

Moorwälder – forstwirtschaftliche Nutzung und Moorschutz

Stefan Müller-Kroehling

Zusammenfassung

Von Bäumen geprägte Lebensräume sind weltweit und in einer großen Vielfalt wichtige Bestandteile der Moor-Ökosysteme. Dennoch spielen Moorwälder in den Vorstellungen und Zielsystemen des klassischen Moorschutzes oftmals eine untergeordnete oder aber negativ belegte Rolle. Überall dort, wo der Moorwasserstand nicht dauerhaft höher als 10–15 cm unter Flur ansteht, können sich baumförmige Gehölze ansiedeln. Viele der bayerischen Moore waren daher auch bereits ursprünglich auf etwas höher gelegenen oder unmerklich hängigen Teilflächen mehr oder weniger mit Gehölzen bestockt. Da dort torfbildende Pflanzen wie Torfmoose, Wollgräser und Seggen wachsen können, handelt es sich um wachsende Moore. Der heutige Anteil von etwa einem Drittel bewaldeter Moore entspricht dem bayerischen Bewaldungsanteil der Gesamtfläche. Die Moore unter Wald sind im Durchschnitt in einem besseren Erhaltungszustand als landwirtschaftlich genutzte Moore, was ihre Treibhausgasbilanz und den Erhalt des Torfkörpers angeht – auch ihre Biodiversitätsleistungen sind erheblich. Dennoch bedürfen sie meist einer Verbesserung ihrer hydrologischen Bedingungen, insbesondere durch den Verschluss von Gräben (Hochmoore) sowie durch die Wieder-Anhebung des Grundwasserspiegels (Niedermoores). Die forstliche Nutzung vernässter Moore erfordert eine an Nassbewirtschaftung angepasste Bestockung, Erschließung und Ernteverfahren. Hier sind vielfach erhebliche Investitionen und Waldumbaumaßnahmen notwendig.

Summary

Peat forests – Forest use and peat conservation

Although habitats characterized by trees are important components of peatland ecosystems, peat forests often play a subordinate or even negative role within the target systems of classic peatland protection. Wherever the water level is not permanently higher than 10–15 cm below ground level, tree-like shrubs are naturally present. Many of the Bavarian peatlands were therefore originally more or less partially covered with trees on slightly elevated or sloping areas. Since peat-forming plants such as *Sphagnum* mosses, cotton grass and sedges can grow there, these are growing peatland. The current proportion of about a third of forested bogs corresponds to the Bavarian proportion of forested areas overall. On average, the peatlands under forest are in a better conservation status than agriculturally used peatlands in terms of their greenhouse gas balance and peat body preservation; their biodiversity services are also significant. Nevertheless, they usually require an improvement in their hydrological conditions, particularly by closing ditches (raised bogs) and by re-establishing the original groundwater level (fens). The forest use of wet peatlands requires stands, road constructions and harvesting methods adapted to wetland management. Significant investments and forest conversion measures are often necessary here.

✉ Dr. Stefan Müller-Kroehling, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF, Abt. Biodiversität, Naturschutz, Jagd), Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising;
stefan.mueller-kroehling@lwf.bayern.de

Einführung: Moore und Bäume

Moore bzw. organische Böden nehmen etwa 500 Mill. ha bzw. 3 % der Landfläche der Welt ein (UNEP & GPI 2022). In weltweiten Übersichten wird oft zwischen den Kategorien Moore, Grasland, Wälder und weiteren unterschieden, wenn es z.B. um den Flächenanteil oder um die CO₂-Speicherkapazität geht (Heinrich-Böll-Stiftung et al. 2023). Wälder und Moore sind jedoch keine sich gegenseitig ausschließenden bzw. komplementären Einheiten. Vielmehr existieren auch Moorbücher, die demnach sowohl Moor als auch Wald sind. Teil des weltweiten gesamten „Moorbioms“ sind z.B. Torfregenerwälder in Regenwaldgebieten Indonesiens, des Amazonasgebiets und Kongobeckens sowie Moorbücher in der Taiga. Unter Bäumen kann also durchaus eine torfbildende Vegetation bestehen und Torf kann akkumuliert werden, und das war auch während früherer Erdzeitepochen der Fall (Mägdefrau 1968).

In Deutschland sollte man vier Moor-Großregionen mit sehr unterschiedlicher ursprünglicher Rolle von Gehölzen unterscheiden (Schopp-Guth 1999; vgl. Abb. 6, S. 20 in diesem Band¹):

- das nordwestdeutsche Tiefland u.a. mit ausgedehnten, weitgehend baumfreien atlantischen Regenmooren (Hochmooren);
- das kontinental getönte nordostdeutsche Tiefland, in dem die Niederschläge allein für eine Hochmoorbildung nicht ausreichen und daher vor allem Niedermoore sowie Kesselmoore auftreten, in denen die Waldkiefer ein natürliches Vorkommen hat;
- die zentralen Landesteile, in denen Moore nur verstreut und eher kleinflächig auftreten, vor allem als Flusstal Niedermoore sowie mit größerer Flächenbedeutung als Hang- und Quellmoore der Mittelgebirge;
- sowie der süddeutsche Raum mit dem Alpenvorland und den östlichen Mittelgebirgen vom Erzgebirge bis zum Bayerischen Wald, in denen Fichte und Bergkiefer die wichtigsten Moorbaumarten sind.

Eine Leitbildübertragung zwischen diesen Moorregionen ist problematisch, aber leider weit verbreitet. Vor allem die baumfreien Moore der atlantischen Küstenebene dienten lange als prototypisches Leitbild im Moorschutz, ohne dass dies in den anderen drei Regionen gerechtfertigt wäre. Bereits Ellenberg (1996) und Fischer (1995) wiesen darauf hin, dass „im subkontinentalen Teil Mitteleuropas die Hochmoore dagegen in den trocken-warmen Sommern oberflächlich abtrocknen [...]. Hochmoore im subkontinentalen Teil Europas sind deshalb ganzflächig von ‚Moorwäldern‘ bewachsen.“ (Fischer 1995, S. 189). Es handelt sich dabei um oft mattenwüchsige, „krüppelförmige“ Gehölze, die oftmals an den Moorbildungsprozessen beteiligt sind. Die Abb. 1 zeigt dazu ein lichtetes Spirkenfilz-Mosaik im Naturreservat Schönleitenmoos, einem der wenigen weitgehend von Entwässerungsgräben und Grundwasserabsenkungen unbeeinflussten Moore in Bayern.

Die Rolle von Bäumen in einem Moor hängt stets mit der Kombination aus Wasserstand, Klimatönung und der Nährstoffsituation zusammen, die zusammen den natürlichen Vegetationstyp bestimmen. Nur bei dauerhaft hoch anstehendem Wasser (bis –10 cm) ist ein Moor natürlicherweise gehölzfrei. Sobald der Wasserstand tiefer liegt, z.B. aufgrund eines Gefälles oder eines Reliefs im Torfkörper, können auf den etwas höher gelegenen Bulten Bäume wie Spirke und Waldkiefer wachsen oder in Bruchwäldern (Wäldern auf Niedermoorböden) die Schwarzerle, sowie Moorbirke und Fichte bei noch etwas tieferem Wasserstand.

Auch im Hochmoorschild von Kermihochmooren² kommen Bäume vor (Eurola 1962), so auch im Schwarzen Moor in der bayerischen Rhön, dem einzigen Kermihochmoor Deutschlands (Succow & Jeschke 1990). Da seine Umgebung gerodet ist und Straßen und Wege in seinem Umfeld verlaufen, fehlt ihm der natürliche, das Moorklima schützende Waldgürtel, und der natürliche Zustrom aus seinem Einzugsgebiet ist durch Gräben abgeschnitten. Die namensgebenden feuchten Senken (Flarken)

1 Tanneberger, F. 2024. Verbreitung und Zustand der Moore weltweit, in Europa und in Deutschland. – In: Bayer. Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): Moore: Ökosystemfunktionen, Biodiversität und Renaturierung. Pfeil, München: 13–25.

2 Kermihochmoor: exzentrische und konzentrische Hochmoore, bei denen senkrecht zum Gefälle der Mooroberfläche parallele Stränge ausgebildet sind, zwischen denen offenes Wasser steht.

und Rüllen sind aber noch vorhanden. Der sehr lichte und mattsüchtige Bewuchs mit den beiden Eiszeitrelikt-Gehölzarten Moor-Waldkiefer und Karpatenbirke wächst im Mikorelief des Torfkörpers auf den leicht erhöhten Bereichen. Ein stabiles Gleichgewicht und äußerst vielfältiges Mosaik aus Standorten und Vegetation sind die Folge, wie es auch in den unbeeinflussten Kermihochmooren Skandinaviens (Eurola 1962) und dem nördlichen Nordamerika (Tiner 2005) der Fall ist.

Von der Moorfläche Deutschlands (ca. 220 000 ha) sind ca. $\frac{1}{3}$ heute mit Wald bestockt. Damit entspricht der heutige Anteil bewaldeter Moore dem Anteil von Wald an der Gesamtfläche Bayerns. Indes stocken nur ca. 2,6 % (gut 64 000 ha) der Waldfläche Bayerns auf organischen Böden (0,91 % der Landesfläche). Daraus ist erkennbar, dass für die meisten Waldbesitzer organische Böden („Moorböden“) eine geringe Rolle spielen – sie werden in aller Regel auch nicht intensiv forstwirtschaftlich genutzt. Überdurchschnittlich viel Wald auf Moor steht im Ostbayerischen Grenzgebirge (Oberpfälzer und Bayerischer Wald), was durchaus auch den natürlichen Wuchsverhältnissen entspricht. Im Voralpengebiet sind hingegen besonders viele offene Moorflächen vorhanden, auch als Folge jahrhundertelanger Beweidung, Streunutzung und Schwendung. Dennoch können vor allem im Voralpengebiet oder Ostbayern erhebliche Teile des individuellen Waldbesitzes auf organischen Böden stocken.

Baumarten in naturnahen Mooren

Das Vorkommen der moortypischen und für Forstwirtschaft in Mooren geeigneten, (standorts-)heimischen Baumarten in naturnahen Mooren Bayerns zeigt die Tabelle 1. Die Spirke (Aufrechte Moorkiefer, *Pinus rotundata*), eine Art oder Unterart aus der Gruppe der Bergkiefern (*Pinus mugo* agg.³), nimmt in Bayern eine Gesamtfläche von 3000–4000 ha ein (Quelle: Auswertungen der



Abb. 1. Typisches, sehr liches Spirkenhochmoor mit „amphitheatrischem“ Ansteigen der Baumhöhen zum Fichtenmoorrandwald im Naturwaldreservat Schönleitenmoos. – Foto: B. Mittermeier.

