



Standortangepasste Nutzungen für vernässende landwirtschaftliche Flächen Hintergrund und allgemeine Informationen

Autoren und Autorinnen

Yvonne Fabian, Catherine Hutchings, Chloé Wüst-Galley, Katja Jacot, Florian Walder, Annelie Holzkämper, Valentin H. Klaus, Markus van der Meer, Sonja Kay

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt, Abt. Biodiversität und Landschaft



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Impressum

Herausgeber	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zürich www.agroscope.ch
Auskünfte	Yvonne Fabian
Redaktion	Erika Meili
Auftraggeber	Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Biodiversität und Landschaft , CH-3003 Bern Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).
Titelbild	Nassreisenanbau, Y.Fabian; Schilfernte, Greifswald-Moor- Centrum; Schottisches Hochlandrind, Erich Szerencsits, Feuchte Wiesenbewirtschaftung, C. Hutchings; Torfmoosanbau, Stiftung Naturschutz im Landkreis Diepholz; Weidenholzernte aus Kurzumtriebsplantage, FNR/Michael Weitz.
Download	www.feuchtacker.ch
Copyright	© Agroscope 2024
ISSN	2296-7214

Hinweis

Diese Studie/dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Haftungsausschluss

Agroscope schliesst jede Haftung im Zusammenhang mit der Umsetzung der hier aufgeführten Informationen aus. Die aktuelle Schweizer Rechtsprechung ist anwendbar.

Inhalt

Zusammenfassung	4
1.1 Dienstleistungen der Moore	5
1.2 Zustand der Moore	5
2 Ökologisch ausreichende Pufferzone von Mooren	6
2.1 Pilotprojekt A2.1 des Aktionsplans Strategie Biodiversität Schweiz «Eindämmung des Klimawandels: Nachhaltige Nutzungen helfen den Schweizer Mooren»	7
3 Aktuelle landwirtschaftliche Nutzung und Herausforderungen	8
3.1 Problematik.....	9
4 Landnutzungen für Nass- und Feuchtstandorte	9
4.1 Wiedervernässung und Bewirtschaftung von Feuchtflächen	12
4.2 Verwertung und Vermarktung	13
4.2.1 Energetische Verwertung	13
4.2.2 Zertifikate/Label	14
5 Weitere Informationen	15
6 Dank	15
7 Literatur	15

Zusammenfassung

In Rahmen des BAFU Projektes «Nachhaltige Nutzungen helfen den Schweizer Mooren» wurde das Wissen aus Europa zu potenziellen landwirtschaftlichen Nutzungen von Nassstandorten für die Schweiz aufgearbeitet. Die untersuchten alternativen Landnutzungen haben, durch den höheren Wasserstand, positive Auswirkungen auf vernässende organische Böden und damit auch auf die Hydrologie von nahe gelegenen Mooren. Zu hydrologisch günstigen Nutzungen gehören u.a. i) die Beweidung, optimalerweise mit leichten, robusten Rinderrassen, Wasserbüffeln, Schafen, Pferden, Ponys, Hirschen oder Gänsen, ii) die Bewirtschaftungen von Streuflächen, Feucht-, Frisch- und Nasswiesen, iii) die Bewirtschaftung von Rohrkolben- und Schilfflächen, iv) der Anbau von Weide als Kurzumtriebsplantagen, von Torfmoosen oder von Nassreis. Die daraus resultierende Anhebung des Wasserstands auf organischen Böden sollte zu einer Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen führen.

Wissenschaftliche Untersuchungen zu den vorgeschlagenen alternativen Kulturen sind in der Schweiz bisher nur punktuell vorhanden und sollten hinsichtlich Anbau, Umwelteinflüssen (Hydrologie, Nährstoffflüsse, Treibhausgasemissionen und Biodiversität), Wirtschaftlichkeit und Verwertung der Biomasse der alternativen Kulturen verstärkt werden.

Die folgenden im Projekt entwickelten Merkblätter für vernässende landwirtschaftliche Flächen finden sich im Anhang und sind auf der [Agroscope Feuchtacker Webseite](#) publiziert:

- **Beweidung** mit extensiven und robusten Rassen (Agroscope Merkblatt Nr. 170)
- **Graslandbestände** (Agroscope Merkblatt Nr. 171)
- **Rohrkolben** und **Schilf** (Agroscope Merkblatt Nr. 172, 173 und 174)
- **Weide** (*Salix* sp.) (Agroscope Merkblatt Nr. 175)
- **Torfmoose** (Agroscope Merkblatt Nr. 176)
- **Technik** für Feuchtflächen (Agroscope Merkblatt Nr. 177)

Eine weitere alternative Nutzungsform für vernässende Standorte stellt der Nassreisanbau dar (siehe [Nassreis Merkblatt von Agridea und Agroscope](#)). Er eignet sich jedoch aufgrund des Düngerbedarfs nicht für Pufferzonen um Moore.

