es zu mehr und schnellerem Oberflächenabfluss kommt,
- › die ökologische Standortqualität, insbesondere für spezialisierte Arten wie Torfmoose, vor allem durch Verminderung der Bodenfeuchte und schnelles Trockenfallen der Flächen.

Um das Ausmaß der Schäden durch die Moorentwässerung zu quantifizieren, aber auch um besonders wirksame Grabensysteme für Renaturierungsmaßnahmen prioritär ausweisen zu können, führt die Abteilung Geographie der Universität Koblenz-Landau (Campus Koblenz) seit dem Jahr 2015 hydrologische Messungen an Entwässerungsgräben, Wegseitengräben und natürlichen Fließgewässern in ausgewählten Arealen am Südhang des Erbeskopfes durch. Hier sind mehrere Hang- und Zwischenmoore lokalisiert, die eine hohe Dichte von Entwässerungsgräben aufweisen. Das Gebiet ist sowohl mit Dauermessstellen, betrieben mit automatischen Pegeln, als auch mit diskontinuierlichen Messstellen, an denen in unregelmäßigen Abständen der Abfluss gemessen wird, instrumentiert.

Beispielhaft sollen in diesem Beitrag die auftretenden Abflussprozesse anhand von zwei Pegeln im Hangmoor Tierchbruch, gelegen im Mittelhang des Gebietes, erläutert werden.



Tierchbruch 3



Tierchbruch 1



Abentheuer

04

Einzugsgebiete der betrachteten Pegel³

● Pegel

Grabensystem

— Gräben

Stauanässe

Terrestrisch
 mittel staunass
 stark staunass
 sehr stark staunass
 äußerst staunass

Vergleichsdaten, die die Werte in einen übergeordneten Kontext setzen, liefert der Pegel des Traunbachs, der vom Land Rheinland-Pfalz betrieben wird. Er liegt sechs Kilometer stromabwärts des Untersuchungsgebietes und stellt somit eine geeignete Referenz für die gebietsweiten Abflussmengen und deren Reaktionszeiten auf Niederschlagsereignisse und Trockenphasen dar. Die Klimadaten wurden über die Klimastation in Hüttgeswasen, in direkter Nachbarschaft zum Untersuchungsgebiet gelegen, gewonnen. Diese wird seit 2009 von den Dienstleistungszentren Ländlicher Raum des Landes Rheinland-Pfalz betrieben.

Dank computerkartographischer Analysen können die Oberflächeneinzugsgebiete der Pegel hochgenau berechnet werden. Sind deren Flächenausdehnungen bekannt, lassen diese sich mit weiterführenden Fachdaten verschneiden. So können beispielsweise die Anteile staunasser Flächen oder die Gesamtgrabenlänge und -dichte berechnet werden. Auch ermöglicht die Kenntnis über die

Einzugsgebietsfläche den Vergleich der Abflüsse verschiedener Messstellen: Abflüsse werden als Wasservolumen pro Zeiteinheit (bspw. l/s) angegeben. Messstellen mit großen Einzugsgebieten weisen in der Regel deutlich höhere Abflüsse auf. Dies erschwert den direkten Vergleich unterschiedlicher Abflussdaten. Mit Hilfe der Flächenangaben können jedoch die Abflussspenden berechnet werden, die als Abflussmenge geteilt durch die Einzugsgebietsgröße (bspw. (l/s)/km²) definiert sind. Durch diese Operation wird der Einfluss der unterschiedlichen Einzugsgebietsgrößen herausgerechnet.

Abbildung 4 zeigt die drei betrachteten Einzugsgebiete im Falle der Pegel im Tierchbruch zugleich mit den kartierten Grabensystemen und den staunassen Flächen. Ebenso sind die jeweils kleineren Einzugsgebiete in den übergeordneten Flächen dargestellt, um den räumlichen Kontext der Messstellen zu verdeutlichen.

Pegel	Einzugsgebiete [ha]	Stauanässe [%]	Grabendichte [m/ha]
Tierchbruch 3	1,04	67	127
Tierchbruch 1	344	29	11
Abentheuer	3940	k. A.	k. A.

Tabelle 01

Größe, Anteil der staunassen Flächen und Grabendichte der betrachteten Einzugsgebiete

Die detaillierten, flächenbezogenen Daten der Einzugsgebiete im Tierchbruch zeigen, dass der Pegel Tierchbruch 3 über deutlich staunassere Flächen verfügt, als es beim Pegel Tierchbruch 1 der Fall ist. Da die Entwässerungsgräben vornehmlich in den staunassen Bereichen angelegt wurden, weist Tierchbruch 1 auch eine entsprechend geringere Grabennetzdichte auf (vgl. Tabelle 1). Insbesondere im westlichen Bereich des Einzugsgebietes finden sich auf den terrestrischen Flächen nur wenige Gräben (vgl. Abbildung 4).

Die Abflussdynamik der drei Pegel soll anhand des ersten Halbjahres 2016 beispielhaft dargelegt werden. Abbildung 5 zeigt die Abflusspenden aller Pegel sowie die gemessenen Niederschläge. Ebenso sind zwei Phasen des Halbjahres markiert, in denen nur wenig Niederschlag fiel, sowie der 30.05.2016, der mit einer Tagessumme von 42 mm Niederschlag ein besonderes Einzelereignis darstellt.

Anhand der Ganglinien lassen sich prinzipiell vier Regelmäßigkeiten ableiten, die nachfolgend erläutert werden sollen:

1. Hohe Abflusspenden in staunassen Einzugsgebieten

Deutlich erkennbar ist, dass der Pegel Tierchbruch 3 relativ zu seiner Einzugsgebietsgröße höhere Abflüsse verzeichnet als die Pegel Tierchbruch 1 und Abentheuer. Dies ist ein deutliches Indiz dafür, dass die staunassen Flächen derart drainiert sind, dass der Wasserrückhalt gemindert ist.

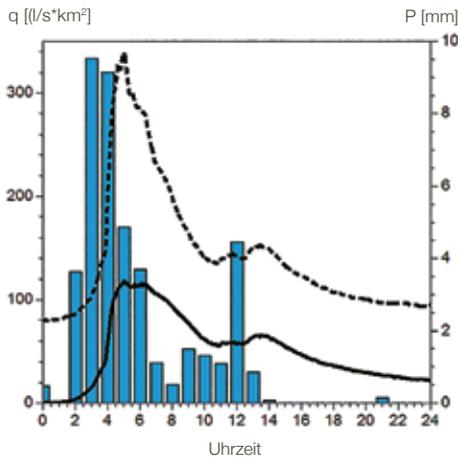
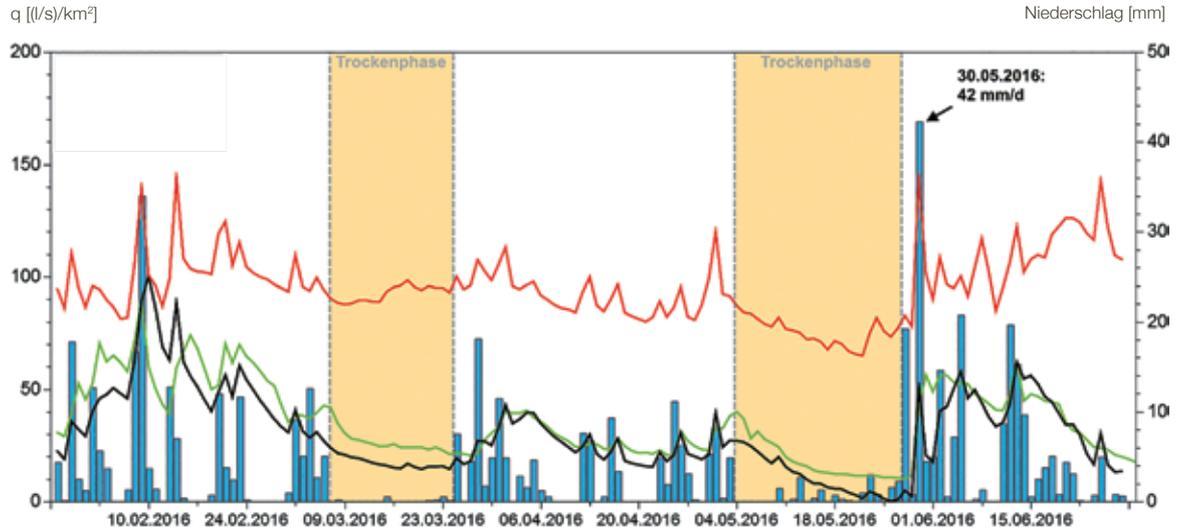
2. Schnelle Entleerung des Gebietswasserspeichers

In den beiden markierten Trockenphasen zeigt sich, dass die Abflusspenden stark zurückgehen. Insbesondere im Verlauf des Mai 2016 zeigt sich, dass die Abflüsse aus den zugehörigen Einzugsgebieten nachlassen. Die Messstelle Tierchbruch 1, die einen Gesamtauslass des Hangmoors darstellt, fällt sogar kurzzeitig vollständig trocken. Ebenfalls auffällig und letztlich ein noch besserer Marker für den verminderten Wasserrückhalt ist jedoch die Trockenphase im März. Nach der Schneeschmelze und aufgrund der noch geringen Verdunstung hätte der Bodenwasserspeicher zu diesem Zeitpunkt des Jahres fast vollständig gefüllt sein müssen. Jedoch zeigen die beiden größeren Einzugsgebiete

Tierchbruch 1 und Abentheuer bereits deutlich abnehmende Abflüsse. Lediglich der stark staunasse Bodenkörper um Tierchbruch 3 zeigte noch eine gewisse Wasserspeicherung im fraglichen Zeitraum und damit ein temporäres Wasserrückhaltevermögen.

3. Schnelles Ansprechen der Pegel

Ein sicheres Anzeichen für einen dominanten Anteil von Oberflächenabfluss und oberflächennahem Abfluss im Gebiet bzw. der raschen Überführung des Bodenwassers in Gerinneabfluss im Grabensystem ist die schnelle Reaktion der Einzugsgebiete auf Niederschläge. So zeigt Abbildung 6 das Ansprechen der beiden Pegel im Tierchbruch am 30.05.2016, dem bereits erwähnten Starkregentag mit einer Tagesniederschlagssumme von 42 mm. Es wird deutlich, dass die Pegel im Rahmen des ausgewählten Ereignisses bereits nach ca. zwei Stunden mit schnell ansteigenden Abflusspenden reagierten. Genauso schnell nahmen die Abflüsse aber auch wieder ab, da gegen 10 Uhr vormittags der Abflussscheitel durchschritten war. Dies ist abermals ein Hinweis auf verminderten Wasserrückhalt durch die Entwässerung



06

Stundenwerte der Abflusssspende und stündliche Niederschlagssummen im Tierbruch am 30.5.2016³

- Niederschlag
- Pegel Tierbruch 1
- Pegel Tierbruch 3

staunasser Bereiche. Im konkreten Beispiel wird zusätzlich die daraus resultierende Hochwassergefahr sichtbar, da entsprechende Abflussgänge im Falle von Starkregenereignissen zu unvorhergesehenen Hochwässern in den zugehörigen Vorflutern führen können.

4. Stark korrelierende Abflüsse, ein Hinweis auf schnellen Wasserfluss im Gebiet

Einen Ausblick auf die Möglichkeit der statistischen Analyse von Abflusswerten bietet die Gegenüberstellung von Tagesmittelwerten der Abflusssspenden im Tierbruch (Pegel Tierbruch 1) und in Abentheuer. Beide weisen einen starken Zusammenhang auf, da höhere Tagesabflusssspenden im Tierbruch zugleich mit höheren Tagesabflusssspenden am Pegel Abentheuer einhergehen. Eine einfache statistische Analyse zeigt eine Korrelation zwischen beiden Pegeln von 0,92. Dies entspricht einem sehr starken Zusammenhang, der statis-

tisch betrachtet sehr stark überzufällig (d. h. sehr signifikant) ist. Die Erkenntnis aus dieser einfachen statistischen Untersuchung ist, dass Abflussspitzen, die am Pegel Tierbruch 1 gemessen werden, mit hoher Wahrscheinlichkeit noch am selben Tag auch am Pegel Abentheuer, also mehrere Kilometer stromabwärts, gemessen werden. Wäre die Laufzeit des Wassers länger, wäre dies nicht mehr unbedingt der Fall, da eine Verzögerung der Abflussmaxima eine Verschiebung der beiden Tageswerte zufolge haben würde.

Synthese

Die durchgeführten Untersuchungen der Abflussprozesse in Nationalpark-Handmooren deuten auf stark veränderte beziehungsweise gestörte hydrologische Eigenschaften der Gebiete hin. Zugleich ermöglichen die kulturgeographischen Forschungsergebnisse einen ersten Einblick in die historische Entwicklung der anthropogen angelegten Grabensysteme und der Landschaftsgenese im betrachte-

Durchflussganglinien dreier ausgewählter
Pegelmessstellen im Nationalpark
Hunsrück-Hochwald und Niederschlags-
tagessummen der Station Hüttgeswasen³

 Niederschlag
 Abentheuer
 Tierchbruch 1
 Tierchbruch 3

ten Gebiet, welche die Ursache dieser veränderten Abflusseigenschaften darstellt. In Kombination beider Ansätze lässt sich der hydrologische Ist-Zustand der untersuchten Flächen detailliert beschreiben und das Ausmaß des menschlichen Eingriffs im Hinblick auf den Wasserrückhalt, die ökologische Standortqualität und die Folgewirkungen auf den dezentralen Wasserrückhalt einordnen. Dieser kombinierte Ansatz bietet den Vorteil, die Veränderungen im Gebiet nicht nur auf Prozessebene zu erfassen, sondern vielmehr den aktuellen Zustand als Endpunkt einer historisch gewachsenen Nutzung des Gebietes zu verstehen. Dieses Wissen bietet letztlich eine fundierte Basis für die Planung und Evaluierung möglicher Rückbau- und Verfüllungsmaßnahmen der Gräben, wie sie beispielsweise in 2016 im Tierchbruch angelaufen sind, und somit den Weg zurück zu naturnahen Gebietseigenschaften. Zukünftige Felduntersuchungen werden helfen, die Umsetzung und den Erfolg dieser Maßnahmen zu überprüfen.

1. Entwurf & Bearbeitung: Jörn Schultheiß
2. König et al. 2016, verändert
3. Entwurf & Bearbeitung: Julian Zemke

Bauer, E. (1974): Der Soonwald. Auf den Spuren des Jägers aus Kurpfalz. DRW-Verlag, Stuttgart, 168 Seiten.

Burggraaff, P. & Schultheiß, J. (2016): Die Kulturlandschaft im Nationalpark Hunsrück-Hochwald. In: Umweltjournal Rheinland-Pfalz, Heft 59. Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (Hrsg.), Mainz, S. 54-55.

Gildemeister, R. (1962): Wald, Bauernland und Holzindustrie im östlichen und mittleren Hunsrück. In: Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde, Heft 17. Ferdinand Dümmler, Bonn, 142 Seiten.

König, D.; Egid, H.; Herrmann, M.; Schultheiß, J.; Tempel, M.; Zemke, J.J. (2016): Der Nationalpark Hunsrück-Hochwald – naturräumliche Ausstattung und anthropogene Überprägung. In: Koblenzer Geographisches Kolloquium, 36. und 37. Jahrgang, Jahresheft 2014/2015. Graafen, R. & König, D. (Hrsg.), Koblenz, S. 7-41.

Schultheiß, J. (2016): Forstliche Entwicklung im zentralen Bereich des Nationalparks Hunsrück-Hochwald seit dem 18. Jahrhundert. In: Koblenzer Geographisches Kolloquium, 36. und 37. Jahrgang, Jahresheft 2014/2015, Graafen, R. & König, D. (Hrsg.), Koblenz, S. 43-75.

Zemke, J.J.; König, D.; Tempel, M. (2016): Abflussmonitoring auf Moorstandorten im Nationalpark Hunsrück-Hochwald. In: Umweltjournal Rheinland-Pfalz, Heft 59. Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (Hrsg.), Mainz, S. 44-47.

Zemke, J.J.; Tempel, M.; Schultheiß, J.; König, D. (2016): Untersuchungen zum Wasser- und Stoffhaushalt potentieller Hangmoorstandorte im Nationalpark Hunsrück-Hochwald. In: Geographica Augustana, Manuskripte, Band 20. Beiträge zum 46. Jahrestreffen des Arbeitskreises Hydrologie vom 19.-21. November 2015 in Dresden, S. 101-116.

Hans-Joachim Prüm
Kompetenzzentrum Waldtechnik Landesforsten

FORSTLICHE PRAXIS SEILKRANEINSATZ IM MOOR



2016 wurden in den Brüchern des Nationalparks Hunsrück-Hochwald im Rahmen des LIFE-Hochwald-Projekts auf 20,5 Hektar Altfichten mit einem Einschlagsvolumen von 11 500 Festmetern und auf 14,8 Hektar Jungfichten flächig entnommen.

Ein wesentliches Steuerungsinstrument bei der Maßnahmenvorbereitung, -kommunikation und -durchführung war die Maßnahmenkarte (Abbildung 2), die den notwendigen Überblick über eine Vielzahl von Einzelarbeitsaufträgen herstellte. Diese Einzelarbeitsaufträge ließen sich in folgende Kategorien einteilen:

- flächige Nutzung von Jungfichten auf Moorstandorten,
- flächige Nutzung von Altfichten auf Moorstandorten,
- Bachtal-Entfichtung,
- Ausweichflächen.

Zur Maßnahmenorganisation und -vorbereitung auf der Arbeitsfläche wurde eine Vielzahl von Informationsquellen genutzt, die zusammen eine optimierte Aufgabenlösung ermöglichten. Für

die zielgerichtete Maßnahmenplanung wurden Daten über die Staunässeverhältnisse der Böden (forstliche Standortskarte), besonders wertgebende Biotopstrukturen (Biotopkartierung), Einzelbauminformationen aus Fernerkundungsdaten, Drohnenbefliegung und ein Laserscan (LIDAR) der Geländeoberfläche (alles Umweltfernerkundung und Geoinformatik Uni Trier, siehe HAß, 2016) genutzt.

Organisationsziel war einerseits eine möglichst biotopschonende, aber auch effektive Maßnahmenorganisation. Jeder Einzelarbeitsauftrag besteht aus einer detaillierten Maßnahmenbeschreibung, einer technischen Beschreibung, einer Beschreibung der Qualitätsansprüche, Verlohnung, Sortenplan, Gefahrenanalyse und einer Karte.

