

Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 29, 27-37. Hannover 2017.

Ökosystemdienstleistungen und Biodiversität der Moore

– Hans Joosten, Greifswald –

Abstract

Ecosystem services and biodiversity of peatlands

Although peatlands cover worldwide half of the freshwater wetlands and contain on 3% of the earth's surface area more carbon than all forest biomass combined, their importance in terms of biodiversity and ecosystem services has long been overlooked. Drained peatlands currently emit almost two gigatons of CO₂ per year, meaning that 0.6% of the earth's surface area is responsible for almost 5% of all anthropogenic greenhouse gas emissions.

Probably even more important for the world is peatland subsidence. While global warming causes the sea level to rise, drainage literally bogs down the peatlands, which – depending on climate and land use –, lose a few millimeters up to several centimeters of elevation per year. In the coming decades, some countries will lose considerable tracks of productive land.

Drainage based peatland use often costs more than it yields. In the last years, peatland rewetting has gained much attention at a global level. The highest priority and the most important challenges are agriculturally used peatlands. Until now, agriculturally used peatlands have been taken out of production after rewetting, but we will not be able to continue this practice, neither in Germany nor worldwide. New methods have to be urgently developed that avoid the environmental damage of conventional peatland utilisation while at the same time allowing their productive use.

The advantages of wet peatland use are so large that one wonders why such “paludiculture” has not yet been implemented on a large scale. However, paludiculture fights against the historical heritage of 10,000 years of “dry” agriculture. Many of the current rules and laws are not adapted to “wet” agriculture. Paludiculture is not just a change to alternative crops, but involves the entire production chain to be conceived anew: from training, crop selection, technology, infrastructure and logistics, and products to integrative value-added concepts. Necessary are investment grants, the development of adapted technology and production lines, targeted agricultural advice, discouragement of drainage based agriculture, and further research.

Peatland must be wet: For the mire, for the land, for the climate, forever!

Keywords: peatland, drainage, degradation, rewetting, restoration, paludiculture

Zusammenfassung

Obwohl Moore weltweit die Hälfte der Süßwasserfeuchtgebiete darstellen und auf 3% der Erde mehr Kohlenstoff enthalten als alle Waldbiomasse zusammen, wurde ihre Bedeutung hinsichtlich Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen lange übersehen. Entwässerte Moore emittieren momentan fast zwei Gigatonnen CO₂ pro Jahr, womit 0,6% der Landfläche der Erde verantwortlich ist für fast 5% aller anthropogenen Treibhausgas-Emissionen.

Weltweit wahrscheinlich noch wichtiger ist aber die Moorsackung: Während aufgrund der Erderwärmung der Meeresspiegel ansteigt, werden durch entwässerungsbasierte Nutzung die Moore buchstäblich heruntergewirtschaftet und verlieren – je nach Klima und Nutzung – zwischen einigen Millimetern bis zu mehreren Zentimetern Höhe pro Jahr. Manche Länder werden dadurch in den kommenden Jahrzehnten beträchtliche Flächen produktiven Landes verlieren.

Eine auf Entwässerung basierte Moornutzung kostet gesellschaftlich oft mehr als sie bringt. In den letzten Jahren hat Moorziedervernässung auf globaler Ebene stark an Beachtung gewonnen. Die höchste Priorität und die größten Herausforderungen liegen bei den landwirtschaftlich genutzten Mooren. Bis jetzt wurden diese bei der Wiedervernässung aus der Produktion genommen, aber das werden wir uns – in Deutschland und weltweit – nicht mehr umfassend leisten können. Dringend müssen neue Verfahren entwickelt werden, die die Umweltschäden herkömmlicher Moornutzung vermeiden und gleichzeitig erlauben, Moore produktiv zu nutzen.

Die Vorteile einer nassen Nutzung von Mooren sind volkswirtschaftlich so groß, dass man sich fragt, warum solche „Paludikultur“ nicht schnell und flächendeckend umgesetzt wird. Paludikultur kämpft aber gegen das historische Erbe von 10.000 Jahren „trockener“ Landwirtschaft. Viele der geltenden Regeln und Gesetze sehen „nasse“ Landwirtschaft nicht vor. Paludikultur ist auch nicht nur ein Wechsel zu alternativen Nutzpflanzen, sondern beinhaltet meist eine Neukonzeption der ganzen Produktionskette: von Ausbildung, Gewächsauswahl, Technik, Infrastruktur und Logistik, Produkten bis hin zu integrativen Wertschöpfungskonzepten. Notwendig sind Investitionszuschüsse für „nasse“ Landwirtschaft, die Entwicklung von angepasster Technik und Produktionslinien, gezielte landwirtschaftliche Beratung, die Reduzierung der Förderung von Landwirtschaft auf entwässertem Moor sowie weitere Forschung.

Moor muss nass: Fürs Moor, fürs Land, fürs Klima, für immer!

1. Einleitung

Die Besonderheit wachsender (= lebender = natürlicher) Moore als Ökosysteme besteht darin, dass sie keinen geschlossenen Stoffkreislauf besitzen. In wachsenden Mooren werden die Reste abgestorbener Pflanzen aufgrund der dauerhaften Wassersättigung des Substrats langsamer abgebaut als neues Pflanzenmaterial produziert wird. Langfristig häufen sich auf diese Weise dicke Schichten organischer Substanz als Torf an. Weltweit bedecken Moore etwa 4 Mio. km², d.h. etwa 3% der Landfläche. Obwohl das Moorzorkommen in den subarktischen/borealen und tropischen Klimazonen konzentriert ist, finden sich Moore in fast allen Ländern der Welt (JOOSTEN 2016). Dabei bedingen die unterschiedlichen klimatischen und biogeographischen Voraussetzungen eine sehr große Biodiversität, so dass zum Beispiel Moore in der Arktis und in den Tropen im Wesentlichen nur eine Eigenschaft teilen: die Anwesenheit einer Torfschicht. Europa hat etwa 600.000 km² Moore (TANNEBERGER et al. 2017) in zehn Haupt-Moorregionen (und 52 Subregionen), die sich auf Basis der Moorflora, -vegetation und hydromorphologischer Moortypen unterscheiden (MOEN et al. 2017, Tab 1).