LWF, Stand 11/2022). In Deutschland kommt sie vor allem im Voralpenland vor, ferner im Schwarzwald, sowie mit relativ kleinen Reliktbeständen im Bayerischen Wald, in Teilen Nordostbayerns und des Erzgebirges; hinzukommen Schweizer Jura, Vogesen, der tschechische Teil der oben genannten Grenzgebirge sowie Standorte in den Sudeten, den Südkarpaten und in Österreich (nach Christensen 1987, BfN 2013). Etwa 30 % des weltweiten Bestands stocken geschätzt in Bayern; für Spirke und Spirkenfilze⁴ hat dieses Bundesland daher eine besondere Schutzverantwortung. Ein aus Nordamerika eingeschleppter Schadpilz (*Lecanosticta acicola*, Braunfleckenkrankheit) bereitet daher große Sorgen. Nachdem keine Fungizide ausgebracht werden sollten, wird es andere Möglichkeiten geben müssen, die Spirken in Bayern zu erhalten; möglicherweise wird man ihr Genom *ex situ* sichern müssen. Auch die eiszeitreliktären Unterarten Moor-Waldkiefer (*Pinus sylvestris* ssp. *turfosa*) und Karpatenbirke (*Betula pubescens* ssp. *carpatica*) sind Arten mit weltweit kleinem Areal, die auf Mooren auf den entsprechenden Standorten vorkommen und zu bewahren sind.

Andere heimische Baumarten, die zum Teil natürlicherweise an Moorrändern, auf Anmooren und in Niedermooren vorkommen, sind Zitterpappel, Flatterulme, Wacholder, Weißtanne, Vogelbeere, Wildbirne und gelegentlich die

3 Zu der Gruppe gehört auch die Latsche (*Pinus mugo* ssp. *mugo*) und die auf Kalkgeröll wachsende Hakenkiefer (*Pinus uncinata*). Die genaue Taxonomie der Gruppe ist schwierig und wird in den verschiedenen Teilen des Verbreitungsgebiets unterschiedlich gehandhabt.

4 Filz: süddeutscher Begriff für Hochmoor.



Abb. 2. Waldkiefern liegen nach Verpuffung und Sackung des ursprünglich mächtigen Niedermoores erhöht im Gelände, auch wenn sie den Prozess gebremst haben; Schwarzhölzl, München, 2016. – Foto: S. Müller-Kroehling.

Eibe. Der Anbau nicht-heimischer Baumarten auf entwässerten Moorstandorten, wie er in anderen Teilen Europas zum Teil sehr verbreitet ist, etwa der nordamerikanischen Arten Sitka-Fichte (*Picea sitchensis*; u. a. in Irland und Schottland) und der Drehkiefer (*Pinus contorta*; u. a. in Schweden), spielt dagegen in Deutschland keine nennenswerte Rolle.

Speziell die zwei in Bayern durch forstlichen Anbau am weitesten verbreiteten heimischen Nadelbaumarten, die Gemeine Fichte und die

Waldkiefer, die oftmals auch auf wenig geeigneten Standorten als forstliche Monokulturen angebaut wurden, haben in Mooren einen ihrer natürlichen Wuchsorte. In manchen Regionen kamen sie ursprünglich sogar ausschließlich dort vor. So ist die Fichte als Baum des Gebirges in tieferen Lagen in vielen Regionen vollständig auf Moore begrenzt. Wegen ihrer weiten Verbreitung in Forstbeständen auf „Normalstandorten“ werden Fichten und Kiefern jedoch oft auch auf Moorböden fälschlicherweise pauschal als standortwidrige Bestände und als moorfremder Bewuchs verstanden.

Moorschutzziele und Bäume

Die Renaturierung bzw. der Erhalt von Mooren ist mit Klima-, Natur- und Landschaftsschutz, mit Hochwasserschutz und als oberstem Ziel mit dem Schutz der Moorböden, d.h. dem Erhalt der Moore als solchen verbunden. Um allen genannten Funktionen bestmöglich zu dienen, muss das Oberziel die Wiederherstellung intakter, nasser, speichernde und speicherfähiger Moore sein; Bäume können dazu wesentlich beitragen.

Erhalt und Schutz des Moorbodens

Entgegen einer verbreiteten Sichtweise wirkt Wald torfkonservierend, bremst also die Torfzehrung. Ist eine Landschaft entwässert, wirkt der Wald durch die Transpiration kühlend, deckt den Torf ab und schützt ihn gegen Wind. Dadurch bleibt

Tab. 1. Moortypische und für Forstwirtschaft in Mooren geeignete Baumarten in naturnahen Mooren Bayerns.

Art	Unterart bzw. Form	Vorkommen, Besonderheiten
Spirke (Moorkiefer) (<i>Pinus mugo</i> -Komplex);	Aufrechte Moorkiefer: <i>Pinus rotundata</i> (<i>Pinus mugo</i> ssp. <i>rotundata</i> var. <i>arborea</i>)	Hochmoorzentren und -ränder; Adventivwurzeln ermöglichen Mitwachsen mit dem Moor; mitteleuropäischer Endemit, hohe bayerische Schutzverantwortung
Waldkiefer (<i>Pinus sylvestris</i>)	Unterart: Moor-Waldkiefer: <i>Pinus sylvestris</i> ssp. <i>turfosa</i>	Kontinentale Hochmoore, Randwälder; braucht sommerliche Trockenphasen (subkont. Klimate); reliktdäre Moor-Unterart; krüppelwüchsig in Moorzentren wachsend
Fichte (<i>Picea abies</i>)		Moorrandwälder, krüppelwüchsig im Moorzentrum von Hochlagenmooren; Befähigung zur Flachwurzelnung; „Kälteweltmeisterin“
Schwarzerle (<i>Alnus glutinosa</i>)		Nicht zu nährstoffarme Niedermoores (Bruchwälder); Aerenchymssystem, Atmung auch bei andauerndem Überstau
Moorbirke (<i>Betula pubescens</i>)	Karpatenbirke: <i>Betula pubescens</i> ssp. <i>carpatica</i>	Moorrandwald, auch nährstoffarme und hochgelegene Niedermoores (Bruchwälder); kältehart; reliktdär verbreitete Unterart

der Torf unter Wald besser erhalten als im vergleichbar entwässerten Offenland, in dem der Boden schneller und stärker verpufft. Wird das Moor entwässert, kann Wald helfen, die Verpuffung, Vererdung und Sackung abzumindern (Abb. 2).

In Mooren mit Gehölzen verändern diese das Verdunstungsgeschehen. Dichte Gehölzbestände verdunsten insgesamt mehr als krautige Vegetation. Bei letzterer ist die Evaporation (im Sinne von Flächenverdunstung) wesentlich höher, im Wald dagegen die Interzeption⁵, wenn auch bei weitem nicht um ein Vielfaches, wie oft angenommen wird (Eggelsmann 1990, EDOM et al. 2010b, Kučerová et al. 2010). Nur in dicht bestockten Beständen, wie sie nur durch gezielte Entwässerung der Moorstandorte erzielt werden können, ist die Interzeption deutlich höher (EDOM et al. 2010b) und hält so zusätzlich viel Niederschlagswasser davon ab, auf den Boden und somit in das System zu gelangen. In Finnland, wo viele Moore entwässert und mit Wald bestockt worden waren (s. oben) und dies auch heute noch in der privaten Forstwirtschaft geschieht, hat sich die Hoffnung, dass die dicht bestockten Forstbestände durch die hohe Transpiration und Interzeption so viel Wasser verbrauchen, dass es zu einer „Selbstdrainage“ kommt, nicht bestätigt. Vielmehr können nur durch aktive Aufrechterhaltung der entwässernden Grabentiefe die für dichten Moorwald benötigten Wuchsbedingungen erhalten werden (Paivänen & Hanell 2012). Dass die Waldbestände den Boden nicht dauerhaft „leerpumpen“ und trockenlegen, zeigen auch die Ergebnisse der Wiederholungsaufnahmen in südbayerischen Hochmoorgebieten (Kaule 1974, Kaule & Peringer 2015), in denen sich nach oft unterlassener Grabenpflege die Waldbestände trotz ungünstiger Klimaentwicklung entgegen dem allgemeinen Trend sogar positiv entwickelt haben, hin zu mehr Moorvegetation und mehr Naturnähe.

5 Interzeption: Niederschlag, der an der Oberfläche der Vegetation haften bleibt und dort entweder verdunstet oder, bei längeren oder stärkeren Regen bzw. Schneefall, erst mit Verzögerung als Stammabfluss oder Kronendurchlass zum Boden gelangt. Neben Wald haben auch andere Vegetationsbestände wie Seggenriede und Streuwiesen durchaus eine deutliche Interzeption; es handelt sich also um kein reines Phänomen von Gehölzen (Göttlich 1990).

Dem moderaten Wasserverlust durch Interzeption des lichten Baumbestands stehen die positiven Wirkungen auf das Mikroklima z.B. durch die erhöhte Luftfeuchte und die Transpirationskühlung entgegen. Der „Ammengehölz“-Effekt (vgl. Kaule et al. 2018) besagt, dass Gehölzschatten und die von ihm ausgehende Luftfeuchte und Kühlung sich – sogar für viele lichtliebende Moorbewohner – in einer zu trockenen Landschaft günstig auswirkt (Laube 2009). Der umgebende Wald wirkt transpirationskühlend und als Windbremse für das dahinter liegende, offene Moor („Oaseneffekt“, Oke 1987). Auf den im Wald eingebetteten offenen Moorbereichen regenerieren die Torfmoose wesentlich besser als auf Referenzstandorten ohne den Randbewuchs, die von Sonne und Wind ausgetrocknet werden.⁶ Auch in Bayern wurde dies von Moorplanern mittlerweile so erkannt und wird erfolgreich praktiziert.

Auch auf Niedermooren kommen bei hohen, aber nicht ganz bis zur Geländeoberfläche reichenden Wasserständen natürlicherweise Waldgesellschaften wie beispielsweise Walzenseggen-Erlenbruchwälder vor (Ellenberg 1996). Auch hier steuert der Gebietswasserhaushalt den Bewuchs und nicht umgekehrt.

Speziell Birken haben im Moorschutz einen sehr schlechten Ruf als „Wassersäuer“, die Moore hydrologisch sehr negativ beeinflussen, ja regelrecht leerpumpen würden (vgl. Precker 2020). Man möchte daher seitens des Naturschutzes diesen Gehölzaufwuchs meist „entkusseln“ bzw. „entbuschen“. Hierzu bedarf es der Vermittlung einiger sehr gut erforschter Zusammenhänge (vgl. auch Müller-Kroehling 2019a,b), denn gerade auch von Seiten der Naturschutzforschung selbst hat man diese Maßnahmen intensiv untersucht (Dierßen & Dierßen 1974, Wagner 1994, 2006, Bretschneider 2012). Dabei muss zwischen der Sand- und der Moorbirke unterschieden werden.

Die Sandbirke (*Betula pendula*) ist ein Pionier verheideter, nährstoffarmer Trockenstandorte und kann in Mooren nur wachsen, wenn diese vorher trockengelegt wurden. Sie zeigt also le-

6 Colloque franco-allemand Ecologie et protection des tourbieres. Bitche (Moselle), 19–21 Juni 2008; s. z.B. Thébaud et al. (2003).