1 Einleitung

Die Sammlung der Merkblätter «Standortangepasste Landnutzungen auf vernässenden landwirtschaftlichen Flächen» wurde im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) im Rahmen des Projekts «Nachhaltige Nutzungen helfen den Schweizer Mooren» entwickelt. Die Merkblätter sind sowohl für alternative Nutzungen in Flächen im Umfeld von Mooren als auch auf vernässenden landwirtschaftlichen Flächen nutzbar. Besonders geeignet sind die alternativen Nutzungen auf organischen Böden. Im vorliegenden Artikel liegt der Fokus auf der Beschreibung des Zustands der Moore und ihrer Besonderheiten in der Schweiz.

1.1 Dienstleistungen der Moore

Intakte Hoch- und Flachmoore sind natürlich feuchte Lebensräume, die sowohl eine Vielzahl seltener feuchteliebender Arten beherbergen, als auch direkt diverse Dienstleistungen für die Gesellschaft erbringen¹⁻³:

- Regulierung des Wasserhaushaltes: Torfböden haben eine enorme Wasserspeicherkapazität und können somit sowohl Hochwasserspitzen als auch Trockenzeiten dämpfen.
- Kühlendes Mikroklima: Das gespeicherte Wasser wirkt kühlend auf die Umgebung.
- Rückhalt von Nähr- und Schadstoffen: Grund- und Oberflächenwasser werden durch Moorböden gefiltert und eine Vielzahl von Stoffen wird zurückgehalten.
- Klimaschutz: Torfböden stellen einen grossen Kohlenstoffspeicher dar, denn der von den Pflanzen während ihres Wachstums aufgenommene Kohlenstoff wird nach ihrem Absterben im Torf festgelegt.
- Erholungsfunktion und Landschaftsbild: Flach- und Hochmoore sind beliebte Naherholungsziele und stark im Rückgang befindliche, ursprüngliche Landschaftsbilder.
- Historische Archive: in Hochmooren sind Jahrtausende alte Schichten konserviert. Tiefere Schichten können z.B. mittels Pollenanalyse Auskunft über die Vegetation kurz nach der Eiszeit geben.

1.2 Zustand der Moore

In den vergangenen 200 Jahren wurden fast 90 % der Moore in der Schweiz zerstört¹. Ab der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurde in Hochmooren grosse Mengen Torf abgebaut. Vor allem ab dem 19. Jahrhundert wurden auf Grund von Malaria, Hochwasserschutz sowie um die Flächen für die Land- und Forstwirtschaft zu nutzen, grössere Flüsse eingedämmt und viele Feuchtgebiete trockengelegt. Anfang des 20. Jahrhunderts gab es bereits fast keine Moore mehr ohne Spuren der Entwässerung⁴. Ein wichtiger Schritt gegen diesen dramatischen Rückgang der Moore war die Annahme der Rothenthurm-Initiative (1987), welche auf Grund eines geplanten Waffenplatzes im Moorgebiet bei Rothenthurm (Abb. 1) zustande kam. Als Folge traten zwischen 1991 und 1996 die Bundesverordnungen der Hochmoore, der Flachmoore und der Moorlandschaften von nationaler Bedeutung mit den dazugehörigen Inventaren in Kraft⁵.

Bei den ab diesem Zeitpunkt **geschützten Hoch- und Flachmooren** hat die Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz der letzten Jahre gezeigt, dass die Moorbiotope laufend trockener werden⁴. Dies bedroht diese äusserst sensiblen Ökosysteme, welche einen Lebensraum für viele seltene Arten bieten sowie auch diverse Leistungen für die Gesellschaft erbringen, wie z.B. die Kohlenstoffspeicherung oder die Wasserfilterung^{5,6}. Gründe, weshalb sich der Zustand der Moore weiterhin verschlechterte, sind oft eine zu knappe Bemessung sowie eine mangelhafte Umsetzung und Einhaltung der umliegenden ökologischen Pufferzonen (Nährstoff-Pufferzone, biologische und hydrologische Pufferzone)⁵. Das fehlende Wasser in den Moorbiotopen ist auf die fortlaufende Wirkung alter Drainagegräben und -leitungen sowie auf die Umleitung des Wassers durch Strassen oder andere Infrastruktur zurückzuführen. Auch wird den Moorbiotopen durch Quell- und Wasserfassungen im Einzugsgebiet Wasser entzogen⁵. Die steigenden Temperaturen durch den Klimawandel verschärfen den Wassermangel in den Mooren zusätzlich. La hausse des températures due au changement climatique aggrave encore le manque d'eau dans les marais⁵.



