



Alfred RINGLER

Ohne Moorbagger und Anstau: Autoregeneration, Paludifizierung und Eh da-Paludis

Um den Zeitplan der Treibhausgasreduktion und Moorrenaturierung einzuhalten, muss Bayern alle verfügbaren Möglichkeiten nutzen. Dazu gehört auch die Selbstregeneration organischer Nassböden ohne technische Unterstützung. Die „Laissez-faire-Methode“ ist unspektakulär, kostengünstig, vielfältig, relativ konfliktarm, findet aber zu wenig Beachtung. Deshalb möchte ich sie vorstellen und kategorisieren. Die Inaktivierung von Entwässerungseinrichtungen bleibt jedoch weiterhin wichtig. Konflikte mit Landschaftspflege- und Artenschutzzielen halte ich für lös- oder ausgleichbar.

1. Ausgangspunkt: Zwischenbilanz der Moorsanierung in Bayern

Nur durch Beschleunigung des derzeitigen Renaturierungstempos lässt sich der Zeitplan des EU Restoration Laws bis 2050 und das 55.000 ha-Moorrenaturierungsziel der Staatsregierung bis 2040 einhalten (ORH 2021; MUG 2024; NAWK 2024). Nur etwa 8–10 % der landesweiten Moorbodenfläche sind Hochmoore (RINGLER 2025 a), wo wichtige Etappenziele bereits erreicht sind (GÜTHLER & KAULE 2022; HÖLZL & LEHMAIR 2023; RINGLER 2021). Die 52 Moorbetreuer:innen in den unteren Naturschutzbehörden, Forstbetrieben, Wasserwirtschaftsämtern und Ländlichen Entwicklungsämtern haben also noch viel zu tun. Mindestens zwei Drittel der insgesamt 274.000–282.000 ha Moorboden in Bayern (RINGLER 2025a) entfallen auf entwässerte, hoch emittierende Nieder- und Anmoore, die wegen ihrer aktuellen Bedeutung für die Nahrungsmittelproduktion nur schwer zu renaturieren oder mitigieren sind (DEMARTIN et al. 2020; BURNSHAUSER & SORG 2021; RUDISCHER 2022; LIU et al.

2023). Obwohl DRÖSLER et al. (2023) die Grundwasser-Anhebung als Klimaschutzwirksamste aller Bewirtschaftungsalternativen herausstellen, werden immer noch Gräben geräumt oder sogar mineralischer Erdabraum über dem Moorboden ausgebracht (Abbildung 1). Die Kooperationsstrategie Moor-Klimawirte (DVL 2021) hat also noch einen weiten Weg zu gehen.

Paludikultur eine mögliche Lösung

Eine vielversprechende Variante, Moorböden zu erhalten und gleichzeitig zu nutzen, ist die Nassboden-Landwirtschaft (Paludikultur) mit dem Ziel, bei stark reduzierter oder stillgelegter Entwässerung agrarische Produkte, Dämmstoffe, Verpackungs- oder bioenergetische Rohstoffe zu erzeugen.

Aber die Skepsis vieler Landwirt:innen gegen Grundwasseranhebung sitzt tief und ihre Vorbehalte sind oft gut nachvollziehbar. Wiedervernässung 5-mähdigen Moorgrünlandes und Rohrglanzgras-Anbau mit vorhergehender

Abbildung 1:

Hochmoor-Moose überwächst eine vorher offene Niedermoor-Schlenke mit Fieberklee im Wampenmoos (Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen). *Menyanthes trifoliata* würde sich niemals „von sich aus“ in einem dichten Torfmoos-teppich ansiedeln, ist hier also ein Sukzessionsrelikt und Indikator sehr dynamischer Moorveränderungen (Foto: Alfred Ringler, 2024).

Abbildungen 2 (a und b):

Während im Niedermoor a die Paludikulturforschung voranschreitet (Foto: Landratsamt Freising, 2023), werden im Niedermoor b die Moorböden mit mineralischem Abraum aufgefüllt (Glonntalmoor bei Jakobsberg nördlich von Bad Aibling; Fotos: Alfred Ringler, 2023).



Drän-Inaktivierung sind schwer zu akzeptieren. Da fällt es leichter, die Entwässerung aufrechtzuerhalten, Zielkonflikte im Naturschutz zu minimieren und zur kuckuckslichtnelkenreichen Wiesenbrüterwiese zu extensivieren oder eine Gehölzbrache wegzuräumen, die die/den Betriebsleiter:in schon lange stört. In Bayern sind zudem die paludikulturellen Voraussetzungen insgesamt ungünstiger als in Ländern mit teilweise agrokollektivistischer Vergangenheit und damit großen Besitzparzellen (Abbildung 2).

Paludikultur braucht mehr Unterstützung

Hilfreich für mehr Paludikultur in Bayern wären

- eine aktivere Amtshilfe durch die Wasserwirtschaftsverwaltung, beispielsweise durch Beschleunigung der wasserrechtlichen Bewilligungsprozesse (BURNHAUSER & SORG 2021),

- eine aktivere Beteiligung am hydrologischen Monitoring,
- ein aktiveres Marketing und Zugehen auf die Betriebe durch die AELF-Moorberater:in und
- die vermehrte Einschaltung der Ländlichen Entwicklung.

Moor-Manager:innen und Klimabüros allein werden es kaum schaffen. Auch in kontrovers diskutierten moorhydrologischen Fragen ist der hydrologisch-wasserwirtschaftliche Sachverstand im LfU und seitens der Renaturierungsplaner gefordert (WAGNER 2008).

Leider kommen große, einstaubare Moor-Gewanne in abgrenzbaren, hydrologischen Einheiten aufgrund der schwierigen Flächenakquise in absehbarer Zeit nur schwer zustande. Hinzu kommt noch das tendenziell abnehmende Wasserdargebot sowie die von EICKENSCHIEDT (2023) mustergültig analysierten Etablierungsprobleme von Paludikulturen, in denen sich manchmal sogar Krähen und Störche als Spielverderber einschalten. Trotzdem sollten wir den in intensiv genutzten Großniederungsmooren eingeschlagenen Weg fortsetzen. Der in rund 50.000 Hektar Flachlandniedermoor Bayerns (noch) gespeicherte Kohlenstoff- und Stickstoffvorrat ist einfach zu groß, um ihn einfach in die Atmosphäre, die schutzbedürftigen Gewässer und das bereits vorbelastete Grundwasser zu entlassen. Außerdem verbessern sich die ökonomischen Perspektiven paludikultureller Produkte zusehends (FHG 2025).

Auf die angedeuteten Probleme muss aber reagiert und der Umgang mit „Wasser als Produktionsgrundlage statt Schadfaktor“ (BIRR et al. 2021) neu einstudiert werden. Dabei ist das Nächstliegende zu beachten:

Abkürzungen und Begriffe

ABSP: Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern	DAH: Dachau	NL: Nürnberger Land
AELF: Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten	DGF: Dingolfing-Landau	NU: Neu-Ulm
ASK: Artenschutzkartierung Bayern (LfU)	ED: Erding	OA: Oberallgäu
DVL: Deutscher Verband für Landschaftspflege	FFB: Fürstenfeldbruck	OAL: Ostallgäu
GAP: Gemeinsame EU-Agrarpolitik	FS: Freising	PA: Passau
LfU: Bayerisches Landesamt für Umwelt	ERH: Erlangen-Höchststadt	PAF: Pfaffenhofen
ORH: Oberster Rechnungshof Bayern	FRG: Freyung-Grafenau	PAN: Rottal-Inn
THG: Treibhausgase	HO: Hof	R: Regensburg
AB: Aschaffenburg	KC: Kronach	REG: Regen
AIC: Aichach-Friedberg	KEH: Kelheim	RH: Roth
AÖ: Altötting	KU: Kulmbach	RO: Rosenheim
AS: Amberg-Weilburg	LA: Landshut	SR: Straubing-Bogen
BGL: Berchtesgadener Land	LL: Landsberg/Lech	TIR: Tirschenreuth
	MB: Miesbach	TÖL: Bad Tölz-Wolfratshausen
	MSP: Main-Spessart	TS: Traunstein
	MÜ: Mühldorf	WM: Weilheim-Schongau
	ND: Neuburg-Schrobenhausen	WUG: Weißenburg-Gunzenhausen
	NEW: Neustadt/Waldnaab	WUN: Wunsiedel

(1) Paludikultur und vergleichbare Alternativnutzungen sind auch in zahllosen kleineren, dispers verstreuten Nieder- und Anmooren in den Hügelländern und Bachtälern möglich (dezentrale Moorstrategie). Standorte mit Selbstvernässungstendenz finden sich dort häufiger als in den großen Niederungsmooren mit großräumig organisiertem Entwässerungs- und Vorfluter-System. Auch im Hinterland wird jeder Grundwasseranstieg zunächst auf Skepsis stoßen. Aber der „Raumwiderstand“ ist geringer, weil jeweils nur wenige Betriebe mit Bruchteilen der Betriebsfläche betroffen sind. Wasserdargebot und hohe Grundwasserstände sind häufig stabiler.

(2) Möglichst viel Renaturierung aufwandsarm durch die Natur selbst erledigen lassen. Was das konkret bedeutet, sei nun kurz beschrieben und illustriert.

2. Quasi-Paludikultur, „Eh da-Paludis“

Was ist das?

Nasswirtschaftliche Produktionsfläche auf relativ schwach entwässerten, nicht ackerfähigen Flächen mit Nassbrache- oder Selbstvernässungstendenz, entstanden durch Eutrophierung und Agrarstrukturwandel. Im Unterschied zur regulären Paludikultur wird der nutzbare Aufwuchs nicht künstlich eingebracht und kultiviert, sondern ist zumindest auf Teilflächen schon vorhanden und kann sich auch weiter rasch selbsttätig ausbreiten (Röhrichte, Großseggen- und Erlenbestände). Im Prinzip sind das dieselben Arten wie in der regulären Paludikultur (ABEL & KALLWEIT 2022). In solchen „Eh da-Flächen“ (vergleiche KÜNAST 2023) übertrifft der Biomasse-Ertrag wegen der vorhergegangenen Eutrophierung typische Streuwiesen bei weitem. Gerade diese Nassstellen der intensiv genutzten Kulturlandschaft (außerhalb geschützter Feuchtbiootope) werden derzeit oft wieder entwässert – mit stark negativem Treibhausgasereffekt. Daher plädiere ich dafür, die Selbstvernässung zu erhalten und die angesiedelten, hochproduktiven Arten als Nasskultur (Quasi-Paludikultur) anstatt als entwässerte Intensivwiese zu nutzen. Mit der Ernte kann auch eine Ausmagerungspflege hin zu meso- bis oligotrophen Streuwiesen einhergehen.

Wie kommt es dazu?