2. Das Aschenputtel-Syndrom

Die Bedeutung der Moore hinsichtlich ihrer Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen wurde lange übersehen. „The Cinderella Syndrome“, das Aschenputtel-Syndrom, nannte Richard Lindsay dieses Phänomen auf der 6. Vertragsstaatenkonferenz der Ramsar-Konvention in Brisbane, 1996 (LINDSAY 1996). Obwohl die iranische Stadt Ramsar, in der 1971 das Übereinkommen über Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung unterzeichnet wurde, fast völlig

Tab. 1: Die Moorregionen Europas und ihre kennzeichnenden ombrotrophen (graue Spalten) und minerotrophen (weiße Spalten) hydromorphologischen Moortypen. C = charakteristischer Moortyp, x = zusätzlich vorkommender Moortyp (nach MOEN et al. 2017).

Mire regions of Europe and their characteristic ombrotrophic (grey columns) and minerotrophic (white columns) hydromorphic mire types. C = characteristic mire type, x = additional mire type (after MOEN et al. 2017).

Moorregion	Durchströmungsregenmoor	Kammhochmoor	Hangmoor	Aapamoor	Palsamoor	Polygonmoor	Deckenregenmoor	Atlantisches Hochmoor	Typisches Hochmoor	Waldhochmoor	Plateauhochmoor	Durchströmungsniedermoar	Flachniedermoar
Kolchisregion	C												x
Nördliche Niedermoar-(Aapa)-region		x	C	C			x				x	x	x
Palsamoarregion				x	C								x
Region der Arktischen Durchsickerungs- und Polygonmoare					x	C							x
Atlantische Hochmoarregion							C	C			x		x
Typische Hochmoarregion									C	C	x		x
Kontinentale Nieder- und Hochmoarregion										C	x	x	x
Nemoral-submeridionale Niedermoarregion											x	x	C
Südeuropäische Sumpfreion													C
Zentral- und südeuropäische Gebirgsmoarregion			x								x	x	C

von (inzwischen kultiviertem) Moor umgeben ist, hatte die Konvention in den ersten 25 Jahren ihrer Existenz Moore weitgehend übergegangen. Moore stellen weltweit die Hälfte der Süßwasserfeuchtgebiete dar, aber 1995 enthielten weniger als 10% der gemeldeten Ramsar-Gebiete (und nur 6% ihrer Fläche) Moore als dominanten Lebensraum (LINDSAY 1996). Es dauerte bis 2002, bis die Konvention die Bedeutung von Mooren in ihren Resolutionen erkannte und ihren Schutz und ihre Restauration explizit befürwortete (BARTHELMES et al. 2015). Auch die Biodiversitätskonvention berücksichtigt bisher die mooreigene Biodiversität kaum, obwohl Moore – durch ihre besonderen, mit der Torfbildung zusammenhängenden Eigenschaften – viele Biota beherbergen, die nirgendwo anders gefunden werden. Dadurch ist ihr Beitrag zur regionalen Biodiversität oft disproportional groß. Darüber hinaus besitzen Moore eine – weitgehend von der genetischen Diversität unabhängige – Ökosystemdiversität mit einem großen Reichtum an Moortypen und Oberflächenmustern (vgl. JOOSTEN et al. 2017). Anstatt diese Besonderheiten

zu würdigen, werden Moore in internationalen Entscheidungsprozessen oft undifferenziert zusammengefaßt mit andern Feuchtgebiet-Habitaten, die keine Torfschicht und völlig andere funktionelle Eigenschaften besitzen (MINAYEVA et al. 2017).

Ähnlich wie die Ramsar- und Biodiversitätskonvention hat sich auch die Klimakonvention verhalten. Erst 2012 hat diese Konvention den Mooren eine ähnlich wichtige Bedeutung für den Klimaschutz zuerkannt wie den Wäldern und die Wiedervernässung von Mooren als anrechenbare Maßnahme ins Kyoto-Protokoll aufgenommen sowie auch die Moorböden als integralen Teil von tropischen Wäldern im Rahmen von REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation) anerkannt (JOOSTEN et al. 2016b).

3. Die Klimawirkung der Moore

Langfristig kühlen wachsende Moore als CO₂-Senken das Klima, aber diese direkte, kurzfristige Bedeutung sollte nicht überschätzt werden. Einerseits kompensieren Torfbildung und Kohlenstofffestlegung in den wachsenden Mooren der Erde auf Jahresbasis lediglich etwa 1% der anthropogenen CO₂-Emissionen (JOOSTEN et al. 2016a). Andererseits produzieren und emittieren lebende Moore durch die vorherrschenden anoxischen Bedingungen (die die Torfbildung und den Torferhalt erst ermöglichen...) auch Methan. Zwar sind diese Methanemissionen mengenmäßig nicht groß, da Methan aber ein viel stärkeres Treibhausgas ist, wird die positive Klimawirkung der CO₂-Senke durch die negative Wirkung der Methanquelle weitgehend oder vollständig zunichte gemacht. Lebende Moore sind kurzfristig gesehen in Hinblick auf das Klima somit eher neutral oder selbst etwas klimabelastend. Langfristig betrachtet sind sie aber kühlend, weil die Verweilzeit von Methan in der Atmosphäre viel kürzer als die von Kohlendioxid ist. Dadurch schlägt die fortwährende Moor-CO₂-Senke, die eine dauernd abnehmende CO₂-Konzentration in der Atmosphäre verursacht, langfristig für das Klima viel stärker zu Buche als die anhaltende Methanquelle, die eine zum steady state neigende atmosphärische Methankonzentration bewirkt (JOOSTEN et al. 2016a).