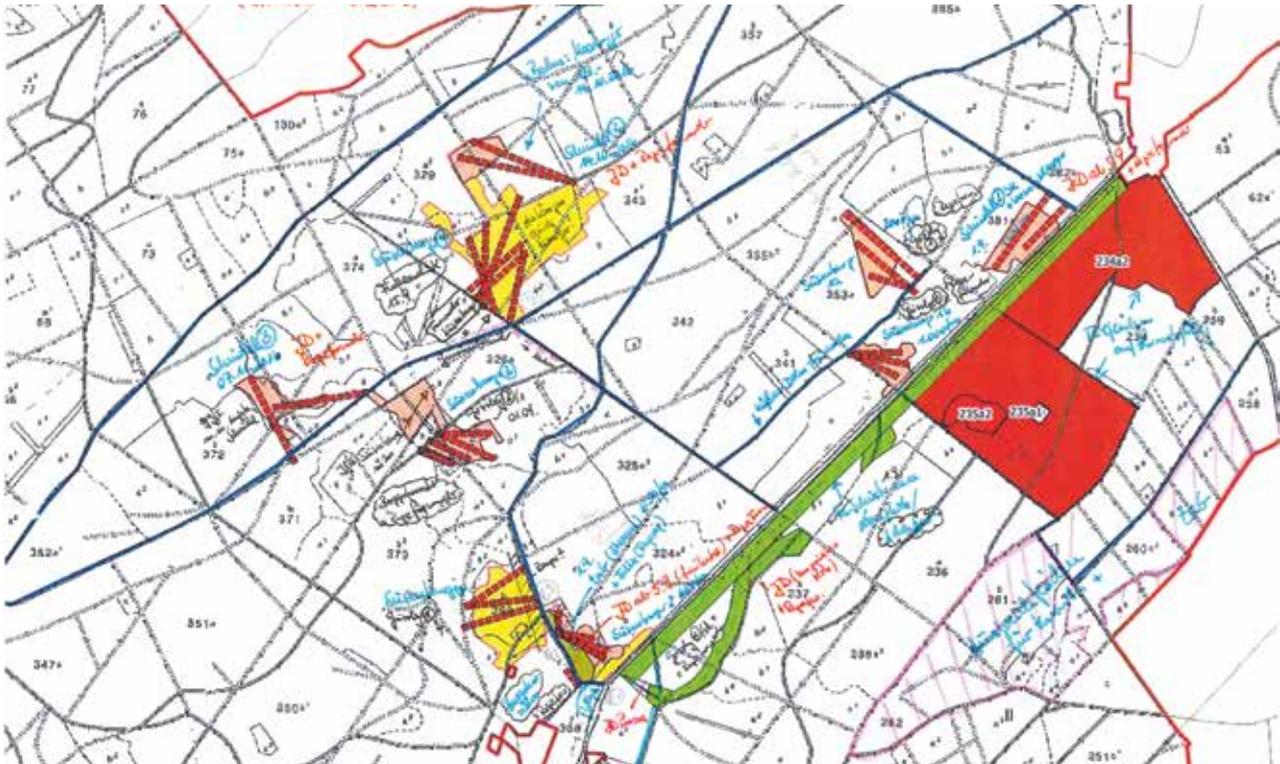
Zur Räumung der Moorstandorte von Jungfichten kamen drei Verfahren zum Einsatz:

1. Bei Bodenzug bis zu einer Entfernung von 50 m zum Weg leistete die Vorrückeraupe in Zusammenarbeit mit einem Nationalpark-Ranger als Fäller gute Dienste.



□ 01

Die Rückeraupe MRR wurde im Rahmen des LIFE-Projektes „Moore“ angeschafft und ist aufgrund ihres geringen Bodendrucks hervorragend für den Einsatz auf Nassstandorten geeignet.



02

Maßnahmenkarte (Stand 26.08.2016)



flächige Nutzung von Jungfichten
(< 25 Jahre) auf Moorstandorten



flächige Nutzung von Altfichten
(> 25 Jahre) auf Moorstandorten



Bachtal-Entfichtung



Ausweichflächen

2. Auf ausgedehnten Flächen im Casparsbruch wurden die Jungfichten für die anschließende Seilkranbringung motormanuell gefällt und gebündelt. Zur Bringung der Bündel war ab September ein Flachlandseilkran mit einer stützenfreien Reichweite von 400 Metern in Kombination mit einem künstlichen Endmast im Einsatz.
3. Kleinräumig kam im Riedbruch in Ergänzung zur „Großtechnik“ eine „Pferdeseilbahn“ zum Einsatz.

Die größte technische Herausforderung waren das Fehlen von Stützbäumen für die Seilkranbringung und die bis zu 400 Metern weite Flächenausdehnung. Die im gelösten Verfahren zuvor umgeschnittenen und gebündelten Jungfichten wurden

bodenschonend schwebend transportiert. Mit einem Lkw wurden die Bündel zum anschließenden Hacken der Jungbäume, vom Seilkranbereich weg, zwischentransportiert.

Altfichten wurden ebenfalls mit Hilfe von Seilkranntechnik flächig von Moorstandorten geräumt (siehe auch Biernath, 2016) und anschließend maschinell aufgearbeitet und gehackt. Schleifschäden an Boden und Vegetation konnten durch das Auslegen von „Baumrutschen“ wirkungsvoll verhindert werden.

Die pflegliche Arbeit auf Moorstandorten war nur möglich, weil jegliche Flächenbefahrung unterblieb und bei der Kopf-Hoch-Bringung nur die Krone über den Boden schleift.



← 03

↓ 04



05 →



↓ 07



↑ 06

□

- 03 Flachlandseilkran
- 04 Weite Flächenausdehnung
- 05 „Pferdeseilbahn“
- 06 bodenschonender Schweb-Transport
- 07 „Baumrutsche“



Arbeitsablauf

1. Vorfällen der Seiltrasse, Aufbau der „Rutsche“
2. Seilkraufbau = 3 Stahlseile, Zwischenstütze und Endmast, Trassenabstand = 40 Meter
3. Vorfällen: Arbeitsfortschritt vom Endbaum in Richtung Seilkran
4. Vollbaubringung: Arbeitsfortschritt vom Seilkran in Richtung Endbaum
5. Harvester-Aufarbeitung der Vollbäume
6. Holzerfassung
7. Forwarder-Kurzholzrücken
8. Lkw-Langholzabfuhr just in time
9. Hacken der Kronen und teilweise Containerverladung von Ästen just in time
10. Wegeunterhaltung

Das Holz wurde im laufenden Prozess kontinuierlich abgefahren, die Kronen in regelmäßigen Abständen gehackt. Durch Zopfen des Stammholzes bei relativ starken Durchmessern wurde bewusst ein überschaubarer Nutzholzverlust in Kauf genommen, damit mit dem Hacken der Kronen große Biomasse-/Nährstoffvolumen von der Fläche genommen werden konnten.

Die Extrembelastung der Forstwege erforderte bezüglich Wasserableitung und Instandhaltung permanente Aufmerksamkeit, da die gesamte Seilkranarbeitskette auf eine funktionierende Infrastruktur angewiesen war.

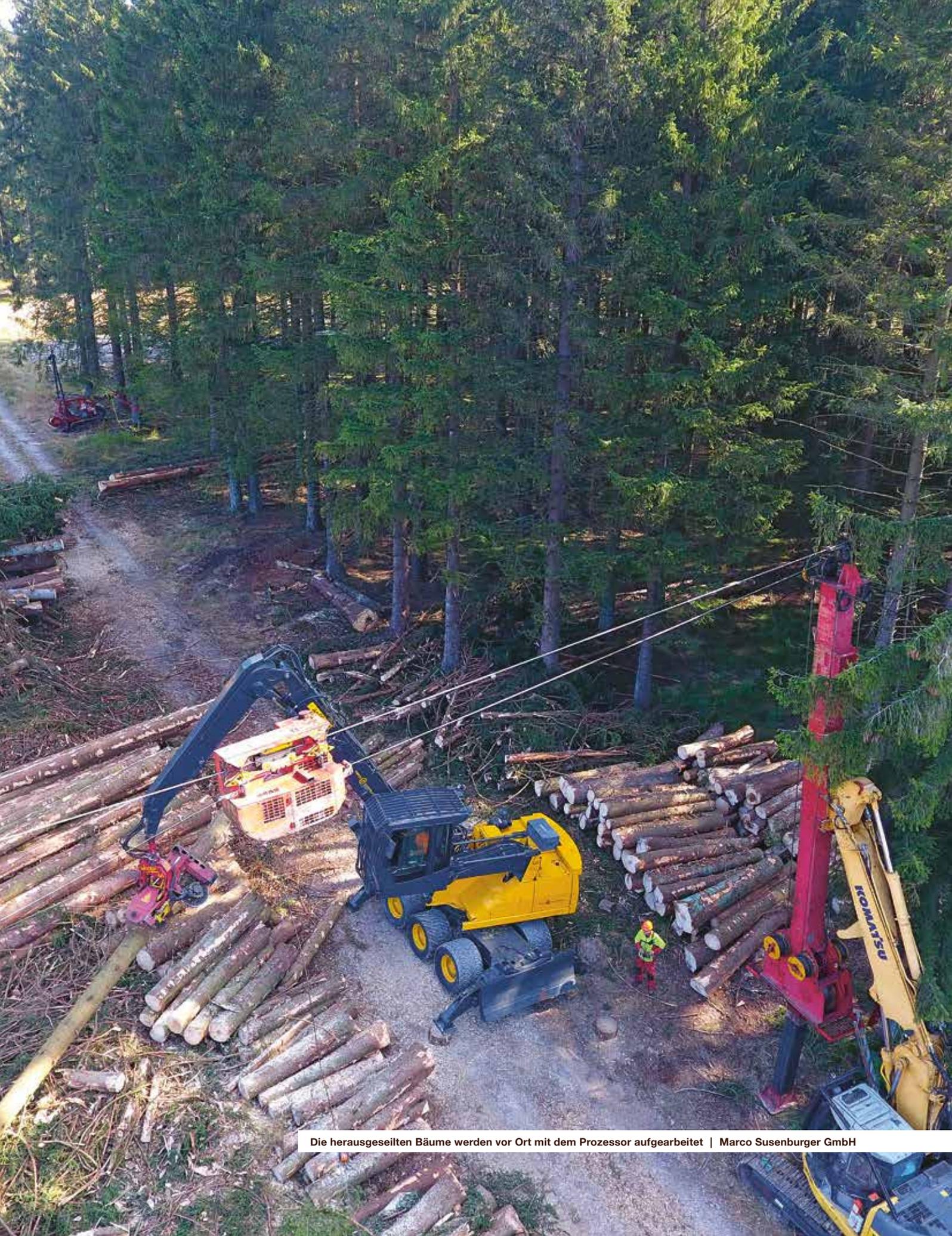
Neben arbeitstechnischen Hinweisen bildeten Verkehrssicherung und Baustelleninformation einen wesentlichen Schwerpunkt der Arbeitsorganisation. Hier war die intensive Zusammenarbeit zwischen Mitarbeitern des Nationalparks, der Stiftung Natur und Umwelt und des Kompetenzzentrum

Waldtechnik Landesforsten erfolgsbestimmend. Mittels Infotafeln vor Ort, einer intensiven Pressearbeit und Informationsveranstaltungen in den betroffenen Ortsgemeinden wurde die Bevölkerung in die Maßnahmen mit einbezogen.

Oberste Priorität bei der Maßnahmenvorbereitung und -begleitung genoss die Arbeitssicherheit. Neben der Sicherheit von Maschinen- und Arbeitsverfahren stellte das für Nationalpark und Biotopschutz wertvolle Totholz eine akute Lebensgefahr für die Forstwirte dar und musste aus diesem Grund aufwendig gefällt oder kleingeschnitten werden.

Biernath, D. (2016): Seilkran in der Ebene? – Eben darum! In: Forstmaschinen-Profi, Ausgabe November 2016. Forstverlag GmbH & Co. KG, Scheeßel, S. 18-22.

Haß, E. (2016): Seiltrassenplanung mit Drohnen. In: Forstmaschinen-Profi, Ausgabe November 2016. Forstverlag GmbH & Co. KG, Scheeßel, S. 32-35.



Die herausgeselten Bäume werden vor Ort mit dem Prozessor aufgearbeitet | Marco Susenburger GmbH

Lutz Rohland
Bergwaldprojekt e. V.

FREIWILLIGES ENGAGEMENT UND KOMPETENZ: ERFAHRUNGEN BEI DER WIEDERVERNÄSSUNG VON MOOREN



Staubohlen werden in den Torf eingetrieben | Marion Mays

1. Bergwaldprojekt e. V.

Das Bergwaldprojekt bringt mit seinen Projektwochen allein in Deutschland jedes Jahr über 2.000 Menschen in die Natur. Ziel dieser Arbeitseinsätze ist es, die vielfältigen Funktionen der Ökosysteme zu erhalten, den TeilnehmerInnen die Bedeutung und die Gefährdung unserer natürlichen Lebensgrundlagen bewusst zu machen und eine breite Öffentlichkeit zu einem nachhaltigen Umgang mit unseren Naturräumen zu bewegen. Das Leitbild des Vereins formuliert hierzu:

„Zweck des Vereins ist (...) die Förderung des Verständnisses für die Zusammenhänge in der Natur, die Belange des Waldes und die Abhängigkeit des Menschen von diesen Lebensgrundlagen. Zu diesem Zweck arbeitet das Bergwaldprojekt mit Freiwilligen in Wäldern, Mooren und Freilandbiotopen an verschiedenen Orten in Deutschland.“

Der Verein mit Sitz in Würzburg blickt auf mehr als 25 Jahre tatkräftige Naturschutzarbeit in Deutschland zurück. Derzeit werden jährlich rund 100 Projektwochen an 47 Einsatzorten zwischen Rostock und Bayrischzell

durchgeführt. Die Organisation besitzt umfangreiche Fachkenntnisse in der Planung und Durchführung von Naturschutzarbeiten, was neben den logistischen, organisatorischen und administrativen Leistungen von den Projektpartnern geschätzt wird. Alle Maßnahmen werden dokumentiert und z. T. in Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Einrichtungen evaluiert. Im Bereich der Moorwiedervernässung arbeitet der Verein mit der Hochschule für nachhaltige Entwicklung in Eberswalde (HNEE) zusammen.

2. Moorwiedervernässung und deren technische Möglichkeiten

Es ist nicht möglich, Moore aktiv zu renaturieren. Dem menschlichen Eingriff ist nur die Wiederherstellung des (vermutlich) natürlichen Wasserregimes zugänglich. Gelingt dies, so stellt sich im Idealfall auch der angepasste Lebensraumtyp wieder ein.

Bei einem Eingriff zur Wiedervernässung können wiederum an die Störung angepasste, wertvolle oder gar nach NatSchG §20 geschützte Arten beeinträchtigt werden. Zur Maßnahmenplanung gehören deshalb unbedingt

Datenerhebung und Güterabwägung. Wiedervernässung ist eine Entscheidung, für die es nicht in jedem Fall ein Richtig oder Falsch gibt. Wichtig sind deshalb auch die Dokumentation und das Monitoring, um aus den Auswirkungen des Eingriffs lernen zu können.

Nach einer Wiedervernässung kann die Wiederbesiedlung bei guter Artenausstattung innerhalb weniger Jahre erfolgen, bei lang anhaltender Vorschädigung dauert dieser ökologische Prozess u. U. Jahrzehnte. In jedem Fall mindert eine nach guter fachlicher Praxis ausgeführte Wiedervernässungsmaßnahme aber sofort die Emission von Treibhausgasen um konservative 20 t/(Hektar*Jahr).

Kriterium für die Sinnhaftigkeit eines Eingriffs im Rahmen einer Wiedervernässung ist die Frage, ob dadurch das Abflussverhalten von Niederschlägen oder Zuflüssen beeinflusst werden kann. Die Speicherfähigkeit von entwässerten, gestörten Mooren ist beeinträchtigt. Damit eine geplante Maßnahme erfolgreich ist, muss sie zu einer Verzögerung der Abflüsse führen.

Im Rahmen einer Wiedervernässung von Moorstandorten werden Ent-



□ 01

Sonnentau



□ 02

Bohlenwand

wässerungsstrukturen unwirksam gemacht. Zumeist sind diese Drainagen menschlicher Genese, besonders im Einzugsbereich von Hangmooren wird aber auch Erosion beobachtet. Als Methoden für die Wiedervernässung stehen uns zwei grundsätzliche Wege zur Verfügung:

- › punktueller Grabenverschluss mit Sperren,
- › Wiederherstellung des ursprünglichen Geländereiefs mit Grabenverfüllung.

Zu den Methoden, die Gräben punktuell zu verschließen bzw. den Abfluss zu stauen, sind zu zählen:

- › Torfdamm,
- › Bohlenwand,
- › Spundwand.

Diese Methoden werden seit Beginn von Wiedervernässungsmaßnahmen vor rund 30 Jahren mit unterschiedli-

chem Erfolg angewendet. Punktuelle Maßnahmen kommen in Frage, wenn die Fläche entweder sehr groß oder wenn beispielsweise im Hochmoor das Geländereief sehr flach ist. Im Moor wird Kohlenstoff akkumuliert, wenn organische Substanz im sauren, wässrigen Milieu unter Luftabschluss verbleibt – dies gilt insbesondere auch für hölzerne Sperren. Treten zwischen einzelnen Sperren Sprunghöhen auf, kann jeweils die Unter- oder Luftseite einer Sperre nicht dauerhaft nass gehalten werden, sie verrottet (teilweise). Diesem Umstand wurde in der Vergangenheit häufig nicht genug Aufmerksamkeit geschenkt. Zudem entstehen wegen punktuellen Anstaus offene Wasserflächen, die ab einer gewissen Größe und Tiefe nur noch langsam verlanden.

Ist das Bodenrelief geneigt, muss ab einer Neigung von ca. 2° dazu übergegangen werden, die Grabenstruktur zu verfüllen und damit vollflächig unwirksam zu machen. Wenn das

verwendete Material eine geeignete Kapillarität aufweist, kann sich der Wasserstand überall an die Oberfläche des Bodenreliefs annähern. Man kann mit Torf verfüllen, wenn weitgehend unzersetzter Torf in ausreichender Mächtigkeit in der Nähe vorhanden ist. In vielen kleineren Mooren ist dies nicht möglich, man verwendet alternativ die Zuger Methode (mit oder ohne Kammerung), bei der mit Sägemehl verfüllt wird, ggf. mit einem zusätzlichen Gerüst aus Hackschnitzeln. Sägemehl weist in gequollenem Zustand ein günstiges Wasserhaltevermögen auf und wird vor allem dann, wenn (saurer) Fichtenholz überwiegt, gut von Torfmoosen als Habitat angenommen.

Jede Methode hat ihre Vor- und Nachteile sowie Grenzen. Torf als Konstruktionswerkstoff wird überwiegend auf großen Flächen erheblicher Torfmächtigkeiten mit Maschinen verbaut, dies ist bei sehr großen Flächen wie der Diepholzer Moorniederung, wo rund 30.000 Hektar Moor als schutz-



↑ 03



↑ 04

05 →



↓ 06



07 →



-
- 03 Spundwand Bauwerk
- 04 Spundwand Verfüllung
- 05 Detail Bohlenwand
- 06 Grassoden stechen
- 07 Grassoden tragen



□ 08

Detail Spundwand

□ 09

Bepflanzung ohne Kokosmatte



bzw. vernässungswürdig gelten, auch praktisch die einzig mögliche Vorgehensweise. Für die Dimensionierung der Dämme muss die Durchlässigkeit aus dem Zersetzungsgrad der zur Verfügung stehenden Torfe abgeleitet werden. Wegen fehlender Eignung für Handarbeit wird diese Methode bislang vom Bergwaldprojekt nicht angewandt.

Bei den zu den punktuellen Stau- methoden gehörenden (hölzernen) Sperrwerken sind Bohlenwände und Spundwände zu unterscheiden. Boh-

lenwände werden in einer Schachtung quer zur Fließrichtung des Entwässerungsgrabens aufgebaut. Mithilfe der Maßnahme bleibt die Gründung kontrolliert, da zusätzliche Stauschichten, wie z. B. Grassoden, eingebracht werden können und auf diese Weise eine maximale Dichtigkeit erreicht wird. Dieser punktuelle Aufwand ist besonders in (flachen) Hochmooren gerechtfertigt, wenn Wassermangel vorliegt. Es wird empfohlen, die voraussichtliche Entwicklung der Niederschläge in die Planung einzubeziehen, die Szenarien des PIK lassen

für zahlreiche Naturschutzgebiete zurückgehende Sommerniederschläge erwarten.

Spundwände hingegen werden von oben eingeschlagen, der Bauaufwand ist daher geringer – man hat aber keine Kontrolle über die Gründung des Bauwerks, und Störungen im Untergrund können auf Dauer zum Versagen der Bauwerke führen. Das Einbringen zusätzlicher Dichtschichten ist nicht möglich. Die Wahl von Spundwänden bietet sich besonders dort an, wo aufgrund des Bodenreliefs



□ 10

Bepflanzung mit Kokosmatte



□ 11

Bepflanzung mit Binsen

viele Bauwerke erforderlich werden und Zuflüsse zur Verfügung stehen.