Auslöser für die Entstehung von Eh da-Paludipotenzialen sind außer dem generell zunehmenden Nährstoffeintrag: „Verwilderung“ und selbsttätige Sohlaufrhöhung von Vorflutern (Bachrenaturierung, Sohlwellen, keine

Räumung von beispielsweise Hochwasser-Geschiebewalzen und Schwemmholz), Biberaktivitäten, Mühlstau, Teichkettenreaktivierung (Mittelfranken, Oberpfalz), Verbrachung bei sinkender Rinderdichte und Tierhalterzahl in Ackerbaugebieten (zum Beispiel Bachtalwiesen in den Landkreisen Neuburg-Schrobenhausen und Aichach-Friedberg). Die Grundwasserstände werden gesteuert durch benachbarte Gewässerläufe, dauerhafte Hangwasserzuflüsse (ROSSI et al. 2012) oder Quellwasseraufstöße in hydraulischen Fenstern. In Bachtälern und quelligen Hangmulden bilden sich Anmoore, organisch-mineralische Wechselfolgen, bei geringer Hochwasser-Auflandung auch Sekundärtorfe.

Vor allem in Sammelstellen beziehungsweise Fließbahnen der Nährstoff-/Düngerüberschüsse aus angrenzenden Agrarflächen bilden sich Röhrichte („Verschilfung“; siehe Abbildungen 4; GÜSEWELL & KLÖTZLI 2002), Hochstauden-, Sumpfschilf- und Waldsimenfluren (KLÖTZLI 1967). Im Bergener Moos (Abbildung 3) haben paludikulturfähige Arten wie *Phragmites australis*, *Carex acutiformis*, *C. acuta*, *Cladium mariscus*, *Alnus glutinosa* sowie Hochstauden in wenigen Jahrzehnten einen erheblichen Teil der Schnabelbinsen-Schlenken, Kopfried-, Steifseggen-Fadenseggen- und Pfeifengras-Streuwiesen überwachsen. Die Gesamtphytomasse dieses Ökosystems hat auch durch neugebildete Feuchtwaldbestände enorm zugenommen. Der Landschaftspflegeverband organisiert und realisiert hier seit vielen Jahren eine im Grunde paludikulturelle Nutzung. Lediglich die Erntegut-Logistik und -verwertung müsste noch segmentiert oder reorganisiert werden.

Wo gibt es „Eh da-Paludis“?

Praktisch in allen größeren, unkultivierten Flachmooren Bayerns, etwas weniger in Landkreisen mit noch relativ geringem Eutrophierungs- und Verschilfungsgrad der Niedermoorbiotope (zum Beispiel Bad Tölz-Wolfratshausen, Freyung-Grafenau, Garmisch-Partenkirchen, Oberallgäu, Ostallgäu, Traunstein und Weilheim-Schongau). Schwerpunkte sind gefällsarme Bachtäler der Intensivackerbauregionen, Waldtäler der Oberpfalz und der Mittelgebirge, Hügelland-Quellmulden, Hangwasserzuströmbereiche (Schwemmfächer) am Rand von Beckenniederungen, gefällsarme Bach-, Teichketten- und Waldtalvermoorungen mit genügend Wasserdargebot (vergleiche BULLINGER-WEBER et al. 2014) in den Landkreisen Aschaffenburg, Altötting, Dingolfing-Landau, Erlangen-Höchstadt, Hof,



Abbildung 3:

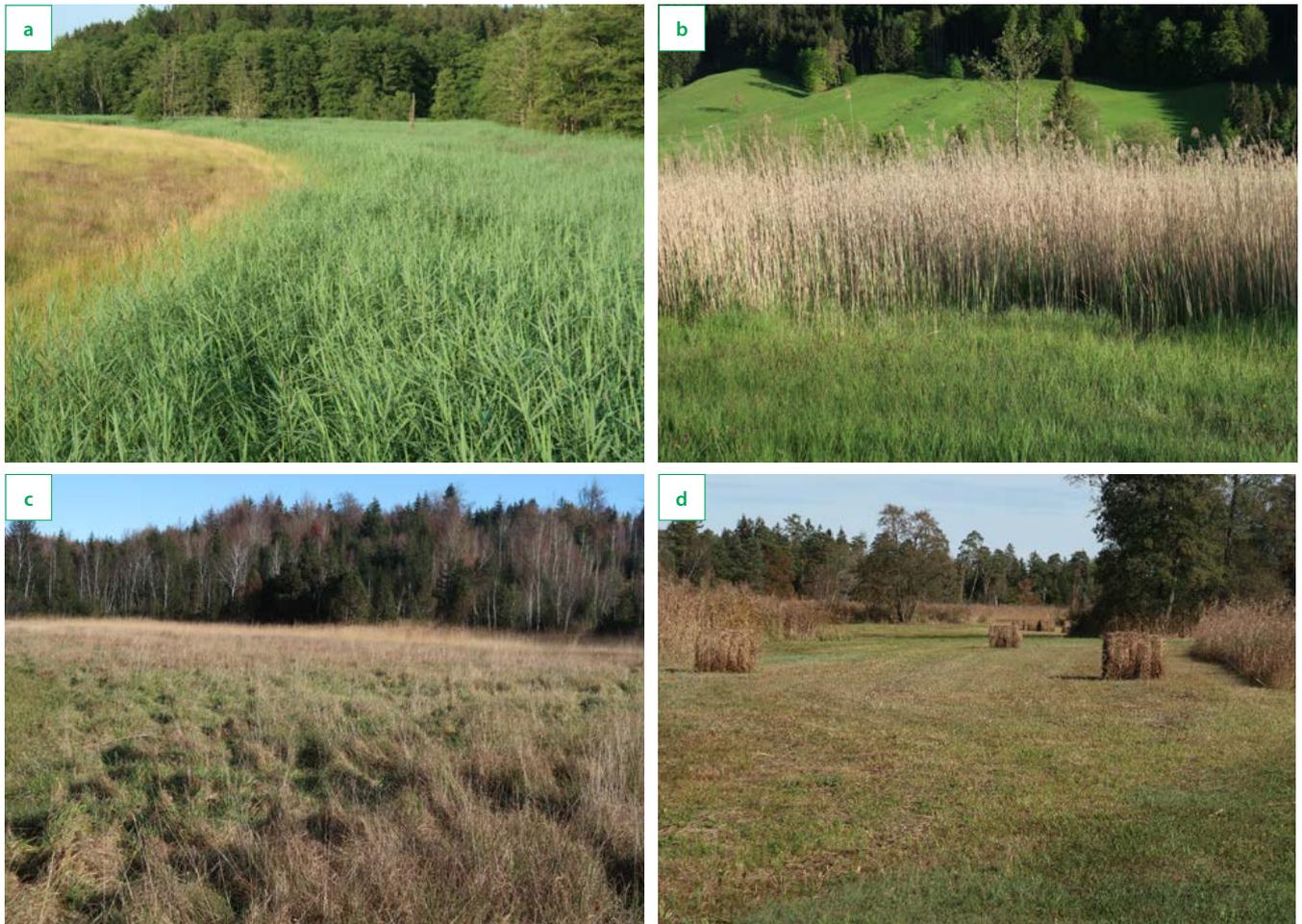
Vegetationsveränderung Bergener Moos/TS 1953–2024 (Lutz 1953 – Nachkartierung Ringler 2024). Nährstoffarme Flach- und Zwischenmoore wurden teilweise verdrängt durch dichtes Schilfröhricht (hellrot), schütterere Schilfbestände (dunkelrot), Sumpf- und Schilfseggenwiesen (dunkelgrün), Schneidbinsenröhricht (lila), hellblau/hellgrün markiert sind die bereits 1953 vorhandenen *Cladium*- beziehungsweise *Phragmites*-Bestände.

Kronach, Kulmbach, Landshut, Main-Spessart, Mühldorf, Neustadt/Waldnaab, Nürnberger Land, Passau, Regensburg, Roth, Rottal-Inn, Straubing-Bogen, Tirschenreuth, Wunsiedel. Allein in den Landkreisen Aichach-Friedberg, Dachau, Erding, Freising, Fürstenfeldbruck, Kelheim, Landsberg am Lech, Neuburg-Schrobenhausen und Pfaffenhofen machte ich 179 einschlägige Prüfbereiche mit insgesamt 1.930 ha ausfindig (Abbildungen 5–7). Allerdings gibt es im geschiebereichen Alpen- und Voralpenraum nur wenige Sohlentäler mit Vermoorungstendenz, Beispiele sind Rotfischbach südlich von Obermaiselstein/OA, Reigerbach bei Schwabbruck/WM, Illach oberhalb Wildsteig/WM, Mühlbach bei Lengenwang/OAL, Rohrmoosbach/Jachenau/TÖL, Rotwässerle bei Oberzollhaus/OA, Rote Valepp/MB, Grabenstätter Mühlbach/TS und Ramsauer Bach bei Höglwörth/BGL.

Was leisten solche Flächen im Naturhaushalt und Klimaschutz?

Sie gelten oft als Streuwiesen-Degradationsstadien oder eutrophierte Biotope zweiter Klasse, erlauben aber in diesem Zustand häufig eine nachhaltig beträchtliche Phytomasse-Produktion, wie sie ungedüngte Paludikulturen

nicht immer liefern. Möglich machen das stetige Stoffeinträge aus benachbarten Intensivflächen (erhöhte N- und P-Frachten, auch P-Rücklösung bei Fe-Hydroxid-Reduktion) Austritte stark nährstoffbelasteter Grundwässer und das natürliche Wasserdargebot. Nassboden-Eutrophierungszeiger wie Roterle, Schilf und Sumpfschilf mit hohem autogenem Ausbreitungspotenzial liefern zumindest potenziell ergiebige Biomasse- beziehungsweise Faserstofffrüchte und vermehren den Feuchthumusstapel (vergleiche zum Beispiel LAWRENCE & ZEDLER 2013; STEFFENHAGEN et al. 2019; VAN DEN BERG 2019). Der Vorteil dieser Standorte, etwa in vermoorenden Sozialbrachen der Mittelgebirgstäler gegenüber vielen künstlich eingerichteten Paludikulturvarianten (zum Beispiel *Typha*-Anbau) liegt darin, dass die C-Fixierung nicht auf die Erntemasse beschränkt ist, sondern oft durch humusreiche Feuchtböden, mineralisch-organische Mischböden, Schilf-/Seggen- oder Moorstorfbildung erweitert wird. Nach HINZKE et al. (2021) nimmt die Radizellentorfbildung zum Beispiel der Sumpfschilf *Carex acutiformis* mit zunehmender Bestands- eutrophierung keineswegs ab, sondern eher zu und die Produktivitätssteigerung nach NPK-Zugabe wird nicht durch Zersetzung zunichtegemacht. Wo *Carex acutiformis* bereits dominiert, fallen die erheblichen paludikulturellen Etablierungsschwierigkeiten dieser Segge weg (PANNEMANN et al. 2024). Nährstoffengpässe mit Nachdüngungsbedarf wie in manchen Paludikulturversuchen (EICKENSCHIEDT 2023) sind in „Eh da-Paludis“ kaum zu befürchten. Während Paludis vernässungstechnisch nicht immer optimal platziert werden können, sind „Quasi-Paludis“ dauerhaft von Hangsickerwasserströmen und Quellen gespeist. Ihre Wurzel- und Streuhorizonte sind durchlässig und unterhalten Sickerwasserströme (BAIRD et al. 2004). Ihre spezielle Lage minimiert Konflikte zwischen Agrarproduktion und Retentions- beziehungsweise Moorklimaschutzzielen. Die Störung der Betriebsabläufe ist gering. Angst vor Umfeldvernässung spielt keine Rolle, weil sich der Drainage-Stop in Bachtälern oder Quellmulden nicht auf intensiv nutzbare Nachbarflächen auswirkt. Die faunistischen Habitatfunktionen sind häufig breiter gefächert als in neu etablierten Paludis mit künstlichem Wassermanagement. Sollten Eh da-Paludis phasenweise mit stark erhöhten CH₄-Emissionen verbunden sein, unterscheiden sie sich in diesem Punkt nicht negativ von überstauten Paludis (vergleiche VAN DEN BERG et al. 2024). Ihre Klimabilanz ist im Regelfall mindestens so günstig wie in



angelegten Paludis mit derselben Dominanzart (NIELSEN et al. 2024)

Gibt es auch Nachteile?