Von viel größerer, direkter klimatischer Bedeutung als ihre Senkenwirkung ist die Rolle von Mooren als Kohlenstoff-Speicher. Im Vergleich zu anderen Formationen enthalten Moore disproportional viel Kohlenstoff: in der borealen Zone pro Flächeneinheit siebenmal, in den Tropen zehnmal mehr als Ökosysteme auf Mineralböden. Und obwohl sie weltweit nur drei Prozent des Landes bedecken, ist in Mooren mit >500 Gigatonnen C fast doppelt so viel Kohlenstoff gespeichert wie in der Biomasse aller Wälder, die weltweit etwa ein Drittel der Landfläche ausmachen (JOOSTEN & COUWENBERG 2008, JOOSTEN et al. 2016a).

Wenn Moore entwässert werden, wie für die konventionelle land- und forstwirtschaftliche Moornutzung, führt das Eindringen von Sauerstoff in den Moorboden zu einer ständig fortschreitenden Auszehrung des Torfkörpers. Die vorher festgesetzte organische Substanz wird oxidiert und verschwindet als Kohlendioxid, teilweise als Lachgas (N₂O) in die Atmosphäre. Der mineralisierte Stickstoff verschmutzt als Nitrat auch das Grund- und Oberflächenwasser.

Die Emissionen sind stark mit dem mittleren Jahreswasserstand korreliert. Pauschal führt in Mitteleuropa jede zusätzliche Grundwasserabsenkung von 10 cm zu weiteren Emissionen von 5 Tonnen CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr (JURASINSKI et al. 2016). Zum Beispiel emittiert ein Acker auf Moorboden in Deutschland mit 37 Tonnen CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr die gleiche Menge Treibhausgase, die ein Mittelklasse-Pkw ausstößt, wenn er 185.000 Kilometer, d.h. 4-5mal um die Welt fährt (JOOSTEN et al. 2016b). Moorkartoffeln, -möhren und -mais sollten als fossile, nicht als nachwachsende Roh-, Nähr- und Brennstoffe behandelt werden, weil bei ihrem Anbau mehr Kohlenstoff aus dem zehrenden Torfboden in die Luft verschwindet als sie in ihre Biomasse aufnehmen. Die für Land-, Forst- und Torfwirt-

schaft entwässerten Moore Deutschlands stoßen jährlich mit 45,7 Millionen Tonnen (UMWELTBUNDESAMT 2014) fast 30% mehr CO₂ aus als die klimaschädlichste Anlage Europas: das Braunkohlekraftwerk Be chatów in Polen. Das Umweltbundesamt schätzt die Schadenskosten einer emittierten Tonne CO₂ auf 80 Euro. Dies bedeutet, dass die deutsche Landwirtschaft auf Moorböden jährlich einen Klimaschaden von mindestens 3,6 Milliarden Euro verursacht (SCHÄFER 2016). Die gleichzeitige Zahlung von EU-Agrarförderung (Direktzahlungen) im Umfang von 300 Million Euro jährlich auf diesen Flächen kann nur als „perverser Anreiz“ bezeichnet werden. Auf ähnliche Weise haben die Förderungen im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) dazu geführt, dass in Deutschland mehr Mais für „Biogas“ auf dazu tiefer entwässerten Moorböden angebaut wird. Wenn man die Kohlenstoffverluste aus dem Boden mit berücksichtigt, zeigt sich aber, dass die Subventionen in diesem Fall keine klimafreundliche Energiequelle fördern, sondern einen Brennstoff, der pro Einheit produzierter Energie achtmal mehr Klimaschaden verursacht als die Verbrennung von Braunkohle (COUWENBERG 2007, JOOSTEN et al. 2016c, WICHMANN et al. 2016). So erlauben und fördern das Kyoto-Protokoll und die Europäische Union noch immer den klimaschädlichen Anbau von „biofuels“ auf entwässerten Mooren, weil „biofuels“ im Energiesektor als klimaneutral betrachtet, die enormen Kohlenstoffverluste aus dem Boden aber nicht adäquat berücksichtigt werden (JOOSTEN et al. 2016c). Das Verursacherprinzip wird somit auf den Kopf gestellt: Wir bezahlen dafür, dass massive Klimaschäden verursacht werden, anstatt vernünftige Lösungen voranzubringen.

Weltweit emittieren entwässerte Moore fast zwei Gigatonnen CO₂ pro Jahr. Damit sind 0,6% der Landfläche verantwortlich für fast 5% aller weltweiten anthropogenen Treibhausgas-Emissionen. Die wichtigsten Verursacher sind Indonesien, die Europäische Union, Russland, China und die Mongolei; innerhalb der EU sind Finnland, Deutschland, Polen und Schweden für die größten Emissionen aus Mooren verantwortlich (JOOSTEN et al. 2016b).

4. Weitere gesellschaftliche Schäden von entwässerten Mooren

Es gibt über den Klimaschaden hinaus viele Probleme, die mit Moorentwässerung einhergehen. Die Senkung des Wasserstandes führt zu einer unmittelbaren Verringerung der Evapotranspirationskühlung in der Landschaft und zu dem Verlust der moortypischen Biodiversität. Die Mineralisierung und Ausspülung von Stickstoff verschlechtert die Qualität von Oberflächen- und Grundwasser. Weil Torf weitgehend aus Wasser besteht, verursacht Entwässerung außerdem eine Sackung und Kompaktierung des Moorkörpers. Dadurch ändern sich die hydraulischen Eigenschaften der Torfe, was das Wasserspeichervermögen des Moores und die Kapazität zur Regulierung des Wasserabflusses verringert (JOOSTEN et al. 2016c).