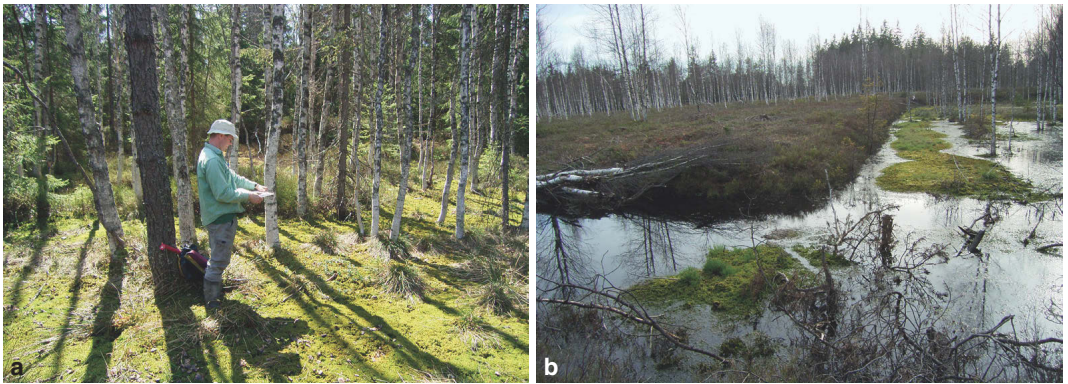


Abb. 3. Niedermoorwald mit Moorbirken im Haidfilz, Landkreis Freyung-Grafenau, 2007; **a:** Bewuchs von *Sphagnum* spp. unter Moorbirken; **b:** verheidetes Moor (oben links im Bild), Torfabbruchkante und unter Wasser gesetztes Moor nach Schließung der Gräben. – Fotos: S. Müller-Kroehling.

diglich den traurigen, trockenen Degradierungszustand an, hat diesen aber nicht verursacht. Die Moorbirke (*B. pubescens*) kommt hingegen natürlicherweise in Mooren vor, aber auch in anderen Lebensräumen, die von kühl-feuchten Bedingungen geprägt sind, beispielsweise auf natürlichen Blockhalden; sie verträgt Kälte, Nährstoffarmut und Feuchtigkeit sehr gut. Allerdings haben Torfmoose (*Sphagnum* spp.), vor allem was das kritische Mangellement Phosphor angeht, ein wesentlich besseres Aufnahmevermögen (Wagner 1994). Sind Moore also so nährstoffarm und nass, dass Torfmoose wachsen können, „rauben“ diese den Moorbirken dieses Nährelement und die Moorbirken kümmern. Da Moorbirken und Birken allgemein zu den sehr lichtbedürftigen Gehölzen mit einem lichten Schirm gehören, schränken sie das Wachstum von Torfmoosen nicht entscheidend ein (Abb. 3a).

Reicht der Wasserstand im Moorkörper allerdings bis in die obersten Schichten (10–20 cm unter der Geländeoberfläche), „ersaufen“ Moorbirken förmlich. Die Abb. 3b zeigt links die Torfstichkante eines verheideten Moores, ca. 60–70 cm aus der Landschaft herausgehoben. Ein Herausschlagen der Birken kann die Wassersäule allenfalls kurzfristig um maximal 3–5 cm anheben, was aus der Fläche jedoch kein wachsendes Hochmoor macht. Es kommen wieder Sand- oder auch Moorbirken nach, oder Faulbaum (*Frangula alnus*), oder es wächst dort eine verheidete Vegetation mit Heidelbeeren (*Vaccinium myrtillus*), Besenheide (*Calluna vul-*

garis) und Pfeifengras (*Molinia caerulea*). Rechts und vorne im Bild ist die Fläche durch Schließung der Gräben unter Wasser gesetzt; ohne dass die vorhandenen Moorbirken den Wasserstand etwa wieder senken könnten.

Die im Detail erforschte Frage, ob man Birken oder speziell Moorbirken in Mooren „entkusseln“ sollte, wird daher klar abschlägig beantwortet (Dierßen & Dierßen 1974, Wagner 1994, 2006, Bretschneider 2012). In Fällen, wo man den Wasserhaushalt aufgrund gegebener Restriktionen oder standörtlicher, klimatischer oder anderer landschaftlicher Veränderungen nicht mehr wiederherstellen kann, kann das Offenhalten der letzten offenen Moorbereiche durch regelmäßiges Freischneiden oder Auslichten von Gehölzen sinnvoll sein, um die sehr lichtliebenden Arten dieser verheideten Moorsituationen zu erhalten. Mit einer Moorschutzmaßnahme im eigentlichen Sinne hat das aber wenig zu tun, und auch nicht mit einer Maßnahme, die dem Klimaschutz dient – auch wenn dies in „Mitmach-Aktionen“ oftmals anders angepriesen wird. Richtiger wäre eine Einstufung als – am richtigen Ort angewandt, durchaus berechnete – landespflegerische Maßnahme zum Offenhalten schützenswerter Offenlandvegetation.

Klimaschutz

Moore speichern, bezogen auf ihren insgesamt relativ geringen Anteil an der Bedeckung der Erdoberfläche, überproportional viel Kohlenstoff. Allerdings gehen die an die Bedeutung von Mooren für den Klimaschutz geknüpften

Erwartungen oft von falschen Überlegungen aus. Moore sind immense Emissionsquellen (CO_2 , Methan und Lachgas), wenn man sie entwässert (Drösler et al. 2021), und müssen daher unbedingt, wo immer möglich, vor einer Entwässerung bewahrt werden; ihr Wasserhaushalt und ihre natürliche, torfbildende Vegetationsdecke müssen wiederhergestellt werden, wo immer dies möglich ist. Aber die Vorstellung, dass die Aufnahme von Kohlenstoff durch Moore in der Lage sein wird, unsere Treibhausgasemissionen in anderen Bereichen zu kompensieren, in denen sich unsere Zivilisationen sehr schwertun, ihr Emissionsverhalten wesentlich zu reduzieren, ist falsch. Wir müssen also reduzieren, dass entwässerte Moore Treibhausgase emittieren. Diese Emissionen stammen beispielsweise in Bayern zu 74% aus der landwirtschaftlichen Produktion, also Acker und Grünland (Heinrich Böll-Stiftung et al. 2023). Wir dürfen hingegen nicht erwarten, dass die Moore unsere Emissionen aus der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas kompensieren. Beides rechnerisch über Mooremissionszertifikate in einen Kontext zu bringen, ändert an den Zusammenhängen nichts: Es geht praktisch vollständig nur um vermiedene Emissionen aus Mooren und nicht um das Speichern von Kohlenstoff in Mooren.

Bei diesen Berechnungen müssten auch jene Flächen global mit einbezogen werden, die weltweit für unseren Lebensstil klimaschädlich bewirtschaftet werden, also auch Ölpalmlantagen auf vormaligen Torfregenwaldböden in Indonesien oder Sojafelder auf trockengelegten Regenwaldböden im Amazonasgebiet für unsere Fleisch-Überproduktion.

Die Höhe der Emissionsfaktoren aus dem Torf hängt stark mit dem Wasserstand und der Nährstoffzufuhr zusammen, letztere beeinflusst vor allem das besonders schädliche Lachgas, das aus landwirtschaftlicher Bodennutzung organischer Böden stammt. Generell liegen die Emissionen für Wald auf Torf unter derjenigen von (feuchtem) Grünland und Ackerbau (UNEP & GPI 2022, Table III.5). Dennoch muss auch der Wald auf Torf anstreben, die Emissionen wieder gegen Null zu reduzieren.

Hinzu kommen in der Gesamtschau noch die Kohlenstoffspeicherleistungen des Holzes. Es ist durchaus legitim, Bäume, die in Mooren wachsen und die in entwässerten Mooren besser wachsen, in die Kohlenstoffbilanz mit einzube-



Abb. 4. Wüchsiger, gutförmiger Moorbirkenbestand auf feuchtem Standort; Staatsgut Großkarolinenfeld, 2016. – Foto: S. Müller-Kroehling.

ziehen. Für ein Gesamtbild sind dabei auch die CO_2 -Senkenwirkung im Biomassezuwachs in Form von Totholz und Humusvorrat sowie in einer erweiterten Betrachtungsebene vermiedene Emissionen aus fossilen Brennstoffen durch Nutzung von Holz als Brennstoff oder Material zu berücksichtigen (Schluhe et al. 2018).

Die Abb. 4 zeigt einen entwässerten und abgetorften Hochmoorkörper, der jetzt einen feuchten Standort mit gutwüchsigem Moorbirkenbestand darstellt. Gelingt es, ihn nasser zu machen, sinkt der Holzuwachs und steigen die Erntekosten. Wo dies nicht möglich ist, ist der vorhandene, naturnahe Bestand jedenfalls eine moorboden- und klimaschonendere Variante als die meisten anderen Landnutzungsvarianten.

Das bedeutet nicht, dass man auf entwässerten Torfböden weiterhin in der bestehenden Form Forstwirtschaft betreiben oder gar weitere Moore entwässern sollte, um dort Forstwirtschaft zu ermöglichen oder zu intensivieren. Aber dort, wo Moore in der Vergangenheit so entwässert oder ihr Torfkörper anderweitig so verändert und degradiert wurde, dass eine Wiederherstellung eines lebenden Moores nicht mehr möglich ist, oder auch dort, wo das aufgrund gesellschaftlicher Restriktionen nicht erreicht werden kann (beispielsweise, weil die Grundwasserstände aufgrund von Nutzungskonflikten nicht mehr angehoben werden können), ist es legitim, über die Gesamtklimabilanz forstlicher Bestände auf organischen Böden zu sprechen, einschließlich der Holzproduktion, und nicht nur über die reine Treibhausgasbilanz des Moorkörpers. Bei

gleichem Wasserstand ist die Bilanz von Wald (oder hier: Forstbeständen) günstiger, selbst im Vergleich zu Grünland (vgl. auch Tiemeyer et al. 2016). Den Wald aus Moorschutz- und Klimasicht schlechter zu stellen als Grünland ist falsch.

Schutz der Biodiversität

Moore sind die Heimat einer großen und speziellen Artenvielfalt (Burmeister 1990, Ellenberg 1996) und in sehr vielen, ganz unterschiedlichen Gruppen unserer 48 000 heimischen Tierarten gibt es Moor-Spezialisten. Leider haben sich in den letzten Jahrzehnten Erhebungen und Forschung sehr auf zwei bis drei Insektengruppen fokussiert (Libellen, Tagfalter, ggf. noch Heuschrecken), die zudem in ihren Ansprüchen sehr „offenlandlastig“ sind. Dabei gibt es auch in den anderen Artengruppen durchaus viele Arten, die sogar besonders häufig in Moorwäldern vorkommen, oder aber in Komplexlebensräumen, als Lebensraumwechsler während des Jahres oder auch als Bewohner von Übergängen beider Großlebensräume (Wald und Offenland), den sogenannten Ökotonen.