Abbildung 1: Schutz und Nutzung der Flächen in der Moorebene Rothenthurm, Kt. SZ 2022.
Foto: Catherine Hutchings, Agroscope

2 Ökologisch ausreichende Pufferzone von Mooren

Moorbiotope von nationaler Bedeutung sind in der Schweiz auf verfassungsrechtlicher Stufe geschützt. Artikel 4 der [Verordnung über die Hochmoore](#) (SR 451.32, Hochmoorverordnung) und der [Verordnung über die Flachmoore](#) (SR 451.33, Flachmoorverordnung) präzisieren diesen Schutz, indem sie festlegen, dass:

- Moore ungeschmälert erhalten werden müssen,
- in gestörten Moorbereichen die Regeneration, soweit es sinnvoll ist, gefördert werden muss,
- die standortheimische Pflanzen- und Tierwelt und ihre ökologischen Grundlagen zu erhalten und zu fördern sind und
- die geomorphologischen Merkmale erhalten werden müssen.

Um diese Ziele zu erreichen, müssen die Kantone:

- genaue Grenzverläufe für Objekte festlegen sowie
- ökologisch ausreichende Pufferzonen ausscheiden (gemäss Art. 14 Abs. 2 NHV).

Der Begriff der «ökologisch ausreichenden Pufferzonen» ist im Kommentar 43 zum Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) und im Bundesgerichtsentscheid für die Moorbiotope erklärt ([BGE/ATF 124 II 19 E. 3.a S.22 von 1997](#)). Das BGE-Urteil stellt einen Präzedenzfall dar und besagt, dass eine ökologisch ausreichende Pufferzone grundsätzlich diejenige Fläche umfassen soll, die zur Erfüllung folgender Funktionen erforderlich ist:

- eine **Nährstoff-Pufferzone**, um die indirekte Eutrophierung von nährstoffarmen Mooren zu reduzieren oder zu verhindern;
- eine **biologische Pufferzone**, die als Lebensraum für moorbiotopspezifische Tier- und Pflanzenarten in Moorobjekten und deren Übergangszonen dient^{7,8};
- eine **hydrologische Pufferzone** (Abb. 2), in der keine Veränderung des Wasserregimes geduldet wird, welche die für den Schutz der Moorobjekte erforderliche Wasserversorgung beeinträchtigt.