Solche Flächen sind weder vollwertiger Ersatz für, noch Wunderwaffe gegen die Mühsal, große Niedermoores wieder zu vernässen. Ihr Aufwertungs- und CO₂-Einsparpotenzial ist limitiert, wenn sich auf der bereits vorher ziemlich nassen und schwach genutzten Fläche nicht mehr viel ändern muss. Die pro Hektar gewinnbare Biomasse ist oft nicht riesig. Im Erntegut befinden sich meist außer *Carex acutiformis*, *Carex acuta* oder *Phragmites australis* auch für Verpackungs-/Dämmstoff- und Biogaserzeugung weniger ergiebige Pflanzenarten. Großflächige Phalaris- oder Typha-Nassbrachen sind in Bayern kaum vorhanden. Kleinräumige Nässe-/Bodenfestigkeitsunterschiede und Gehölze (sofern diese nicht selbst die Rolle einer paludikulturellen Zielart übernehmen) erschweren oft den Maschineneinsatz. Geeignete Flächen liegen erntetechnisch und logistisch nicht immer ideal, geschickte überlokale Organisation könnte dies aber überbrücken. Ein Abgleich mit eventuell konkurrierenden Artenschutzzielen oder bereits

Abbildungen 4 (a, b, c, d):

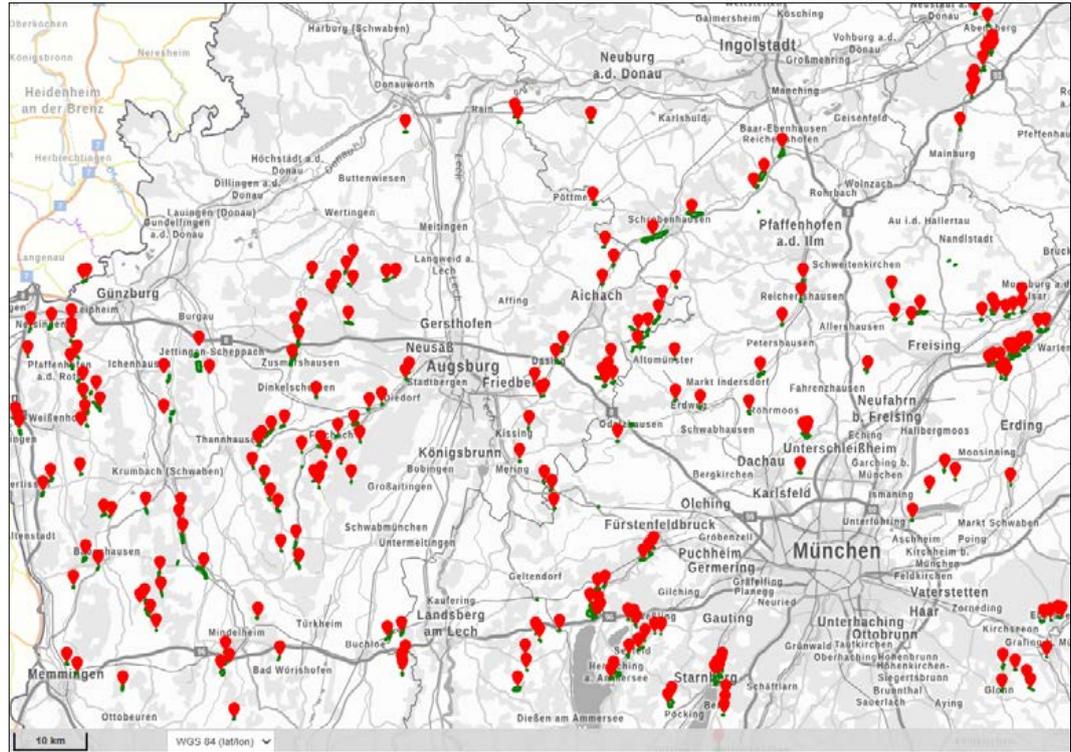
- Eh da-Paludis im Tertiär-Hügelland und Alpenvorland (Fotos: Alfred Ringler, 2023/24).
- Dieses 1,5 km lange, sekundäre, eutrophe Röhrichtmoor an der oberen Weilach und am Altgraben bei Thalhausen (Landkreis Dachau) bildete sich aus früher gemähten Talfeuchtwiesen auch unter Mithilfe des Bibers.
 - Mähgrenze innerhalb eines in den letzten 50 Jahren entstandenen, sehr dichten Schilfmoores im südöstlichen Bergener Moos (Landkreis TS).
 - Eine ehemalige Moorkulturwiese nordöstlich Elbach (Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen) vernässt zusehends, seitdem ihr Vorfluter nicht mehr geräumt wird. Rasch breitet sich Sumpfschilf aus. Spontan und niederschwellig entsteht hier ein paludikulturfähiger Zustand.
 - Im Simssee-Flachmoor (Landkreis Rosenheim) sind Eh da-Paludis bereits großflächig in Betrieb, wengleich ihre gewaltigen Schilf-Großseggen-Erträge derzeit noch von keinem Dämmplatten- oder Verpackungshersteller geordert werden.

laufender Feuchtwiesenpflege ist vielfach erforderlich (DOLEK et al. 2014; WAGNER 2022).

Wie finanzieren? Was kostet Klimaschutz auf solchen Flächen?

Die Klimabilanz kann im Vergleich zu intensiv genutzten Niedermoores sehr günstig sein, so wird etwa in der Variante Schilfröhricht bei Flurabständen von +20 bis -10 cm: 0–7 t CO₂-Äquivalente/ha/Jahr fixiert (NÄRMANN et al. 2021, kalkuliert nach dem GEST-Ansatz). Zumindest theoretisch können bei Nutzung natürlicher Schilfbestände Paludikultur-Etablierungskosten

Abbildung 5:
Feuchtstandorte mit
Selbstvernässungs-,
Verbruchungs-, teilweise
auch Sekundär-
vermoorungstendenz
(eventuell „Eh da-Paludis“)
in Südwest-Bayern.



von 2.760 Euro/ha (ebenfalls nach NÄRMANN et al. 2021) eingespart werden. SCHÄFER et al. (2023) kalkulieren pro Hektar sogar

- Planungs- und Baukosten
1.065–17.555 Euro,
- Infrastruktur für Biomasse-Abtransport, Wasserrückhalt und -management, Etablierung per Saat oder Pflanzung: durchschnittlich 10.000 Euro sowie
- Erntetechnik-Finanzierungsbedarf
400.000 Euro.

Zu den Problemen und Kosten von Typha-Kulturen siehe NEUBERT et al. (2024). Die bei Paludis oft unüberbrückbar hohe Differenz zwischen intensivlandwirtschaftlichen und paludikulturellen Deckungsbeiträgen (LIU et al. 2023) ist bei „Quasis“ viel geringer. Quasi-Paludis auf Schilfbasis ersparen Aufwendungen für Graben- oder Drainage-Inaktivierung beziehungsweise Grundwasseraufhöhung, weil sie diese Aufgabe „in eigener Regie“ (mit ihrem sehr expansiven Rhizomgeflecht) und großer Ausbreitungsenergie selbst übernehmen. Der Sediment-Auskämm- beziehungsweise Reusen-effekt in Grabensysteme einwachsender Phragmites-Bestände beziehungsweise der Rhizom-Plombierungseffekt auf Drainagerohre (häufig unterstützt durch Eisenockerbildung)

beschleunigt den Selbstrenaturierungsprozess (siehe die Chronosequenz in Abbildung 9). Ein Zielkonflikt zwischen Klimaschutz/Hydrologie und Artenschutz ergibt sich nur selten, wenn die brachebedingte Verdrängung der gefährdeten Arten bereits vor Beginn der Totalversumpfung und -verschilfung beendet war und eine Wiederaufnahme der Mahd diese Arten auch nicht mehr zurückholen würde.

3. Paludifizierung (passive Renaturierung)

Was ist das?

Ich verstehe darunter die Selbstrenaturierung einer Moorbodenfläche nach Nutzungsende. Im Unterschied zur Quasi-Paludikultur findet keine Biomasse-Verwertung statt. Ein Großteil des Flächenpotenzials liegt in Wäldern (vergleiche auch ALJES et al. 2023).

Wie kommt es dazu?

Verfall alter Grabensysteme (LAVOIE et al. 2003), Klimawandel und Torfmoos-Expansion in Moorwäldern, sekundäre Akrotelmbildung auf gesackten Torfen in ursprünglich stark vorentwässerten Hochmooren (KAULE & PERINGER 2011; Abbildung 10), oberflächliche Versauerung und Torfmoos-Ausbreitung auf ehemaligen Streuwiesen, Biber-Anstau von Gräben und Moorbächen, Versumpfung entlang „un gepflegter“ Fließgewässer und Gräben (LININGER & LAVE 2024); Vermoosungsprozesse in Flach- und Zwischenmoor-Schlenken und auf offenen

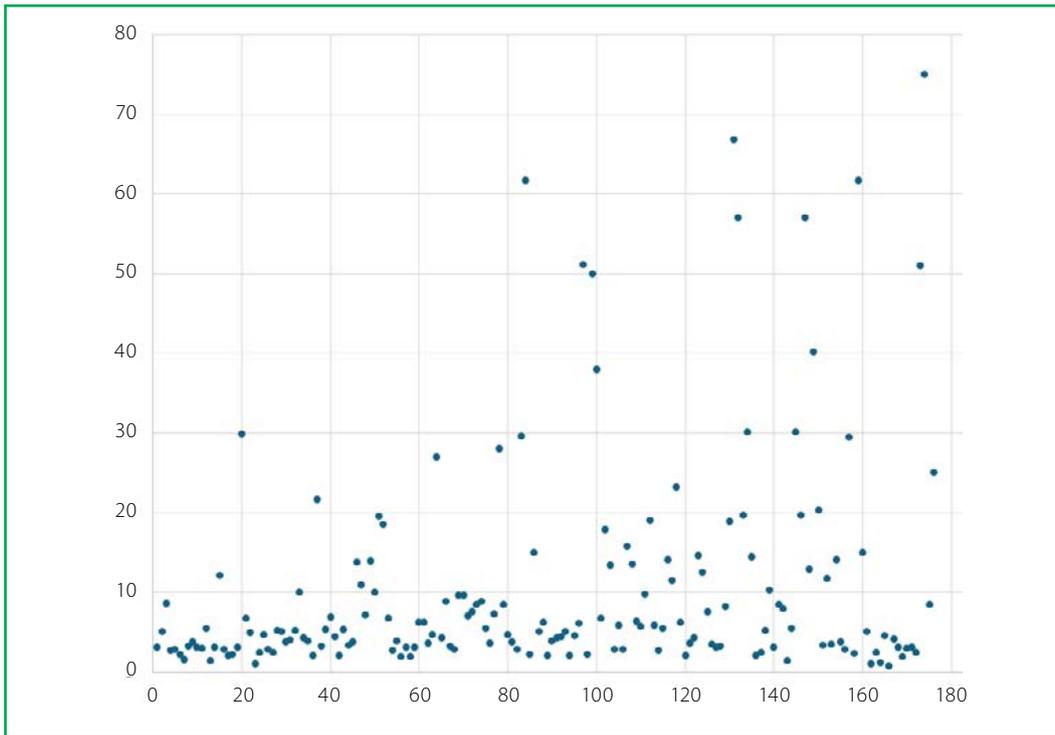


Abbildung 6:

Flächenamplitude der im Gebiet der Abbildung 4 kartierten Quasi-Paludikandidaten (Landkreise AIC, DAH, ED, FFB, FS, KEH, LL, ND, PAF)
Ordinate: Fläche in Hektar
Abzisse: Nr. der Prüffläche; potenziell geeignete Flächen sind überwiegend kleiner als 10 ha, teilweise aber auch 20–75 ha groß

Torfbereichen stärken Torfbildung und C-Speicherung (GRANLUND et al. 2022; RINGLER 2024a; RINGLER & MEYER 2024b). Die vielfältigen Prozesse lassen sich folgendermaßen kategorisieren:

(1) Vermoosung

Ausbreitungsprozesse von Torfmoosen und torfbildenden Laubmoosen in vielen brachgefallenen Streu- und Moorwiesen, verfallenden Meliorationsanlagen, Moorwäldern und Hochmoor-(Flechten-)Heiden des Alpenvorlandes und Grundgebirges, allerdings nur bei mittleren Jahresniederschlägen von > 1.200 mm.

Abbildung 7 (a und b):

Schilfausbreitung auf Moorstandorten im Inngletschervorland (größerer und kleinerer Ausschnitt; eigene Erhebungen im Vergleich mit Aufnahmen der 1960er-Jahre). Dargestellt sind in den letzten 50 Jahren auf vormaligen Streuwiesen, Moor-Fettwiesen und Moor-Äckern neu entstandene beziehungsweise stark vergrößerte, hohe Dichtschilfbestände (meist mit Großseggenunterwuchs). Die Tropfengröße symbolisiert unterschiedliche Ernteflächengrößen (sekundäres Großröhricht auf > 1 ha, 0,5–1 ha, 0,2–0,5 ha). Datengewinnung im Zuge des Moorzustandsmonitorings 1964–2021 (Ringler, 2021).

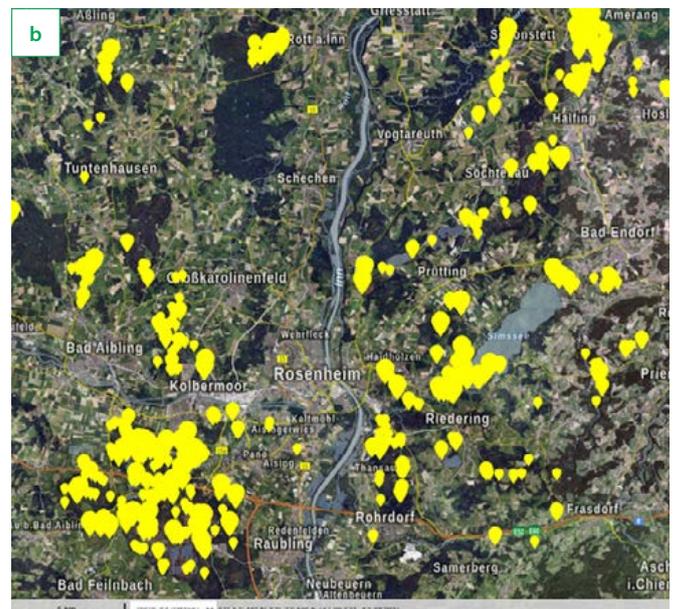
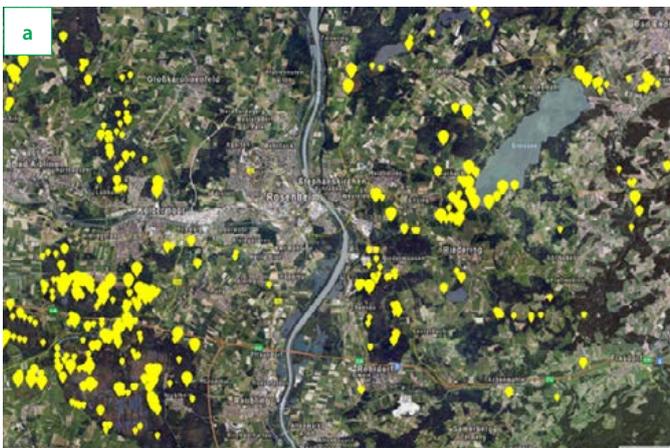


Abbildung 8:
(Ehemaliges) Oberpfälzer Waldmoor NE Eschenbach im Landkreis Neustadt/Waldnaab (Foto: Alfred Ringler, 2023). Frühere Waldentwässerungssysteme bedingen eine erhöhte Klimawandel-Anfälligkeit der meisten fränkischen und oberpfälzischen Waldmoore unterhalb 800 m. Häufig erübrigt sich aus Wassermangel eine Wiedervernässung solcher stark gesackten und aufgezehrten Waldmoore.



Zur „Verhochmoorung“ oder „Vertorfmoosung“ (verkürzt: „Vermoosung“) siehe auch FOSTER (1984), CRAWFORD et al. (2003), WENDEL (2010), TAHVANAINEN (2011), KAULE et al. (2018), LE STUMBOIVIN et al. (2019), KOLARI et al. (2023), SINYUTKINA (2021), GRANLUND et al. (2022) und KOLARI & TAHVANAINEN (2023); in perhumiden Montanklimaten kann sogar leichte Entwässerung diesen Prozess begünstigen oder auslösen (SCHRAUTZER et al. 2021). Im Zuge dieses Prozesses sind klimaökologisch eher ungünstige Hochmoor-Flechtenheiden seit den 1970er-Jahren fast ganz verschwunden (KAULE & PERINGER 2011). Die Frage, ob eine brachgefallene, von Torfmoosen überwallte Streuwiese tatsächlich eine günstigere THG-Bilanz entwickelt als eine gepflegte Streuwiese, die ebenfalls Torfmoose enthalten kann, wäre noch durch vergleichende Gasflussmessreihen zu beantworten. Die Antwort ist wichtig für die gegenwärtig nicht umstrittene Pflegepraxis der Zwischen- und sauren Flachmoore. Sind extrem auflastarme, die Mooschicht schonende Spezialgeräte wie Niederdruck-Ballonreifen-Fahrzeuge, funkfern gesteuerte Raupen und Balkenmäher nicht verfügbar oder hat die saure Vermoosung („Verhochmoorung“) bereits einen hohen Deckungsgrad erreicht, so sollte das gegenwärtige Mähkonzept kritisch überprüft, gegebenenfalls eingeschränkt werden. Das Pflege-Areal eines Landkreises verkleinert sich dadurch kaum, weil ja stattdessen viele (Quasi-)Paludikulturflächen in früher intensiver genutzten Vernässungsbereichen anfallen und außerdem zahlreiche Altstreuwiesen mit fortgeschrittener Verbuschung reaktiviert werden sollten. Auf vermoosenden Flächen neu entstehendes Akrotelm

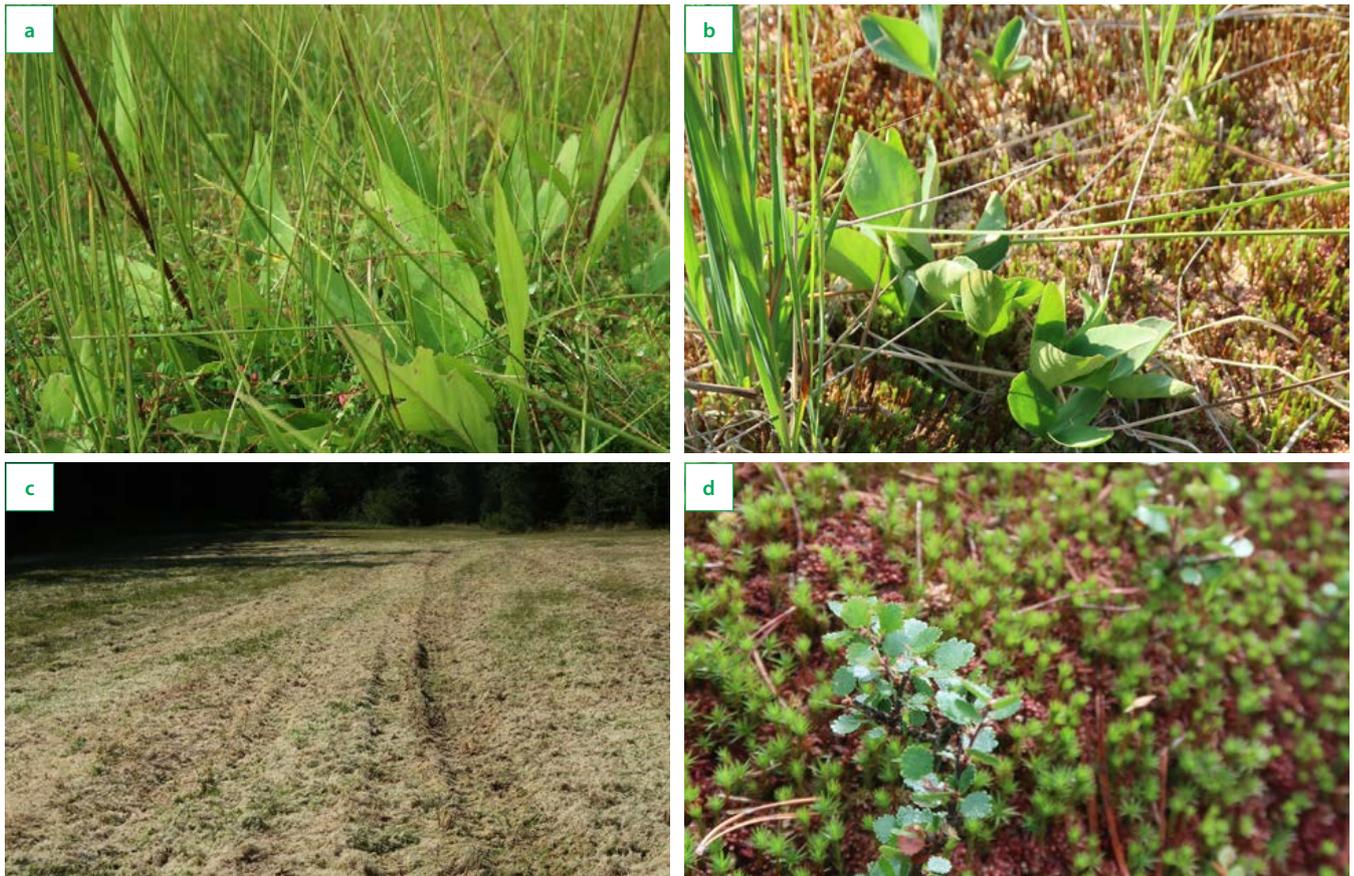
setzt sich meist scharf gegen die darunter liegenden, zum Teil ehemals stärker entwässerten Alt-Torfe ab (vergleiche MICHAELIS et al. 2020; Abbildung 10).