Es gibt seit Jahren Diskussionen, die auf einen Zielkonflikt aus Arten- und Naturschutz und der Wiedervernässung von Mooren hinauslaufen (Dolek et al. 2014). In den entwässerten Mooren haben sich vielfach Arten ansiedeln oder (regional und lokal betrachtet oft nur noch dort) erhalten können, die sehr selten geworden sind, weil die restlichen Flächen intensiv bewirtschaftet werden, viele „Restflächen“ wie Brachen, Randstreifen usw. zunehmend wegfallen und die Gesamtlandschaft durch die atmosphärischen Einträge von Stickstoffverbindungen aus intensiver Landwirtschaft und Tierhaltung sowie dem Verkehr immer stärker aufgedüngt wird. Arten feuchter oder magerer Lebensräume können daher in vielen Landschaften nur noch in den Mooren vorkommen, obwohl es keine Moorarten im eigentlichen Sinne sind, da sie an intakte Moorlebensräume in keiner Weise gebunden sind oder diese präferieren, ja intakte Moore von diesen Arten zum Teil sogar völlig gemieden werden. Es sind „Intensivkulturflüchter“, die in entwässerten Mooren Refugium genommen haben. Als Versuch und Vorschlag, mit diesem Zielkonflikt anders umzugehen, wurde der „Bayerische Moorartenkorb“ konzipiert (Müller-Kroehling 2018). Er enthält als Ziel alle Tier-, Pflanzen- und Pilzarten, von denen der überwiegende Teil des

bayerischen Gesamtbestands in Mooren lebt und dies aufgrund einer Beziehung zum eigentlichen Lebensraum Moor (reine Moorarten und moorliebende Arten). Bisher sind, unter Mitwirkung und Einbindung zahlreicher Experten, über 20 Artengruppen bearbeitet; aktuell enthält er grob 1000 Arten (zur Methodik s. Müller-Kroehling 2018).

Die nicht an Moore gebundenen, aber dort vorkommenden Arten können wir in aller Regel durch geschickte Planung und eine schrittweise Umsetzung im Gebiet erhalten. Die Vermeidung zu extremer Eingriffe auf zu großer Fläche hilft den ausbreitungsschwachen Arten der vorhandenen Zönosen, auch weiterhin geeignete Bereiche in dem zu vernässenden Moor zu finden. Ohnehin setzt das Vorkommen aller Moorarten vielfältige Standortbedingungen mit zahlreichen Übergängen und Komplexlebensräumen voraus, da jede einzelne Art individuelle Ansprüche an den Lebensraum hat (Müller-Kroehling 2015). In mehreren Fällen hat die Betrachtung der vorkommenden Moorbewohner und ihrer Ansprüche an den Lebensraum zur Lösung fachlicher Konflikte beitragen oder auch geplante, schädliche Eingriffe verhindern können. Moorarten können helfen, unterschiedliche Vorstellungen von bestehenden oder Ziel-Zuständen zu objektivieren. Dazu einige Beispiele.

Der flugunfähige und daher sehr ausbreitungsschwache Hochmoorlaufkäfer (*Carabus menetriesi* ssp. *pacholei*, Abb. 5), ein bayerischer Subendemit, ist eine prioritäre⁷ Art der Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Richtlinie der EU. In Bayern gibt es nur etwa zwei Dutzend Vorkommen, verteilt auf drei getrennte Teilregionen, in denen verschiedene Lokalrassen vorkommen, die sicher seit mindestens 10 000 Jahren isoliert sind (Müller-Kroehling 2006). Da die Art in besonderem Maß auch in Moorwäldern vorkommt, liegt die Zuständigkeit dafür bei der LWF. Wir widmen uns der Erhaltung dieser Art in den FFH-Managementplänen für die ausgewiesenen FFH-Gebiete sowie im FFH-Monitoring, das alle sechs Jahre durchgeführt wird.

7 Prioritäre Arten der Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie sind noch einmal gegenüber den „normalen“ Anhang-Arten priorisiert und sind in diesen Anhängen mit einem Sternchen gekennzeichnet.

Basierend auf den Klimadaten der Vorkommen dieser Unterart haben wir eine sogenannte „Klimahülle“ erstellt (Müller-Kroehling et al. 2013). Der Hochmoorlaufkäfer kommt in den bayerischen FFH-Gebieten in Bereichen mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 2–6°C und jährlichen Niederschlagssummen von 900–1400 mm vor; die Wärmegrenze der Art liegt bei ca. 8°C. Wollen wir ihn in Bayern erhalten, müssen wir alles tun, damit die Vorkommen diese Klima-Schwellenwerte auch in Zukunft einhalten. Regional haben wir sonst nur noch die Möglichkeit, das Moor-Eigenklima zu stärken, um die moortypischen, kühl-feuchten Lebensbedingungen auch künftig zu erhalten. Das bedeutet Wiedervernässung und Wasserrückhalt auf der Fläche, aber auch ein zielkonformes Vegetationsmanagement. Moorwälder haben bereits jetzt eine große Bedeutung als Lebensraum; vor allem die Vorkommen in den tieferen Lagen liegen überwiegend in (zum Teil sogar sehr schattigen) Moorwäldern. Hinzu kommt die Bedeutung von Moorrandwäldern als Pufferbereiche für diese Art und andere Moorbewohner (Kaule et al. 2018). Die Bedeutung beider Funktionen nimmt im Klimawandel stark zu.

Das Schwarze Moor in der Rhön ist umgeben von einem natürlichen Karpatenbirken-Randwald und weist auf seinem kuppelförmig aufgewölbten, stark asymmetrischen und nach Süden geneigten Hochmoorschild einen sehr lichten Bewuchs aus extrem mattwüchsigen Moor-Waldkiefern, zum Rand hin auch einzelnen Karpatenbirken auf. Da es Naturwaldreservat und Kernzone des Biosphärenreservats ist, sind Eingriffe in den Gehölzbestand ausgeschlossen. Weil es aber seit Jahrzehnten in der Hohen Rhön immer wärmer und trockener wird und das Schwarze Moor von Natur aus mit ca. 1000 mm Jahresniederschlag ohnehin an der absoluten Untergrenze für das Wachstum weitgehend offener Hochmoore liegt, zudem randliche Gräben einschließlich der Straßengräben seit Jahrzehnten an allen seinen Seiten empfindlich das ohnehin kleine Einzugsgebiet abschneiden⁸, ist seit längerem eine Austrocknung und Verheidung der Mooroberfläche zu

verzeichnen. Es gab dort seit etlichen Jahren den Wunsch der Umweltverwaltung, die lichten Gehölze zu roden, um so mutmaßlich die Hydrologie des Moores wiederherzustellen. Um die Diskussion zu versachlichen, wurden Erhebungen der bodenbewohnenden Lauf- und Kurzflügelkäfer durchgeführt und gemeinsam mit früheren Aufnahmen aus diesem Moor (Leipold & Fischer 1987, Frisch 1995) und den übrigen Rhön-Hoch- und Übergangsmooren multivariat ausgewertet (Frisch & Müller-Kroehling 2012). Es zeigte sich ein deutlicher Gradient vom bewaldeten Rand zum Moorzentrum. Keine einzige der 250 nachgewiesenen Arten der Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) und der Laufkäfer (Carabidae) benötigt indes offenere Moore, als wir sie im Schwarzen Moor finden. Im Gegenteil werden gerade von den beiden großen Besonderheiten der Rhönmoore (vgl. Leipold & Fischer 1987), dem Moor-Flinkläufer (*Epaphius rivularis*) und dem Kurzflügelkäfer *Boreaphilus henningianus*, einer Eiszeitreliktart, die in Deutschland nur in der Rhön vorkommt, die etwas dichter bestockten Bereiche auf dem Moorschild sogar bevorzugt. Es ist davon auszugehen, dass dieser positive Effekt eines lichten Schirms im Klimawandel zunimmt.

Auch im Schorenmoos im Allgäu, das vor über 100 Jahren zur Brenntorfgewinnung weitgehend abgetorft worden war und sich im Anschluss vollständig natürlich bewaldete, konnte sich der Hochmoor-Flachglanzläufer (*Agonum ericeti*), deutschlandweit unstrittig eine Charakterart für offene Hochmoore, in dem lichten, sekundären Kiefern-Fichten-Moorwald schon über 100 Jahre halten, und zwar ohne jedwede Förderung. Sein Vorkommen war eine Überraschung für alle Beteiligten, auch wenn aus dem Allgäu bereits aus früheren Aufnahmen, etwa aus dem Naturwaldreservat Schönleitenmoos (Abb. 1) bekannt war, dass diese stenöke Moorart hier auch in Spirkenfilzen lebt, wenn diese hinreichend torfmoosreich und nass sind und über eine gute Bult-Schlenken-Struktur verfügen.

Diese Beispiele zeigen, wie kontraproduktiv es sein kann, wenn wir unsere Vorstellungen in die ökologischen Ansprüche von Arten hineinprojizieren, oder vereinfachte Lehrbuchmeinungen über die Ansprüche der Arten undifferenziert anwenden, anstatt zu beobachten, wie die Arten auf die lokalen Bedingungen im konkreten Gebiet reagieren.

⁸ Ein Umstand, dem trotz der mahnenden Worte von Schua (1985) zu lange keine Beachtung geschenkt wurde.



Abb. 5. Der Hochmoorlaufkäfer (*Carabus menetriesi* ssp. *pacholei*) ist ein bayerischer Subendemit, kommt also nur in Bayern und angrenzenden Teilen Österreichs und Sachsens vor. – Foto: S. Müller-Kroehling.



Abb. 6. Wüchsige Zwergbirke (*Betula nana*) unter Waldkiefer; Bernrieder Filz, 2005. – Foto: S. Müller-Kroehling.

Der Hochmoor-Ahlenläufer (*Bembidion humerale*), den wir 2016 im Steinwald (vgl. Kollmann & Strobl 2024 in diesem Band) untersucht haben (C. Dieckow 2016, unveröff. BSc-Arbeit), gilt als Offenlandart und ist als Bewohner von Hochmooren insofern ungewöhnlich, als er fliegen, und daher günstige Lebensräume relativ gut wieder besiedeln kann. Er kommt in den kühlen Hochlagen des Steinwaldes auf etwa 800 m in den weitgehend offenen Moorbereichen vor, die dort durch die Einstaumaßnahmen der Gräben entstanden sind – ein Erfolgsbeweis dieser Maßnahmen. Etwa 400 m tiefer, im Wildmoos bei Gilching und im Haspelmoor, kommt er hingegen in lichten Spirkenfilzen vor, in kleinen Schlenken im Wald. Die Erklärung dafür: Er hat seinen festen Klimapräferenzbereich und toleriert bzw. benötigt daher umso mehr einen kühlenden, leichten Schatten, je wärmer das Klima ist. Diese Moorart dient also einerseits als Zeigerart für den Erfolg von Maßnahmen, ist aber auch ein Hinweis dafür, dass die exakten Lebensräume in den verschiedenen Regionen nicht starr anzuwenden sind, sondern je nach Regionaklima mehr oder weniger stark voneinander abweichen können. Dieses Erkenntnis hat eine erhebliche Bedeutung für das Gebietsmanagement.