Das für die Welt wahrscheinlich wichtigste Problem, das bislang kaum Beachtung findet, ist die Moorsackung. Entwässerte Moore verlieren durch mikrobielle Oxidation, Kompaktierung, Brand und Winderosion – je nach Klima und Nutzung – zwischen einigen Millimetern bis zu mehreren Zentimetern Torfmächtigkeit pro Jahr. Die daraus resultierende Sackung der Mooroberfläche erfordert bei herkömmlicher Weiternutzung eine Vertiefung der Entwässerungsgräben. Dies wiederum fördert die weitere Senkung der Oberfläche und folglich eine weitere Grabenvertiefung. Diese Prozessspirale wird als der „Teufelskreis der Moornutzung“ bezeichnet (JOOSTEN et al. 2016c). Die kontinuierliche Sackung der Oberfläche macht eine schwerkraftbasierte Entwässerung immer schwieriger und teurer und kann schließlich die Einrichtung von Polderanlagen mit Deichen und Pumpen erfordern (JOOSTEN 2016c). In den moorreichen *Nieder*-landen sind große Flächen nach 1000 Jahren Moorentwässerung nachweislich mehr als 8 m gesackt, und jetzt liegt fast die Hälfte des Landes unter dem Meeresspiegel (ERKENS et al. 2016). Und die Sackung geht weiter...

Viele Moore in den gemäßigten Breiten, den Subtropen und den Tropen liegen nah am Meer. Gerade in den oft dicht besiedelten Küstenbereichen erhöht die Moorsackung die Risiken der Überflutung und des Eindringens von salzigem Meerwasser. Während aufgrund der Erderwärmung der Meeresspiegel ansteigt, wird das Moorland buchstäblich heruntergewirtschaftet. Beträchtliche Teile der malaysischen und indonesischen meeresnahen Moore, die in jüngster Zeit für den Anbau von Ölpalmen und Faserholz entwässert worden sind, werden in den nächsten Jahrzehnten durch rasante Moorsackung vom Meer geflutet werden (HOOIJER et al. 2015). Ein Eindeichen, Poldern und Pumpen, also die in den Niederlanden, Nord-Deutschland, England, Kalifornien oder Florida erprobte Zwischenlösung, wird in Indonesien und Malaysia wegen der riesigen Ausdehnung der Flächen und der enormen Niederschlagsmengen unmöglich sein. Es würde außerdem die Sackung nicht aufhalten und die unvermeidliche Nutzungsaufgabe nur etwas hinauszögern (DOMMAIN et al. 2016).

In mehr kontinentalen Klimabereichen führen die häufigen Wasserstandsschwankungen in entwässerten Mooren zur Bildung von Rissen und Blöcken im entwässerten Torf. Die Rissbildung behindert die kapillare Wasserzufuhr und führt zu einer noch häufigeren und tieferen Austrocknung des Bodens. Durch das Einwirken von Bodenorganismen entwickelt sich dann ein lockerer, feinkörniger, hydrophober (wasserabstoßender) Oberboden, der am Ende, wenn überhaupt, allenfalls noch Trockenrasenarten beheimatet (JOOSTEN et al. 2016c, ZEITZ 2016). Innerhalb weniger Jahrzehnte wurden auf diese Weise in Osteuropa Millionen Hektar ehemaliger Moorfeuchtgebiete zu trockenen Wüsten (JOOSTEN et al. 2012, 2016c).

5. Moorwiedervernässung als integrative Lösung

Eine auf Entwässerung basierte Moornutzung ist langfristig aussichtslos und kostet gesellschaftlich oft mehr als sie einbringt. Wir müssen uns somit fragen, wie wir mit Mooren umgehen können, ohne brisante Umweltprobleme zu verursachen. Die Antwort ist klar: Moore müssen nass sein!

Rezente Untersuchungen zeigen die gesellschaftlichen Vorteile von Moorwiedervernässung auf (NATURKAPITAL DEUTSCHLAND – TEEB DE 2014, JOOSTEN et al. 2015). Wiedervernässung reduziert generell die Treibhausgasemissionen beträchtlich und kann auch die Kohlenstofffestlegungsfunktion von Mooren reaktivieren (WILSON et al. 2016). Während entwässerte Moore durch Mineralisation und Düngung Quellen für Stickstoff darstellen, wirken wiedervernässte Moore mittels Denitrifikation erneut als kosteneffektive Senke (TREPPEL 2010). Weil Wiedervernässung auch zu einer Phosphorfreisetzung führen kann, ist es sinnvoll dieses Risiko vorab einzuschätzen (EMSSENS et al. 2017).

Wiedervernässte Moore sind auch zum Hochwasserrückhalt geeignet. Zum einen ist im Hochwasserfall der Schaden auf der Fläche selbst geringer (z. B. Risiko Ernteausfall). Zum anderen können die Flächen als Retentionsraum Hochwasserereignisse aufnehmen und verzögern und so Flächen flussabwärts vor Flutung schützen (JOOSTEN et al. 2015). Durch die Moorwiedervernässung läßt sich auch eine Vergrößerung der Grundwasservorräte im Einzugsgebiet des Moores erzielen, da der Abstrom von Wasser aus der Landschaft verzögert wird. Sowohl der Hochwasserrückhalt als auch die Vergrößerung der Grundwasservorräte sind wichtig als Anpassung an zukünftige Klima-Änderung, die neben einer allgemeinen Erwärmung auch eine Umverteilung und größere Extreme der Niederschlagsmengen bewirken wird (QUANTE & COLIJN 2016).