Außerdem verschiebt der Klimawandel in sehr niederschlagsreichen Hochlagen die Hochmoorwachstumsgrenze bergwärts. Torfmoosausbreitung und vitales Sphagnum-Wachstum können heute in größerer Höhe beobachtet werden als in den 1970er-Jahren (RINGLER & SIUDA 2025). Die Frage, ob die starke wassermangelbedingte Degradation der Waldmoore fränkischer Trockenregionen (vergleiche Abbildung 8) durch gegenläufige Entwicklungen im montanen Bereich aufgewogen wird, ist derzeit aber noch nicht zu beantworten.

(2) Paludifizierung an Fließgewässern

Vor allem in Sohlentälern und Quellgebieten des Grundgebirges, in Mittelschwaben und im Oberpfälzer Bruchschollenland, finden Versumpfungs-, teilweise auch Vermoorungsprozesse statt (CRAFT et al. 2018). Beispiele: Reschwasser bei Hohenröhren/FRG, oberes Rinchnachtal/REG, Lehstenbach/WUN, Thumbachtal westlich Grafenwöhr/NEW (das über 6 km Länge bayernweit vielleicht größte „Freilandexperiment“ einer sekundären Talvermoorung), Röttenbachtal bei Mantel (NEW), Reichenbachtal W Weißenhorn/NU und oberes Bibertal bei Biberachzell/NU.

Ein Quellgraben im Wörther Moos/ED 490 m ENE S-Bahn-Station St. Kolomann demonstriert exemplarisch den lokalen Grundwasseranstieg nach Nutzungsbeendigung (Abbildung 11). 1956 war der Graben durch händische Räumung



Abbildungen 9 (a, b, c, d):

Vermoosung ehemaliger Streuwiesen – Klimaschutzerfolg oder Frevel am hochgefährdeten Abbiss-Scheckenfalter? (alle Fotos: Alfred Ringler).

- Auf dieser sauren Pfeifengraswiese bei Balderschwang/OA hat sich eine Pseudohochmoor-Decke gebildet. Der Teufelsabbiss, dessen Individuen nach KOSTRAKIEWICZ-GIERALT (2017) 25 Jahre alt werden, stammt noch aus der Streunutzungsperiode, in der die Fläche stärker entwässert war. Heute könnte sich dieser Vegetationslückenkeimer und Tiefwurzler, Nahrungs- und Gespinstgrundlage für die Raupen des Abbiss-Scheckenfalters, hier nicht mehr ansiedeln. Noch durchstößt er die neugebildete Torfmoos-Moosbeeren-Schicht.
- Der tiefwurzelnende Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*) in den Rothenrainer Mooren/TÖL, ursprünglich Bewohner offener Schlenken, wird gerade von expandierenden Torfmoospaketen verdrängt.
- Illachtal/WM: Auf einer versauerten Streuwiese neugebildete Torfmoos-Auflage wird durch Mähaggregate „gestriegelt“, vielleicht auch in ihrer Entwicklung zurückgeworfen. Hier nähert sich das derzeitige Management den Grenzen einer sinnvollen Pflege.
- Die Autoregeneration von Hochmooren verdrängt manchmal auch stark gefährdete Arten. Hier im Schwarzlaichmoor (Landkreis WM) werden gerade Zwergbirkenbestände (*Betula nana*) durch neue Hochmoorbulte überwachsen.

etwa 1 m eingetieft. Der Artenschutzwert war hoch (Mehlprimel, Glockenenzian, Alpenfettkraut, Braunkehlchen und andere), der Klimaschutzwert dagegen limitiert. 30 Jahre später war die extensive Moorbewirtschaftung und manuelle Grabenpflege längst aufgegeben. Schilf drang vor, das Grabenprofil war schmaler und seichter geworden. 2018 hatte das einwachsende Schilf-Rhizomgeflecht und der aufkommende Weidenbruch den Graben plombiert und den lokalen Grundwasserstand bis zur Geländeoberkante ansteigen lassen (Grundwasser-Kuppe). Der Artenschutzwert hatte sich zu Organismengruppen hin verschoben, für die

das ABSP und die ASK kaum lokale Erhebungsdaten anbietet. Der Klimaschutzwert ist dagegen höher als 1956. Dieses Fallbeispiel veranschaulicht aber auch das Spannungsfeld zwischen Klima- und Artenschutzzielen, generalisiert: zwischen den etablierten Abläufen und Flächenplanungen der aktiven Landschaftspflege und den von der Staatsregierung gesetzten Treibhausgasminderungszielen im Moorbereich.

(3) Biberunabhängig neu entstehende Nassflächen

In Wasseransammlungen, Nutzungsausfallstellen, nicht mehr funktionsfähigen Sickerschächten glazial geformter Ackergebiete oder verfüllten



Abbildung 10:

Auf jahrzehntelang durch Streunutzung degradiertem Hochmoor neu gebildetes Akrotelm: Spatenausstich in den Sterntaler Filzen bei Bad Feilnbach/RO (Foto: Alfred Ringler, 2021)

Flachgewässern und plombierten Ackerdolinen, die man wieder ausgeräumt hat, sowie auf gespannten Grundwasser-Aufquellungen, deren künstliche Drainagen allmählich ausfallen oder durch Verockerung oder Kalksinterbildung inaktiviert werden, können sich C-speichernde Steifseggen-Bultmoore (vergleiche LAWRENCE & ZEDLER 2013), dichte Schilfbestände, kleine Bruchwälder und andere Organik erzeugende Sumpfbestände bilden. Auch hier muss ich eine große Vielfalt an Erscheinungen durch ein einziges Bildbeispiel ersetzen (Abbildungen 12).

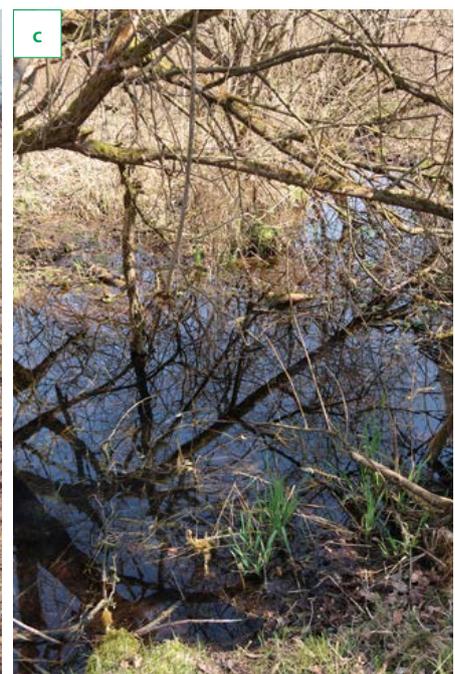
Abbildungen 11 (a, b, c):

Biberunabhängige Selbstrenaturierung eines Grabens im Wörther Moos/ED: Chronosequenz über 6 Jahrzehnte (Fotos: Max Ringler, 1956, Alfred Ringler, 1986 und 2018, Interpretation im Text; alle Aufnahmen an exakt derselben Stelle)

(4) Biber-Effekte

Eine Beendigung der Biberkontrolle in allen Moorgebieten Bayerns wäre ein Meilenstein auf dem Weg zu den landesweiten Moor(-klima-)schutzziele 2040 beziehungsweise 2050. Der Biber würde, wenn man ihn ließe, fast alle vorflutangebundenen, größeren, relativ ebenen Moorgebiete Bayerns hydrologisch verändern

und nur in wenigen aus Gehölzmangel auf Dammbauten ganz verzichten. Schon seine wenigen geduldeten „Großrenaturierungsversuche“ zeigen ein beträchtliches Potenzial (beispielsweise Augraben bei Walkersaich/MÜ, Fußbergmoos/FFB, Leinschlag/AS, Schambachtal/WUG, Dammbachmoor bei Rubi und Reichholzrieder Moor/OA, Wasachmoos/OAL, Kendlmühlfilz/TS, Premer Filz/WM; vergleiche auch KARRAN 2018 und MITCHELL & NIERING 1993). Meister Bockert würde fast im Alleingang (ohne zusätzliche aufwendige Niedermoorprojekte) das Niedermoor-Wiedervernässungsdefizit erheblich reduzieren, auch dann, wenn alle bibersensiblen Siedlungs- und Infrastrukturzonen ausgespart blieben. Bisweilen treibt er auch die (Wieder-)Vermoorung flacher Talsohlen voran (KAPHEGYI & KONOLD 2014). Seine über das Gerinne oft weit hinausreichenden, manchmal durch Torf-Einbau abgedichteten Holzbauwerke können Wasserspiegelschwankungen vom Fließgewässer abkoppeln, den Wasserhaushalt von Talfeuchtgebieten gegen klimawandelbedingte Oszillation abpuffern und die Ausbreitung von Moorvegetation auf die Talböden fördern – dies alles bei einer hydrologischen Reichweite von etwa 150 m vom Bach und einer Funktionsdauer ungestörter Dämme von mindestens 60 Jahren (KARRAN 2018). Da relativ stabile und dauerhafte Biberdämme vor allem in relativ gehölzreichen Gegenden entstehen (ZAHNER 2018), „profitieren“ die Grabensysteme der großen, intensiv genutzten Niedermoor weniger von Biberaktivitäten als gehölzgesäumte Fließgewässer und moorwaldbedeckte ehemalige Torfstichgebiete.



Der Königsweg der Niedermoor-Wiederbefeuchtung, nicht mehr fast jeden neuen Biberdamm mit „Entnahme“ des Dammes und Dammbauers (beziehungsweise Damm-Durchlasseinbau) beantworten zu müssen, setzt einen Paradigmenwechsel voraus, der vorläufig utopisch erscheint. Dem/der Landwirt:in sollte in Biber-Problemfällen ein spontanes Umschalten auf Moorklimaschutz ermöglicht werden. Für eine Änderung der Biber-Strategie ist mit dem neuen Acker-Umwandlungsangebot über 3.300 Euro/ha grundsätzlich ein wichtiger Schritt vollzogen. Da aber Biber-An-/Überstau nur selten als Paludikultur nutzbar sind, führt kein Weg daran vorbei, die Bindung von GAP-Zahlungen an eine kontinuierliche agrarische Produktion zu lockern. Ein bäuerlicher Klima-/Artenschutzbeitrag ohne landwirtschaftliche Aktivität sollte ähnlich förderfähig werden wie Paludi-„Kultur“. Auch die Verknüpfung von Biberaktivitäten mit dem Moor-Zertifikatehandel (beispielsweise Moor-Futures) setzt eine rasche Begutachtung und Abschätzung der THG-Einsparpotenziale plötzlich auftretender Vernässungen voraus.