Es gibt noch eine Reihe weiterer Beispiele für die Bedeutung von Gehölzen für Moorarten als „Ammengehölz“, aus der Literatur wie auch aus eigener Anschauung. Bereits Bachmaier (1965) hat auf diese Funktion im Bernrieder Filz für das dortige Vorkommen der sehr seltenen Zwerg-

birke (*Betula nana*) hingewiesen. Sie wächst dort unter dem lichten Schirm von Waldkiefer und Spirke teilweise brusthoch (Abb. 6). Ein Mosaik mit unterschiedlichen und ausreichend halboffenen Stadien dürfte für sie optimal sein.

Ähnliches gilt für die Moor-Köcherfliege (*Hagenella clathrata*), die sich im „Spirkenmoor bei Griesbach“ im Dürresommer 2022 als eigentliche „Offenlandart“ ausschließlich im luftfeuchten Fichtenbestand mit seinen zwar ausgebleichten, aber noch vorhandenen Torfmoosen finden ließ.

Allgemein kann gelten: Wird es trockener und wärmer, werden Bäume in Mooren und wird Moorwald in seinen verschiedenen Formen für viele Tierarten eine immer wichtigere Funktion erfüllen. Das warm-trockenen Klima setzt aber auch vielen Gehölzen, auch jenen in Mooren, stark zu, und hinzu kommen eingeschleppte Schädlinge, wie die Braunfleckenkrankheit (s. oben). Wir müssen uns in vielen Mooren durchaus auch Sorgen um die Bäume machen, die dort wichtige Funktionen erfüllen.

Landschaftsschutz

Das Beispiel des Schorenmooses bei Dietmannsried, einer waldarmen Gegend des Allgäus, zeigt, dass starke Eingriffe in Moorwälder, auch wenn diese vorrangig dem Moorschutz dienen sollen, auf erheblichen Widerstand der örtlichen Bevölkerung stoßen können, im konkreten Fall in Form der Gründung der „Schorenmoos-Allianz“. Die Renaturierung wurde daraufhin unter Einbeziehung der LWF umgeplant, erfolgte dann waldschonend von einem Vernässungskern im

Zentrum ausgehend sukzessive und zeigt bereits sehr gute Erfolge mit starkem Wachstum der Torfmoose und Wollgräser sowie Moosbeeren (*Vaccinium oxycoccus*) unter dem lichten Waldkiefern-Schirm mit einzelnen Spirken. Moor-Renaturierung durch Vernässung geht auch mit dem Wald, vielfach sogar schneller und besser.

Gleichzeitig konnte auch der Schwarzstorch (*Ciconia nigra*), der ebenfalls „Waldlandschaften“ benötigt bzw. extensiven, aber meist nadelbaumreichen (Moor)wald (Kaule & Peringer 2015), auf diese Art und Weise gesichert werden. Auch das Erleben und das Schützen solcher Arten für die Bewohner eines Landstrichs ist Teil von Heimat und der Identifizierung mit einer Landschaft und damit Landschaftsschutz.

Hochwasserschutz

Moore liegen als Hoch- aber auch als Quellmoore entweder oft an den Wasserscheiden und somit im Quellgebiet der Fließgewässer oder korrespondieren im Fall der Niedermoore stark mit dem Grundwasser. Sie verfügen, je nach Zustand der Moorvegetation und des Torfkörpers, über die Fähigkeit, überschüssiges Wasser in gewissem Umfang zu speichern und verzögert wieder abzugeben (vgl. Knorr 2024 in diesem Band).

In Bezug auf den Hochwasserschutz lässt sich festhalten, dass Wald auf Moor den Abfluss durch die Interzeption im Vergleich zum offenen Moor bremst (für eine Darstellung der Zusammenhänge s. Zollner & Cronauer 2003).

Besitzanteile, forstliche Nutzung und Waldumbau

Der Waldbesitz auf Moor wird in Bayern stark vom Kleinprivatwald mit 43 % und dem Staatswald mit 42 % Flächenanteil geprägt, stärker noch, als deren hohe Anteile an der Gesamt-Waldbesitzerverteilung sind. Das hängt u. a. mit der Ablösung von Nutzungsrechten und Parzellierung von Allmendeflächen zusammen sowie damit, dass der landesherrliche Wald besonders oft jener in den weniger fruchtbaren Regionen war.

Der Kommunalwald mit seinem Verbreitungsschwerpunkt in Unterfranken und Schwaben spielt demgegenüber eine relativ geringere Rolle. Es sind aber alle Waldbesitzarten, auch der so genannte Sonstige Staatswald (Justizvollzugsanstalten, Wasserwirtschaft, Schlösser- und Seenverwaltung u. a.), der Großprivatwald und

der Bundeswald an den bayerischen Moorwaldflächen beteiligt und können insofern auch alle daran mitwirken, vielfältige, möglichst naturnahe und intakte Moorwälder zu erhalten.

Es erfolgt in Bayern insgesamt betrachtet keine intensive Forstwirtschaft in den Wäldern und Forsten auf organischen Böden, was auch Wiederholungsaufnahmen (Kaule & Peringer 2015) belegen.⁹ Auf erheblicher Fläche finden sich gleichwohl Nadel- und Nadelmisch-Forste aus Fichten oder Fichten-Kiefern mit geringer oder fehlender Beimischung anderer Baumarten, die das Erbe früherer Versuche sind, auch diese Flächen einer sinnvollen Nutzung zuzuführen, oft nach Fehlschlägen oder Aufgabe einer zu mühseligen, zu wenig ertragreichen landwirtschaftlichen Nutzung, oder nach Abtorfung. Zum Teil wurde auch gezielt zur Abdeckung des Torfs zur „Torfkonserverung“ aufgeforstet. Nur zu einem kleineren Teil erfolgte eine Entwässerung von Mooren mit dem primären Ziel der forstwirtschaftlichen Nutzung.

Da die Gemeine Fichte und die Waldkiefer ja gerade in Mooren eine wichtige natürliche Heimat haben (s. oben), sind wir in der vergleichsweise günstigen Lage, dass heimische und auch moortypische und insofern insgesamt standortsheimische Baumarten auf den allermeisten Mooren vorherrschen, wenn auch keineswegs in Beständen, die als naturnah bezeichnet werden können. Auch ist speziell die Fichte, wenn sie reinbestandsweise angebaut wird, überwiegend meist nur „kollektiv stabil“ und wird bei Auflichtungen und Waldumbau rasch anfällig für Windwurf und Borkenkäferbefall. Individuelle Stabilität mit natürlichen Rottenstrukturen¹⁰, wie sie natürliche Fichten-Moorwaldbestände kennzeichnet, kann nur durch langfristige Waldumbauprozesse wiederhergestellt werden.

9 Anders verhält es sich z. B. in Finnland, wo in den 1970er bis 1990er Jahren für die Forstwirtschaft riesige Flächen natürlicher Moorwälder entwässert wurden (Paivänen & Hanell 2012), um die Produktivität zu steigern und die Bringbarkeit des Holzes an die Waldstraßen zu verbessern. Auf diese Weise entstand wirtschaftlich nutzbarer Wald.

10 Hierbei sind die Bäume meist auf der Fläche ungleichmäßig verteilt, in Rotten genannten Kleingruppen, die sich auf kleinstandörtlichen Gunstandorten (leicht erhöhte Stellen) konzentrieren.

Im Rothfilz bei Zwiesel, wo ich 2002 den Hochmoorlaufkäfer als prioritäre FFH-Art nachweisen konnte, wurde 2004 von Forstkollegen „prophylaktisch“ der komplette, schützende Moorrandwald und das Spirkenfilz entfernt, um Probleme mit möglichen Borkenkäfer-Massenvermehrungen (v. a. Buchdrucker, *Ips typographus*) auszuschließen, da es nach einer Moorvernässung schwieriger ist, das Holz aus den Flächen herauszubringen. Eine Befahrung ist auf den vernässten Böden problematisch und auch technisch oft kaum möglich, und eine Seilkranbringung lohnt sich erst, wenn eine gewisse Mindestmenge an Holz anfällt, nicht aber für jedes verstreute „Käfernest“ von wenigen Festmetern. Leider war dieser Kahlhieb des Randwaldes äußerst schädlich für das innen liegende Spirkenfilz und seine spezialisierten Bewohner. Inzwischen haben drei Durchgänge des FFH-Monitorings stattgefunden, aber der Hochmoorlaufkäfer ist seitdem verschwunden. Der Randwald hat eine immense Bedeutung für das zu schützende Gut des Moorkerns, ist wie ein kühlendes Schutzfutorial (vgl. Müller-Kroehling et al. 2013 und zusammenfassend Kaule et al. 2018).

Die Pflicht und der Wunsch nach Waldschutz ist bei der Vernässung von Moorwäldern ein Problem, denn angrenzende Wirtschaftswälder dürfen nicht von den vernässten Wäldern, in denen dann kein Waldschutz mehr stattfinden kann, durch Borkenkäfer-Massenvermehrung beeinträchtigt werden. Idealerweise gelingt es, dieses Thema vor Ort einvernehmlich zu lösen, andernfalls zwingt es in manchen Gebieten zu stärkeren Eingriffen, als sonst nötig wären, oder jedenfalls zu einem höheren forstlichen Kontrollaufwand.

Es ist Ziel des LWF-Projekts „GRIMO“ (ST370) im Griesenbacher Moos bei Landshut, die Nassnutzung bewaldeter Niedermoore zu erproben und alle Auswirkungen umfassend zu untersuchen. Die Fläche liegt im Großprivatwald, wir betreten insofern in doppelter Hinsicht Neuland, denn bisher wurden vor allem Hochmoore und vor allem im Staatswald renaturiert. In enger Abstimmung mit dem sehr aufgeschlossenen Waldbesitzer haben wir zunächst eine gründliche Bestandsaufnahme aller relevanten Aspekte gemacht, also des Torfkörpers, der Gräben, der hydrologischen Situation, der noch vorhandenen, moortypischen Komponente der Biodiversität und des Waldwachstums. Wenn wir den Wasserstand von derzeit ca. 50–70 cm unter Flur auf

10–20 cm unter Flur heben, kommen wir zu einer torferhaltenden Bestandsform, d. h., es sinken die Treibhausgasemissionen gegen Null. Allerdings steigen, je nasser wir die Flächen machen, die Waldumbaukosten, die Erschließungskosten und die Holzbringungskosten, während der Holzvorrat und der Zuwachs und somit die Hauptgrundlage für den Ertrag, abnehmen. Es wären auch z. B. Wasserstufen von 30–40 cm unter Flur denkbar; auch das wäre für den Klimaschutz bereits ein Fortschritt, aber für den Waldbesitzer dennoch eine Einschränkung in der Nutzbarkeit mit bisherigen Techniken und Baumartenmischungen.