Wiedervernässung kann auch durch die veränderten Anteile der zur Verfügung stehenden Sonnenenergie hin zu mehr Verdunstung und weniger Erwärmung zur Anpassung an ein wärmeres Klima beitragen. So hat beispielsweise die Wiedervernässung des ehemaligen Polders

Kieue in Mecklenburg-Vorpommern auf der Moorfläche einen Kühlungseffekt von $\sim 3 \text{ W m}^{-2}$, der die treibhausgasbedingte Erwärmung seit 1750 (ca. $2,6 \text{ W m}^{-2}$) mehr als kompensiert (JOOSTEN et al. 2015). Nennenswert ist außerdem die Erhöhung der moortypischen Biodiversität. In Mecklenburg-Vorpommern haben sich einige Jahre nach der Wiedervernässung tiefentwässerter Flußtalmoore wieder viele moortypische und manche hochgradig gefährdete Vogelarten angesiedelt (HEROLD 2012).

In den letzten Jahren haben die Moorentwässerung und die notwendige Wiedervernässung auf globaler Ebene stark an Beachtung gewonnen. UNEP, das Umweltprogramm der Vereinten Nationen, hat in seinen Jahrbüchern 2012 und 2014 das Problem als „emerging issue“ ausgiebig beleuchtet (UNEP 2012, 2014). Die Welternährungsorganisation FAO begreift mittlerweile, dass eine Land- und Forstwirtschaft, die auf Moorentwässerung beruht, letztendlich ihre eigenen Existenzgrundlagen vernichtet und sucht daher mit einer speziell gegründeten „Task Force“ nach Lösungen (JOOSTEN et al. 2012, BIANCALANI & AVAGYAN 2014). Die Klimakonvention UNFCCC hat Moorwiedervernässung in das neue Kyoto-Protokoll aufgenommen (JOOSTEN et al. 2016b) und der Weltklimarat IPCC hat dazu 2014 detaillierte Richtlinien publiziert (HIRAISHI et al. 2014a, b). Bis jetzt sind in Europa aber noch nicht einmal 200.000 ha wiedervernässt worden (TANNEBERGER et al. 2017), was in Hinblick auf die etwa 30 Millionen Hektar entwässerte Moore in Europa als ein „Tropfen auf den heißen Stein“ bezeichnet werden muß.

Für die vielen entwässerten Moore in Gebieten mit dem Primat „Moornaturschutz“ ist Wiedervernässung sowieso angebracht. Die jahrhundertelange Fokussierung auf Entwässerung hat auch bei Naturschützern eine viel zu „trockene“ Vorstellung davon geprägt, wie nass ein lebendes Moor eigentlich sein muss. Nur ein kleiner Teil der Moore (z. B. Moorziesen, Moorheidestadien) braucht zum Erhalt ihrer typischen, anthropogenen Biodiversität eine geringfügige Entwässerung (und aktive Pflege).

Die höchste Priorität und die größten Herausforderungen für Wiedervernässung liegen bei den Mooren (Moorböden) in der konventionellen landwirtschaftlichen Nutzung. Unsere Landwirtschaft hatte ihren Ursprung in den Halbwüsten und Steppen des Nahen Osten, wodurch über Jahrtausende die Idee geprägt wurde, dass produktives Land trocken sein muss. Diese Illusion wird weltweit auf Moorböden angewandt. In Südostasien werden afrikanische Wüstenpflanzen wie *Aloe vera* auf tiefentwässerten Mooren kultiviert und in Europa der aus dem ariden Südamerika stammende Mais. Aber auch die gängige Grünlandnutzung auf Moor führt zu ähnlichen Umweltproblemen.

Bis jetzt wurden landwirtschaftlich genutzte Moore bei der Wiedervernässung zumeist aus der Produktion genommen, aber das werden wir uns – in Deutschland und weltweit – nicht mehr leisten können. Die Weltbevölkerung wird noch bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts zunehmen und es ist dringend notwendig, die bittere Armut vieler heutigen Mitmenschen zu verringern. Außerdem müssen wir, so ist die Konsequenz des Paris-Abkommens von 2015, bis 2050 den übergroßen Teil unserer fossilen Brenn- und Rohstoffe durch erneuerbare Alternativstoffe ersetzen. Weniger als je können wir es uns leisten, gute Produktionsflächen durch Moorentwässerung zu degradieren und degradierte Moorflächen nach Wiedervernässung für die Produktion aufzugeben. Dringend müssen neue Verfahren entwickelt werden, die die Umweltschäden herkömmlicher Moornutzung vermeiden und es gleichzeitig erlauben Moore produktiv zu nutzen (JOOSTEN et al. 2012).

6. Paludikultur als Neuland

Paludikultur, d.h. die produktive Nutzung nasser Moore, erlaubt es, die landwirtschaftliche Produktionsfunktion zu erhalten und zusätzlich wichtige Ökosystemdienstleistungen von nassen Mooren (Reduktion von Treibhausgasemissionen, Wasserqualitätsverbesserung, Hochwasserschutz, Verdunstungskühlung, Erhalt und Erhöhung der moortypischen Biodiversität) wiederherzustellen. Außerdem kann mit Paludikultur eine beträchtliche Reduktion der Wassermanagementkosten bewirkt werden. Paludikultur stoppt die Moorsackung und hat das Potential, Arbeitsplätze im ländlichen Raum zu erhalten, regionale Wertschöpfung zu bieten und die Rohstoff- und Energieversorgung zu regionalisieren (WICHTMANN et al. 2016).

Derzeit sind erste Kulturverfahren in der Erprobungsphase. Auf nährstoffreichen Niedermoorstandorten geht es dabei um halmgutartige Biomasse aus Röhrichten, Rieden und Nassbrachen, um Erlenholz und um Wasserbüffelfleisch, auf nährstoffarmen Mooren (abgetorften Regenmooren und Hochmoorgrünland) um den Anbau von Torfmoosen und Sonnentau (WICHTMANN et al. 2016).

Die Vorteile sind volkswirtschaftlich so groß, dass man sich fragt, warum Paludikultur bisher nicht auf größerer Fläche umgesetzt wird. Dafür gibt es mehrere Gründe, die dringenden Handelns bedürfen.