Wo gibt es bereits Paludifizierung?

Fast in allen Naturräumen in regional sehr unterschiedlicher Häufigkeit. Je humider das Regionalklima (Jahresniederschläge, durch Kühle reduzierte Verdunstung, Regenstau der Gebirge), desto leichter siedelt sich auf wasserundurchlässigen Standorten torfbildende Vegetation an, desto höher ist der Grenzneigungswinkel der Torfbildung, desto eher können sich Hang- oder sogar Deckenmoore entwickeln (POSCHLOD et al. 2007). In regenärmeren Regionen bildet sich der erforderliche Wasserüberschuss nur auf Sonderstandorten mit seitlich zuströmender oder von unten aufsteigender Grundwasserbewegung in Teichverlandungen, Quellhorizonten, Quellmulden oder Talsohlen neben relativ geschleebearmen Fließgewässern.

Was kommt dabei für den Naturhaushalt und Klimaschutz heraus?

Versumpfung auf rein natürlichem Weg verläuft häufig sehr langsam unter Vermeidung stark methanemittierender Flachwasserzonen, wie sie in Paludis entstehen können. Mit Paludifizierung einhergehende Torfbildungsraten haben REIF & KÜSPERT (1983) in Moorbrachen des Weißenstädter Beckens (WUN) beschrieben und gemessen. Manches spricht dafür, dass (gehölzreiche) Sekundärsukzessionsflächen auf ehemaligem vernässtem oder unvernässtem Moorgrünland oder Mooracker rascher günstige Treibhausbilanzen entwickeln können als mitigierte, aber agrarisch weitergenutzte Moorflächen (NIELSEN et al. 2021). Die Methanproblematik von Biberaufstauen im arktischen Bereich (Biber wandern im Klimawandel nordwärts und beschleunigen dort durch Überstauungen die Permafrostschmelze) ist nicht auf unsere Breiten übertragbar. MINKE et al. (2020) belegten, dass ausgedehnte, relativ nährstoffarme Biberaufstauflächen schon nach wenigen Jahren Methan-Ausgasung durch Vegetationsumbau (Vordringen von Schnabelsegge und Wollgras) in eine neutrale bis positive Klimabilanz umschlagen können. HE et al. (2023) zeigten, dass die CO₂-Senke eines biberangestauten borealen Hochmoores nach Zerstörung der Biberdämme (Absenkung der Biberseen um 0,7–1 m) zur CO₂-Quelle wird.

Wie finanzieren? Was kostet Klimaschutz auf solchen Flächen?

Die genannten Optionen werden akzeptabel, wenn die Allgemeinheit dem Flächeninhaber nicht den Zusatzaufwand einer Nutzungsumstellung ersetzt, sondern den Wert des erzielten (nicht unbedingt „produzierten“) ökologischen Gutes honoriert (etwa eingesparte Emission nach gültigem CO₂-Preis; langfristig potenziell verhinderter Hochwasserschaden, umgelegt auf

Abbildungen 12 (a und b):

Endmorärentümpel bei Murn (RO) in den Jahren 1986 und 2019 (Fotos: Alfred Ringler). Das vorflutfreie Klein-Feuchtgebiet wurde mit Bauschutt zugefüllt, aber die Verfüllung hat den Wasserstand in die Höhe getrieben. Der darauffolgende Versumpfungseffekt hat Großseggen- und Schilfansiedlung ausgelöst, die allem Anschein nach eine sekundäre Anmoor- oder Niedermoorbildung über der begrabenen Deponie auslöst.



alle Teilflächen des Hochwasserentstehungsgebietes). Der durch derartige Prozesse erzielbare Moorschutzeffekt lässt sich bayernweit nicht seriös aufsummieren. Es ist aber gut vorstellbar, dass allein der Verzicht auf Biberdamm-Beseitigungen außerhalb der zu schützenden Infrastruktur- und Siedlungszonen einen größeren Gesamteffekt hätte als alle derzeit angedachten Niedermoorrenaturierungsprojekte zusammengekommen (deren Realisierung aber meist noch in den Sternen steht und in denen ebenfalls Methan freiwerden kann). Ein solcher Schwenk scheint momentan unrealistisch, aber auch eine Vision kann der Realität manchmal Flügel verleihen. Vielleicht sollte man vorsorglich bei der Analyse gemeldeter Biberschäden viel stärker auf den Klimagas-, vielleicht sogar Vermoorungseffekt der einzelnen Aufstausituation achten, die Grundlagen dazu in die Biberberater-Ausbildung der ANL aufnehmen und durch einen sofort abrufbaren „Moorbiber-Dispositionsfonds“ nicht nur den momentanen Biberschaden entschädigen, sondern auch durch unverzüglich realisierbare Flächenankaufs- oder Pachtangebote die Biberdamm-„Sanierung“ überflüssig machen.

4. Diskussion und Ausblick

Das torfbildende und THG-Senken-Potenzial von Schilf- und Großseggenbeständen, deren Ausbreitung durch Nährstoffeintrag begünstigt wird, könnte dazu verleiten, die weitere Eutrophierung von Feuchtlandschaften für eine Klimaschutzmaßnahme zu halten. Das aber wäre fatal. Denn nährstoffarme, minerotrophe Moore und ihre typischen Arten sind bereits jetzt auf ein kritisches Minimum geschrumpft (RINGLER 2021). Außerdem erhöhen sich im eutrophen, sauerstoffverarmten, wässrigen Milieu generell die Methan-Emissionen (YANG et al. 2020). Genauso falsch wäre die Annahme, dass die erläuterten autogenen Prozesse die technisch unterstützte, aber kostenaufwendigere Renaturierung ersetzen könnten. Allerdings sollten sie in der moorstrategischen Diskussion (vergleiche ZAK & McINNES 2022), in der Renaturierungsforschung und beim Monitoring mehr Aufmerksamkeit erlangen. Dass sie oft negiert oder übersehen werden, beruht auf

(1) dem hohen Degradierungsgrad der meisten Moore, dem ohne technisch initiierte Reparatur nicht mehr beizukommen ist,

(2) der Fokussierung öffentlicher Moorprojekte auf konkret kalkulierbare und plantechisch nachweisbare Maßnahmen mit hohem Finanzierungsbedarf,

(3) der Langsamkeit und Unauffälligkeit ökosystemarer „Selbstheilungs“-Prozesse, die im Rhythmus der kurzzeitigen Förder- oder Legislaturperiodik von EU, Bund und Ländern nicht vorgesehen sind und

(4) dem Fehlen genügend alter Referenzdaten.

Sind Zielkonflikte zwischen Arten- und Klimaschutz überbrückbar?

Abbildung 3 scheint das fast auszuschließen. Unansehnliche, eutrophierte Sekundärröhrichte und Sumpfwälder haben den Lebensraum hochgeschätzter Zielarten reduziert. Stattdessen gibt es jetzt mehr Nasshumusaufbau- und umweltverbessernde Redoxprozesse (Filter- und Senkenfunktion, Anmoor- oder Torfbildung, Nitrat-, Sulfat- und Eisen-Reduktion). Die CO₂-Fixierung der neugebildeten, torfbildenden Großseggenwiesen, Röhrichte, Moor- und Bruchwälder dürfte den artenschutzoptimalen „Raubbau“-Zustand von 1953 (Moos-Streunutzung, Schwendung und Latschenrodung) deutlich übertreffen. Aber das wird die Sachwalter des Artenschutzes nicht darüber hinweggetrösten, dass Populationen von *Euphydryas aurinia*, *Saxicola rubetra*, *Lanius collurio*, *Primula farinosa*, *Liparis loeselii*, *Rhynchospora fusca*, *Carex chordorrhiza*, *Anacamptis palustris*, *Eriophorum gracile* und *Hammarbya paludosa* wesentlich kleiner geworden oder lokal ganz verschwunden sind. Müssen wir eingefahrene Denkmuster ändern?

Tatsächlich entspricht die autoregenerative Moorsanierung, das freihändige Renaturieren oder Laufenlassen von Sukzession weder

- den gängigen Leitbildern und Förderkonditionen der bayerischen Landschaftspflege (RINGLER 1993),
- der derzeitigen Philosophie des Eingriffsausgleiches (Ökokonto funktioniert am besten entlang plan-, beschreib- und kalkulierbarer „Maßnahmen“/Handlungsrezepte) noch
- den Kautelen der in vielen Jahrzehnten mühsam aufgebauten Agrarumweltpolitik.

Denn das Streben nach „gepflegter und unverwilderter“ Kulturlandschaft, in der die Nutzungstraditionen der Vorfahren nicht verkommen, ist die eigentliche und auch legitime Triebfeder vieler Landwirt:innen, aber auch Naturschützer:innen, sich auf Landschaftspflege einzulassen und etwa Landschaftspflegeverbände mitzutragen.

Auch Stadtmenschen engagieren sich verständlicherweise eher für bunt blühende und tirilierende Flächen, wo Ameisenbläulinge mit unkonventionellem Lebenswandel beim Sex beobachtet werden können, als für Zonen der „Verwilderung“, sekundären „Versumpfung“ oder „Verschilfung“, in denen exquisite Arten zwar vorkommen, dann aber meist zu wenig untersuchten Wirbelosengruppen gehören und deshalb bei Routine-Untersuchungen kaum dingfest gemacht werden. Viele Management-Aktionen der Naturschutzverbände gäbe es nicht ohne attraktiv-vorzeigbare Ziel- und Anreizarten im Revier!

Aber bereits 1993 habe ich darzustellen versucht, wie man konträre Standpunkte und Motivationen in der Feuchtlandschaft nebeneinander platzieren und einander ökofunktional zuordnen kann (RINGLER 1993; vergleiche auch BÖTTCHER et al. 2024). Der Konflikt wird beinahe zum Fata Morgana-Problem, weil ein Großteil der heutigen Potenzialflächen nach langjähriger Intensivierung oder Brache ohnehin alle wertgebenden Zielarten verloren oder diese nie besessen hat. Moderne Pflorgetechnik kann auf klimaschutzgerechte Biotopeigenschaften viel besser Rücksicht nehmen als die frühere Bewirtschaftung; sie kann beispielsweise klimaschutzwichtige, expansive Torfmoosteppiche besser schonen. Azurjungfer-gerechte Grabenpflagemassnahmen (zum Beispiel KÖNIGSDORFER et al. 2020) würden nur dann die Moor-(klima-)schutzziele behindern, wenn eine großflächige, hydrologische Renaturierung möglich wäre, was aber wegen beidseitig angrenzender Intensivnutzung fast nie der Fall ist.