Besonders vorteilhaft sind Spundwände mit einer Grabenverfüllung nach der Zuger Methode anzuwenden. In den meisten Fällen muss entweder aufgrund der Konzentration von Zuflüssen im Einzugsbereich oder wegen der Hangneigung für eine Grabenverfüllung gekammert werden, um die Verfüllung an Ort und Stelle festzulegen. Hinzu kommt, dass der Strömungswiderstand von Sägemehl unter dem von gewachsenem Torf

liegt. Mit zusätzlichen Sperren in Abflussrichtung wird der Widerstand in Richtung der Linearstruktur erhöht, während in Querrichtung die durch den Graben getrennten Geländeteile wieder hydraulisch verbunden sind. Daraus folgt, dass es nicht auf eine vollkommene Dichtigkeit der Sperren, sondern auf eine Erhöhung des Strömungswiderstands und eine statische Sicherung der Verfüllung ankommt. Bei entsprechender Hangneigung wird meist ohnehin eine Vielzahl von Sperren benötigt. In dieser Kombination lassen sich die hölzernen

Sperren auch besonders vorteilhaft und dauerhaft nass halten, da sie in der Verfüllung verschwinden. Eine Initialbepflanzung sorgt für schnellen Angleich an die Umgebung. Auf den Bauwerkskronen kann insbesondere eine Ansiedlung von *Juncus effusus* (Flutterbinse) eine stabile Abdeckung des Holzes und einen diffusen Wasserübertritt gewährleisten.

Bei hohen Schüttungen kann ein temporärer Schutz der Verfüllung mit Hilfe von Kokosmatten erreicht werden,



diese müssen das Drainage- und das Filterkriterium gleichzeitig erfüllen.

3. Erfahrungen in der Praxis (lessons learned)

Ausgangslage genau analysieren

Moorwiedervernässungen finden in Form von Projekten statt, womit ein begrenzter Zeitaufwand einhergeht und begrenzte Mittel effektiv eingesetzt werden müssen. Dies kann erst mit einer sorgfältigen Planung gewährleistet werden. Sorgfältige Kartierungen und ein digitales Geländemodell helfen dabei, das Entwicklungsziel für die Fläche zu definieren. Die genaue Dokumentation ist wichtig, um die Maßnahmen auch langfristig evaluieren zu können.

Die örtliche Situation bedingt die Ausführungsart

Es gibt keine Patentrezepte, jedes Moor ist anders. Große, ebene Flächen wird man mit punktuellen Stauwerken wiedervernässen, bei größeren Hangneigungen hingegen ist die Verfüllung des Grabens erforderlich, wenn man das Wasser flächig an die Oberfläche bringen will. Wenn in Zukunft wenig oder unregelmäßig Wasser zu erwarten ist, ist die dauerhafte Dichtigkeit besonders notwendig. Bei permanent hohem Wasserstand stellt eher die Erosion des das Stauwerk umgebenden Geländes ein Problem dar. Große Torfmächtigkeiten erleichtern es, dicht zu bauen – inhomogene Stauschichten im Untergrund erschweren es erheblich. Letztlich muss ein Eingriff aus einer Reihe von Einzelentscheidungen bestehen, die Daten und Erfahrungswissen einbeziehen.

Moorrenaturierung braucht Zeit

Die Renaturierung eines Moors braucht Jahrzehnte, vielleicht Jahrhunderte. Die Moorwiedervernässung kann diesen natürlichen Entwicklungsprozess nur einleiten, wenn diese gut geplant, richtig dimensioniert und sachverständig ausgeführt wird. Mit dem Erfahrungswissen von 25 Jahren aus den unterschiedlichsten Regionen wendet das Bergwaldprojekt erprobte und geeignete Maßnahmen nach Kriterien der guten fachlichen Praxis an. Die Projektleiter sind mit internen Fortbildungen speziell auf diese Aufgabe vorbereitet, die ehrenamtlichen Gruppenleiter und TeilnehmerInnen sind hoch motiviert, die körperlich anstrengenden Arbeiten in diesen sensiblen Flächen mit großer Sorgfalt durchzuführen. Der Verein finanziert die Maßnahmen gemeinsam mit den flächenverantwortlichen Projektpartnern, wodurch die Wirtschaftlichkeit dieser aufwendigen Maßnahmen nicht der gleichen Priorität unterliegt wie in anderen öffentlichen Projekten.

Verfüllung, Kammerung und Initialbepflanzung verbessern das Wasserregime

Eine sorgfältige Initialbepflanzung der verfüllten Gräben mit moortypischen Pflanzen, wie z. B. der Flatterbinse, ist in der Regel sinnvoll. Sie schützt eine Grabenverfüllung ebenso vor Erosion wie eine hölzerne Bauwerkskrone vor neugierigen Wildschweinnasen, die sie freilegen könnten. Wird das Projekt von der Öffentlichkeit begleitet, erhöht dies die Akzeptanz, da bei sorgfältiger Ausführung bereits nach wenigen Wochen kaum noch etwas vom Eingriff zu sehen ist. Man gewinnt somit einen

Vorsprung bei der Wiederbesiedlung, die eigentliche Vernässungswirkung wird aber auch hier durch die Verfüllung erbracht. Noch während man diese einbringt, kann man beobachten, wie benachbarte Flächen hydraulisch wieder verbunden werden und beispielsweise die Fläche unterhalb der Entwässerungsstruktur mit dem Steigen der Verfüllung vernässt. Die Wirkung wird sofort sichtbar.

Fehlervermeidung

Ein häufiger Fehler beim Einbau von Sperren ist, dass diese zu hoch gebaut werden. In den Folgejahren wird klar, dass der Wasserstand nicht ausreicht, das Bauwerk nass zu halten. Die Folge: Die Bauwerkskrone fällt trocken, die Abdeckung vergeht oder wird von Schweinen zerlegt, und das Bauwerk beginnt zu roتن. Nachteilig wirkt sich auch aus, wenn eine Grabenverfüllung überhöht wird mit dem Effekt, dass die Oberfläche trocken bleibt und von der moortypischen Flora nicht besiedelt wird. Ein Fehler, den man bei älteren Wiedervernässungen immer wieder besichtigen kann, ist die punktuelle Sperre mit zu großer Sprunghöhe. Sie bleibt luftseitig nicht dauerhaft nass und daher auch nicht langfristig stabil. Alle diese Fehler sollte man vermeiden und nur so viel und so hoch bauen, dass das Fremdmaterial ebenso wie der Torfkörper vollständig und dauerhaft nass bleiben. Dann setzt die natürliche Dynamik der Renaturierung nach der Wiedervernässung ein und nicht wieder aus: „Moor muss nass“ (Hans Joosten).

MASSNAHMEN ZUR BESTANDSSTABILISIERUNG DURCH HABITATVERBESSERUNGEN UND WIEDERAUSBÜRGERUNG DES HOCHMOOR-PERLMUTTERFALTERS (*BOLORIA AQUILONARIS*) IN MOOREN VON HUNSRÜCK UND EIFEL IM RAHMEN DES LIFE-PROJEKTES „MOORE RHEINLAND-PFALZ“

1. Einleitung

Der Hochmoor-Perlmutterfalter (*Boloria aquilonaris* (Stichel, 1908)) ist in der borealen Zone der Paläarktis weit verbreitet. Sein Areal reicht von Zentralfrankreich durch Mittel- und Osteuropa und Sibirien bis zum Pazifik. Im Mittelgebirgsraum Mitteleuropas ist das Areal bereits von Natur aus zersplittert; durch Habitatzerstörung ist der Falter in den meisten Naturräumen inzwischen verschwunden, vom Aussterben bedroht oder mindestens stark gefährdet. Grund ist seine enge Bindung an Hoch- und Übergangs-

moore als Lebensraum und an eine einzige Raupennahrungspflanze, die Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*). Der Falter fliegt in einer Generation im Früh- und Hochsommer; die Eier werden einzeln an Blattunterseiten und Stängel der Nahrungspflanze gelegt. Die Raupen überwintern bereits im ersten Stadium (Lafranchis, 2000), fressen also nach dem Schlupf zunächst sehr wenig.

Boloria aquilonaris ist Zielart des LIFE-Projektes „Moore Rheinland-

Pfalz“, obgleich sie nicht auf den Anhängen II oder IV der FFH-Richtlinie gelistet ist. Es ist aber eine für Hoch- und saure Übergangsmoore lebensraumtypische Art par excellence. Im Rahmen des Projekts sollte die Habitatsituation für den Falter in möglichst vielen Projektflächen möglichst so weit verbessert werden, dass die Chance besteht, dass er sich nach einem Wiederansiedlungsversuch dort dauerhaft etablieren und neue Metapopulationen aufbauen kann.



Mit Morgentau benetzter *Boloria aquilonaris* | Silvia Reiche



□ 01

Lage der Gillenfelder Maar-Moore Dürres Maar, Strohn Määrenchen und Mürmes¹

2. Bestandssituation des Hochmoor-Perlmutterfalter (*Boloria aquilonaris*) in Rheinland-Pfalz

2.1. Historische Entwicklung

Auch historisch war der Hochmoor-Perlmutterfalter in Rheinland-Pfalz auf die Moorlandschaften von Eifel, Hunsrück, Westpfälzische Moorniederung und Pfälzerwald beschränkt. In der Westpfälzischen Moorniederung gab es Nachweise aus fünf TK-Quadranten, zuletzt 1957 (Schulte et al., 2009). Der Pfälzerwald beherbergte die Art in mindestens acht TK-Quadranten. Ursprünglich gab es hier zwei Metapopulationen: um Trippstadt und um Eppenbrunn. Bei Trippstadt wurde der Falter zuletzt 1972 gesehen; aktuell existiert noch eine stabile Population im Schöneichelsbachtal (Schulte et al., 2009), unweit davon kommt die Art aktuell auch auf dem französischen Truppenübungsplatz Bitsch vor (J.-C.

Weiss, pers. Mitt., R. Summkeller, pers. Mitt.). Im Hunsrück gab es Nachweise von zehn Fundstellen im Bereich von drei TKs, zuletzt wurde *B. aquilonaris* im Rehbruch 1990 und im Oberluderbruch 1996 gesehen (Schorr, 1998). Im Odelruderbruch gibt es seit einigen Jahren wieder Falter (z. B. Zapp, 2010). Diese gehen auf einen nicht genehmigten und nicht dokumentierten Ansiedlungsversuch zurück. Diese Population war jahrelang so klein, dass sie nicht jährlich nachweisbar war (z. B. keine Falter 2011 und 2012) und scheint sich seit 2014 etwas zu stabilisieren. Hierzu mehr im Kap. 7.3. In der Eifel gab es nur Nachweise aus der Vulkaneifel, und zwar in den Gillenfelder Moor-Maaren. Im Mürmes, einem Zwischenmoor in Kessellage mit ausgedehntem Schwingrasen, ist der Falter vor 1990 erloschen (Weitzel, 1990); die Vorkommen im Dürres Maar und im Strohn Määrenchen, beides Maare mit

Hochmoorfüllung, sind individuenstark und bestehen bis heute.

2.2 Aktuelle Bestandssituation im Dürres Maar und im Strohn Määrenchen

In den 1990er-Jahren

- › Strohn >> Dürres Maar (Weber, 1997, 2000)

2011 – optimales Jahr! Frühjahr trocken-warm; zwei vorangegangene Winter kalt und schneereich

- › Dürres Maar >>> Strohn
Geschätzte Tagespopulation 1.000 vs. 250

2012, 2013 – „Normalisierung“

- › Dürres Maar > Strohn
Tagespopulationen 400 vs. 150

2014 – 2016 Oszillieren

- › Strohn <> Dürres Maar

3. Methoden und Zeitplan

In jedem Projektjahr wurde eine Flugzeiteichung durchgeführt, da nur auf deren Basis eine fundierte Populationsbewertung durchgeführt werden kann. Bei einer Fang-Wiederfang-Studie, die 2011 in den Quellhabitaten der Vulkaneifel und 2013 im Mürmes durchgeführt wurde, ging es um die Abschätzung der Populationsgröße. Die Analyse des Nektarpflanzen-spektrums und Untersuchungen zum Eiablagehabitat waren Voraussetzung für die Bewertung der Eignung potenzieller Translokationshabitate.

Im ersten Projektjahr des LIFE-Projekts wurden die Voraussetzungen für Wiederansiedlungen untersucht. Hierzu gehörten populations- und verhaltensbiologische Studien, die Beurteilung der aktuellen Habitat-eignung potenzieller Zielgebiete, das Konzipieren geeigneter Maßnahmen zur Verbesserung der Habitatsituation sowie ein Aktionsplan zum Durchführen der Translokationsversuche. Da die Voraussetzungen dafür günstig erschienen, erfolgte ein erster Translokationsversuch im Mürmes-Moor bereits in 2011. Im Folgejahr wurde im Mürmes nachgesteuert, seitdem wurde die Population dort jährlich nachgewiesen. Das Habitat wird zurzeit optimal genutzt, *Boloria aquilonaris* kann dort vorläufig als etabliert betrachtet werden.

In den übrigen Projektgebieten musste die Maßnahmenumsetzung abgewartet werden, da zunächst keine geeigneten Habitate vorhanden waren. Potenziell geeignet erschienen die Weißenseifener Moore sowie Ochsenbruch und Oberluderbruch im Hunsrück. Im Jahr

2015 wurde eine nochmalige Bewertung durchgeführt. Das Ochsenbruch wurde wegen der zu isolierten Lage, der zu kleinen Population von *Vaccinium oxycoccos* und des zu geringen Nektarpflanzenangebots von der Liste der infrage kommenden Wiedereinbürgerungsflächen gestrichen. Auch beim Oberluderbruch wurde die Eignung kritisch gesehen; dort wurden aber von dritter Seite Fakten geschaffen (vgl. Kap. 7.3). In den Weißenseifener Mooren wurde nach einer abschließenden Bewertung im Jahre 2016 ein Translokationsversuch durchgeführt.

3. Populations- und verhaltensbiologische Untersuchungen

3.1. Flugzeiteichung

Für fundierte populationsbiologische Untersuchungen ist es unerlässlich, eine Flugzeiteichung durchzuführen. Bei gut definierten Faltergenerationen, wie dies bei *B. aquilonaris* der Fall ist, beschreibt die Tagespopulation (die an einem Tag beobachtbare Falterpopulation) im Laufe der Flugzeit eine Glockenkurve. Zu Flugzeitbeginn sind zunächst wenige Tiere unterwegs, dann steigt die Falterzahl je nach Witterung bis zu vierzehn Tage lang stark an. Der Flugzeithöhepunkt, also der Termin mit der größten festzustellenden Tagespopulation, liegt fast stets etwas vor der arithmetischen Flugzeitmitte. Von da an nehmen die Tagespopulationen dann allmählich wieder ab und gleiten aus – in der Regel langsamer als beim Anstieg. Dieser idealtypische Verlauf wird in der Praxis häufig durch Witterungseinflüsse mehr oder weniger stark verändert. Typischerweise erscheinen

zuerst die Männchen und sind in der ersten Hälfte der Flugzeit häufiger als die Weibchen, die dann gegen Ende der Flugzeit überwiegen. Wichtig für populationsbiologische Untersuchungen ist der Zeitpunkt, an dem die ersten abgeflogenen Tiere sowie die ersten Weibchen zu sehen sind. Dies kennzeichnet den Beginn der Hauptflugzeit.

Nach der Literatur beginnt die Falterflugzeit von *B. aquilonaris* in Frankreich Mitte Juni (Lafranchis, 2000). Auch in Baden-Württemberg fängt das dort publizierte Flugzeitdiagramm für Oberschwaben in 600-750 m Höhe kurz vor der Monatsmitte des Juni an (Ebert & Rennwald, 1991). Im deutlich tiefer gelegenen Pfälzerwald war der früheste jemals dokumentierte Flugzeitbeginn der 10. Juni im trockenheißen „Jahrhundertsommer“ 2003 (Eller, 2007). Da das Frühjahr 2011 mit dem von 2003 absolut vergleichbar war, wurde bereits am 2.6.2011 eine erste Exkursion ins Dürre Maar durchgeführt – mit dem Ergebnis, dass der Hochmoor-Perlmuttfalter bereits flog und sogar schon erste Weibchen unterwegs waren! Es wurden 43 Tiere markiert, darunter vier Weibchen; die Falter waren alle noch frisch. Dieser Befund legt nahe, dass die Falter sogar bereits Ende Mai unterwegs waren: der früheste jemals dokumentierte Flugzeitbeginn in Rheinland-Pfalz.

3.2 Fang-Wiederfang-Studie im Dürren Maar und im Strohnher Määrchen

An fünf Terminen (2.6., 3.6., 5.6., 13.6. und 15.6.) wurden im Dürren Maar und im Strohnher Määrchen *B. aquilonaris*-Falter gefangen, markiert und wieder freigelassen. Dabei wird den

Faltern mit Filzstift ein eindeutiger Code auf die Unterseite des linken Hinterflügels geschrieben. Die Falter werden bei sachgemäßer Handhabung durch die Markierung zumeist nicht beeinträchtigt. Erkennbare Beschädigungen kommen bei geübten Fängern und Faltern dieser Größe bei etwa 1 % der Fänge vor. Diese Methode verfolgt zwei Ziele: Zum einen kann durch den Fang markierter Falter Migration aus anderen Gebieten festgestellt werden. Zum anderen erlaubt das Verhältnis unmarkierter bzw. bereits markierter Tiere (Wiederfang) eine Aussage über die Populationsgröße. Bei konsequentem, kontinuierlichem Fang/Wiederfang erlaubt ein mathematisches Modell (nach Jolly-Seber) sogar ein exaktes Hochrechnen von Populationsgrößen. Für eine solche genaue Untersuchung gab es innerhalb des Projektes allerdings keine ausreichenden Ressourcen. Die vorhandenen Ergebnisse lassen aber trotzdem eine überschlägige Abschätzung der Populationsgrößen zu.

Folgende Grundannahmen sind dabei zu beachten:

1. Bei weitem nicht alle Imagines einer Faltergeneration treten gleichzeitig auf. Die zuerst auftretenden und die zuletzt auftretenden Falter überlappen sich in ihrer Lebensdauer nicht.
2. Die an einem Tag in einem Gebiet feststellbare Falterpopulation (= Tagespopulation) ist nur eine Teilmenge der insgesamt aktuell vorhandenen Falter. Ein (größerer) Teil der aktuell vorhandenen Falterpopulation ist nicht aktiv und entzieht sich der Beobachtung.

	Dürres Maar	Strohner Määrenchen
Anzahl markierter Falter	611	174
davon Männchen	445	133
davon Weibchen	166	41
Anzahl Wiederfänge	46	5
Wiederfänge in %	7,5	3,0
davon Männchen	44	5
davon Weibchen	2	0

Tabelle 01

Ergebnisse Fang-Wiederfang-Studie Gillenfelder Maare, 2011

3. Je höher der Anteil der nicht markierten Neufänge auch bei fortgeschrittener Erfassung (noch) ist, desto größer ist der Korrekturfaktor zum Abschätzen der tatsächlichen Population gegenüber der festgestellten Population anzusetzen.

Die Fang-Wiederfang-Aktion wurde wegen des nicht mehr zu bewältigenden Aufwandes aufgrund der unerwartet hohen Falterzahl noch vor Erreichen des Flugzeithöhepunktes abgebrochen. Dafür, dass der Flugzeithöhepunkt noch nicht erreicht war, sprechen die noch äußerst geringe Wiederfangquote sowie der Umstand, dass auch am intensiv besammelten 13.6. im Dürren Maar immer noch deutlich weniger Weibchen als Männchen markiert werden konnten (90 vs. 146).

Die am 13.6. im Dürren Maar geschätzte beobachtete Tagespopulation betrug mindestens 750 Tiere (höchste gezählte/markierte Tagespopulation: 236 Tiere). Teilweise waren bis zu 50 Falter auf einem Quadratmeter bei der Nektaraufnahme im Sumpfbloaugen-Bestand im Randlagg zu beobachten. Nach einer vorsichtigen

Schätzung ist von einem Gesamtbestand von mindestens 3.000 Imagines auszugehen. Nur vier Falter wurden sowohl am 5.6 als auch 13.6. beobachtet, lebten also mindestens acht Tage lang. Zwischen der gezählten Tagespopulation von 227 Tieren am 5.6. und der mit 236 Tieren am 13.6. hat ein nahezu vollständiger Turnover der Falterpopulation stattgefunden.