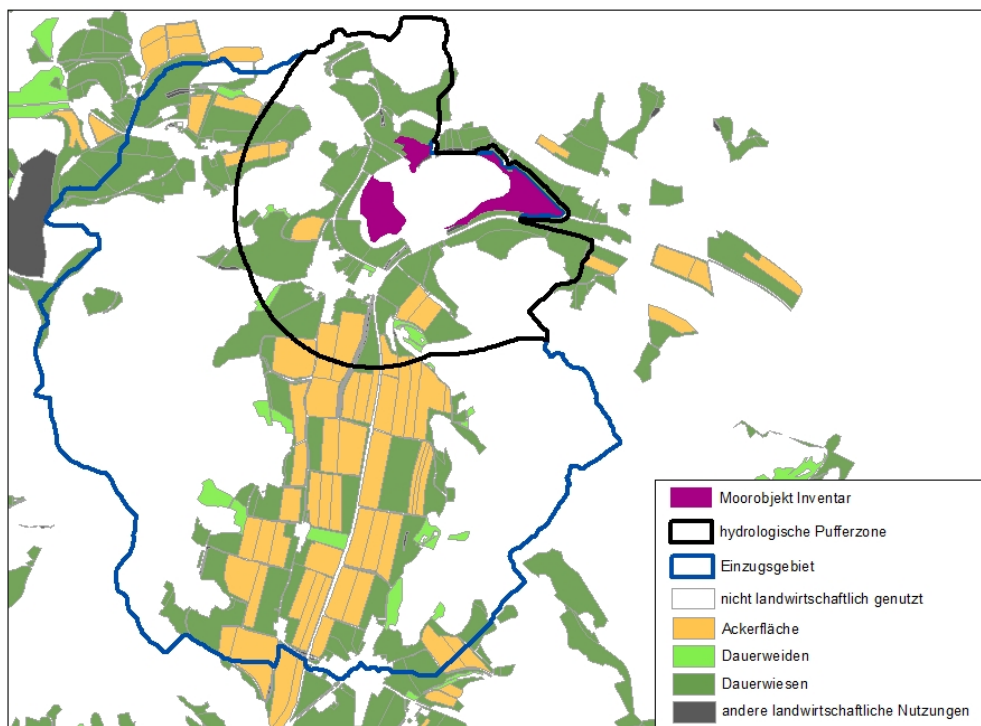


Abbildung 2: Beispielhafte Darstellung eines Moores mit vom Kanton festgelegter hydrologischer Pufferzone und den momentanen landwirtschaftlichen und nicht landwirtschaftlichen Nutzungen.

Andere Begriffe wie z.B. «hydrologischer Hinweisperimeter» können anstelle der hier genutzten «hydrologischen Pufferzone» verwendet werden. Dies liegt daran, dass im Projekt der moorhydrologische Hinweisperimeter für alle nationalen Objekte berechnet wurde. Der moorhydrologische Hinweisperimeter stellt eine Vorstufe des hydrologischen Puffers dar. Innerhalb des Projektes werden für ein Moor pro Kanton die Grundlagen erarbeitet, die der Kanton benötigt, um den hydrologischen Puffer auszuscheiden. Faktisch existieren in der Schweiz aktuell noch keine hydrologischen Pufferzonen.

2.1 Pilotprojekt A2.1 des Aktionsplans Strategie Biodiversität Schweiz «Eindämmung des Klimawandels: Nachhaltige Nutzungen helfen den Schweizer Mooren»

Mit dem Pilotprojekt A2.1 des Aktionsplans Strategie Biodiversität Schweiz (AP SBS) soll die Versorgung von Mooren mit Wasser verbessert und es sollen Nutzungsmöglichkeiten aufgezeigt werden, um deren längerfristiges Bestehen und ihren wertvollen Beitrag zur Biodiversität und zum Klima zu gewährleisten. Auf Basis der zwischen 2014 und 2018 vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) mit der Unterstützung von 16 Kantonen entwickelten Methodik «[espace marais](#)» werden hydrologisch geeignete Nutzungsmethoden vorgeschlagen und deren Realisierbarkeit anhand konkreter Beispielobjekte überprüft. Die Prüfung der ökonomischen und sozialen Auswirkungen, wie auch die Formulierung von notwendigen Fördermassnahmen, erfolgt in Zusammenarbeit mit bis zu zehn Kantonen aus verschiedenen biogeographischen Regionen, mit Vertreterinnen und Vertretern aus der Landwirtschaft, betroffenen Bewirtschaftenden, sowie Eigentümerinnen und Eigentümern.

Als ein wichtiges Resultat dieses Pilotprojekts soll aufgezeigt werden, wie sich der Schutz der Moorbiotope durch eine ausreichende Wasserversorgung mit guter Wasserqualität sicherstellen lässt. Wesentlich sind dabei durchlässige Strassen im Einzugsgebiet und der Verzicht auf zu stark entwässernde Strukturen, z. B. Entwässerungsgräben, unterirdische Drainagen oder Wasserfassungen. Eine angepasste landwirtschaftliche Nutzung im Umfeld von Mooren kann dazu einen Beitrag leisten. Es kann davon ausgegangen werden, dass je nach Moortyp und vorhandenen Störungen, sehr unterschiedliche Lösungen zum Ziel führen werden. Bei einigen Mooren könnten Massnahmen im geschützten Moor zu wesentlichen Verbesserungen führen. In anderen Mooren braucht es vermehrte Anstrengungen in der Umgebung. Beispielsweise, indem durch Drainagen beschleunigtes Wasser über eine wiedervernässte Fläche verlangsamt wird. Meliorationsprojekte bieten die Möglichkeit, Massnahmen zur Verbesserung der Hydrologie

auf organischen Böden zu berücksichtigen. Dafür wurden durch Agroscope vorhandene Grundlagen zu bekannten standortangepassten Nutzungen um Moorbiotop aus Europa analysiert und Vorschläge für die Schweiz in der Form von Merkblättern ausgearbeitet. Darauf aufbauend soll in diesem Projekt anhand von Pilotgebieten geprüft werden, welche konkreten Nutzungsformen unter welchen Rahmenbedingungen lokal oder auf gesamtschweizerischer Ebene umgesetzt werden könnten.