Weitere Optionen

Aus einer breiten Palette von Entwicklungswegen und Herausforderungen, die bisher nur wenige auf dem Schirm haben, seien die folgenden Beispiele herausgegriffen: Im Hangwald und Grünland ist auf Schichtquellhorizonten manchmal die autonome Neubildung von tuffbildenden Hang- oder Kuppenquellmooren möglich oder bereits im Gang (vergleiche zum Beispiel GROOTJANS et al. 2020). Da auf solchen besonders artenschutzbedeutsamen Grenzstandorten keine nennenswerten Nutzungskonflikte zu erwarten sind, sollte man diese Stellen inventarisieren und mit spezifischen Angeboten auf die Besitzer zugehen. Und: In den großen Niedermoorlandschaften wird man künftig immer mehr durch kompletten Torfschwund „verödende“ Mooräcker sehen, deren weitere Entwicklung noch ungewiss ist.

Sind unsere Leitbilder zu starr? Dass eine gewisse Flexibilisierung nicht schaden kann, veranschaulicht abschließend Abbildung 13. Als unbeabsichtigtes Nebenprodukt der Industrie-Entwicklung der Stadt Penzberg sind durch Paludifizierung neue Feuchtgebiete entstanden, die man auch als Quasi-Paludi nutzen könnte. Jahrzehntelange Stoff-Austräge aus einer vor 60 Jahren stillgelegten Bergwerkshalde haben nicht nur zirka 100 ha C-speichernde Schilfmoore, sondern auch etwa 5 ha Armleuchteralgen-Kalkschlenken und Schneidbinsensümpfe entstehen lassen (RINGLER & MEYER 2024). Ein Menetekel, unsere Denkmuster und Leitbilder zu überprüfen und zu erweitern. Bei möglicher Verknappung der öffentlichen Naturschutzfinanzierung werden sich naturschutzökonomische Argumente ohnehin in den Vordergrund schieben (HAMPICKE 2014). Technisch und finanziell aufwendige Revitalisierungsprojekte wird man vermehrt nach unkomplizierteren, vielleicht sogar billigeren Lösungen hinterfragen.

Dank

Dem ANL-Redaktionsteam, vor allem Lotte Fabsicz, Sonja Hölzl, Dr. Bernhard Hoiß und Dr. Wolfram Adelman, danke ich für Schwachstellenanalyse, wichtige Hinweise und gut umsetzbare Optimierungsvorschläge.

Literatur

- ABEL, S. & KALLWEIT, T. (2022): Potential Paludiculture Plants of the Holarctic-Proceed. – Greifswald Mire Centre 04/2022 (self-published): 440 p.
- ALJES, M., KÜCHLER, P. & SCHMIDT, M. (2023): Erfassung, Zustandsanalyse und Maßnahmenvorschläge Waldmoore in Hessen. – Abschlussbericht Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025, LF-15.
- BAIRD, A. J., SURRIDGE, B. J. & MONEY, R. P. (2004): An assessment of the piezometer method for measuring the hydraulic conductivity of a *Cladium mariscus* – *Phragmites australis* root mat in a Norfolk (UK) fen. – *Hydrological Processes* 18(2): 275–291; <https://doi.org/10.1002/hyp.1375> (abgerufen am 27.01.2025).



Abbildung 13: Durch Stoffaustrag und Filterwasser der Bergwerkshalde in Penzberg sekundär entstandene Niedermoore, Quellmoore, Bruch- und Moorwälder (Drohnenaufnahme: Christopher Meyer, 2024)

- BIRR, F., ABEL, S., KAISER, M. et al. (2021): Zukunftsfähige Land- und Forstwirtschaft auf Niedermooren – Steckbriefe für klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftungsverfahren. – BfN-Skripten 616.
- BÖTTCHER, H., SCHEFFLER, M., REISE, J. et al. (2024): Wie können Synergien zwischen Biodiversitäts- und Klimaschutz gehoben werden? Szenarien für den natürlichen Klimaschutz – FKZ 3723 NK 901 0. – UBA-Reihe Climate Change 57: 95 S.
- BULLINGER-WEBER, R.-C., LE BAYON, A., THÉBAULT, R. et al. (2014): Carbon storage and soil organic matter stabilisation in near-natural, restored and embanked Swiss floodplains. – *Geoderma* 228/229: 122–131.
- BURNHAUSER, A. & SORG, U. (2021): Klimaschutz durch Moorbodenschutz in Bayern. – *TELMA* 51: 165–188; DOI: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-5345> (abgerufen am 27.01.2025).
- CRAFT, C., VYMAZAL, J. & KRÖPFELOVÁ, L. (2018): Carbon sequestration and nutrient accumulation in floodplain and depressional wetlands. – *Ecological Engineering* 114: 137–145.
- CRAWFORD, R. M., JEFFREE, C. E. & REES, W. G. (2003): Paludification and forest retreat in northern oceanic environments. – *Ann. Bot.* 2003(2): 213–226; DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcf185>.
- DEMARTIN, G., SCHÖTTNER, R., SIUDA, C. et al. (2020): Moornaturierungen im Klimaschutzprogramm Bayern 2050. – *Anliegen Natur* 42(1): 19–30; www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an42121demartin_et_al_2020_klip_moore.pdf (abgerufen am 27.01.2025).
- DOLEK, M., BRÄU, M. & STETTMER, C. (2014): Wasser marsch! – Und alles wird gut im Moor!? – *Anliegen Natur* 36(1): 82–89; www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an36114dolek_et_al_2014_moorwiedervertaessung.pdf (abgerufen am 27.01.2025).
- DRÖSLER, M., PAPP, E., LEMMER, M. et al. (2023): Machbarkeitsstudie zu CO₂-Zertifikaten. – In: DRÖSLER, M. et al.: Abschlussbericht Machbarkeitsstudie CO₂-regio. – https://lag-landkreis-pfaffenhofen.de/wp-content/uploads/2023/06/Abschlussbericht-Machbarkeitsstudie-CO2-regio_S.1-136.pdf (abgerufen am 27.01.2025).
- DVL (= DEUTSCHER VERBAND FÜR LANDSCHAFTSPFLEGE, 2021): Moorklimawirte – Zukunft der Landwirtschaft im Moor. – Ansbach: 48 S.
- EICKENSCHIEDT, T. (2023): Etablierung und Management von Paludikulturen (MOORuse). – Peat Talks Weihenstephan 29.11.2023, PSC-HSWT, online abrufbar.
- FHG (FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR VERFAHRENTECHNIK UND VERPACKUNG FREISING, 2025): Nachhaltige Verpackungen aus Moorpflanzen. – Fraunhofer-Forschung kompakt, 02.01.2025: 1–3.
- FOSTER, D. R. (1984): The dynamics of Sphagnum in forest peatland communities in southeastern Labrador. – *Arctic* 37(2): 133–140.
- GRANLUND, L., VESAKOSKI, V., SALLINEN, A. et al. (2022): Recent Lateral Expansion of Sphagnum Bogs Over Central Fen Areas of Boreal Aapa Mire Complexes. – *Ecosystems* 25: 1455–1475; <https://doi.org/10.1007/s10021-021-00726-5> (abgerufen am 27.01.2025).
- Grootjans, A. P., WOŁĘJKO, L., DE MARS, H. et al. (2020): On the hydrological relationship between petrifying-springs, alkaline-fens, and calcareous spring-mires in the lowlands of North-West and Central Europe – consequences for restoration. – *Mires and Peat*; DOI: <http://dx.doi.org/10.19189/MaP.2020.OMB.StA.2134>.
- GÜSEWELL, S. & KLÖTZLI, F. (2002): Verschilfung von Streuwiesen im Schweizer Mittelland 1995–2001. – Geobot. Inst. ETH Zürich – Forsch.-ber. zuhanden BUWAL.
- GÜTHLER, W. & KAULE, R. (2022): Initiativen der Staatsregierung für den Moorschutz in Bayern. – Tagungsbericht ANL-Symposium Moorschutz 19./20.09.2022 in Rosenheim.
- HAMPICKE, U. (2014): Costs of biodiversity conservation in agricultural landscapes – Key examples: 442–447; DOI: <http://dx.doi.org/10.17433/9.2014.50153302.442-447>.
- HE, H., MOORE, T., HUMPHREYS, E. R. et al. (2023): Water level variation at a beaver pond significantly impacts net CO₂ uptake of a continental bog. – *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 27: 213–222; <https://doi.org/10.5194/hess-27-213-2023> (abgerufen am 27.01.2025).
- HINZKE, T., LI, G., TANNEBERGER, F. et al. (2021): Potentially peat-forming biomass of fen sedges increases with increasing nutrient levels. – *Funct. Ecol.* 35: 1579–1595; <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13803> (abgerufen am 27.01.2025).
- HÖLZL, S. & LEHMAIR, T. A. (2023): Symposiumsrückblick Moorschutz – Forschung und Praxis verbinden. – *Anliegen Natur* 45(2): 5–12; www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an45214hoelzl_et_al_2023_moorschutztagung.pdf (abgerufen am 27.01.2025).
- KAPHEGYI, T. & KONOLD, W. (2014): Vom Prozessschutz zu adaptiven Naturschutzstrategien in Kulturlandschaften – Die Rückkehr des Bibers als Motor neuer Managementkonzepte für Schutzgebiete. – Projektbericht Deutsche Bundesstiftung Umwelt.
- KARRAN, D. J. (2018): The engineering of peatland form and function by beaver. – Diss. Univ. Saskatchewan Saskatoon, Canada.
- KAULE, G. & PERINGER, A. (2011): Die Entwicklung der Übergangs- und Hochmoore im bayerischen Voralpengebiet 1969–2013. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 81: 109–142.
- KAULE, G., CARMINATI, A., HUWE, B. et al. (2018): Die Hochmoorwälder des süddeutschen Voralpengebietes: Moorökologische Bedeutung und zukünftige Entwicklung im Klimawandel. – *TELMA* 48: 12–48.
- KLÖTZLI, F. (1967): Umwandlung von Moor- und Sumpfgesellschaften durch Abwässer im Gebiet des Neeracher Riets. – *Ber. Geobot. Inst. ETH Zürich* 37: 104–112.
- KÖNIGSDORFER, M. et al. (2020): Libellengraben in Schwaben – Grabenpflege für Helm- und Vogel-Azurjungfer. – *Anliegen Natur* 43(1): 45–54; www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an43110koenigsdorfer_et_al_2021_libellengraeben.pdf (abgerufen am 27.01.2025).