Gegenüber der – methodisch nicht ganz vergleichbaren – Transektzählung bei Weber (1997) ist die Population (251 Imagines bei Tageszählungen an 2 Terminen in 2 Transekten) offenbar größer geworden. Dabei ist unklar, ob Weber (l. c.) die Zahlen seiner beiden Begangstermine aufsummiert hat. Der Beschreibung nach („frische und abgeflogene Falter“) hat er den Flugzeithöhepunkt 1996 anscheinend gut getroffen. Die Folgeuntersuchung von Weber (1999) hat keine Aussagekraft – sie erfolgte zum absoluten Flugzeitende und somit zu spät.

Die Population im Strochner Määrenchen ist kleiner, aber auch schwerer zu beobachten, da das Gelände dort unwegsamer ist und keine nennenswerten Falterkonzentrationen an Nektarpflanzen auftreten. Die größte

gezählte Tagespopulation betrug am 13.6. 92 Tiere; der Gesamtbestand dürfte hier mindestens 500 Exemplare betragen. Gegenüber der – methodisch nicht ganz vergleichbaren – Transektzählung bei Weber (1997) hat die Population (358 Imagines bei Tageszählungen an 2 Terminen in 3 Transekten) offenbar deutlich abgenommen.

Im Jahr 2011 dürften die Falterpopulationen an ihrem oberen Limit gewesen sein. Obwohl die Situation in den Vorjahren nicht erhoben worden war, sind Analogieschlüsse vom Verhalten anderer univoltiner Feuchtgebietsbewohner möglich. Durch das für die Larvalentwicklung äußerst günstige (trocken-warme) Frühjahr und durch zwei verlässlich kalte und schneereiche Winter sind zurzeit die Populationen eurasiatisch-boreal verbreiteter Arten in einem Optimum. Dies war beispielsweise auch beim Rändring-Perlmutterfalter (*Boloria eunomia*), beim Rundaugen-Mohrenfalter (*Erebia medusa*) beim Mädesüß-Perlmutterfalter (*Brenthis ino*) und beim Ampfer-Grünwiderchen (*Adscita staites*) in vielen Gebieten zu beobachten.

Eine Migration zwischen den beiden exakt 4 km voneinander entfernten Gebieten wurde nicht festgestellt. Im Mürmes-Moor, das zum Strohnner Määrenchen und zum Dürren Maar in ausreichend engem räumlichem Kontext steht und mit diesen gemeinsam quasi ein gleichschenkliges Dreieck bildet, konnte *B. aquilonaris* bei zwei Besuchen am 5.6. und am 15.6. nicht nachgewiesen werden. Es existiert eine Literaturangabe über ein früheres Vorkommen (Weitzel, 1990, zit. in Weber, 1997) im Mürmes. Die

Entfernung vom Mürmes zum Dürren Maar beträgt 3,75 km, zum Strohnner Määrenchen 4,4 km (jeweils Moormitte). Solche Strecken können im geeigneten Gelände von Tagfaltern problemlos überwunden werden. Die Neigung zur Migration ist artspezifisch und bei *B. aquilonaris* nicht ausgeprägt. Allgemein nimmt die Wahrscheinlichkeit einer Migration mit zunehmender Entfernung exponentiell ab. Weitere beeinflussende Faktoren sind positiv das Vorhandensein geeigneter Trittsteine (nektarpflanzenreiche Biotope) oder negativ das Auftreten von Flächen mit hohem Raumwiderstand (Landschaftsausschnitte mit eintöniger, einheitlicher Nutzung, großen Acker-schlägen, Maisfeldern etc.). Letzteres hat sich in den letzten Jahrzehnten in der Vulkaneifel sicher negativ entwickelt.

3.3 Verhaltensstudien

Bei der Auswahl ihrer Nektarpflanzen sind die Falter Opportunisten. Sie nehmen das, was verfügbar ist. Die Blütenfarbe spielt dabei keine Rolle. Es wurden Blütenbesuche an roten, violetten, blauen, weißen und (untergeordnet, da kaum verfügbar) gelben Blüten beobachtet. Die Nahrungsaufnahme findet bei günstiger Witterung während des gesamten Tages statt; sie wurde noch abends um 19:40 Uhr beobachtet. Als Hochmoorbewohner ist *B. aquilonaris* in den allermeisten Fällen dazu gezwungen, den Nektar außerhalb der Larvalhabitate aufzunehmen, da es innerhalb derselben kein geeignetes Nektarangebot gibt. Im Strohnner Määrenchen sind innerhalb des Moores überhaupt keine Nektarpflanzen zu finden. Die wenigen noch vorhandenen Exemplare des

Sumpf-Blutauges (*Potentilla palustris*) im Rest-Randlagg kamen infolge der großen Trockenheit nicht oder verspätet zur Blüte. Die Falter suchten die Wiesen, Brachen, Staudenfluren, Säume, Ackerränder und Gebüsche in der Umgebung des Moores auf. Hier ist zurzeit davon auszugehen, dass das Nektarangebot ein limitierender Faktor ist, da auch in der Umgebung des Strohnner Määrenchens das Nektarangebot begrenzt ist. Verschärft wurde die Situation im Jahr 2011 durch den Umstand, dass die Wiesen zum Flugzeitbeginn allesamt bereits gemäht waren und dort in der gesamten ersten Flugzeithälfte kein Nektarangebot zur Verfügung stand. Zu Flugzeitbeginn saugten die Falter hauptsächlich auf Margerite (*Leucanthemum vulgare agg.*), mit der sie sonst phänologisch gar nicht synchronisiert sind – auch dies ein Beleg für das opportunistische Saugverhalten.

Bei schlechtem Wetter bilden die Falter im Strohnner Määrenchen Schlafgesellschaften an Zwergsträuchern; oft ruhen zwei bis mehrere – bis zu zehn – Falter relativ nahe beieinander, um dann in größeren Bereichen zu fehlen. Die Falter sind dann außerordentlich gut getarnt. Über der Hochmoorfläche wurden im Flug hauptsächlich patrouillierende Männchen angetroffen; die Weibchen saßen meistens in der Vegetation.

Im Dürren Maar fielen bei jedem Besuch die Falteransammlungen an *Potentilla palustris* im Randlagg auf. Hier überwogen die Männchen ganz eindeutig. Ein völlig anderes Bild ergab sich auf den umgebenden Wiesen, die sich zur Flugzeit in gutem, blumenrei-

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Bemerkung
Eifel, 2011-2016		
<i>Centaurea cyanus</i>	Kornblume	vereinzelter Besuch
<i>Centaurea jacea</i>	Wiesen-Flockenblume	starker Besuch
<i>Centaurea scabiosa</i>	Skabiosen-Flockenblume	starker Besuch
<i>Cirsium arvense</i>	Acker-Kratzdistel	vereinzelter Besuch
<i>Cirsium palustre</i>	Sumpf-Kratzdistel	vereinzelter Besuch
<i>Cornus sanguinea</i>	Roter Hartriegel	sehr kurze Blütezeit, dann starker Besuch
<i>Crepis biennis</i>	Wiesen-Pippau	kaum vorhanden
<i>Heracleum sphondylium</i>	Wiesen-Bärenklau	mäßiger Besuch
<i>Hypochaeris radicata</i>	Gewöhnliches Ferkelkraut	mäßiger Besuch
<i>Knautia arvensis</i>	Wiesen-Witwenblume	mäßiger Besuch (Blühbeginn)
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Margerite	starker Besuch
<i>Lupinus polyphyllus</i>	Lupine	Einzelbeobachtung
<i>Potentilla palustris</i>	Sumpf-Blutauge	starker Besuch
<i>Ranunculus acris</i>	Scharfer Hahnenfuß	Einzelbeobachtung
<i>Rubus caesius</i>	Kratzbeere	mäßiger Besuch
<i>Trifolium pratense</i>	Rot-Klee	mäßiger Besuch

Moor am Schöneichelsweiher/Pfälzerwald 16.6.2011

<i>Cirsium palustre</i>	Sumpf-Kratzdistel	starker Besuch
<i>Potentilla palustris</i>	Sumpf-Blutauge	starker Besuch

zusätzliche Nektarpflanzen bei Weber (1997, 2000) – Juli-Aspekt

<i>Senecio jacobaea</i>	Jakobs-Kreuzkraut	mäßiger Besuch
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	Echte Brombeeren	Einzelbeobachtung
<i>Hypericum maculatum</i>	Johanniskraut	Einzelbeobachtung
<i>Sedum acre</i>	Scharfer Mauerpfeffer	Einzelbeobachtung
<i>Crepis capillaris</i>	Grüner Pippau	Einzelbeobachtung

Tabelle 02

Blütenbesuch von *Boloria aquilonaris* 2011-2016

	Wiese	Moor
Männchen	34	109
Weibchen	74	22
Verhältnis Männchen-Weibchen	0,45	4,95

Tabelle 03

Markierungsfänge Dürres Maar, 13.6.

chem Zustand präsentierten und intensiv zur Nektaraufnahme aufgesucht wurden. Hier überwogen die Weibchen bei Weitem. Ein vergleichbares Verhalten konnte T. Schmitt (pers. Mitt.) auch bei anderen Perlmutterfalter-Arten beobachten, z. B. beim Mädesüß-Perlmutterfalter (*Brenthis ino*). Dieses Verhalten kann dahingehend interpretiert werden, dass die Weibchen zugunsten der Ovarienreifung prioritär mit der Aufnahme hochwertiger und vielfältiger Nahrung beschäftigt sind und sich nur zur Geschlechterfindung, Eiablage und Ruhe im Moor aufhalten, während die Männchen weniger und auch weniger hochwertige Nahrung brauchen und die Geschlechterfindung einen deutlich größeren Raum im Tagesablauf einnimmt. In diesem Kontext ist das zu geringe Nektarpflanzenangebot im Strohnher Määrchen nochmals kritischer zu betrachten. Es ist damit zu rechnen, dass dieser Stressfaktor sich auch auf die Fitness der Weibchen und damit auf den Reproduktionserfolg auswirkt.

Am Dürren Maar wurden noch 400 m vom Mostrand entfernt mehrere *B. aquilonaris*-Falter in einem in südwestlicher Richtung gelegenen blumenreichen Wiesental festgestellt. Diese Wiese wird zusätzlich von einem 100 m breiten Waldgürtel vom Moor getrennt, den die Falter entweder über- oder umflogen haben müssen. Im Falle des Umfliegens wären sie dann mindestens einen Kilometer unterwegs gewesen. Im etwa 500 m entfernten, allerdings von einem noch deutlich breiteren Wald getrennten Randsumpf des Holzmaars, der auch ein geeignetes Nektarhabitat darstellt, wurden keine Falter angetroffen.

Paarungen konnten gelegentlich, Eiablagen im Jahr 2011 zunächst nicht beobachtet werden. Weber (1997) hat insgesamt acht Eiablagen zu einem späteren Zeitpunkt innerhalb der Flugzeit festgestellt. In beiden Habitaten gibt es Massenbestände der Eiablagepflanze *Vaccinium oxycoccos*, sodass eine direkte Suche nach den exzellent getarnten Eiern und Jungräupchen trotz der hohen Populationsdichten von *B. aquilonaris* ziemlich aussichtslos erscheint. In den Folgejahren gelangen dann aber Eiablagen.

3.4 Entwicklung der Populationsgrößen 2011-2016

2011: Flugzeitbeginn Ende Mai!

- › 2.6.2011 Dürres Maar 44 Ex. (39/5)
- › bis zum 15.6. 611 Falter markiert; 46 Wiederfänge
- › 4 Falter am 5.6. und am 13.6. gefangen → 8 Tage
- › nahezu vollständiger Turnover vom 5.6. (227 Ex.) bis 13.6. (236 Ex.)

2013: Flugzeitbeginn am 28.6.

- › 3 Ex. im Dürren Maar
- › 335 gezählte Ex. am 8.7. im Dürren Maar
- › noch 6 Exemplare in Strohn am 25.7.

2014: Flugzeitbeginn Anfang Juni

- › 13.6. im Dürren Maar 55 Ex., alle frisch, wenige W.
- › 13.6. in Strohn schon 289 Ex.

2016: Flugzeitbeginn in der zweiten Junihälfte

- › 26.6. im Dürren Maar ca. 100 Ex., meist noch frisch
- › 26.6. in Strohn ca. 60 Ex.

4. Bewertung des aktuellen Zustands der rheinland-pfälzischen Populationen

Im Folgenden werden die drei verbliebenen Populationen in Anlehnung an das ABC-Schema der FFH-Richtlinie bewertet.

4.1 Dürres Maar (Vulkaneifel; 2011-2016)

In einzelnen Jahren klappte die Synchronisation der Grünlandnutzung mit der Falterflugzeit nicht. Teilweise wurde Schnittgut auf der Wiese abgelagert, das auch während der Flugzeit dort lagerte. Zum Projektende hin hat sich die Situation verbessert.

Gesamtbewertung: gut (B)
› Zustand der Population: hervorragend (A)
› Habitatqualität: gut (B)
› Larvalhabitat: sehr gut
› Imaginalhabitat: gut
› Vernetzungssituation/ Vorhandensein geeigneter Biotope in der Umgebung: ungünstig
› Beeinträchtigungen: gering (A)

4.2 Strohner Määrchen (Vulkaneifel; 2011-2016)

Durch umfangreiche Entbuschungsmaßnahmen im Randlagg sowie Neuetablierung eines nektarpflanzenreichen Krautsaums hat sich das Imaginalhabitat dort deutlich verbessert. Die Synchronisation zwischen der Grünlandnutzung und der Falterflugzeit klappte während des gesamten Projektzeitraumes nicht. Der Krautsaum ist noch nicht vollständig etabliert; sobald dies der Fall ist, kann das Imaginalhabitat auf „gut“ und die Habitatqualität in Erhaltungsgrad „B“ aufsteigen. Die hydrologische Situation des Moores ist allerdings kaum verbesserungsfähig.

Gesamtbewertung: mittel bis schlecht (C)
› Zustand der Population: gut (B)
› Habitatqualität: mittel bis schlecht (C)
› Larvalhabitat: sehr gut
› Imaginalhabitat: mittel bis schlecht
› Vernetzungssituation/ Vorhandensein geeigneter Biotope in der Umgebung: ungünstig
› Beeinträchtigungen: hoch (C)
› nicht abgestimmte Bewirtschaftung
› hydrologisch gestörtes Moor mit stark geschädigtem Randlagg

4.3 Verlandungsmoor am Schöneichelsweiher (Pfälzerwald; 2011)

Die dritte noch existierende rheinland-pfälzische Population befindet sich im Verlandungsmoor am Schöneichelsweiher im NSG „Quellbäche des Eppenbrunner Baches“ im Pfälzerwald. Eller (2007) berichtet ausführlich über die Bestandsentwicklung von *B. aquilonaris* im Pfälzerwald und den drastischen Rückgang dort. Am Schöneichelsweiher ist die Situation aber offensichtlich noch günstig.



□ 02

Die Raupennahrungspflanze *Vaccinium oxycoccos* im Truffvenn²

4.4 Mürmes-Moor (Vulkaneifel; 2013-2016)

4.5 Oberluderbruch (Hunsrück; 2015-2016)

Gesamtbewertung: hervorragend (A)

- › Zustand der Population: (wahrscheinlich) hervorragend (A)
- › Habitatqualität: gut (B)
 - › Larvalhabitat: sehr gut
 - › Imaginalhabitat: gut
 - › Vernetzungssituation/ Vorhandensein geeigneter Biotope in der Umgebung: ungünstig
- › Beeinträchtigungen: gering (A)

Gesamtbewertung: gut (B)

- › Zustand der Population: gut (B)
- › Habitatqualität: gut (B)
 - › Larvalhabitat: gut
 - › Imaginalhabitat: gut
 - › Vernetzungssituation/ Vorhandensein geeigneter Biotope in der Umgebung: ungünstig
- › Beeinträchtigungen: gering (A)

Gesamtbewertung: mittel bis schlecht (C)

- › Zustand der Population: mittel bis schlecht (C)
- › Habitatqualität: mittel bis schlecht (C)
 - › Larvalhabitat: gut
 - › Imaginalhabitat: mittel bis schlecht (C)
 - › Vernetzungssituation/ Vorhandensein geeigneter Biotope in der Umgebung: ungünstig
- › Beeinträchtigungen: mäßig (B)

5. Maßnahmen zur Habitatverbesserung für *Boloria aquilonaris*

Von existenzieller Bedeutung für den Hochmoor-Perlmutterfalter sind ausreichend große Bestände der Raupennahrungspflanze *Vaccinium oxycoccos* und eine ausreichende Menge von Nektarsaugpflanzen. Dabei ist Letzteres innerhalb der Projektgebiete oft im Minimum, kann aber im Rahmen der Maßnahmenumsetzung eher verbessert werden als eine substanzuelle Vermehrung der Moosbeere. Alle anderen Faktoren/Maßnahmen sind in der Regel nachrangig.

Bestandsgröße der Moosbeere

Es gibt eine Reihe von Gebieten, in denen die Moosbeere zwar eine geeignete Bestandsgröße aufweist, für eine tragfähige Population von *B. aquilonaris* allerdings größer sein sollte: Ochsenbruch, Palmbruch und Dreiherrige Stein befinden sich beispielsweise in dieser Situation; hier sind Maßnahmen zur Bestandsvergrößerung der Moosbeere sinnvoll.

Eine weitere Maßnahme ist eine ausreichende Offenhaltung der Habitate durch Zurückdrängen von Gehölaufwuchs. *B. aquilonaris* verträgt ein gewisses Maß an Beschattung und kommt auch in lichten Moorwäldern vor; in seinen meisten mitteleuropäischen Habitaten ist der Offenlandcharakter allerdings mittelbar für die Bestandsentwicklung von Moosbeere und Nektarpflanzen wichtig.

Saugpflanzen

Nektarpflanzen müssen in ausreichender Qualität und Menge von Flugzeitbeginn bis Flugzeitende in geringer Entfernung vom Larvalhabitat verfügbar sein. Zurzeit gibt es vor allem in den Waldmooren Defizite im Nektarpflanzenangebot (alle Hunsrückbrücher, Truffvenn). Im Strohner Määrenchen ist die Wiesennutzung nicht angepasst (zu frühe Mahd); das Nektarpflanzenhabitat dort erscheint auch zu klein. Wo es möglich und sinnvoll ist, sollte mit der Wiesenmahd gewartet werden, bis die *B. aquilonaris*-Flugzeit vollständig vorbei ist. Je nach Witterung kann das auch erst ab Anfang August der Fall sein. Wenn während der Falterflugzeit gemäht werden muss, ist dringend darauf zu achten, dass die Mahdfläche in Kompartimente aufgeteilt wird, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten gemäht werden, und mindestens ein Drittel der Fläche erst nach Flugzeitende gemäht wird. Zu beachten ist: Gemähte Bereiche brauchen mindestens vier Wochen, ehe sich dort wieder ein nutzbarer Blühpflanzenhorizont einstellt.

Für das Management sind vor allem Margerite (*Leucanthemum vulgare*), Flockenblume (*Centaurea spp.*), besonders Wiesen-Flockenblume (*C. jacea*), Wiesen-Witwenblume (*Knautia arvensis*), Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium palustre*) und Sumpf-Blutauge (*Comarum palustre*) von Bedeutung. Sie sind leicht zu handhaben und nehmen in ihren Biotopen eine Schlüsselrolle ein. Allen anderen Kratzdistel-Arten (*Cirsium spp.*) und gelb blühenden Korbblütlern (*Asteraceae*, z. B. auch Arnika) kommt eine komplementäre Bedeutung zu. Zum

Glück ist der Hochmoor-Perlmutterfalter ein Nahrungsopportunist und nimmt an Nektarpflanzen alles Verfügbare. Die auf Naturschutzflächen vielfach vorhandenen Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*), Schwarze Flockenblume (*Centaurea nigra subsp. nemoralis*) sowie der Heilziest (*Betonica officinalis*) blühen meist zu spät.

Es darf im Umfeld der *B. aquilonaris*-Habitate vor allem im Wald mindestens bis Ende Juli keinerlei Bankettpflege an Wegrändern stattfinden.