3 Aktuelle landwirtschaftliche Nutzung und Herausforderungen

Die Flächen um die Moore nationaler Bedeutung werden landwirtschaftlich aktuell hauptsächlich als Weiden und als Dauerwiesen genutzt. Auch Streueflächen und – vor allem im Mittelland – Kunstwiesen und offenes Ackerland, insbesondere auch für den Gemüseanbau, sind verbreitet (Abb. 3). Über die genaue Verteilung der Bodentypen ist wenig bekannt. Direkt angrenzend an die geschützten Moorbiotop befinden sich oft torfhaltige ehemalige Moorböden oder Übergangsböden (Böden mit flachen organischen Horizonten oder kohlenstoffreiche mineralische Böden)^{12,13} und daran angrenzend mineralische Böden. Bei entwässerten Moorböden kommt es zu einer Sackung und Schrumpfung. Die Sackung der Torfböden tritt direkt nach der Entwässerung ein, infolge des Wasseraustritts aus den Poren ist die Erde nicht mehr stabil, also sackt der Boden in sich zusammen. Danach beginnt der mikrobielle Abbau, der nun unter Sauerstoffzufuhr wieder funktioniert – also die Mineralisierung, die dann zum dauerhaften Abbau der organischen Substanz und entsprechend zu CO₂-Emissionen führt, wodurch die Böden sich buchstäblich in Luft auflösen. Dadurch nimmt die Mächtigkeit der Böden laufend ab, bis auf Drainageniveau. Deshalb kommt es vermehrt zu Staunässe und zur Abnahme der landwirtschaftlichen Produktivität⁹. Basierend auf einer Umfrage bei den Kantonen im Jahr 2008 wurde abgeschätzt, dass mittlerweile etwa ein Drittel der Drainagesysteme in der Schweiz in schlechtem oder unbekanntem Zustand ist¹⁵. Um das Produktionsniveau halten zu können, wären Erneuerungen notwendig. Die dafür anfallenden Gesamtkosten wurden auf 4 bis 5 Mrd. CHF geschätzt und die bis anhin investierte Summe für die Bewirtschaftung und den Unterhalt der Entwässerungsanlagen wird gemäss dem Bericht für eine umfassende Erneuerung bei weitem nicht genügen¹⁵.