Paludikultur kämpft gegen das historische Erbe von 10.000 Jahren trockener Landwirtschaft. Viele der geltenden Regeln und Gesetze sind nicht an eine nasse Landwirtschaft angepasst. Landwirten, die auf Paludikultur umstellen möchten, droht derzeit der Verlust von EU-Direktzahlungen, da Paludikulturpflanzen wie Schilf und Rohrkolben nicht als landwirtschaftliche Kulturen anerkannt sind. Durch Paludikultur werden außerdem Biotoptypen (z. B. Röhrichte) geschaffen, die gesetzlich geschützt sind und deren Nutzung gesetzlichen Beschränkungen unterliegt (CZYBULKA & KÖLSCH 2016). Das Grünlandumbruchverbot, eingeführt um Bodenkohlenstoff und Biodiversität zu schützen, verhindert die Umsetzung von manchen Paludikulturen, auch wenn sie aus Sicht des Kohlenstoff- und Biodiversitätsschutzes hochwertiger sind als das vorherige entwässerte Grünland. Hier sind neben der wohlbedachten und zügigen Anpassung der Regeln und Gesetze zunächst auch Kreativität und Kulanz der Behörden gefragt.

Paludikultur ist nicht bloß ein Wechsel zu alternativen Nutzpflanzen, sondern beinhaltet meist eine Neukonzeption der ganzen Produktionskette: von Ausbildung, Gewächsauswahl, Technik, Infrastruktur und Logistik, Produkten bis hin zu integrativen Wertschöpfungskonzepten. Notwendig sind Investitionszuschüsse für „nasse“ Landwirtschaft, die Entwicklung von angepasster Technik und Produktionslinien, gezielte landwirtschaftliche Beratung, die Reduzierung der Förderung von Landwirtschaft auf entwässertem Moor sowie weitere Forschung (SCHRÖDER et al. 2016).

Dass Paludikultur möglich ist, wurde inzwischen an Beispielen, sowohl in Deutschland als auch international, belegt (CHRIS et al. 2014, WICHTMANN et al. 2016). So wurde 2014 in Malchin, Mecklenburg-Vorpommern, ein neues Biomasseheizwerk in Betrieb genommen. Es verheizt fast ausschließlich Biomasse aus wiedervernässten Niedermooresen und speist in das Malchiner Fernwärmenetz ein. 2016 fand die erste großflächige, maschinelle Ernte von Torfmoos, angebaut auf wiedervernässtem Hochmoorgrünland in Niedersachsen zum Ersatz von Torf im Erwerbsgartenbau statt (GAUDIG et al. 2014). 2017 wurde die erste maschinelle Ernte von Rohrkolben in Vorpommern zu Isolations- und Konstruktionszwecken vorgenommen.

Große Unterstützung erhält das Konzept in Südostasien: Auch Indonesien sieht Paludikultur als zentrale Strategie in seinem riesigen Moorwiedervernäsungsprogramm, in dem bis zum Jahr 2020 2,8 Millionen Hektar entwässertes Moor wiedervernässt werden soll.

Auch im Sinne des Arten- und Habitatschutzes kann Paludikultur eine vernünftige Option sein. Im Zuge der Wiedervernässung landwirtschaftlich genutzter Niedermoore entstehen aktuell großflächig Sümpfe mit zunächst (sehr) hohem Angebot an Nährstoffen und einem entsprechend hohen Austragsrisiko. Auf diesen Standorten unterstützt Paludikultur den Entzug von Nährstoffen und so können durch die regelmäßige Ernte frühe, offene Sukzessionsstadien erhalten werden. Gelungene Beispiele für die Verbindung von Artenschutz und Paludikultur sind die Vorkommen des global bedrohten Seggenrohrsängers (*Acrocephalus paludicola*) in kommerziell genutzten Schilfflächen West-Polens (TANNEBERGER et al. 2009) und das spontane Massenvorkommen von Sonnentau (*Drosera rotundifolia* und *D. intermedia*), Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*) und Schnabelsimse (*Rhynchospora alba*) auf Torfmoosanbauflächen in Niedersachsen (MUSTER et al. 2015, GAUDIG & KREBS 2016).

7. Schlußfolgerung

Nach Jahrhunderten von entwässerungsbasierter Moornutzung, deren Umweltschäden uns erst kürzlich klar geworden sind, ist es Zeit für ein neues Paradigma. Moor muss nass: Fürs Moor, fürs Land, fürs Klima, für immer!