Verluste durch Verkehr

Verluste durch Verkehr spielen ebenfalls eine Rolle. So ist der Oberluderbruch nach unten begrenzende Holzabfuhrweg Fluch und Segen zugleich für den Falter. Entlang der Wegbankette (und im Oberluderbruch nur dort) waren ausreichend Nektarpflanzen verfügbar, die neben den Moosbeerenbeständen der Hangbrücher die Grundlage für eine kleine Population bildeten, die einige Jahrzehnte Bestand hatte. Durch zunehmenden unkontrollierten Lkw-Verkehr auf der Straße, durch ausgedehnte Holzlagerungen und als Folge starkes Zurückgehen der Nektarpflanzen war *B. aquilonaris* im Oberluderbruch und im gesamten Hunsrück zwischenzeitlich ausgestorben. Im Zuge der Wiederansiedlung wäre ein striktes Fahrverbot auf der Asphaltstraße während der gesamten Falterflugzeit durchzusetzen.

Vernetzung

Schließlich sollte – wo es sich anbietet – versucht werden, eine funktionale Vernetzung von besetzten Habita-

ten zu implementieren. Austausch zwischen Populationen stärkt die genetische Fitness der Population und macht sie weniger anfällig für einmalige oder kurzzeitige Stressereignisse. In Waldgebieten ist hier für ein ausreichend großes Netz an Offenland-Trittsteinen (breite Waldwege mit blumenreichen Säumen, extensiv bewirtschaftete Wildwiesen) zu sorgen. Im Offenland müssen Extensivwiesen guter Qualität auf den potenziellen Wanderwegen vorhanden sein; ein Windschutz durch Gehölze und allgemein eine vielfältig und mosaikartig genutzte Feldflur mit kleinen Schlaggrößen und hohem Grenzlinienanteil verringern den Raumwiderstand. Mögliche Vernetzungsachsen sind Dürres Maar – Strohnher Määrchchen – Mürmes, Oberluderbruch – Palmbruch oder Truffvenn – Dreiherrige Stein

6. Ermittlung der Habitat-eignung der Zielgebiete – abschließende Bewertung

Die aktuelle Habitateignung wird genannt; das Potenzial für eine Habitatverbesserung wird aufgezeigt.

Hunsrück

Ortelsbruch: schlecht

Mangel an Moosbeere und Nektarpflanzen. Maßnahmenausrichtung auf *B. aquilonaris* nicht sinnvoll.

Oberluderbruch: mäßig schlecht

Immer noch Mangel an Nektarblüten; die Moosbeerenbestände sind sehr gut. Maßnahmenausrichtung auf *B. aquilonaris* dann sinnvoll, wenn ausreichendes Nektarpflanzenangebot geschaffen werden kann. Regelung des Kfz-Verkehrs auf der Waldstraße.

Trotzdem besteht zurzeit eine kleine, durch Aussetzen begründete Population, s. Kap. 7.3.

Palmbruch: schlecht

Durch Einrichtung des Naturwaldreservates im zentralen Quellmoorbereich zugewachsen, Moosbeerenbestand grenzwertig, keine Blüten. Maßnahmenflächen entwickeln sich gut; das Problem der eingezäunten Reservatsfläche besteht fort. Schaffung eines guten Nektarpflanzenangebots (zum Maßnahmenende noch nicht etabliert) notwendig; dann besteht durch Vernetzung mit bzw. in Richtung von Oberluderbruch ein gewisses Potenzial. Weitere Maßnahmenausrichtung auf *B. aquilonaris* daher sinnvoll.

Ochsenbruch: schlecht

Hydrologische Situation nach Maßnahmen verbessert, aber noch nicht

gut, Moosbeerenbestand grenzwertig klein, kaum Blüten.

Kyllwald

Truffvenn: mäßig

Moosbeerenbestand optimal, Freiflächenangebot nach Maßnahmenende viel größer als vorher, aber kaum Nektarpflanzen. Lediglich ein Sumpfkatzdistel-Bestand im Südwesten im Zuge eines seitlichen Zuflusses.

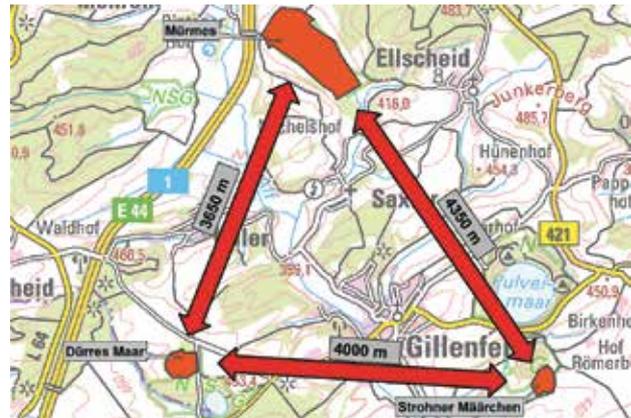
Dreiherrigstein: mäßig günstig

Ausreichend Moosbeere, durch Entfernen von Fichten und Etablieren einer blumenreichen Wiese auch genug Nektarpflanzen.

Heidemoor: mäßig günstig

Vergleichbar mit Dreiherrige Stein.

Aufwertung der Kyllwaldmoore durchgünstige Vernetzungssituation, daher v. a. Translokationsversuch im Jahr 2016.



□ 02

Entfernungen (m) der drei Gillenfelder Maar-Moore zueinander¹

Vulkaneifel

Mürmes: günstig

Der Mürmes ist ein ehemaliger Maarboden; es ist ein Kesseltal quartären vulkanischen Ursprungs. Nach einer wassergefüllten Maarphase erfolgte eine Verlandung und zunehmende Vermooring des Maarbodens. Ab dem 12. Jh. bis zum Beginn des 19. Jh. wurde das Gelände als Fischweiher mit künstlichem Damm genutzt. Danach erfolgte eine Abtorfungsphase (Ostermann, 2014).

Ausreichend Moosbeere, günstige Habitatstruktur, ausreichend Nektarpflanzen im umgebenden Gründland. Randseitig des Schwingrasens folgen ein Randlagg mit Großseggen- und Zwischenmoorgesellschaften, eingebettet ein teils geschlossener, teils lückiger Weidengebüschsaum, dann ein nicht regelmäßig genutzter Nassgrünlandgürtel und dann ein genutzter (gepflegter) blumenreicher Nass-, Feucht- und Magergrünlandgürtel. Der zurzeit brach gefallene Gründlandgürtel muss mindestens alle paar Jahre genutzt/gepflegt werden; der Weiden-gürtel am Rand des Schwingrasens darf sich nicht vollständig schließen und nicht mehrreihig werden. Wenn möglich, sollte der Moosbeerenbestand vergrößert werden. Die aktuelle Situation wurde so günstig eingeschätzt, dass im Jahr 2011 bereits ein Translokationsversuch unternommen wurde (s. u.).

Mosbrucher Weiher: schlecht

Mangel an Moosbeere und Nektarpflanzen. Maßnahmenausrichtung auf *B. aquilonaris* nicht sinnvoll.

7. Wiedereinbürgerung von *Boloria aquilonaris* im Rahmen des LIFE-Projekts

Im Projektrahmen sollen so viele Gebiete wie möglich durch geeignete Maßnahmen für eine Wiedereinbürgerung des Hochmoor-Perlmuttfalters hergerichtet werden. Als Spenderpopulationen stehen das Dürre Maar und das Strohnher Määrchen zur Verfügung. Zurzeit wird geprüft, ob die dritte verbliebene rheinland-pfälzische Population vom Schöneichelsweiher im Pfälzerwald ebenfalls als Spenderpopulation infrage kommt. Zu diesem Zweck wurde aus jeder Population im Juni 2011 eine Probe aus 30 bis 35 abgeflogenen Männchen entnommen, die derzeit hinsichtlich ihres Isoenzym-musters untersucht werden. Falls keine signifikanten genetischen Unterschiede zwischen den Eifel- und Pfälzerwald-Populationen bestehen, werden auch Tiere aus dem Pfälzerwald für die Wiedereinbürgerungsversuche herangezogen. Sogenannte Flaschenhalseffekte sind bei Begründung von neuen Populationen in bisher unbesetzten Habitaten nie auszuschließen. Damit ist gemeint, dass sich diese neuen Populationen wegen der geringen Zahl ausgesetzter Exemplare immer auf ein verarmtes genetisches Spektrum beziehen, was zu Problemen beim „Herausmenden“ von schädlichen oder unangepassten Mutationen führen kann und generell zu verminderter Fitness im Vergleich zur „breiter aufgestellten“ Spenderpopulation führt. Somit wäre ein Einbezug der Pfälzerwald-Population dann, wenn er sich vertreten lässt, sehr wichtig, um die genetische Diversität auf eine breitere Basis zu stellen. Es stellte sich aber heraus, dass die genetische Diversität

der Pfälzerwald-Tiere geringer ist als die der Eifel-Tiere (T. Schmitt, pers. Mitt.).

7.1. Mürmes

Am 15.6.2011 wurden (mit T. Schmitt) im Bereich nordöstlich des Mittelpunktes des Schwingrasens des Mürmes-Moors 38 Weibchen des Hochmoor-Perlmuttfalters abends ausgesetzt. 28 stammen vom Dürren Maar und 10 vom Strohnher Määrchen. Der Aussetzungsbereich zeichnet sich durch eine relativ starke Anreicherung der Moosbeere aus. Zur Dokumentation wurde ein 40 m langes Vegetationstransect (mit B. Ruthsatz) angelegt und aufgenommen. Die Vegetationstabelle befindet sich im Anhang; sie enthält auch die per GPS ermittelten Koordinaten.

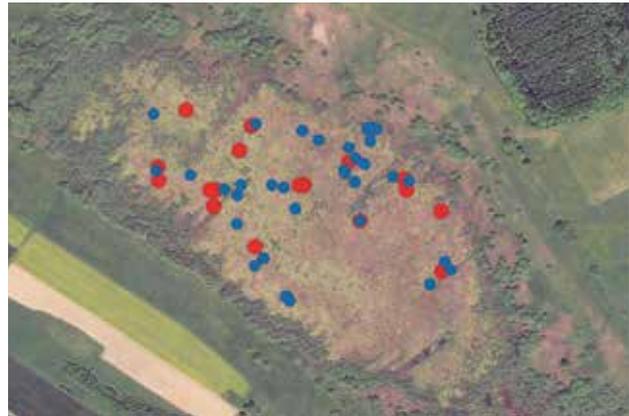
- ▶ am 10.7.2012 22 Weibchen, 2 Männchen ausgesetzt
 - ▶ vom Dürren Maar
- ▶ 28.06.2013 1 Ex. quer über den Schwingrasen fliegend
- ▶ 08.07.2013
 - ▶ 3 Weibchen und 8 Männchen markiert!
 - ▶ ca. 30 Tiere gesehen
 - ▶ Eiablage beobachtet
- ▶ 13.06.2014 28 Ex. markiert
- ▶ 19.06.2014 30 Ex. markiert, kein einziger Wiederfang, fast alle frisch und nur 3 Weibchen
- ▶ 2015 – 2016 weiterhin regelmäßige Beobachtungen





□ 03

Aussetzungsstelle von *Boloria aquilonaris* am 15.6.2011 im NSG Mürmes



□ 04

Mürmes – Fundpunkte von *Vaccinium oxycoccos* (rot) und *Boloria aquilonaris* (blau) – 13.6. und 19.6.2014

- › 26.6.2016 erstmals ein Weibchen in den Feuchtwiesen am Moorrand
- › Population Mürmes 2014 ca. 300 Tiere (konservativ geschätzt)
- › vorläufig als Erfolg zu werten
- › Falter wurden erstmals 2016 außerhalb des Schwinggrasens beobachtet; einzige Art, die regelmäßig im Schwinggrasen fliegt
- › wenig Nektarpflanzen: *Comarum palustre*
- › Randlagg und Grünland: ausreichend Nektar in 50-300 m Entfernung

7.2 Kyllwald-Moore (Truffvenn, Dreiherrige Stein, Heidemoor)

Im Jahre 2016 wurde – im letzten Projektjahr – die Situation in den Kyllwaldmooren insgesamt so eingeschätzt, dass ein Translokationsversuch erfolgversprechend erschien. Als Aussetzort wurde der Dreiherrige Stein gewählt, da er die beste Komplexeignung des Habitats (Fraßpflanzen;

Saugpflanzen) der drei Moore besitzt und zwischen ihnen zentral in der Mitte liegt, von wo die Imagines also recht einfach die anderen Gebiete erreichen können. Am 08.07.2016 wurden 20 Weibchen vom Dürren Maar am Dreiherrigen Stein ausgesetzt. Das nur mäßige Flugjahr 2016 erlaubte es nicht, mehr Falter aus den Quellhabitaten zu entnehmen, und daher blieb es bei den 20 Faltern, die in einem Gebiet ausgesetzt wurden.

7.3 Oberluderbruch

Im Jahre 1996 war die autochthone Hunsrückpopulation von *Boloria aquilonaris* mit dem Erlöschen im Oberluderbruch ausgestorben. Schorr (1998) dokumentierte die letztlich vergeblichen Anstrengungen zu ihrem Erhalt. Das Hauptproblem damals wie heute ist das zu geringe Angebot an Nektarpflanzen. Völlig überraschend fand A. Zapp im Jahre 2010 einen Falter auf der neu angelegten Arnikawiese neben dem Oberluderbruch (Zapp, 2010). Recherchen ergaben,

dass es sich um einen Translokationsversuch seitens Dritter handelte, der nicht mit den Naturschutzbehörden oder Projektverantwortlichen abgestimmt und auch nicht genehmigt war. Im Jahre 2012 und 2013 wurden keine Falter gefunden, sodass davon ausgegangen wurde, dass der Versuch nicht erfolgreich war. Im Jahre 2014 tauchten aber wieder Falter auf (vid. T. Geier, G. Schwab, pers. Mitt.); die Population stabilisierte sich etwas; 2015 waren es ca. zehn Exemplare; auch 2016 war die Art hier vorhanden. Die Nektarpflanzensituation stellte sich auch durch einzelne Freistellungsmaßnahmen entlang der Straße am Oberluderbruch etwas besser als in den früheren Jahren dar.

Der Verantwortliche des Translokationsversuchs ist dem Verfasser bekannt. Nach seinen Aussagen stammen die Tiere aus der Vulkaneifel, und es handelte sich um einen einmaligen Versuch mit nur ganz wenigen Exemplaren. Im Rahmen dieses Projekts wäre ein Translokationsversuch im

Oberluderbruch in seinem derzeitigen Zustand nicht empfohlen worden. Da die Falter aber nun einmal da sind, sollte auch der Versuch unternommen werden, die Population durch geeignete Maßnahmen zu stabilisieren, zu etablieren und zu vernetzen. Möglichkeiten gibt es – hangparallel in Richtung Rehbruch/Palmbruch sowie hangaufwärts in Richtung Oberlangbruch/Spring, welches schon im Idarbach-Einzugsgebiet liegt. Die wichtigsten Maßnahmen sind: (1) weitere, möglichst vollständige Reduzierung des Lkw-Verkehrs auf der Waldstraße unterhalb des Unterluderbruchs, (2) Etablieren von Nektarpflanzenbestän-

den vor allem entlang dieser Straße, (3) Etablieren eines Nektarpflanzensaums am Weg, der das Oberlangbruch an der Nordseite begrenzt, (4) Bestandsstützung der Moosbeerenvorkommen außerhalb des Oberluderbruchs. Das Oberlangbruch entwickelt sich nach den Maßnahmen aus dem LIFE-Projekt vielversprechend; einzelne Moosbeerenpflanzen sind bereits vorhanden. Entlang der zweiten Verbundachse sollte das Rehbruch nochmals intensiver untersucht werden, wo der Falter früher vorkam. Der Verfasser kennt dort zurzeit aber keine geeigneten bzw. entwickelbaren Flächen.

8. Dank

Bei den Geländeuntersuchungen wurde ich im Laufe der Projektphase von zahlreichen Personen unterstützt, denen ich an dieser Stelle herzlich danken möchte: Jürgen Becker, Gary Brown, Alexander Caspari, Anna Caspari, Fabian Feß, Dirk Gerber, Rolf Klein, Gerd Ostermann, Michael Kissels, Julia Leibenguth, Nadine Mosler, Anita Naumann, Thomas Reinelt, Carsten Renker, Moritz Schmitt, Thomas Schmitt, Ronny Strätling, Bernd Trockur und Andreas Zapp.

1. Auszug DTK 100 ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2017)

2. Jan Hoffmann

Ebert, G. & Rennwald, E. (1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Band 1: Tagfalter I. Ulmer, Stuttgart, 552 Seiten.

Eller, O. (2007): Hochmoor-Perlmuttfalter – *Boloria aquilonaris*. In: Die Tagfalter der Pfalz, Band 1, Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Beiheft 36. Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz, Landau, S. 445-450.

Lafranchis, T. & Geniez, P. (2000): Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Biotope éditions, Mèze, 448 Seiten.

Ostermann, G. (2014): NSG-Album Mürmes. Hrsg.: Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz, 14 Seiten.

Schorr, M. (1998): Artenschutzprojekt „Ökologie des Hochmoor-Perlmuttfalters (*Boloria aquilonaris*) im Hunsrück“. Im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, 55276 Oppenheim, 97 Seiten.

Schulte, T.; Eller, O.; Niehuis, M. & Rennwald, E. (2007): Die Tagfalter der Pfalz, Band 1, Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Beiheft 36. Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz, Landau, 592 Seiten.

Weber, T. (1997): Aktuelles zum Vorkommen vom Hochmoor-Perlmuttfalter (*Boloria aquilonaris* Stichel 1908) in den beiden Trockenmaaren Dürres Maar und Strohner Mäarchen in der Vulkaneifel (Landkreis Daun) - ein Betrag zum Pflegeflächenmonitoring. Unveröff. Mskr.

Weber, T. (2000): Aktuelles zum Vorkommen vom Hochmoor-Perlmuttfalter (*Boloria aquilonaris* Stichel 1908) in den beiden Trockenmaaren Dürres Maar und Strohner Mäarchen in der Vulkaneifel (Landkreis Daun) - ein Beitrag zum Pflegeflächenmonitoring, II. Teil. Unveröff. Mskr.

Zapp, A. (2010): LIFE-Natur-Projekt: „Erhaltung und Regeneration von Borstgrasrasen Mitteleuropas“. Projektregion: Rheinland-Pfalz IDAR. Bericht zum Monitoring der Tagfalter 2010. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz, Mainz.

TECHNISCHE UMSETZUNG UND WISSENSCHAFTLICHE BEGLEITUNG EINER DENITRIFIZIERUNGSANLAGE AM MÜRMESES



↑ D6

↓ D7



↑ D8

↓ D9



□ 01

Bilder der Austrittsstelle der Drainage D6, D7, D8, D9 am „Mürmes“ (Stand: 19.01.2015)

Grundlage und Situation der Nitratbelastung

In Zeiten einer wachsenden Weltbevölkerung steigt der Lebensmittelbedarf weltweit stetig an. Die Folge ist ein größerer Bedarf an landwirtschaftlich genutzten Flächen, die den Fortbestand großer Naturschutzgebiete aufgrund der Flächenknappheit erschweren könnten. Insbesondere der Einsatz großer Mengen Düngemittel stellt eine Bedrohung für gefährdete Ökosysteme dar, da deren Nährstoffreichtum zur Eutrophierung führt. Somit leistet die Menschheit einen prägenden Beitrag zum Stickstoffkreislauf und bringt diesen immer mehr aus seinem natürlichen Gleichgewicht. Allein die anthropogene Produktion von reaktivem Stickstoff, beispielsweise durch das Haber-Bosch-Verfahren oder den Anbau stickstofffixierender Leguminosen, machen 45 % der jährlichen globalen Stickstofffixierung aus (Canfield et al., 2010). Der Einsatz von Kunstdünger ist somit für viele

Ökosysteme zum Problem geworden. Die darin enthaltenen überschüssigen Stickstoffverbindungen gelangen in das Grundwasser und letztendlich in aquatische Ökosysteme. Dies kann weitreichende Konsequenzen für den Lebensraum vieler Arten haben und diesen schlussendlich zerstören sowie die Qualität des Trinkwassers erheblich verschlechtern. So reichte 2016 die EU sogar Klage gegen Deutschland ein, da die Forderungen, den Düngemiteleinsatz zu reduzieren und strenger zu kontrollieren, nicht in ausreichendem Maße eingehalten wurden. Deutschland muss sich diesbezüglich nun dem Europäischen Gerichtshof (EuGH) stellen (Guske, 2016).