Die Wegebautechniken im Nasswald sind in Form spezieller Krüppeldamm-Wege¹¹ zwar durchaus erprobt, kosten jedoch mehr als der klassische Wegebau. Die alten, ohnehin sanierungsbedürftigen Wege müssten durch diese neue Bauweise ersetzt werden. Im vorliegenden Gebiet sind bereits erhebliche Bestandteile vernässungsgerecht, weil sie aus Schwarzerlen- und Moorbirken-Bestockungen bestehen, aber mehr als die Hälfte der Flächen müssten zu anderen Baumarten umgebaut werden. Das Ziel ist ein naturnaher Wald, der insofern auch weniger anfällig für Schädlinge und Sturmkatastrophen ist als ein Fichtenforst, aber auch weniger vorratsreich. Im Idealfall ist es ein Wald, der durchaus weiterhin forstlich nutzbar sein kann, also den wertvollen, nachhaltigen Rohstoff Holz erzeugt, und der trotzdem vollkommen oder weitgehend torferhaltend ist, als Bruchwald, oder als bruchwaldartiger Feuchtwald. Nur naturnahe, vollständig vernässte Wälder wird man sinnvollerweise auch teilweise aus der Nutzung nehmen können.

Die Umbaukosten des Waldes und des Erschließungssystems erfordern Investitionen und zugleich sinkt der Holzertrag. Sind Waldbesitzer bereit, diesen aus gesellschaftlicher Sicht sinnvollen Schritt zu gehen, muss die Gesellschaft daher eine Transferleistung für den Aufwand der nötigen Investitionen und möglicherweise auch für den Ertragsrückgang erbringen.¹²

11 Krüppeldamm-Weg: Weg mit Unterbau aus Holzstämmen

12 Die Nutzfunktion des Waldes ist in der Regel der einzige Aspekt, der dem Waldbesitzer dauerhafte Einnahmen beschert, denn ein Subventionssystem mit Flächenprämien u. Ä., vergleichbar der EU-Landwirtschaft, gibt es im Waldbereich nicht.

Bayern hat für den Wald auf Moorstandorten bereits einige Ziele aufgestellt, konkret über einen Kabinettsbeschluss, der den Staatswald betrifft. Alle Hoch- und Übergangsmoore im Staatswald sollen bis 2030 in einen guten Zustand versetzt, also vernässt werden, wo immer dies möglich ist. Hierzu gibt es einen klaren Zeitplan der Bayerischen Staatsforsten für 147 abgegrenzte Renaturierungsprojekte. Im Bayerischen Klimaschutzprogramm ist ferner neben einem „Moorwildnis-“ und einem „Moorbauern-“ auch ein „Moorwaldprogramm“ enthalten. Die entsprechenden Fördermodule, die auch einen „niedrigschwelligen“ Einstieg mit wenig aufwändigen Planungs- und Genehmigungsverfahren für einfache Maßnahmen enthalten sollen, befinden sich aktuell in der Vorbereitung.

Bisher sind, über alle Waldbesitzarten hinweg, vor allem Hoch- bzw. Regenmoore renaturiert wurden, also Moore, die Wasser wie eine Art Schwamm speichern können (vgl. Knorr 2024 in diesem Band) und bei denen es oft schon genügt, die vorhandenen Gräben zu schließen. Auch sind die Nutzungsmöglichkeiten und zu erwartenden Erträge eher gering. Trotz zahlreicher Probleme, die auftreten können, und oft aufwändiger Planungen und Umsetzungen, sind dies daher die „einfacheren Aufgaben“ im Vergleich zu den Niedermoores, bei denen der Wasserhaushalt vom Grundwasser abhängt und bei denen daher bei der Renaturierung der gesamte Landschaftswasserhaushalt betrachtet und oftmals auf größerer Umgriffsfläche des Moores in einen naturnäheren Zustand zurückversetzt werden muss, sofern überhaupt möglich. Niedermoores sind aufgrund der günstigeren Nährstoffausstattung besser wirtschaftlich nutzbar, beispielsweise für die konventionelle Landwirtschaft. Sie liegen daher auch meist in Landschaften, die dichter besiedelt und intensiver genutzt sind, also größeren und vielgestaltigeren Nutzungsinteressen und Ansprüchen unterliegen. Moorschutz ist nur eine davon, und muss sich manchen Rechten und Ansprüchen, wie dem Eigentumsrecht, unterordnen und auch alle anderen Vorgaben, Interessen und Rechte verbindlich berücksichtigen. Die Renaturierung und Vernässung der Niedermoores als Grundwassermoores ist unter anderem aus diesem Grund die wesentlich schwierigere Aufgabe.

Generell beeinflussen viele Faktoren in der Landschaft, was in einem konkreten Gebiet möglich ist (Abb. 7). Im Moor sind dies die

Entwässerung und der Grundwasserstand, der auch von außerhalb des Gebiets beeinflusst wird, der laterale Zustrom von Hangwasser im Einzugsgebiet sowie Einflüsse auf das Regional-klima durch die Vegetationsform und Nutzung der Umgebung. Auch Stoffeinträge kommen von dort. Eine wichtige Rolle spielt in manchen Moortypen wie Hangquellmooren auch der unter der Oberfläche erfolgende Zwischenabfluss (*interflow*), der durch parallel zum Hang verlaufende Forstwege und Straßen oft abgeschnitten und abgeleitet wird. Dasselbe gilt allgemein für die häufig rund um Moore vorhandenen Ringentwässerungen, wie jene rund um den Hochmoorkörper im Naturschutzgebiet Haspelmoor. Es gibt bereits Überlegungen am Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, die Wegeförderrichtlinie dahingehend zu ergänzen, solche Wege durchlässiger zu machen; auch ein Rückbau von Wegen kann eine Option sein.

Ein Blick auf eine vor 30 oder 40 Jahren kartierte Moorbodenkarte reicht also nicht, um das tatsächliche Moorschutzz Potenzial Bayerns zu ermitteln. Ein wichtiger Schritt für eine seriöse Potenzialermittlung, was Moorrenaturierung in Bezug auf Flächen- und Klimaschutzziele erreichen kann, ist daher, diejenigen Faktoren, die in digitalen Karten bereits vorliegen, zusammenzuführen (vgl. Abb. 7). Erst so wird auch eine realistische Kosten/Nutzen-Abschätzung möglich. Weitere Faktoren wie der Entwässerungsstatus (welche Gräben sind vorhanden und in welchem Zustand sind sie?), der Renaturierungsstatus (was wurde bereits mit welchem Erfolg renaturiert?) oder der Biodiversitätsstatus (welche Moorarten kommen noch im Gebiet vor?) bedürfen oftmals noch weiterer Erhebungen und Auswertungen, z. T. auch Aufbereitungen analog vorhandener Informationen.

Auf diese Weise zeigen sich auch die technischen Grenzen der Renaturierung. Beispielsweise hat sich die Situation im Dachauer Moos in den letzten 30 Jahren um eine ganze Moorstufe verschlechtert. Cursorische Erhebungen meinerseits in 2018 bis 2020 haben ergeben: Was Übergangsmoor war (ursprünglich die mächtigsten Bereiche, auf denen zum Teil Hochmoor-Arten vorkamen), ist jetzt Niedermoor, was Niedermoor war, ist jetzt Anmoor, und was Anmoor war, ist jetzt weg. Die ganze Landschaft wurde in unvorstellbarer Weise überformt und entwässert, bis hin zum Bau der Regattastrecke in den 1970er

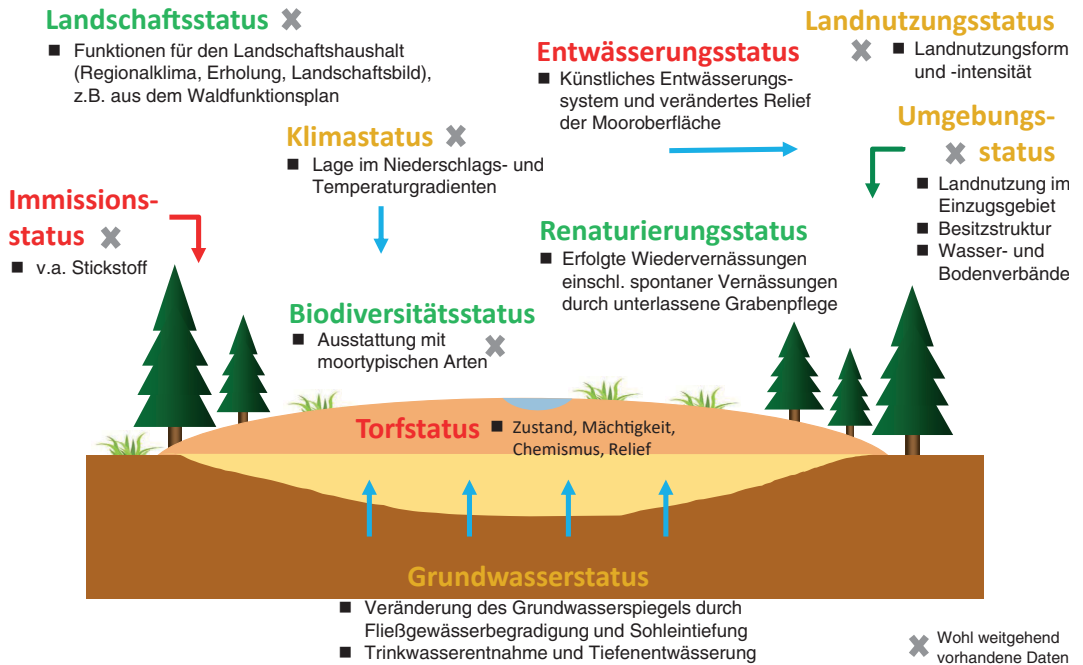


Abb. 7. Schematische Darstellung systematisch erfassbarer Faktoren im Zusammenhang mit der Renaturierung von Mooren für die Potenzialermittlung; grün: positiv, gelb: unterschiedlich, rot: negativ wirkende Faktoren. – Neuzeichnung auf Basis einer Grafik des LfU, ergänzt und verändert.

Jahren für die Olympischen Spiele. Man kann daher nicht einfach so tun, als sei die Vernässung der restlichen verbleibenden, vielfach auch stark vererdeten Torfkörper, selbst solchen unter naturnah bestocktem Wald im Staatswald, nur eine Frage „des guten Willens“ oder von hinreichenden Mitteln für die Vernässungsarbeiten oder den Ankauf von Moorflächen.

Viele Moore sind durch Abtorfung, Sackung oder Wegebaumaßnahmen inzwischen irreversibel verändert. Anstatt den Zustand zurückliegenden Zeiten als den Zukunftszustand anzusehen, müssen wir berücksichtigen, was unter den heutigen Standortsveränderungen als Ziel noch erreicht werden kann, wie dies z. B. mit angepassten Analyse- und Planungsmethoden in Mooren und Moorwäldern im Erzgebirge geschieht (Edom et al. 2010 a). Das bedeutet immer noch einen ambitionierten Moorschutz, aber eben durch unabänderliche Rahmenbedingungen wie Torfverluster oder Klimaveränderungen modifizierte Zielzustände.