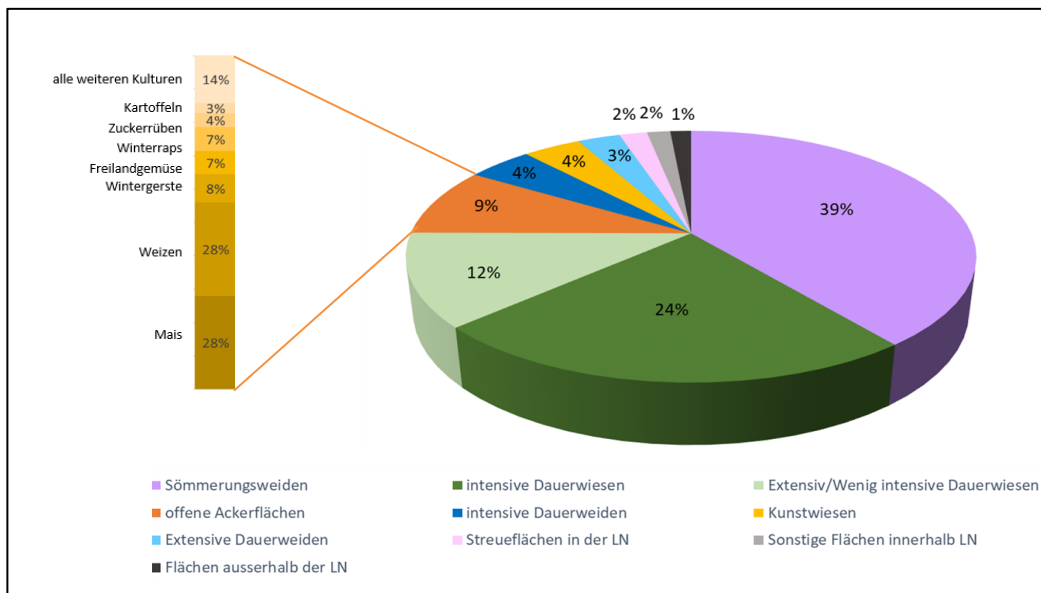


Abbildung 3: Anteile der Landnutzungen für die Flächen im Umkreis der Moore in der Schweiz (oberhalb des geschützten Moorbiotops 500 m, unterhalb 25 m). Quelle: Berechnungen mit folgenden Datensätzen: swisstopo (2020): swissALTI3D Bundesamt für Landestopographie; BAFU (2021): Bundesinventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung; BAFU (2017): Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung; BLW (2021): Landwirtschaftliche Kulturlächen.

3.1 Problematik

Nutzungen, die auf eine Entwässerung angewiesen sind, können im Umfeld von Mooren zur Austrocknung und Eutrophierung der geschützten Moorbiotope beitragen. Degradierete Moorböden können, im Vergleich zu intakten Moorlandschaften, die diversen ökologischen Leistungen für die Gesellschaft, wie z.B. Speicherung von Kohlenstoff, nicht mehr erbringen^{1,2}. Auch resultieren aus landwirtschaftlich genutzten drainierten organischen Böden Emissionen, die variabel, aber beträchtlich sind: Je nach Nutzungs- und Drainageintensität werden sie auf jährlich 23 bis 41 t CO₂-äq. / ha geschätzt. Insgesamt sind diese Emissionen verantwortlich für circa 12 % der gesamten Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft¹⁶. Die Kenntnisse über die Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Übergangsböden (mineralische Böden mit flachem organischem Horizont oder C-reiche mineralische Böden) und entwässerten Mineralböden sind ungenügend. Studien aus Deutschland zeigen, dass Emissionen aus Übergangsböden jährlich ähnlich hohe Emissionen aufweisen wie aus sehr C-reichen organischen Böden^{12, 58, 59}. Je mächtiger der Torf, umso länger wird CO₂ emittiert, deswegen sollten C-reiche und tieftorfige Böden prioritär wiedervernässt werden. Auch bei entwässerten C-reichen Mineralböden ist davon auszugehen, dass sie organischen Kohlenstoff verlieren, dafür gibt es jedoch nur wenige Daten¹³ und es ist zu erwarten, dass die langfristigen CO₂ Emissionen geringer ausfallen.

4 Landnutzungen für Nass- und Feuchtstandorte

Landnutzungen, welche an den Standort angepasst sind, bieten Lösungen für die oben genannten Probleme. Folgende Ziele werden mit alternativen Landnutzungen angestrebt:

- langfristige Sicherung der landwirtschaftlichen Nutzung durch die Erhaltung der Produktionsgrundlage
- langfristige Stärkung der regionalen Wertschöpfung
- Reduktion der negativen Einflüsse auf die geschützten Moorbiotope bezüglich Wasserhaushalt und Nährstoffen
- Reduktion der Treibhausgasemissionen von Moorböden
- Förderung der Biodiversität und Erstellung von Ersatzlebensräumen für seltene Tier- und Pflanzenarten
- Förderung eines standorttypischen Landschaftsbildes