Doch auch wenn sich Deutschland in naheliegender Zukunft an die Maßnahmen hält und weniger Gülle und Dünger ausgebracht wird, kann diese Nährstoffreduktion für oligotrophe Ökosysteme, wie beispielsweise Moore, nicht ausreichend sein. Daher sind neue Ansätze und Methoden

notwendig, um in Zukunft Naturschutzgebiete neben landwirtschaftlich genutzten Flächen erhalten zu können. Dafür ist es nötig, die Beeinflussung des nährstoffreichen Wassers aus den Ackerflächen zu unterbinden beziehungsweise das Nitrat zu reduzieren. Abhilfe könnte hierbei das Modell einer Umweltdenitrifikationsanlage liefern, die das im Wasser enthaltene Nitrat mit Hilfe mikrobieller Atmungsprozesse (Denitrifikation) reduzieren kann. Dabei verwenden Mikroorganismen bei Abwesenheit von Sauerstoff Nitrat als terminalen Elektronenakzeptor und überführen diesen über mehrere Zwischenstufen (NO_2^- , NO , N_2O) in elementaren Stickstoff, welcher gefahrlos in die Atmosphäre austreten kann.

Untersuchungsgebiet Moor „Mürmes“

Als Modellökosystem für das Pilotprojekt der Umweltdenitrifikationsanlage diente der vorliegenden Untersuchung



□ 02

Bauliche Umsetzung der Denitrifikationsanlage

das Moor „Mürmes“ im Landkreis Daun in der Vulkaneifel. Durch vulkanische Aktivität hat sich hier 10 550 v. Chr. ein Maarkessel gebildet. Dies ist eine in die Erdoberfläche eingesenkte Mulde, die durch eine Wasserdampfexplosion – Magma trifft auf Grundwasser – zustande kam (Schmincke, 2014). Im Laufe der Jahrhunderte entstand darin ein Flachmoor, folglich ein von Grundwasser gespeistes Moor. Vom 19. Jahrhundert an bis nach dem zweiten Weltkrieg kam es am Mürmes zur Abtragung großer Mengen Torf und zur Anbringung von Entwässerungskanälen. In den Torfstichstellen entstanden die Anfänge des noch heute erhaltenen und frei auf dem Wasser schwimmenden Schwingrasens, der sich im Laufe der Zeit über das Moor ausgebreitet hat. In den 60er-Jahren des 20. Jahrhunderts begann im nördlichen Teil des Moores aufgrund von landwirtschaftlichen Nutzungen die Verlegung von Drainagen. Deren nährstoffreiches Wasser tritt kurz vor dem Moorkessel an die Erdoberfläche

und fließt schlussendlich in das Moor ein oder versickert vorher im Boden. Abbildung 1 zeigt die Drainageaustrittsstellen der Drainagen D6-D9.

Nach wiederholten Einwänden kam es erst 1975 zur Ausweisung des Gebiets als Naturschutzgebiet, was jedoch die problematische Situation der Drainagestellen nicht veränderte (Forst et al., 1997). Das Problem der Nährstoffbelastung aufgrund des Einflusses der landwirtschaftlichen Drainagen, die rund um den Mürmes liegen, ist nach wie vor gegeben und der Mürmes von einer Eutrophierung bedroht.

Technische Umsetzung einer Umwelt-denitrifikationsanlage

Vier Drainagen führen die Nährstofffrachten in Richtung Mürmes. Gestützt auf frühere intensive Erhebungen zum Stickstoffverhalten rund um den Mürmes (Ruthsatz et al.) und auf Grundlage vorab durchgeführter Versuche im Labormaßstab entstanden

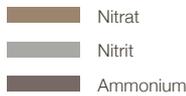
im Frühjahr 2015 die genehmigungsreifen Planungen. Die im Zuge der Genehmigung beteiligten regionalen Umweltverbände sowie die Forstverwaltung unterstützten die Maßnahme. Im Herbst 2015 entstanden somit zwei Denitrifikationsanlagen und eine Phosphateliminationsstufe.

Ein Bau eines Einlaufschachts erlaubt die Regulierung der Zulaufwassermenge in die Denitrifikationsanlage. Zugleich schützt ein Notüberlauf den Filter vor einer hydraulischen Überlastung. Das Filtermaterial (Holzhackschnitzel) dient dem Prozess als notwendige Kohlenstoffquelle. Dabei entscheidet die Holzart über die Betriebsdauer des Filters, die gewählte Länge der Hackschnitzel ist auf die hydraulische Last ausgerichtet (hydraulische Leitfähigkeit).

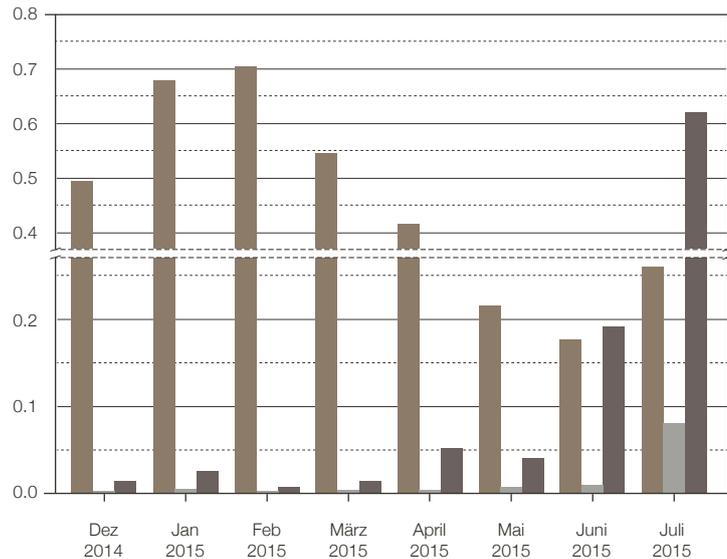
Um das geforderte anaerobe Milieu innerhalb des Filters dauerhaft zu gewährleisten, dichtet eine Folie die Anlage zu allen Seiten ab, ein Auslauf-

03

Mittelwerte von Nitrat, Nitrit, Ammonium der Drainage D6-D9 in mmol L^{-1} in den verschiedenen Monaten



Mittelwert [mML^{-1}]



schacht regelt den Einstaubetrieb. Die Anlage wird wieder mit Boden bedeckt und die komplette Fläche an das Ursprungsgelände angeglichen.

Der kleineren der beiden Denitrifikationsanlagen ist eine Phosphatelimination vorgeschaltet. Eisenhaltiges, hochdurchlässiges Filtersubstrat mit hoher Adsorption sorgt für einen Rückhalt des Nährstoffs.

Freiland- und Laboruntersuchungen

Wichtig für weitere Analysen sowie als Voraussetzung für die Errichtung der Denitrifikationsanlage war, herauszufinden, welche Drainagen am Mürmes wie hoch belastet sind und somit den hauptsächlichsten Beitrag zur Eutrophierung des Gebiets leisten.

Hierfür wurden einmal im Monat von Dezember 2014 bis Juli 2015 an den Austrittsstellen der Drainagen D6, D7, D8 und D9 Proben genommen und auf

die Stickstoffzusammensetzung (Nitrat, Nitrit, Ammonium) sowie TOC (total organic carbon), TN (total nitrogen) und pH-Wert untersucht, um jahreszeitliche Unterschiede festzustellen.

Die Ergebnisse der Freilandanalyse am „Mürmes“ zeigten, dass die Drainagen D7 (72 mg/L , Stand: Dez. 14) und D8 (64 mg/L , Stand: Jan. 15) die am stärksten mit Nitrat kontaminierten Drainagen waren. Der Nitratwert der Drainage D7 wurde somit auch als Startwert für weitere Laborexperimente verwendet.

Die Untersuchung der Stickstoffzusammensetzung über die Monate hinweg zeigte zudem einen Unterschied an allen Drainagen im Verlauf von den Wintermonaten zu den Frühlings- und Sommermonaten. Die Nitratwerte waren in den kälteren Monaten vergleichsweise höher als in den wärmeren, dahingegen stiegen die Ammoniumwerte zum Sommer hin

an allen Drainagen kontinuierlich an (Abbildung 3).

Da die Denitrifikation in einer solchen Anlage ein heterotropher Prozess ist - somit organische Verbindungen als Nährstoff benötigt werden - ist die Wahl der Kohlenstoffquelle für eine erfolgreiche Nitratentfernung in diesen Anlagen von großer Bedeutung. Um eine geeignete C-Quelle für die Umweltdenitrifikationsanlage am Mürmes zu finden, wurden zuvor im Labor zwei verschiedene Substrate (Holzpellets, Holzhackschnitzel) verwendet, mit Drainagewasser aus dem Untersuchungsgebiet (Inokulum) angeimpft und über 200 Tage auf ihre Leistungsfähigkeit getestet. Dafür wurden in regelmäßigen Abständen der Nitrat-, Nitrit-, Ammonium-, TOC-, TN-Gehalt sowie der pH-Wert gemessen. Zudem wurden über eine Gasanalytik die CH_4 - und CO_2 -Konzentration bestimmt. Bei der Analyse sollte festgestellt werden, welche C-Quelle die beste Nitratreduktion bewirkt und

zugleich geringe Mengen ungünstiger Nebenprodukte verursacht. Außerdem wurde über Zugaben erhöhter Nitratkonzentrationen getestet, welche Kohlenstoffquelle besser mit hohen Nitratpulsen umgehen kann. Über eine 16S-Amplicon-Sequenzierung mit Illumina wurde zudem noch die gesamte mikrobielle Diversität in den verschiedenen Anlagen der sessilen und planktonischen Phase und des Inokulums bestimmt und verglichen.

Insgesamt zeigten die Laboranlagen mit den Holzhackschnitzeln (HHS) für lange Zeit die beste Nitratreduktionsleistung bei gleichzeitig geringen Ammoniumwerten. Jedoch erfuhr dieser Anlagentyp bei Zugabe stark erhöhter Nitratfrachten seine Auslastung und begann mit einer verstärkten

Ammoniumproduktion. Im Gegensatz dazu waren die Holzpellets bei hohen Nitratwerten stabil und reduzierten das Nitrat sogar schneller als zuvor – ohne eine gesteigerte Ammoniumproduktion. Jedoch schafften sie es nie, das Nitrat so weit zu senken wie die Holzhackschnitzelanlagen (Abbildung 4). Zudem wiesen die Holzpelletanlagen deutlich höhere und konstantere TOC-Werte (bis zu 1600 mg L⁻¹) auf als die Holzhackschnitzelanlagen, die mit maximal 400 mg L⁻¹ deutlich geringeren lagen und zum Ende des Experiments hin sogar abnahmen.

In Bezug auf das mikrobielle Konsortium konnte festgestellt werden, dass alle Anlagen auf andere Bakterienordnungen selektierten (Abbildung 5). Die Holzhackschnitzelanlagen zeigten die

04

Verlauf der Stickstoffzusammensetzung über die 200-tägige Laufzeit des Experiments mit Holzhackschnitzeln (A) und Holzpellets (B) als C-Quelle. Die gestrichelten Linien zeigen die Tage, an denen Nitrat zugegeben wurde. Tag 72 die 2-fache (140 mg/L), Tag 112 die 5-fache (265,8 mg/L), Tag 131 die 10-fache (731,6 mg/L) und an Tag 148 die 20-fache (1,46 g/L) Konzentration des Ausgangswertes, welche 72,8 mg/L betrug. Diese entsprach der höchsten gemessenen Nitratkonzentration im Dezember 2014 an der Drainage D7.



 Nitrat

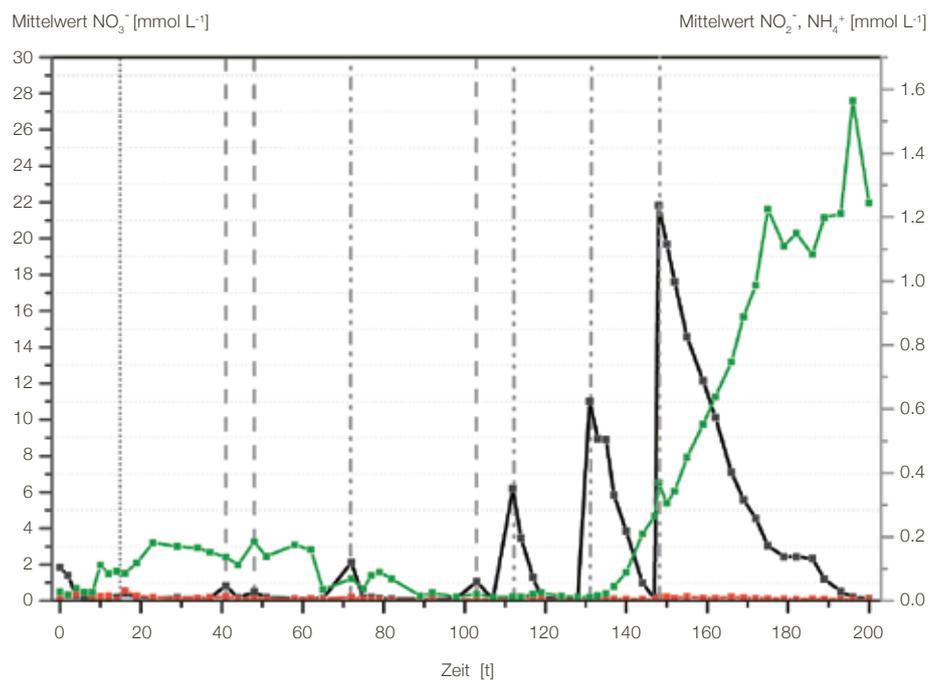
 Nitrit

 Ammonium

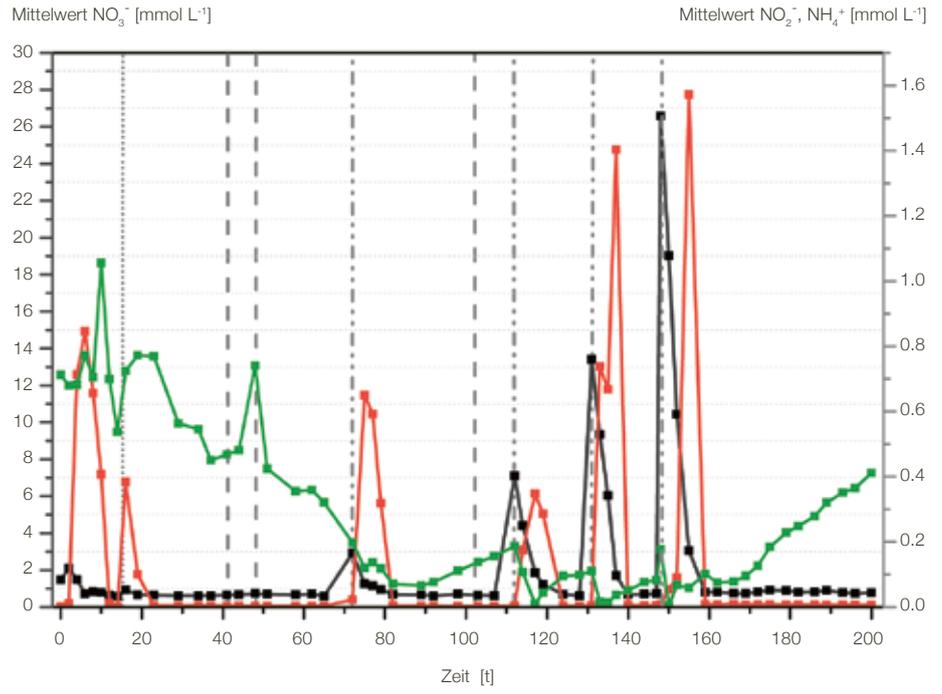
größte Diversität an Mikroorganismen und sogar Unterschiede zwischen der planktonischen und sessilen Phase. Die Holzpelletanlage zeigte eine ähnliche mikrobielle Zusammensetzung in der sessilen und planktonischen Phase. Zudem wies die Holzpelletanlage keine Archaeen auf, was gut mit der fehlenden Methanproduktion in diesem Anlagentyp korrelierte (Abbildung 6). Auch die HHS-Anlagen zeigten für lange Zeit keine Methan- und CO₂-Produktion. Erst nach einer 5-fachen Nitratzugabe kam es zu einer Produktion, und dabei zeigte sich ein regelmäßiger Rhythmus von Intervallen, die im Zeitraum von 6-8 h lagen. Diese nitratgetriggerte Methanogenese und deren Grundlagen sollen in zukünftigen Analysen näher untersucht werden.



A Holzhackschnittzel

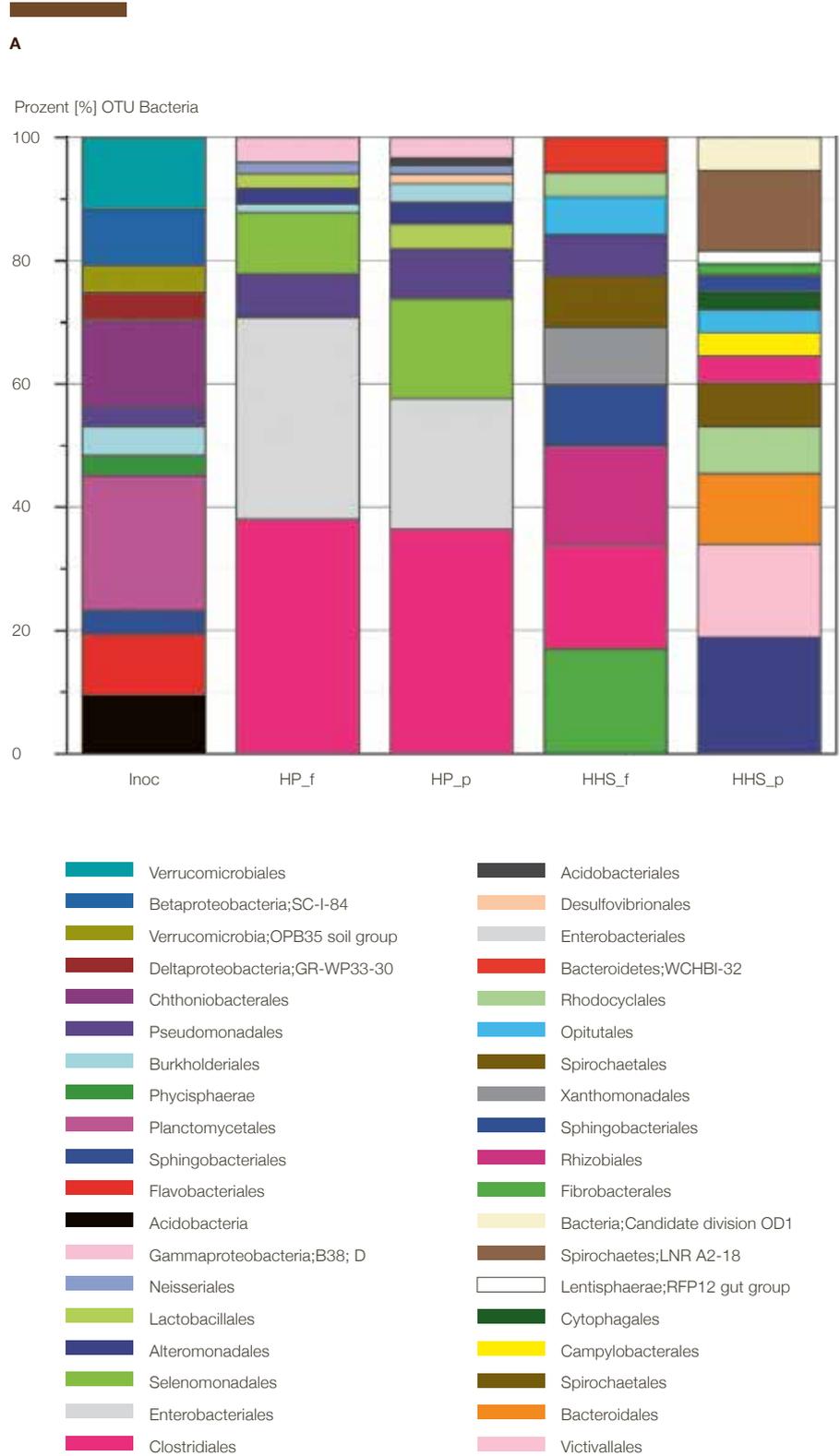


B Holzpellets



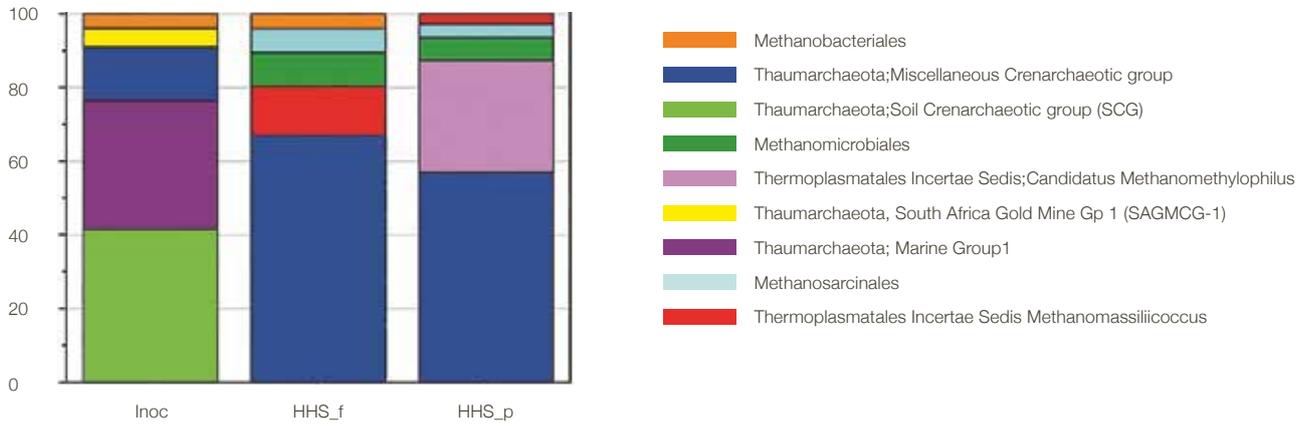
05

Mikrobielle Diversität in den verschiedenen Laboranlagen und dem Inokulum. In (A) sind die operational taxonomic units (OTUs) der Bakterien zu sehen und in (B) jene für Archaeen.