Dazu ein Beispiel: Im Roten Moos bzw. Biermösl, dem nördlich der Bahnlinie liegenden Teil des Haspelmoor-Komplexes, liegt der

Jahresniederschlag bei 800 mm, d.h. unter der Grenze von 1000 mm/Jahr für ein wachsendes Hochmoor. Das Wasser steht durch den Verschluss der Gräben relativ hoch, aber aufgrund des veränderten Landschaftswasserhaushalts mit stark abgesenkten Grundwasserständen, unter anderem für Siedlungen und Bahnlinie, und des Klimas nicht bis an die Geländeoberfläche. Als Folge kam eine Gehölzverjüngung aus Moorbirke und Faulbaum auf, die auch durch „Entbuschung“ nicht dauerhaft zu verhindern ist, sondern vielmehr den naturnächsten erreichbaren Zustand darstellt: einen Moorbirken-Moorwald auf so gut wie eben möglich wiedervernässtem Niedermoor. Dies ist der legitime Zielzustand und für alle mit dem Moorschutz verbundenen Ziele gut.

Zusammenfassung und Ausblick

Wald hat in den süddeutschen Mooren mit ihrem subkontinentalen Klima schon natürlicherweise eine große Bedeutung. Die Waldfläche auf organischen Böden entspricht von ihrem Anteil her dem bayerischen Durchschnitt von Wald an der Landesfläche, ursprünglich war sie vermutlich

sogar größer. Nur ein kleiner Anteil davon ist in einem günstigen, natürlichen oder naturnahen Zustand. Der restliche Anteil wird unsere Zukunftsaufgabe sein, auch wenn der Zustand sich in den letzten 50 Jahren tendenziell, z.B. durch unterlassene Pflege von Entwässerungsgräben verbessert hat, d.h. die Wälder nasser und naturnäher geworden sind.

Wald auf Moor ist nicht Teil eines Problems, sondern Teil der Lösung; dies betrifft alle mit dem Moorschutz verbundenen Ziele. Dort, wo wir Moore dauerhaft vernässen können, können offene Moore natürlicherweise (sofern der Jahresniederschlag über 1000 mm liegt) oder durch dauerhafte Pflege (wo dies fachlich begründet ist) erhalten werden. Vielfach ist aber auch nasser Moorwald sinnvoller Teil eines multifunktional verstandenen Idealzustands von Moorkomplexen.

Leider werden mit der Rodung von Gehölzen in Mooren oft falsche Vorstellungen verbunden, was damit für das Moor an mutmaßlichen hydrologischen Verbesserungen erreicht werden kann, ja sogar die Vorstellung, dass nur durch die Rodung Moore wiederhergestellt und Klimaziele erreicht werden können (vgl. Müller-Kroehling et al. 2019). Auch in Bezug auf das Erreichbare und auch weitere Ziele wie jene im Zusammenhang mit dem Naturschutz müssen die Zielvorstellungen an die in diesem Beitrag dargelegten Zusammenhänge angepasst werden. Dieser Bedarf einer Neubewertung von Gehölzen in Mooren galt schon ohne den Klimawandel und wird durch den Klimawandel noch verstärkt. Die forstliche Nutzung spielt dabei keine entscheidende wirtschaftliche Rolle, kann aber als Form der Nassnutzung Teil von Konzepten tragfähiger Vernässung sein, setzt jedoch einen Ausgleich der Ertrag-Erschwernis-Schere voraus.

Literatur

- Bachmaier, F. 1965. Untersuchungen über die Insekten- und Milbenfauna der Zwergbirke (*Betula nana* L.) in süddeutschen und österreichischen Mooren, unter besonderer Berücksichtigung der phytophagen Arten und ihrer Parasiten. – Veröffentlichungen der Zoologischen Staatssammlung München, 9: 55–158.
- BfN. 2013. Verbreitung der Farn- und Blütenpflanzen in Deutschland. – FloraWeb; Datenbank FlorKart (BfN) aus Deutschlandflora 1.0 (NetPhyD), aggregiert im Raster der Topographischen Karte 1:25000, Datenstand 2013 / Verbreitungsatlas, Bundesamt für Naturschutz, Bonn. <https://flora-web.de/> [abgerufen 14.08.2023]
- Bretschneider, A. 2012. Die Bedeutung von Birken im Hochmoor. – TELMA, Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, 42: 137–146. <https://doi.org/10.23689/fidgeo-2968>
- Burmeister, E.-G. 1990. Die Tierwelt der Moore (speziell der Regenmoore). – In: Göttlich, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde, 3. Auflage, Schweizerbart, Stuttgart, 29–47.
- Christensen, K. I. 1987. Taxonomic revision of the *Pinus mugo* complex and *P. rhaetica* (*P. mugo sylvestris*) (Pinaceae). – Nordic Journal of Botany, 7(4): 383–408.
- Dieckow, C. 2016. Vorkommen des Hochmoor-Ahlenläufers (*Bembidion humerale*) in renaturierten Mooren des Steinwaldes (Hohes Fichtelgebirge) – Analyse der Habitatfaktoren. – TU München, Lehrstuhl für Renaturierungsökologie (nicht veröffentlicht. Bachelorarbeit).
- Dierßen, B. & K. Dierßen. 1974. Der Sand- und Moorbirken-Aufwuchs in nordwestdeutschen *Calluna*- und *Erica*-Heiden, ein Naturschutzproblem. – Natur und Heimat, 34: 19–26.
- Dolek, M., M. Bräu & C. Stettner. 2014. Wasser marsch! – Und alles wird gut im Moor!? – AN-Liegen Natur, 36(1): 82–89. <https://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/ausgaben.htm> [abgerufen 14.08.2023]
- Drösler, M., L. Verchot, A. Freibauer, G. Pan, C. Evans, R. Bourbonniere, J. Alm, S. Page, F. Agus, K. Hergoualc'h, J. Couwenberg, J. Jauhiainen, S. Sabiham & C. Wang. 2021. IPCC Wetland Supplement, Chapter 2: Drained Inland Organic Soils. – In: IPCC (eds.): 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change, 79 S.
- Edom, F., I. Dittrich & K. Kessler. 2010a. Hydrogenetische und hydromorphologische Grundlagen der Bewertung von Moor- und Moorwald-Lebensräumen zur Umsetzung der FFH-Richtlinie der EU – Erfahrungen aus dem Erzgebirge. – In: Wissenschaftliches Jahrbuch des grenzüberschreitenden Biosphärenreservates Pfälzerwald – Vosges du Nord (Coll. Tourbières, Ann. Sci. Rés. Bios. Trans. Vosges du Nord-Pfälzerwald), 15: 230–250.
- Edom, F., A. Münch, I. Dittrich, K. Kessler & R. Peters. 2010b. Hydromorphological analysis and water balance modeling of ombro- and mesotrophic peatlands. – Advances in Geosciences, 27: 131–137. <https://doi.org/10.5194/adgeo-27-131-2010>
- Eggelsmann, R. 1990. Moor und Wasser. – In: Göttlich, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde. 3. Auflage, Schweizerbart, Stuttgart: 288–320.
- Ellenberg, H. 1996. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – 5. Auflage, Eugen Ulmer, Stuttgart, 1095 S.
- Eurola, S. 1962. Über die regionale Einteilung der südfinnischen Moore. – Annales Botanici Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae Vanamo, 33(2): 243 S.

- Fischer, A. 1995. Forstliche Vegetationskunde. Eine Einführung in die Geobotanik. – Pareys Studientexte, 82. Blackwell, Berlin, Wien, 315 S.
- Frisch, J. 1995. Die Käferfauna des Roten Moores (Insecta: Coleoptera). Eine ökologisch-faunistische Studie zur Käferfauna der Rhönmoore. – Beiträge zur Naturkunde in Osthessen, 30: 3–180.
- Frisch, J. & S. Müller-Kroehling. 2012. Käfer (Coleoptera). – In: Jenrich, J. & W. Kiefer: Das Rote Moor – ein Juwel in der Hochrhön. Parzellers Buchverlag, Fulda: 230–255.
- Heinrich-Böll-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Succow Stiftung - Partner im Greifswald Moor Zentrum (Hrsg.). 2023. Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern. – 1. Auflage, Heinrich-Böll-Stiftung, Berlin, 52 S., <https://www.boell.de/de/mooratlas> [abgerufen 14.08.2023]
- Kaule, G. 1974. Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. – Dissertationes Botanicae, 27, 346 S.
- Kaule, G. & A. Peringer. 2015. Die Entwicklung der Übergangs- und Hochmoore im südbayerischen Voralpengebiet im Zeitraum 1969 bis 2013 unter Berücksichtigung von Nutzungs- und Klimagradiënten. – Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Umwelt Spezial, 129 S. <https://www.lfu.bayern.de/publikationen> [abgerufen 14.08.2023]
- Kaule, G., A. Carminati, B. Huwe, R. Kaule, S. Müller-Kroehling & H. G. Schwarz-von Raumer. 2018. Die Hochmoorwälder des süddeutschen Voralpengebietes: Bedeutung und Entwicklung im Klimawandel. – TELMA, Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, 48: 13–48. <https://doi.org/10.23689/fidgeo-3289>
- Knorr, K.-H. 2024. Wasser- und Stoffhaushalt in Mooren – Bedeutung für Treibhausgasflüsse und Gewässerqualität. – In: Bayer. Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): Moore: Ökosystemfunktionen, Biodiversität und Renaturierung. Pfeil, München: 27–42.
- Kollmann, J. & K. Strobl. 2024. Biodiversität und Ökosystemfunktionen von Mooren: Effizienzkontrolle der Moorrenaturierung. – In: Bayer. Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): Moore: Ökosystemfunktionen, Biodiversität und Renaturierung. Pfeil, München: 43–52.
- Kučerová, A., J. Cermák, N. Nadezhdina & J. Pokorný. 2010. Transpiration of *Pinus rotundata* on a wooded peat bog in central Europe. – Trees, 24(5): 919–930, <https://doi.org/10.1007/s00468-010-0463-4>
- Laube, J. 2009. Die Revitalisierung der Moore im Steinwald – Ornithologischer Anzeiger, 48(1): 36–42.
- Leipold, D. & O. Fischer. 1987. Die epigäische Spinnen-, Laufkäfer- und Kurzflügelkäferfauna des Großen Moores im NSG „Lange Rhön“. – Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg, 28: 111–137.
- Mägdefrau, K. 1968. Paläobiologie der Pflanzen. – 4., neubearb. Auflage. G. Fischer, Stuttgart, 549 S.
- Müller-Kroehling, S. 2006. Verbreitung und Lebensraumsprüche der prioritären FFH-Anhang II-Art Hochmoorlaufkäfer (*Carabus menetriesi pacholei*) in Ostbayern. – Angewandte Carabidologie, Suppl. IV: 65–85.
- Müller-Kroehling, S. 2015. Laufkäfer als charakteristische Arten in Bayerns Wäldern – eine methodenkritische Auseinandersetzung mit Definition und Verfahren zur Herleitung charakteristischer Arten und zur Frage von Artengemeinschaften, unter besonderer Berücksichtigung der nach §30 BNatSchG geschützten Waldgesellschaften und der Wald-Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie und vergleichenden Einbeziehung natürlicherweise waldfreier Sonderstandorte im Wald. – Dissertation TU München, 367 S. (zugleich Skripten des BfN, Band 424, in 2 Teilbänden).
- Müller-Kroehling, S. 2018. Der bayerische Moorartenkorb: ein neues Instrument für Bewertungen und Prioritätensetzungen in Mooren. – Mitteilungen Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie (DGaE), 21: 43–50.
- Müller-Kroehling, S. 2019a. In Dubio pro Betula! Plädoyer für mehr Toleranz gegenüber der Moorbirke in Mooren. – ANLiegen Natur, 41(1): 135–144. <https://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/ausgaben.htm> [abgerufen 14.08.2023]
- Müller-Kroehling, S. 2019b. Birken in Mooren: Plädoyer für eine forstliche Neubewertung. – AFZ-DerWald, 4/2019: 10–13.
- Müller-Kroehling, S., K. Engelhardt & C. Kölling. 2013. Zukunftsaussichten des Hochmoorlaufkäfers (*Carabus menetriesi*) im Klimawandel. – Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz, 13: 73–85.
- Müller-Kroehling, S., J. Schumacher & S. Pratsch. 2019. Beseitigung von Gehölzen in Mooren Rechtliche und fachliche Aspekte. – Naturschutz und Landschaftsplanung 51(6): 264–269. <https://www.nul-online.de/magazin/archiv> [abgerufen 14.08.2023]
- Oke, T. R. 1987. Boundary layer climate. – 2nd Edition. Routledge, London, 464 S.
- Paivänen, J. & B. Hanell. 2012. Peatland ecology and forestry – a sound approach. – University of Helsinki, Department of Forest Sciences Publications, 3, 267 S.
- Precker, A. 2020. Chronik eines angekündigten Todes – Vom stillen Sterben der Regenmoore in Mecklenburg-Vorpommern (Nordostdeutschland). – TELMA – Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, 50: 149–192. <https://doi.org/10.23689/fidgeo-3971>
- Schluhe, M., H. Englert, R. Wördehoff, C. Schulz, M. Dieter & B. Möhring. 2018. Klimarechner zur Quantifizierung der Klimaschutzleistung von Forstbetrieben auf Grundlage von Forsteinrichtungsdaten. – Applied Agricultural and Forestry