Literatur

- BARTHELMES, A., J. COUWENBERG, M. RISAGER, C. TEGETMEYER & H. JOOSTEN (2015): Peatlands and climate in a Ramsar context - A Nordic-Baltic perspective. – TemaNord 2015: 544. Nordic Council of Ministers, 244 pp.
- BIANCALANI, R. & A. AVAGYAN (Eds.) (2014): Towards climate-responsible peatlands management. – Mitigation of Climate Change in Agriculture Series 9. FAO, Rome, 100 pp.
- CRIS, R., S. BUCKMASTER, C. BAIN & M. REED (Eds.) (2014): Global Peatland Restoration demonstrating success. – IUCN UK National Committee Peatland Programme, Edinburgh, 64 pp.
- COUWENBERG, J. (2007): Biomass energy crops on peatlands: on emissions and perversions. – IMCG Newsletter 2007-3: 12–14.
- CZYBULKA, D. & L. KÖLSCH (2016): The legal framework. In: WICHTMANN, W., C. SCHRÖDER & H. JOOSTEN (Eds.): Paludiculture – productive use of wet peatlands. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, 143–149.
- DOMMAIN, R., I. DITTRICH, W. GIESEN, H. JOOSTEN, D.S. RAIS, M. SILVIUS M. & I.T.C. WIBISONO (2016): Ecosystem services, degradation and restoration of peat swamps in the South East Asian tropics. In: BONN, A., T. ALLOTT, M. EVANS, H. JOOSTEN & R. STONEMAN (Eds.): Peatland restoration and ecosystem services: Science, policy and practice. – Cambridge University Press/ British Ecological Society, Cambridge, 253–288.
- EMSENS, W.-J., C.J.S. AGGENBACH, A.J.P. SMOLDERS, D. ZAK & R. VAN DIGGELEN (2017): Restoration of endangered fen communities: the ambiguity of iron-phosphorus binding and phosphorus limitation. – Journal of Applied Ecology. doi: 10.1111/1365-2664.12915.
- ERKENS, G., M.J. VAN DER MEULEN & H. MIDDELKOOP (2016): Double trouble: subsidence and CO₂ respiration due to 1,000 years of Dutch coastal peatlands cultivation. – Hydrogeol. J. **24**: 551–568.
- GAUDIG, G. & K. KREBS (2016): Nachhaltige Moornutzung trägt zum Artenschutz bei: Torfmooskulturen als Ersatzlebensraum. – Biologie in unserer Zeit **46**: 251–257.
- GAUDIG, G., F. FENGLER, M. KREBS, A. PRAGER, J. SCHULZ, S. WICHMANN, S. & H. JOOSTEN (2014): Sphagnum farming in Germany – a review of progress. – Mires and Peat **13**: Art. 8. (Online: <http://www.mires-and-peat.net/volumes/map13/map1308.php>)
- HEROLD, B. (2012): Neues Leben in alten Mooren. Brutvögel wiedervernässter Flusstalmoore. – Bristol-Schriftenreihe **34**. Haupt, Bern. 200 pp.
- HIRAISHI, T., T. KRUG, K. TANABE, N. SRIVASTAVA, J. BAASANSUREN, M. FUKUDA & T.G. TROXLER (Eds.) (2014a): 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. IPCC, Switzerland, 268 pp.
- HIRAISHI, T., T. KRUG, K. TANABE, N. SRIVASTAVA, J. BAASANSUREN, M. FUKUDA & T.G. TROXLER (Eds.) (2014b): 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. IPCC, Switzerland, 354 pp.

- HOOIJER, A., R. VERNIMMEN, M. VISSER & N. MAWDSLEY (2015): Flooding projections from elevation and subsidence models for oil palm plantations in the Rajang Delta peatlands, Sarawak, Malaysia. – *Deltares report 1207384*, 76 pp.
- JOOSTEN, H. (2016): Peatlands across the globe. In: BONN, A., T. ALLOTT, M. EVANS, H. JOOSTEN & R. STONEMAN (Eds.): *Peatland restoration and ecosystem services: Science, policy and practice*. – Cambridge University Press/ British Ecological Society, Cambridge, 17-43.
- JOOSTEN, H. & J. COUWENBERG (2008): Peatlands and carbon. In: PARISH, F., A. SIRIN, D. CHARMAN, H. JOOSTEN, T. MINAEVA & M. SILVIUS (Eds.): *Assessment on peatlands, biodiversity and climate change*. – Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International Wageningen, 99-117.
- JOOSTEN, H., M.-L. TAPIO-BISTRÖM & S. TOL (Eds.) (2012): *Peatlands – guidance for climate change mitigation by conservation, rehabilitation and sustainable use*. – Mitigation of Climate Change in Agriculture Series 5. FAO, Rome, L + 96 pp.
- JOOSTEN, H., K. BRUST, J. COUWENBERG, A. GERNER, B. HOLSTEN, T. PERMIEN, A. SCHÄFER, F. TANNEBERGER, M. TREPEL & A. WAHREN (2015): *MoorFutures® Integration of additional ecosystem services (including biodiversity) into carbon credits – standard, methodology and transferability to other regions*. – BfN Skripten 407, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 119 pp.
- JOOSTEN, H., A. SIRIN, J. COUWENBERG, J. LAINE & P. SMITH (2016a): The role of peatlands in climate regulation. In: BONN, A., T. ALLOTT, M. EVANS, H. JOOSTEN & R. STONEMAN (Eds.): *Peatland restoration and ecosystem services: Science, policy and practice*. – Cambridge University Press/ British Ecological Society, Cambridge, 63-76.
- JOOSTEN, H., J. COUWENBERG & M. VON UNGER (2016b): International carbon policies as a new driver for peatland restoration. In: BONN, A., T. ALLOTT, M. EVANS, H. JOOSTEN & R. STONEMAN (Eds.): *Peatland restoration and ecosystem services: Science, policy and practice*. – Cambridge University Press/ British Ecological Society, Cambridge, 291-313.
- JOOSTEN, H., G. GAUDIG, F. TANNEBERGER, S. WICHMANN & W. WICHTMANN (2016c): *Paludiculture: sustainable productive use of wet and rewetted peatlands*. In: BONN, A., T. ALLOTT, M. EVANS, H. JOOSTEN & R. STONEMAN (eds.): *Peatland restoration and ecosystem services: Science, policy and practice*. – Cambridge University Press/ British Ecological Society, Cambridge, 339-357.
- JOOSTEN, H., A. MOEN, J. COUWENBERG & F. TANNEBERGER (2017): Mire diversity in Europe: mire and peatland types. In: JOOSTEN, H., F. TANNEBERGER & A. MOEN (Eds.): *Mires and peatlands of Europe – Status, distribution and conservation*. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, 5-64.
- JURASINSKI, G., A. GÜNTHER, V. HUTH, J. COUWENBERG & S. GLATZEL (2016): Greenhouse gas emissions. In: WICHTMANN, W., C. SCHRÖDER & H. JOOSTEN (Eds.): *Paludiculture – productive use of wet peatlands*. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, 79-93.
- LINDSAY, R. (1996): Themes for the future: Peatlands – a key role for Ramsar. In: RUBEC, C.D.A. (Ed.): *Global mire and peatland conservation. Proceedings of an international workshop*. North American Wetlands Conservation Council Report 96-1, 7-9.
- MINAYEVA, T.YU., O.M. BRAGG & A.A. SIRIN (2017): Towards ecosystem-based restoration of peatland biodiversity Mires and Peat – **19**(1): 1-36.
- MOEN, A., H. JOOSTEN & F. TANNEBERGER, F. (2017): Mire diversity in Europe: mire regionality. In: JOOSTEN, H., F. TANNEBERGER & A. MOEN (Eds.): *Mires and peatlands of Europe – Status, distribution and conservation*. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, 97-149.
- MUSTER, C., G. GAUDIG, M. KREBS & H. JOOSTEN (2015): Sphagnum farming: the promised land for peat bog species? – *Biodiversity and Conservation* **24**: 1989-2009.
- NATURKAPITAL DEUTSCHLAND – TEEB DE (2014): *Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Kurzbericht für Entscheidungsträger*. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig. 77 pp.
- QUANTE, M. & F. COLIJN (Eds.) (2016): *North Sea region climate change assessment. Regional climate studies*. – Springer Verlag, Cham, XLV + 528 pp.
- SCHÄFER, A. (2016): Control mechanisms and incentives for paludiculture. In: WICHTMANN, W., C. SCHRÖDER & H. JOOSTEN (Eds.): *Paludiculture – productive use of wet peatlands*. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, 152-155.
- SCHRÖDER, C., W. WICHTMANN & H. JOOSTEN (2016): The way out of the desert – What needs to be done. In: WICHTMANN, W., C. SCHRÖDER & H. JOOSTEN (Eds.): *Paludiculture – productive use of wet peatlands*. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, 229-223.
- TANNEBERGER, F., C. TEGETMEYER, M. DYLAWEWSKI, M. FLADE & H. JOOSTEN (2009): *Commer-*