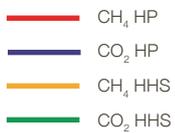
B

Prozent [%] OTU Archae

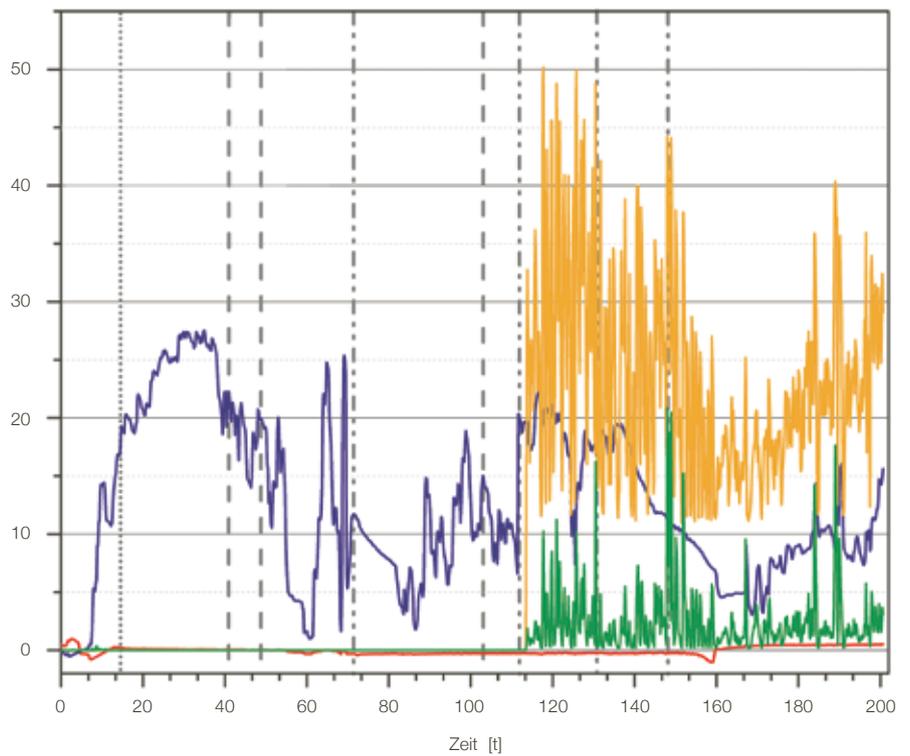


06

Verlauf der Gasproduktion (CO₂, CH₄) der Holzhackschnitzel- und Holzpelletanlagen während der 200-tägigen Versuchslaufzeit



Konzentration [vol %]





□ 07

Außenansicht der Online-Messstation sowie die Innenansicht mit Sensorik und Pumpen an der Denitrifikationsanlage D7

Die Analysen der Laborversuche zeigten, dass die Holzhackschnitzel für die gegebenen Umstände am Mürmes die beste C-Quelle für eine Denitrifikationsanlage darstellen, da sie trotz der Methanproduktion eine stabile und schnelle Nitratreduktion leisteten und dabei wenige unerwünschte Nebenprodukte wie TOC oder Nitrit verursachten. Im November 2015 wurden dann schlussendlich auch zwei solcher Anlagentypen an der Drainage D7 und D8 errichtet. Im Juli 2016 errichtete die Abteilung Angewandte Biologie des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) zusätzlich eine Online-Messstation, mit welcher autark mit Hilfe von Solarenergie der Zulauf und der Ablauf der Denitrifikationsanlage im Rhythmus von drei Stunden an der D7 auf Stickstoffverbindungen (Nitrat, Nitrit, Ammonium) sowie organischen Kohlenstoff (TOC) und pH-Wert bestimmt werden kann (Abbildung 7).

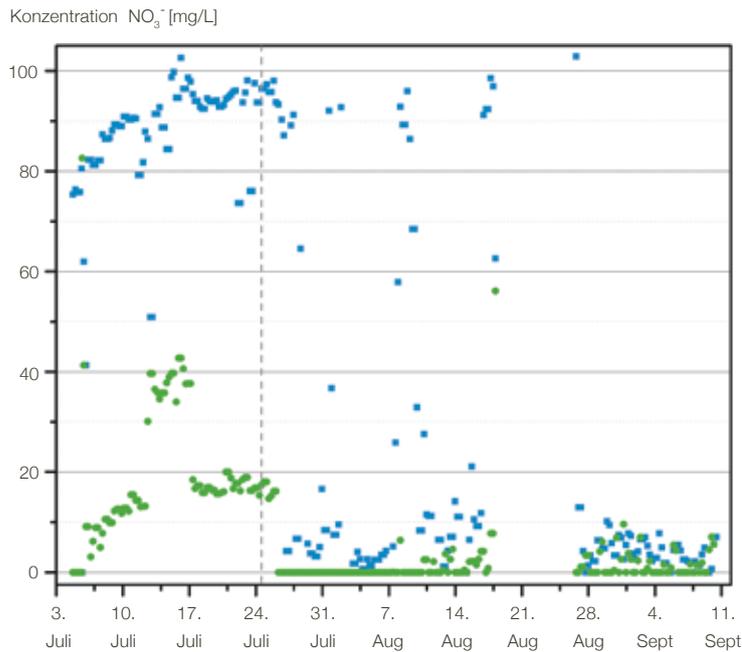
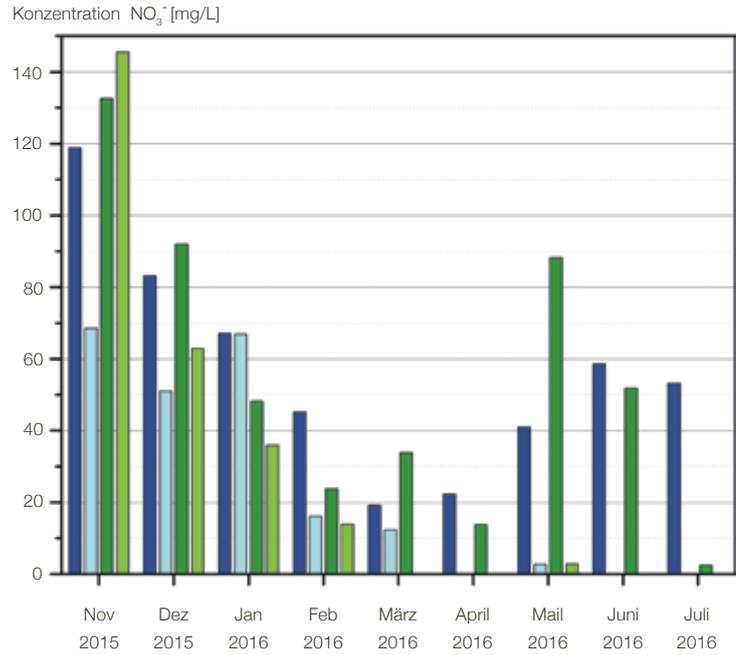
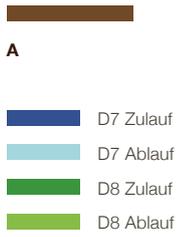
Die Ergebnisse der Freilandanlage zeigten bisher eine gute Funktionalität der Denitrifikationsanlage, welche jedoch erst in den wärmeren Sommermonaten konstantere Nitratreduktionen aufwies (Abbildung 8A).

Die Online-Messstation lief den ersten Monat reibungsfrei und zeigte Nitratreduktionsleistungen von 60-80 % (Abbildung 8B). Ab August 2016 bereitete die anhaltende Trockenheit Messprobleme, da kein Wasser im Zulauf und Ablauf vorzufinden war. Dies hielt bis Oktober an. Ab November waren die Schläuche zum Teil eingefroren, sodass auch hier keine reibungsfreie Messung stattfinden konnte. Im Jahr 2017 soll in den wärmeren Monaten eine kontinuierliche Messung ablaufen, sodass über einen längeren Zeitraum die Nitratreduktionsleistung sowie die Entstehung von Nebenprodukten überwacht werden kann.

□ 08

(A) Nitratkonzentrationen vom Zulauf und Ablauf der Denitrifikationsanlage der D7 und D8 monatlich gemessen von Nov. 2015 bis Juli 2016,

(B) Nitratkonzentrationen des Zulaufs und Ablaufs der Online-Messstation an der Anlage D7 gemessen im 3h-Rhythmus



Canfield, D. E.; Glazer, A. N. & Falkowski, P. G. (2010): The Evolution and Future of Earth's Nitrogen Cycle. In: Science 08 Oct 2010, Vol. 330, Ausgabe 6001. American Association for the Advancement of Science, Washington, S. 192-196.

Forst, M.; Hierlmeier, R.; Kiebel, A. & Ruthsatz, B. (1997): Hoch- und Zwischenmoore in Trockenmaaren der Vulkaneifel. In: Angewandte Landschaftsökologie, Heft 14. Landwirtschaftsverlag, Münster, 482 Seiten.

Guske, C. (2016) Nitratbelastung in Gewässern: EU-Kommission verklagt Deutschland. Eur Kommission. Abrufbar unter: https://ec.europa.eu/germany/news/nitratbelastung-gew%C3%A4ssern-eu-kommission-verklagt-deutschland_de (abgerufen am 07.09.2017).

Claus-Andreas Lessander
Bad Kreuznach

DER RUF NACH WILDNIS – DIE GEBURTS- STUNDE EINES NATIONALPARKS (AUSZÜGE)



Eine abendliche Lesung mit Auszügen des Buchs „Der Ruf nach Wildnis“¹, die im Rahmen der Tagung „Moore in Rheinland-Pfalz“ stattfand.

Der Ruf nach Wildnis

Die Wildnis. Greenpeace ruft schon lange nach ihr. Die Forderung nach der Ausweisung eines zusammenhängenden, 50.000 Hektar großen Wildnisgebietes in Deutschland geisterte vor mehreren Jahren durch die Presse und ich fragte mich, was das eigentlich soll. Wo sollte dieses Gebiet sein? Ich schildere mal meine Gedankengänge hierzu bis zum Jahr 2013:

Wildnis war für mich das, was die IUCN unter Schutzgebietskategorie I als „Wilderness area“ beschreibt. Ein solches Wildnisgebiet „... sollte ... über eine vollständige Ausstattung der zu erwartenden natürlich vorkommenden Ökosysteme verfügen, die weitgehend intakt sind, ...“. Die IUCN beschreibt den Zustand der Erde bezüglich Wildnis ausgesprochen treffend:

„Wir stellen fest, dass auf dem Festland und in den Binnen- und Küstengewässern – wenn überhaupt – kaum noch Gebiete vorhanden sind, die völlig unbeeinflusst von direkten menschlichen Tätigkeiten sind; dies hat sich auch auf die Weltmeere in Form einer Zunahme des Fische-

reidrucks und der Verschmutzung ausgewirkt. Berücksichtigt man die Auswirkungen grenzüberschreitender Luftverschmutzung und des Klimawandels, so hat sich der gesamte Planet verändert. Dies hat zur Folge, dass Begriffe wie ‚Natur‘ und ‚Kultur‘ nur grobe Näherungen sind. Wir könnten in gewisser Weise alle Schutzgebiete als in ‚Kultur‘-Landschaften befindlich beschreiben, da sich die kulturellen Praktiken verändert haben und die Ökosysteme beeinflusst wurden – oftmals im Laufe von Jahrtausenden. Dies hilft jedoch kaum, um zwischen sehr unterschiedlichen Formen der Funktionalität von Ökosystemen zu unterscheiden. Deshalb verwenden wir die Begriffe wie folgt:

Natürliche oder ursprüngliche Landschaften haben ein vollständiges oder fast vollständiges Inventar heimischer Arten innerhalb eines Ökosystems mit mehr oder weniger natürlichen Abläufen und Prozessen bewahrt.

Kulturlandschaften sind Landschaften, in denen sich größere Veränderungen vollzogen haben, z. B. durch sesshafte Landwirtschaft, intensive Dauerbeweidung und eine Waldwirtschaft, die zu

einer Änderung der Zusammensetzung oder Struktur des Waldes geführt haben. Auch die Zusammensetzung der Artengemeinschaft und die Funktionalität des Ökosystems haben sich erheblich verändert. Kulturlandschaften können dennoch ein breites Artenspektrum aufweisen, und in manchen Fällen kann dieses von traditionellen Nutzungen oder Pflegemaßnahmen abhängig geworden sein.“

Bis hierher ist der Text in sich stimmig. Doch dann folgen zwei Sätze, die ich mir nur mit der Einhaltung der Political Correctness erklären kann:

„Mit der Verwendung von Begriffen wie ‚natürlich‘ und ‚ursprünglich‘ wird nicht versucht, den langjährigen schonenden Umgang indigener und traditioneller Völker mit der Natur zu ignorieren oder zu bestreiten. In der Tat bleiben viele Gebiete gerade wegen dieser Form des Managements weiterhin wertvoll für die biologische Vielfalt.“

Da ist er wieder, der „edle Wilde“, der angeblich so verantwortungsvoll mit der Natur umgeht. Natürlich hat der „weiße Mann“ den Völkern in anderen Weltgegenden unendliches Leid zugefügt. Das kann und will ich gar

nicht bestreiten. Aber wo bleibt unsere Kulturlandschaft? Ich denke jetzt nicht an 100 Hektar große Maisfelder, sondern an Streuobstwiesen, an verantwortungsvoll genutzte und gepflegte Bacherlenwälder, an Hecken, die es zum Beispiel im Birkenfelder Land noch in großer Zahl gibt und die allesamt wichtige Trittsteine im Biotopverbund sind. Auch die tragen zur biologischen Vielfalt bei und die Menschen, die das alles pflegen, müssen genauso unterstützt werden wie die indigenen und traditionellen Völker anderer Erdteile.

Diese ökologisch wertvollen Kulturlandschaften gibt es also noch in Deutschland, auch wenn die Gesamtfläche durch die industrielle Landwirtschaft stark abgenommen hat. Aber wo in Gottes Namen lässt sich Wildnis finden? Es existieren noch Flecken auf der Erde, bei denen man von Wildnis sprechen könnte: Im Regenwald von Brasilien oder im Kongobecken oder in Alaska, wo es noch Bären, Wölfe und Luchse gibt. Aber in Deutschland? Und dann noch 50.000 Hektar am Stück? Wenn man Naturschützer nach unberührten Gebieten in Deutschland fragt, kommt reflexartig „Im Hochgebirge und im Wattenmeer.“ als Antwort. Wenn ich das höre, atme ich erst mal tief durch und sage mir dann: „O. k., ich lasse mal die Schadstoffe außer Acht, die per Luft auch auf die Alpen niedergehen. Ich ignoriere folgenden Satz aus dem Sondergutachten „Meeresumweltschutz für Nord- und Ostsee“, publiziert vom Rat der Sachverständigen für Umweltfragen im Jahr 2004: „Die Meere sind Schadstoffsenken; nahezu alle anthropogenen Schadstoffemissionen finden sich letztlich auch in der Meeresum-

welt wieder.“ Genauso wenig denke ich über die durch die Schifffahrt verursachten Verschmutzungen und die durch das abgelassene Ballastwasser eingebrachten Organismen aus anderen Regionen der Erde nach. Ich will ja nicht als kleinlich dastehen. Wir haben also im Wattenmeer und im Hochgebirge noch Wildnis. Es stellte sich aber nach wie vor die Frage für mich, wo die 50.000 Hektar gefunden werden sollten, denn die Forderung wurde mit dem Schutz der Buche als dringliches Anliegen verknüpft, und die wächst definitiv nicht im Hochgebirge und in der Nordsee kommt sie auch eher seltener vor. Ich hatte also lange das Problem, dass ich partout nicht verstanden habe, was da eigentlich gefordert wurde. „Meine“ Wildnis ist geprägt von Büchern, die ich als Kind verschlungen habe. Ruf der Wildnis von Jack London (Originaltitel: *The Call of the Wild*), die Lederstrumpf-Romane von Fenimore Cooper und natürlich die Werke von Karl May. Winnetou, Old Shatterhand und Old Surehand waren meine Helden. In diesen Büchern war das „wilde“ Amerika beschrieben, bevor die Bleichgesichter es gezähmt haben. Es entspricht weitgehend der Wildnis, wie sie von der IUCN definiert ist.

Ende 2012 startete die Vorbereitung des offiziellen Projektes Nationalpark. In einem der ersten Entwürfe des Ministeriums zur Projektstruktur war im Namen der Teilprojektgruppe, die ich leiten sollte, das Wort Wildnis enthalten. Ich erhob sofort Einspruch, und wir einigten uns auf den Kompromiss „Wald- und Wildnisentwicklung, Biodiversität“. Mit Wildnisentwicklung konnte ich leben. So hatte ich

immer einen Anlass, „die Wildnis“ zu thematisieren.

Einen der ersten Termine beim Start des Projektes machte ich mit Ulrich Jäger aus. Er war einer meiner Wunschkandidaten für die Mitarbeit in meinem Team. Ulrich Jäger ist beim Landesamt für Umwelt zuständig für die Beratung und Betreuung von Großschutzgebieten in Rheinland-Pfalz. Noch wichtiger war mir allerdings die Tatsache, dass er mir bei diversen ministeriellen Besprechungen als unabhängiger Denker aufgefallen war.

Ich schilderte ihm, was ich unter Wildnis verstehe - eben mein ökosystemares Verständnis von Wildnis. Und ich konfrontierte ihn mit meiner Meinung, dass es in Deutschland nicht einen Quadratmeter Wildnis gäbe. Und dann fragte ich ihn: „Was verstehen Sie unter Wildnis?“ Seine Antwort begann mit dem Satz „Das muss man differenziert sehen.“ Typisch Uli (wir sind mittlerweile per Du). Er gehört zu den wenigen Menschen, denen die Gabe des Zuhörens gegeben ist, aber gleichzeitig auch die Fähigkeit, auf das Gehörte mit sehr gezielten Worten einzugehen.