- KOLARI, T. H. M., SALLINEN, A., WOLFF, F. et al. (2022): Fen-Bog Transition in a Boreal Aapa Mire Inferred from Repeated Field Sampling, Aerial Images, and Landsat Data. – *Ecosystems* 25: 1166–1188; <https://doi.org/10.1007/s10021-021-00708-7> (abgerufen am 27.01.2025).
- KOLARI, T. H. M. & TAHVANAINEN, T. (2023): Inference of future bog succession trajectory from spatial chronosequence of changing aapa mires. – *Ecol. Evol.* 13(4): e9988; DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.9988>; PMID: 37082320; PMCID: PMC10111175.
- KOSTRAKIEWICZ-GIERALT, K. (2017): Population traits of the rare plant species *Succisa pratensis* Moench. in meadow overgrowing. – *Arch. Biol. Sci.* 69(2): 323–333; <https://doi.org/10.2298/ABS160421107K> (abgerufen am 27.01.2025).
- KÜNST, C. (2023): Eh da-Flächen. – F. Pfeil, München: 116 S.
- LAVOIE, C., GROSVERNIER, P., GIRARD, M. et al. (2003): Spontaneous revegetation of mined peatlands: A useful restoration tool? – *Wetlands Ecol. Manag.* 11, Dordrecht: 97–107.
- LAWRENCE, B. A. & ZEDLER, J. B. (2013): Carbon Storage by *Carex stricta* Tussocks: A Restorable Ecosystem Service? – *Wetlands* 33: 483–493; <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:14687551> (abgerufen am 27.01.2025).
- LE STUM-BOIVIN, É., MAGNAN, G., GARNEAU, M. et al. (2019): Spatiotemporal evolution of paludification associated with autogenic and allogenic factors in the black spruce–moss boreal forest of Québec, Canada – *Quatern. Res.* (2): 650–664; DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/qua.2018.101> (abgerufen am 27.01.2025).
- LININGER, K. B. & LAVE, R. (2024): River restoration can increase carbon storage but is not yet a suitable basis for carbon credits. – *BioScience* 74(10): 717–724; <https://doi.org/10.1093/biosci/biae083> (abgerufen am 27.01.2025).
- LIU, W., FRITZ, C., VAN BELLE, J. et al. (2023): Production in peatlands: Comparing ecosystem services of different land use options following conventional farming. – *Sc.Total Environ.* 875: 162534; <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162534> (abgerufen am 27.01.2025).
- LUTHARDT, V. (2024): Nasse Moorbewirtschaftung – per se das Paradies für Frosch und Co? – HSWT Peat Talks 31.07.2024.
- MICHAELIS, D., MROTZEK, A. & COUWENBERG, J. (2020): Roots, Tissues, Cells and Fragments – How to Characterize Peat from Drained and Rewetted Fens. – *Soil Syst.* 4: 12; <https://doi.org/10.3390/soilsystems4010012> (abgerufen am 27.01.2025).
- MINKE, M., FREIBAUER, A., YARMASHUK, T. et al. (2020): Flooding of an abandoned fen by beaver led to highly variable greenhouse gas emissions. – *Mires and Peat*, 26, Art. 23: 24 S.; DOI: <https://doi.org/10.19189/MaP.2019.SNPG.StA.1808> (abgerufen am 27.01.2025).
- MITCHELL, C. & NIERING, W. A. (1993): Vegetation change in a topogenic bog following beaver flooding. – *Bulletin Torrey Botanical Club* 120: 136–147; <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:132223245> (abgerufen am 27.01.2025).
- MÜLLER-KROEHLING, S. & A. ZOLLNER (2015): Moorschutz im Wald – gestern, heute, morgen. – LWF aktuell 104/2015.
- MUG (2024): Zwischenbilanz Moorrenaturierung in Bayern – Beantwortung der Anfrage Rasehorn/Müller. – Bayer. Staatsmin. f. Umwelt und Gesundheit (MUG), Landtags-Drucksache 19/2631, 23.07.2024
- NAWL (NATIONALE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN LEOPOLDINA, 2024): Klima – Wasserhaushalt – Biodiversität: für eine integrierende Nutzung von Mooren und Auen. – Halle/Saale doi.org/10.26164/leopoldina_03_01185.
- NÄRMANN, F., BIRR, M., KAISER, M. et al. (Hrsg., 2021): Klimaschutzende biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden. – *BfN-Skripten* 616: 134–153.
- NIELSEN, A. S., LARSEN, K. S., VESTERDAL, L. et al. (2021): Abandoned Peatland Ecosystem Response to Secondary Succession. – EGU General Assembly 2021, online, 19.–30.04.2021, EGU21-11064; <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-11064> (abgerufen am 27.01.2025).
- NIELSEN, C. K., LIU, W., KOPPELGAARD, M. et al. (2024): To Harvest or not to Harvest: Management Intensity did not Affect Greenhouse Gas Balances of Phalaris Arundinacea Paludiculture. *Wetlands* 44: 79; <https://doi.org/10.1007/s13157-024-01830-7> (abgerufen am 27.01.2025).
- ORH (= BAYERISCHER OBERSTER RECHNUNGSHOF, 2021): Beratende Äußerung gemäß Art. 88 Abs. 2 BayHO zur Renaturierung von Mooren: 39.S.; https://orh.bayern.de/mam/berichte/beratende_aeusserungen/beratende_%C3%84u%C3%9Fferung_2021_renaturierung_von_mooren.pdf (abgerufen am 27.01.2025).
- PANNEMANN, F., STICKSEL, E., HEUBERGER, H. et al. (2024): The establishment phase of paludiculture with sedges – planting a sea of grass. – Peatland Conference Weihenstephan 20.09.2024.
- POSCHLOD, P., MEINDL, C., SLIVA, J. et al. (2007): Natural revegetation and restoration of drained and cut-over raised bogs in Southern Germany – a comparative analysis of four long-term monitoring studies. – *Glob. Environm. Res.* 11: 2005–2016.
- POULIOT R, ROCHEFORT L, KAROFELD E, MERCIER C (2011) Initiation of Sphagnum moss hummocks in bogs and the presence of vascular plants: is there a link? *Acta Oecol Oecologica* 37 (4): 346-354.- DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2011.04.001>.
- REIF, A. & KÜSPERT, B. (1993): Die Flachmoore im Weißenstädter Becken (Fichtelgebirge): Vegetation, historische und heutige Standortbedingungen, Schutzwürdigkeit. – *Ber. Naturwiss. Gesellschaft Bayreuth* 22: 81–157.
- REMM, L., LÖHMUS, A., LEIBAK, L. et al. (2019): Restoration dilemmas between future ecosystem and current species values: The concept and a practical approach in Estonian mires. – *J. Environm. Man.* 250: 109439; <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109439> (abgerufen am 27.01.2025).

- RINGLER, A. (1993): Ziele der Landschaftspflege in Bayern. – Landschaftspflegekonzept Bayern Band I: 396 S.; www.anl.bayern.de/publikationen/landschaftspflegekonzept/doc/lp01_einfuehrung_1995.pdf (abgerufen am 27.01.2025).
- RINGLER, A. (2021): Gesundheits-Check der Moore. – Anliegen Natur 43(2): 23–38; www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an43214ringler_2021_langzeit_monitoring_moore.pdf (abgerufen am 27.01.2025).
- RINGLER, A. (2024): Climate and water stress symptoms of S Bavarian mires. – International Peatland Conference Weihenstephan 19.09.2024, iPSC-Abstractbook.
- RINGLER, A. & MEYER, C. (2024): Aerial investigation of mire dynamics – Low altitude imaginery (LAI) for long-term monitoring of mire development in Upper Bavaria. – Unpubl. Studie i. A. Reg. v. Obb., SG 51.
- ROSSI, P. M., ALA-AHO, P., RONKANEN, A. et al. (2012): Groundwater-surface water interaction between an esker aquifer and a drained fen. – J. Hydr. 432–433: 52–60; <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.02.026> (abgerufen am 27.01.2025).
- RUDISCHER, S. (2022): Nasse Moorbewirtschaftung in der Praxis – Warum gelang es bislang nicht, nasse Bewirtschaftungsformen großflächig umzusetzen? – Tagungsbericht ANL-Symposium Moorschutz 19./20.09.2022 in Rosenheim.
- SCHRAUTZER, J., MARTENS, T., NAGEL, F. et al. (2021): Auswirkungen der Entwässerung auf die Struktur und Funktion des Hörnlepassmoores (Kleinwalsertal, Vorarlberg). – *natura – Forschung online* 91: 17 S.
- SINYUTKINA, A. (2021): Drainage consequences and self-restoration of drained raised bogs in the south-eastern part of Western Siberia: Peat accumulation and vegetation dynamics. – *CATENA* 205: 105464; <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105464> (abgerufen am 27.01.2025).
- STEFFENHAGEN, P., TIMMERMANN, T., FRICK, A. et al. (2019): Nutrient retention in vegetation of rewetted peatlands in North-eastern Germany. – <https://peatlands.org/assets/uploads/2019/06/ipc2008p442-444-steffenhagen-nutrient-retention-in-vegetation-of-rewetted-peatlands.pdf> (abgerufen am 27.01.2025).
- VAN BREEMEN N (1995) How Sphagnum bogs down other plants. – *Tree* 10: 270–275.
- VAN DEN BERG, M., INGWERSEN, J., LAMERS, M. et al. (2016): The role of Phragmites in the CH₄ and CO₂ fluxes in a minerotrophic peatland in southwest Germany. – *Biogeosciences* 13: 6107–6119; DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/bg-13-6107-2016> (abgerufen am 27.01.2025).
- WAGNER, A. (2008): Moor-Hydrologie – Schlüsselfaktor der Moor-Renaturierung. – ANL-Fachtagung „Eiszeitrelikte im Klimastress?“ 02.12.–03.12.2008.
- WENDEL, D.(2010): Autogene Regenerationserscheinungen in erzgebirgischen Moorbüscheln und deren Bedeutung für Schutz und Entwicklung der Moore. – Diss. TU Dresden. – <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-67943> (abgerufen am 27.01.2025).
- WICHMANN, S., NEUBERT, J. & KÖHN, N. (2022): Experience in Typha cultivation on rewetted agricultural peatland. – PRIMA project, Geifswald University: 52 S.
- YANG, Y. J., CHEN, T., TONG, S. et al. (2020): Influences of eutrophication on methanogenesis pathways and methanogenic microbial community structures in freshwater lakes. – *Environm. Poll.* 260: 114106; <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114106> (abgerufen am 27.01.2025).
- ZAHNER, V. (2018): Biberdämme und ihre Wirkung. – Anliegen Natur 40(2): 107–110; www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an40204zahner_2018_biberdaemme.pdf (abgerufen am 27.01.2025).
- ZAK, D. & MCINNES, R. J. (2022): A call for refining the peatland restoration strategy in Europe. – *Journal of Applied Ecology* 59 (11): 2698–2704; <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14261> (abgerufen am 27.01.2025).

Autor**Alfred Ringler**

Jahrgang 1946

Aufgewachsen in Erding und Rosenheim. Studium Biologie und Chemie (Lehramt), Examensarbeit: Tourismusauswirkungen auf alpine Vegetation. Biotopkartierung und Projektleiter am Alpeninstitut München mit Schwerpunkt alpine Lebensräume und Moore. 1983–1998 Leitung Landschaftspflegekonzept Bayern (BayStMinUG), danach Leiter der Projektgruppe Landschaft und Artenschutz.

+49 8031 8075052

pla.ringler@t-online.de

Zitiervorschlag

RINGLER, A. (2025): Ohne Moorbagger und Anstau: Autoregeneration, Paludifizierung und Eh da-Paludis – Anliegen Natur 47(2): online preview, 16 p., Laufen; www.anl.bayern.de/publikationen.