- cially cut reed as a new and sustainable habitat for the globally threatened Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola*. – *Biodiversity and Conservation* **18**: 1475–1489.
- TANNEBERGER, F., C. TEGETMEYER, S. BUSSE, A. BARTHELMES, S. SHUMKA, A. MOLES MARINÉ, K. JENDEREDJIAN, G.M. STEINER, F. ESSL, J. ETZOLD, C. MENDES, A. KOZULIN, P. FRANKARD, . MILANOVI , A. GANEVA, I. APOSTOLOVA, A. ALEGRO, P. DELIPETROU, J. NAVRÁTILOVÁ, M. RISAGER, A. LEIVITS, A.M. FOSAA, S. TUOMINEN, F. MULLER, T. BAKURADZE, M. SOMMER, K. CHRISTANIS, E. SZURDOKI, H. OSKARSSON, S.H. BRINK, J. CONNOLLY, L. BRAGAZZA, G. MARTINELLI, O. ALEKS NS, A. PRIEDE, D. SUNGAILA, L. MELOVSKI, T. BELOUS, D. SAVELJI , F. DE VRIES, A. MOEN, W. DEMBEK, J. MATEUS, J. HANGANU, A. SIRIN, A. MARKINA, M. NAPREENKO, P. LAZAREVI , V. ŠEPPEROVÁ STANOVÁ, P. SKOBERNE, P. HERAS PÉREZ, X. PONTEVEDRA-POMBAL, J. LONNSTAD, M. KÜCHLER, C. WÜST-GALLEY, S. KIRCA, V. TOLKACHEV, R. LINDSAY & H. JOOSTEN (2017). The peatland map of Europe. – *Mires and Peat* **19**: Article xxx (Online: <http://www.mires-and-peat.net/pages/volumes.php#Vo119>)
- TREPEL, M. (2010): Assessing the cost-effectiveness of the water purification function of wetlands for environmental planning. – *Ecological Complexity* **7**: 320-326.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2014): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2012, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 963 pp.
- UNEP (United Nations Environment Programme) (2012): UNEP Year Book 2012: Emerging issues in our global environment. UNEP, Nairobi, 80 pp.
- UNEP (United Nations Environment Programme) (2014): UNEP Year Book 2014: Emerging Issues Update. Securing soil carbon benefits. UNEP, Nairobi, 54–59.
- WICHMANN, S., L. BRANDER, A. SCHÄFER, M. SCHAAFSMA, P. VAN BEUKERING, D. TINCH & A. BONN (2016): Valuing peatland ecosystem services. In: BONN, A., T. ALLOTT, M. EVANS, H. JOOSTEN & R. STONEMAN (Eds.): Peatland restoration and ecosystem services: Science, policy and practice. – Cambridge University Press/ British Ecological Society, Cambridge, 314-338.
- WICHTMANN, W., C. SCHRÖDER & H. JOOSTEN (Eds.): Paludiculture – productive use of wet peatlands. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart. 223 pp.
- WILSON, D., D. BLAIN, J. COUWENBERG, C.D. EVANS, D. MURDIYARSO, S.E. PAGE, F. RENOUWILSON, J.O. RIELEY, A. SIRIN, M. STRACK & E.-S. TUUTTILA (2016): Greenhouse gas emission factors associated with rewetting of organic soils. – *Mires and Peat* **17**, Article 04, 1–28.
- ZEITZ, J. (2016): Drainage induced peat degradation processes & Impact of drainage on productivity. In: WICHTMANN, W., C. SCHRÖDER & H. JOOSTEN (Eds.): Paludiculture – productive use of wet peatlands. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, 7-13.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Joosten, Institut für Botanik und Landschaftsökologie, Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald, Partner im Greifswald Moor Centrum, Soldmannstr. 15, 17487 Greifswald, Germany

E-Mail joosten@uni-greifswald.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Joosten Hans

Artikel/Article: [Ökosystemdienstleistungen und Biodiversität der Moore 27-37](#)