„Wenn man es ökosystemar betrachtet, gibt es tatsächlich keine Wildnis in Deutschland - außer vielleicht im Hochgebirge oder im Wattenmeer.“ (Ich erwähnte es schon: Deutsche Naturschützer müssen das aus einem mir noch nicht bekannten Grund immer erwähnen, wenn es um Wildnis geht. Das ist der Minimalkonsens. Wenn man den leugnet, wird man anscheinend aus dem Kreis der anerkannten Naturschützer ausgeschlossen - aber das ist nur

01

Torfmoos

Sphagnum spec.



eine Vermutung von mir). Und dann eröffnete mir Uli eine neue Welt: „Es gibt aber eine andere Betrachtungsweise: In dem Moment, in dem der Mensch die Finger von etwas lässt, wenn er nicht mehr eingreift, wenn er die Natur in Ruhe lässt, dann handelt es sich um Wildnis.“ Ich war im ersten Moment sprachlos, dann fiel mir als Antwort nur ein: „Wenn man das so betrachtet, sind wir im letzten Jahr einen entscheidenden Schritt weitergekommen in puncto Wildnisentwicklung.“ Und auf den fragenden Blick von Uli Jäger hin fuhr ich fort: „Wir haben in Rheinland-Pfalz seit dem letzten Jahr mindestens 50 Quadratmeter mehr Wildnis.“ Pause. Immer noch fragender Blick von Uli. „Durch die extreme Nationalparkarbeitsbelastung habe ich im letzten Jahr meinen Garten nicht angerührt. Ich habe da nichts gemacht: nichts umgegraben, die Obstbäume nicht geschnitten, den Garten nicht winterfertig gemacht. Ich habe definitiv die Finger davongelassen. Da habe ich jetzt also mitten in Bad Kreuznach ein Wildnisgebiet geschaffen.“

Wir mussten beide lachen. Und bei mir war der Groschen gefallen. Jahrelang hatte ich mit großer Skepsis Artikel zum Wildnisthema gelesen und mit Menschen darüber diskutiert – ohne zu wissen, welchen Wildnisbegriff mein Gegenüber im Kopf hatte. „Natur Natur sein lassen“, der geniale Slogan von Hans Bibelriether war mir geläufig. Mir war auch klar, was Prozessschutzgebiet bedeutet. Dass es Menschen gibt, die Wildnis mit Prozessschutzgebiet und „Natur Natur sein lassen“ gleichsetzen, war mir nicht bewusst. So kann man aneinander vorbeireden.

Greenpeace scheint sich allerdings auch weiterentwickelt zu haben. Jedenfalls kann ich auf ihrer Internetseite die Forderung nach einem 50.000 Hektar großen Schutzgebiet nicht mehr finden. Es wird dagegen speziell für den Schutz der Buchenwälder „... eine konsistente, fachlich begründete und bundesweit koordinierte Gesamtstrategie in Form eines nationalen Verbundsystems von repräsentativen Schutz- und Bewirtschaftungsgebieten“ gefordert.

Ganz wichtig war auch das erste Treffen mit der Kerntruppe meines Projektteams. Wir waren drei Förster von Landesforsten und zwei Naturschützer vom Landesamt für Umwelt. Michael Altmoos vom Landesamt stellte gleich zu Beginn die Gretchenfrage: „Wir (damit meinte er Uli Jäger und sich selbst) sind der Meinung, dass man aus Naturschutzsicht auf diesen 10.000 Hektar Nationalpark nur eines machen muss: einfach nichts. Alles, was wir brauchen, ist Geduld. Ich möchte fragen, ob wir darüber Konsens haben.“ Und dann geschah das Wunder: Alle stimmten zu. Wir hatten also drei Förster, zwei Naturschützer und eine Meinung. Das wird wohl ein singuläres Ereignis in meinem Berufsleben bleiben. Normalerweise reichen zwei Förster aus, um drei Meinungen zu produzieren. Aber ich schwöre, es war so. Und es war der Beginn einer wundervollen Zusammenarbeit, die bis heute anhält. Wie wichtig dieser alles entscheidende Konsens war, wurde mir erst nach und nach bewusst.

So einfach ist das also. Wir machen nichts mehr und im Handumdrehen haben wir 10.000 Hektar Wildnis. Hört sich erst mal prima an, wenn da

nicht ein Problem wäre: Wir befinden uns eben nicht in Alaska oder im Kongo- oder Amazonasbecken, sondern mitten in einem der am dichtesten besiedelten Räume der Welt, in Mitteleuropa. Der Nationalpark ist umgeben von Kulturlandschaft. In anderen Weltregionen haben viele Nationalparks das Problem, dass die wachsende Bevölkerung immer näher an die Nationalparkgrenzen rückt. Bei uns ist das schon längst vollzogen. Die letzten halbwegs naturnahen Flächen Deutschlands, die größeren Wälder, sind regelrecht umzingelt von Siedlungen und darüber hinaus liegen häufig Dörfer oder Einzelgehöfte als sogenannte Rodungsinseln mitten in diesen Gebieten. Wie gehe ich damit um? Jetzt kommt die Bürgerbeteiligung ins Spiel. Wir haben ja versucht, alle mit einzubeziehen.

Aber auch die wohlwollendsten Bürger, Verbände, Kommunen etc. hatten immer mindestens ein „Aber“ auf den Lippen. „Ihr könnt ja gerne einen Nationalpark machen, aber...“, hörten wir nur allzu oft. Wir machten uns an die Arbeit. Sie bestand im Wesentlichen aus der Abarbeitung dieser Abers. Daraus entstand die Zonierung des Nationalparks. Sie ist in der Regel notwendig, um einen Nationalpark zu managen.

...

Wurde das Borkenkäfer-Aber seitens der Gemeinde- und Privatwaldbesitzer vorgetragen, kam das nächste Aber aus einer ganz anderen Richtung. **Das Moor-Aber** kam von der Naturschutzseite und wurde von der Holznutzerfraktion dankbar aufgegriffen. Circa 13 % der Fläche des

Nationalparks Hunsrück-Hochwald, also mehr als 1300 Hektar, sind stark vernässte Standorte. Das waren bis vor 200 Jahren halbwegs unversehrte Quell- und Hangmoore, teilweise auch Bruchwälder. Von den Hunsrückern werden sie Brücher genannt, auch wenn es sich um ein Moor und nicht um einen Bruchwald handelt. Das führt bei Fachdiskussionen oftmals zu Irritationen. Dennoch verwende ich im Folgenden die Bezeichnung Bruch, da all diese nassen Bereiche traditionell überlieferte Namen wie Ochsenbruch, Langbruch oder Thranenbruch haben. Diese Brücher waren Gegenstand des letzten Aktes der Urbarmachung unseres Landes. Sie wurden als unproduktive Flächen angesehen und deshalb aufgeforstet. Dazu mussten effektive Entwässerungssysteme angelegt werden. Gräben und Wege sorgten für einen schnelleren Wasserabfluss und so konnte man auf den Brüchern, die vorher von Torfmoosen dominiert waren, Fichten anpflanzen. Damit waren sie für die Holzproduktion erschlossen.

Das Grundprinzip dieser Vorgehensweise findet man heute noch, beispielsweise in Indonesien. Dort gibt es großflächig „unproduktive“ Moore und Moorwälder. Diese werden entwässert und Palmölplantagen werden angelegt. Das hier gewonnene Palmöl wird auf vielfältige Weise genutzt, zum Teil als Biosprit in unseren Autos. Es wäre also mehr als überheblich, das Handeln der früheren Förstergenerationen zu verurteilen. Wir alle zusammen tun das Gleiche auch heute. Wir haben die Umweltzerstörung nur exportiert.

Immerhin wollen wir es nun vor der eigenen Haustür besser machen.

Eine Handlungsvariante wäre zu sagen: „O. k., wir haben Geduld, wir warten jetzt einfach mal, machen nichts, lassen Natur Natur sein, und irgendwann sind das wieder Brücher.“ Das Dumme ist nur, dass die Wege, die wir durch diese Brücher gebaut haben, noch sehr lange nachweisbar sein werden. So wie man die Römerstraßen fast 2000 Jahre, nachdem sie gebaut wurden, im Gelände nach wie vor erkennt. Und das Fatale dabei ist: Solche Wege und Forststraßen sind nicht nur ewig lange erkennbar, sondern darüber hinaus als Wasserableiter wirksam. Wir müssten also warten bis zur nächsten Eiszeit oder bis in der Eifel wieder ein Vulkan ausbricht und das Land mit Asche bedeckt, bis sich hieran etwas grundsätzlich ändert. So viel Geduld hat dann doch keiner. Also müssen wir aktiv etwas unternehmen, um die menschlichen Einflüsse wieder rückgängig zu machen: Gräben verschließen, Wege zurückbauen, Fichten entnehmen. Im Allgemeinen wird das Moorrenaturierung genannt.

...

„Aber was ist mit bestehenden Leitungen, Trinkwassergewinnungsanlagen etc.? Werden die etwa auch der Natur überlassen?“ Eine äußerst berechtigte Frage. Als Förster weiß ich recht gut, was in unserem Wald „so alles los ist.“ Deshalb haben wir zusammen mit der örtlichen Forstverwaltung zu einem relativ frühen Zeitpunkt alle vertraglich geregelten Ansprüche zusammengestellt, die im anvisierten Nationalparkgebiet existieren. Es war erstaunlich, was da so alles zusammenkam. Von der verpachteten Wiese bis zur Trinkwasserquelle, von der Telekomleitung bis zum Übungsgelände der

DRK-Rettungshundestaffel war alles Mögliche vertreten. Dazu jede Menge militärisch genutzter Leitungen. Es war eine beeindruckende Liste, und die Forsteinrichtung in Koblenz hat aus diesen Daten eine Karte angefertigt, in der alle linien- und flächenbezogenen externen Ansprüche eingezeichnet waren. Das Ziel war, mittels unterschiedlicher Farben und Linienstrukturen die Gruppen, die wir gebildet hatten (Wasser, Strom, Telekommunikation, Militär etc.) übersichtlich darzustellen. Ich kann mich noch gut erinnern, wie ich bei meinem Kollegen Thomas Heß, der an dieser Karte arbeitete, per E-Mail anfragte, wie weit er denn sei. Seine trockene Antwort: „Bin bald soweit. Aber eins kann ich dir schon sagen: Die Karte sieht aus wie das Schnittmuster für den Kampfanzug eines Außerirdischen.“ Diese (vertraglich abgesicherten) Anspruchsberechtigungen kurzfristig abzulösen, wäre unmöglich gewesen - finanziell vom Land nicht leistbar, und es hätte die Zustimmung zum Nationalparkprojekt wahrscheinlich im Keim erstickt. Zum Glück kam die Politik diesem Technik-Aber zuvor. Von Beginn an kam von unserem Ministerium die eindeutige Ansage, dass Verträge und technische Anlagen Bestandsschutz haben.

Es wird in den nächsten Jahrzehnten eine Daueraufgabe sein, vielleicht doch die eine oder andere Nutzung des Gebiets zurückzufahren. In einigen Fällen wird das leicht sein (zum Beispiel bei verpachteten Grundstücken), in anderen ist es auf absehbare Zeit einfach nicht möglich (etwa bei Versorgungsleitungen). Auf jeden Fall sollte die Nationalparkverwaltung sehr behutsam und sensibel vorgehen. Das

Versprechen, dass technische Einrichtungen Bestandsschutz haben, muss gehalten werden. Dies ist in Paragraph 15 des Nationalpark-Staatsvertrags entsprechend geregelt. Eine Zurücknahme kann danach immer nur im Einverständnis mit dem bisherigen Nutzer erfolgen. Der Weg zur Wildnis ist halt weit.

Aus all diesen Abers hat sich die Zonierung des Nationalparks sozusagen automatisch ergeben. Die folgenden prozentualen Angaben beziehen sich auf den Zeitpunkt der Ausweisung und auf die Gesamtfläche des Nationalparks. Zunächst haben wir aus den zuvor genannten Gründen (vor allem Brennholzgewinnung, Artenschutz, Schutz bestehender technischer Anlagen) die Pflegezone definiert (25 %). Hier sind Managementmaßnahmen zeitlich unbefristet möglich. Der Rest ist Naturzone. Die Naturzone ist untergliedert in Naturzone 1 a (Wildnisbereiche, 23 %) und

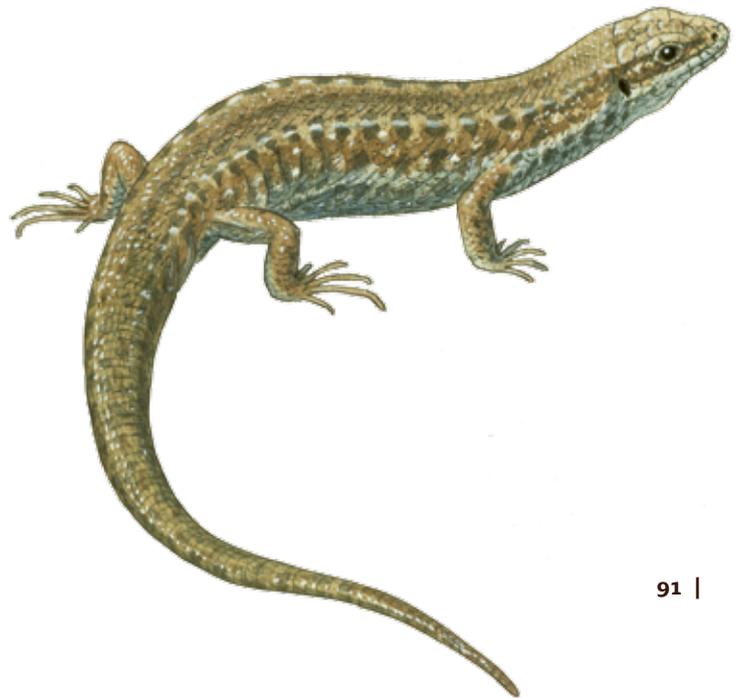
Naturzone 1 b (Entwicklungsbereiche, 52 %). Wildnisbereiche sind Flächen, bei denen sich kein Aber auswirkte. Sie können im Inneren des Nationalparks, aber auch direkt an der Grenze liegen, weswegen wir nicht den Begriff Kernzone verwenden. In den Wildnisbereichen herrscht von Anfang an, das heißt seit Gründung des Nationalparks Hunsrück-Hochwald am 01. März 2015, Prozessschutz. Hier gilt also jetzt schon „Finger weg“. In den Entwicklungsbereichen sind zeitlich befristet (maximal 30 Jahre lang) Managementmaßnahmen zulässig, um negativ wirkende menschliche Einflüsse vergangener Zeiten rückgängig zu machen.

Alle stark vernässten Standorte sind der Naturzone 1 b zugewiesen. Im Rahmen der Erstellung des Nationalparkplans wird in den nächsten Jahren jedes einzelne Bruch begutachtet und entschieden, wie wir damit umgehen. Es gibt hier eine sehr weite Spanne.

02

Mooreidechse

Zootoca vivipara



Manche Brücher sind so extrem stark menschlich beeinflusst, dass es gar keinen Sinn machen wird, hier noch Geld und Zeit zu investieren. Die wird man direkt der Naturzone 1 a zuordnen, also der Natur überlassen. Auf der anderen Seite der Skala gibt es Brücher, die sind in den letzten Jahren bereits renaturiert worden. Vielleicht führt man noch eine Entfichtung durch, entfernt also neu entstandene Fichtennaturverjüngung, und weist sie dann der Naturzone 1 a zu. Auch wenn es Stimmen gab, die sich dafür aussprachen, die Brücher der Pflegezone zuzuweisen, haben wir uns im Nationalparkprojektteam sehr schnell darauf geeinigt, dass wir dies nicht tun werden. Bei den Brüchern liegt der eindeutige Schwerpunkt auf der möglichst weitgehenden Wiederherstellung der natürlichen Standortverhältnisse, das heißt, die Entwässerungssysteme müssen zurückgebaut werden. Wie alle Entwicklungsbereiche sollen die Brücher nach spätestens 30 Jahren in die Naturzone 1 a überführt worden sein.

...

Ich habe nun von vielem erzählt: von nachhaltiger Nutzung und von Wildnis, vom ersten Nationalpark Yellowstone und von einem der jüngsten namens Hunsrück-Hochwald, von der segregativen und der integrativen Waldwirtschaft und von vielem mehr. Ich freue mich, dass Sie meinen Gedanken gefolgt sind und mein Buch gelesen haben. Aber wenn Sie einen Nationalpark besuchen, bitte ich Sie um einen Gefallen: Vergessen Sie das alles, spätestens wenn Sie ihn betreten. Machen Sie es wie der begnadete Ballettkünstler Maurice Béjart, der folgendes Motto

hatte: „Wenn ich in ein anderes Land reisen möchte, lese ich zuvor darüber so viel, wie es geht. Dann fahre ich hin und in dem Moment, in dem ich ankomme, vergesse ich alles Gelesene.“ Sehen Sie den Nationalpark als ein anderes Land. Vergessen sie IUCN und Naturschutzgesetz, Borkenkäfermanagement und Brennholzproblematik. Erleben Sie die Natur mit allen Sinnen. Lassen Sie sich den Wind um die Nase wehen, sperren Sie Ohren und Augen auf und versuchen Sie, Teil dieser großartigen Schöpfung zu sein. Und wenn Sie wieder nach Hause kommen und Sie haben glücklicherweise einen Garten, packt Sie vielleicht die Sehnsucht nach Wildnis und Sie überlegen sich, in welcher Ecke Sie Natur Natur sein lassen können. Wenn Sie ganz wagemutig sind, erklären Sie Ihren Vorgarten zum Nationalpark und geben ihm einen Namen (aber bitte nicht Nationalpark Oranienstraße, der Name ist belegt, den gibt es schon in Bad Kreuznach). Das erfüllt hinsichtlich Großräumigkeit zwar nicht ganz die geltenden Qualitätskriterien, aber ich wette, Sie werden in jeglicher Hinsicht jede Menge Spaß haben. Das beginnt damit, dass Sie das lästige Unkrautjäten einstellen können. Beobachten Sie, wie sich die Fläche verändert, wie sich Tiere und Pflanzen einstellen, die Sie vorher noch nie in Ihrem Garten bemerkt haben, und wie die Samen der diversen Blumen auf die Grundstücke Ihrer Nachbarn fliegen. Und wenn diese sich darüber beschweren, laden Sie doch einfach alle Interessierten zu einem Nationalparkforum ein und diskutieren Sie das Thema Wildnis. Wildnis entsteht im Kopf. Und Nationalpark kann überall sein.

1. Lessander, C.-A. (2016) Der Ruf nach Wildnis. Die Geburtsstunde eines Nationalparks. oekom verlag, München, 208 Seiten

Illustrationen: Michael Papenberg





Scheiden-Wollgras (*Eriophorum vaginatum*) | Michael Papenberg

IMPRESSUM

Herausgeber

Jochen Krebühl | Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz

Für die Inhalte der Beiträge sind die Autorinnen und Autoren verantwortlich.
Die in den Texten vertretenen Meinungen stimmen nicht immer mit denen des Herausgebers überein.

Umschlagfotos

Titel: Anthropogen überprägter Bereich im Thranenbruch | Jan Hoffmann

Seite 2: Mooraspekt im Riedbruch | Marion Mays

Seite 95: Maßnahmenplanung im Oberluderbruch bei Morbach | Moritz Schmitt

Gestaltung

Jen Fritsch – Gestaltung mit Haltung | www.jenfritsch.de

Druck

dieUmweltDruckerei | klimaneutral | auf 100% Recyclingpaper, zertifiziert
mit dem Blauen Umweltengel | mit mineralölfreien Farben auf Pflanzenbasis

ISBN 978-3-939719-09-0

**Stiftung Natur und Umwelt
Rheinland-Pfalz**



Diether-von-Isenburg-Straße 7
55116 Mainz
+49 (0) 6131 – 16 50 70
kontakt@snu.rlp.de
www.snu.rlp.de

BERGWALD
PROJEKT