- Research (3/4), S. 67–86. <https://doi.org/10.3220/LBF1543210832000>
- Schopp-Guth, A. 1999. Renaturierung von Moorlandschaften. – Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz, Bundesamt für Naturschutz (BfN), 57, 219 S.
- Schua, L. F. 1985. Das Schwarze Moor. – Naturschutz und Naturparke, 116: 49–55.
- Succow, M. & L. Jeschke. 1990. Moore in der Landschaft. Entstehung, Haushalt, Lebewelt, Verbreitung, Nutzung und Erhaltung der Moore. – 2. Auflage, Urania, Leipzig, 268 S.
- Thébaud, G., H. Cubizolle & G. Pétel. 2003. Étude préliminaire des hauts-marais ombrotrophes du Forez septentrional et des Bois-Noirs (Massif central, France): végétation, évolution et dynamique actuelle. – Acta Botanica Gallica, 150(1): 35–57.
- Tiemeyer, B., E. Albiac Borraz, J. Augustin, M. Bechtold, S. Beetz, C. Beyer, ... & J. Zeitz. 2016. High emissions of greenhouse gases from grasslands on peat and other organic soils. – Global Change Biology, 22(12): 4134–4149.
- Tiner, R. W. 2005. In search of swampland. A wetland source boobook and field guide. – 2nd edition (revised and expanded). – Rutgers University Press, New Brunswick, 330 S.
- UNEP & Global Peatland Initiative. 2022. Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands. Main Report. – Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi, 418 S.
- Wagner, C. 1994. Zur Ökologie der Moorbirke *Betula pubescens* EHRH in Hochmooren Schleswig-Holsteins unter besonderer Berücksichtigung von Regenerationsprozessen in Torfstichen. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, 47, 182 S.
- Wagner, C. 2006. „Grenzen des Entkusselns“ oder: Zum Einfluss der Moorbirke (*Betula pubescens*) auf Regenerationsprozesse in Hochmooren. – Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, 45(2): 71–85.
- Zollner, A. & H. Cronauer. 2003. Der Wasserhaushalt von Hochmooreinzugsgebieten in Abhängigkeit von Ihrer Nutzung. – LWF Wissen, 40: 39–47. <https://www.lwf.bayern.de/wissen> [abgerufen 14.08.2023]

Diskussion*

S. Renner: Sie sprachen von der Möglichkeit, das Genom der Spirke, also einer Unterart von *Pinus mugo*, *ex situ* zu sichern. Gerade für die Spirke steht ja aber bei der bayerischen Forstverwaltung der In-situ-Schutz im Vordergrund. Was genau kann man sich unter Ex-situ-Schutz dieser Unterart vorstellen?

S. Müller-Kroehling: Der Ex-Situ-Schutz von Gehölzen erfolgt zum einen über Samenplantagen, die an geeigneten Standorten angelegt werden, um unter kontrollierten Bedingungen möglichst viele Vermehrungspartner zusammenzubringen und um Vermehrungsgut in möglichst großer Menge, möglichst ohne unerwünschte Fremdbestäubungen anderer Herkünfte, und in möglichst großer Allel-Vielfalt zu bewerkstelligen. Eine solche Plantage gibt es für die Bergkiefern und ihre verschiedenen Teilregionen der Verbreitung zumindest in Bayern bisher nicht, wäre aber denkbar. Als Ultima Ratio und auch ergänzend kann zweitens auch eine Cryokonservierung von Saatgut in Betracht gezogen werden, also

das Einfrieren von Samen, um Genressourcen zu erhalten, wenn alle anderen Maßnahmen nicht zuverlässig genug funktionieren, z. B. bei massiven Absterbeereignissen etwa durch eingeschleppte Krankheiten. Die großen Forstgenbanken in Deutschland unterhalten solche Kältelager.

M. Winterholler: Aus meiner Erfahrung von fast 40 Jahren im staatlichen und nichtstaatlichen Natur- und Klimaschutz erlaube ich mir die folgende Anmerkung. Zu den wichtigsten Gründen, warum die Umweltseite (Natur- und Klimaschutz) in der Regel monostrukturierte Fichtenbestände auf entwässertem Moor räumt, zählen:

- Bessere Übereinkunft mit den privaten Eigentümern, wenn diese die brauchbaren Stämme (vor Vernässung wegen Befahrbarkeit) nutzen können;
- Prävention Borkenkäfer;
- freies Arbeitsfeld;
- direkte Verwendung des Holzes für Dammbauwerke;

- saure Nadelstreu in Verbindung mit Licht auf dem Boden sowie entsprechenden Niederschlägen ermöglicht Torfmooswachstum;
- Optimierung des Kohlenstoffspeichers durch späteres Versenken von Stämmen in angestauten Gräben (bei Eigentumsübergang).

Diese Räumungen geschehen also nicht wegen Ressortdenkens, wegen einer potenziellen Pumpenwirkung von Gehölzen oder wegen mangelnder Rücksicht auf die wald- bzw. baumtypische Biodiversität.

S. Müller-Kroehling: Wie ich in meinen Ausführungen bewusst klar dargestellt habe, haben dichte Fichtenforst-Reinbestände eine hohe Interzeptionsleistung und sind daher dem Wasserhaushalt des Moores abträglich. Hier besteht also kein Widerspruch zu meinen Ausführungen. Ebenso hatte ich klar dargestellt, dass solche Bestände nur unter bestimmten Bedingungen schonend umgebaut oder aufgelichtet werden können, unter anderem, weil ihre so genannte, ausschließliche „kollektive Stabilität“ sie nach Teilentnahmen sehr anfällig für Windwurf und Borkenkäferbefall macht. In Mischbeständen von Fichte und Waldkiefer, Moorbirke, Schwarzerle und anderen vernässungstoleranten Mischbaumarten kann dagegen ein schonendes Vorgehen der Auflichtung gewählt werden.

Worauf ich jedoch ergänzend eben auch hingewiesen habe, ist die häufig irriige Annahme, Bäume könnten ohne weitere Entwässerungseinrichtungen dauerhaft ein Moor „leerpumpen“. Das wird oft geäußert und steckt, denke ich, auch in vielen Köpfen, ist aber falsch, weswegen ich es bewusst so deutlich angesprochen habe. Solche Bestände können immer nur auf stark entwässerten Torfen angebaut werden, und wenn die Entwässerung nicht gepflegt wird und im Laufe der Jahre verfällt, werden die Bestände wieder nasser und regenerieren sich von selbst. Langjährige, an vielen Stellen in Bayern und ganz Deutschland gemachte Erfahrungen zeigen, dass das bloße Abholzen von Nadelforstbeständen auf entwässerten Torfen für den Moorschutz nichts bringt, ebenso wie das so genannte Entkusseln von Birkenbeständen. Die Wiederherstellung des Wasserhaushalts muss im Vordergrund stehen, und das geht eben durchaus auch mit naturnaher Waldbestockung, oftmals sogar besonders gut.

J. Reddemann: In welchem nennenswerten Umfang wird sich der Freistaat Bayern als größter Eigentümer von forstlich genutzten Grundstücken (ca. 800 000 ha in Bayern und im benachbarten Salzburg/A) an der Moorrenaturierung beteiligen?

S. Müller-Kroehling: Von den ca. 800 000 ha Staatsforstgrundflächen in Verantwortung der Bayerischen Staatsforsten (BaySF) sind etwa 15 000 ha Moorböden und etwa 15 000 ha weitere organische Böden (v.a. Anmoore). Die Renaturierung von Mooren im Staatswald wurde bereits in den 1990er Jahren von der früheren Bayerischen Staatsforstverwaltung begonnen und umfasst inzwischen die Hälfte der Hoch- und Übergangsmoore. Für die übrige Kulisse haben die BaySF ein mittelfristiges Umsetzungskonzept entwickelt, das die Renaturierung von 149 priorisierten Projekten auf 2700 ha bis 2030 vorsieht und als Teil des Moorwaldprogramms des Forstministeriums in das Bayerische Klimaschutzprogramm eingeflossen ist. Für die Niedermoores einschließlich der Anmoorböden in Niedermoorgebieten müssen aktuell erst noch verschiedene fachliche Grundlagen geschaffen werden. Dazu zählen aktualisierte Karten und ein Konzept zur zielkonformen Renaturierung dieser Grundwassermoores. Da die Zeit wegen des rasch voranschreitenden Klimawandels drängt, ist dies seitens BaySF und LWF als Aufgabe von großer Dringlichkeit erkannt.

Für die bayerischen Saalforsten in Österreich gelten die Bestimmungen des Bundeslandes Salzburg und der Republik Österreich. Laut Naturschutzkonzept für diesen Forstbetrieb sind dort etwa 100 Hektar Moorböden vorhanden (Stand: 2013) und sollen gemäß dieser internen Vorgaben extensiv behandelt bzw. in einen günstigen Zustand versetzt werden, sofern dieser noch nicht gegeben ist. Mit der bevorstehenden Überarbeitung des Naturschutzkonzeptes für den Forstbetrieb St. Martin sollen laut Auskunft der BaySF auch die Ziele und Maßnahmen in den dortigen Mooren aktualisiert werden.

*Aus Zeitgründen konnte keine Diskussion des Vortrags stattfinden, die Fragen wurden daher nachträglich eingereicht und beantwortet.