Um diese Ziele zu erreichen, hat Agroscope im Rahmen des Pilotprojekts A2.1 des AP SBS eine Reihe von Merkblättern mit alternativen landwirtschaftlichen Nutzungen erarbeitet. Die vorgeschlagenen Nutzungen setzen sich aus extensiven Bewirtschaftungsformen oder geeigneten Nutzungen für feuchte bis nasse Standorte zusammen. Darunter sind auch sogenannte Paludikulturen: produktive Landnutzungen von nassen und wiedervernässen organischen Böden, die die organische Substanz erhalten und CO₂-Emissionen (Abb. 4) und Sackung minimieren¹⁷. Bei den vorgeschlagenen Nutzungen handelt es sich um bekannte Formen der Nutzung von Feuchtgebieten aus der Schweiz und Europa oder teils auch aus anderen Regionen der Welt. Einige werden schon in der Schweiz umgesetzt (z. B. Nassreis, Abb. 5). Solche alternativen Nutzungsformen sind in der Schweiz aber noch wenig verbreitet. Aufgrund der grossflächigen Entwässerung von Feuchtgebieten konnten mesophile Kulturen, die auf mittelfeuchte Bodenverhältnisse angewiesen sind, zur Nahrungsmittelproduktion erfolgreich angebaut werden. In anderen Ländern wie z. B. Frankreich ist dies nicht im gleichen Umfang der Fall: In der Loire bewirtschaften noch heute 68 % der Landwirte und Landwirtinnen Randbereiche von Moorbiotopen mit solchen angepassten Nutzungen¹⁸. Im Rahmen eines nationalen Programmes wird nicht nur die landwirtschaftliche Nutzung von Feuchtwiesen und -weiden gefördert, sondern auch der Unterhalt von Sümpfen und Mooren durch «écopastoralisme», also Beweidung z.B. in Naturschutzgebieten^{19, 20}. Dort ersetzt das meist ganzjährig im Freiland und oft halbwild gehaltene Vieh die ausgerotteten natürlichen Gross-Herbivoren (Wisent, Auerochs etc.), welche diese Landschaften mitgeprägt hatten^{21, 22}. In der Praxis wird oft eine Synergie zwischen existenzsichernder Produktion und Landschaftspflege angestrebt. Auch in der Schweiz ist die Beweidung von geschützten Moorflächen in Abstimmung mit den kantonalen Ämtern möglich und wird z. B. im Nee-racherried oder am Lobsigensee umgesetzt^{23, 24}. Im Sömmerungsgebiet werden viele Flachmoore traditionell beweidet.

Für die vernässenden Flächen und für Flächen im Umfeld von Mooren werden hier standortangepasste Landnutzungen vorgeschlagen. Es handelt sich um eine breite Palette an Vorschlägen für unterschiedliche Standorte und Produktionsziele. Inwiefern eine angepasste Landnutzung für eine Fläche anzustreben ist und welche Optionen in Frage kämen, muss im Einzelnen beurteilt werden. Acht Merkblätter geben Auskunft über Standorteignung, Anbau, Ernte, Management, mögliche Direktzahlungen, Vermarktungsmöglichkeiten und Auswirkungen auf die Moore bezüglich Wasserhaushalt, Nährstoffe und Treibhausgasemissionen:

- **Beweidung** mit extensiven und robusten Rassen, die auf Feuchtflächen angepasst sind (Agroscope Merkblatt Nr. 170)
 - Rinder (z. B. Heckrinder, Abb. 6)
 - Wasserbüffel
 - Gänse
 - Schafe
 - Rotwild
 - Pferde
- **Graslandbestände** (Agroscope Merkblatt Nr. 171)
 - Diverse Feucht- und Frischwiesen
 - Streufläche
 - Rohrglanzgraswiese
 - Grosseggried
- **Rohrkolben** und **Schilf** (Agroscope Merkblatt Nr. 172, 173 und 174)
- **Weide** (*Salix* sp.) (Agroscope Merkblatt Nr. 175)
- **Torfmoose** (Agroscope Merkblatt Nr. 176)
- **Technik** für Feuchtflächen (Agroscope Merkblatt Nr. 177)

Neben diesen Landnutzungen gibt es noch weitere Optionen, zum Beispiel die Kultivierung der gemeinen und der grossfrüchtigen Moosbeere, Heidel- und Preiselbeeranbau, oder Erlenanbau²⁵. Im Kontext der Eignung für die Umsetzung auf vernässenden organischen Böden in der Schweiz oder im Umfeld von Mooren besteht jedoch noch Abklärungsbedarf. Weitere Informationen sind auf dieser Website verfügbar: www.mowi.botanik.uni-greifswald.de

Eine Kombination unterschiedlicher Landnutzungen ist möglich, wie beispielsweise die Beweidung mit unterschiedlichen Tierarten und/oder Rassen oder die gemeinsame Kultivierung von Torfmoosen und Sonnentau. Auch Agroforstwirtschaft ist möglich: Anbau von Weide (*Salix* sp.) in der Übergangszone zu bestehender ackerbaulicher Nutzung oder *Salix* sp. in Kombination mit feuchter Wiese oder Beweidung (z. B. mit Gänsen oder Hühnern).

Fast alle Landnutzungen sind auf vernässenden organischen Böden sowohl im Umfeld von Mooren als auch für die Nährstoffpufferzonen geeignet. In der Nährstoffpufferzone gilt ausserdem ein Düngeverbot. Nassreis ist als Starkzehrer auf Düngegaben angewiesen und sollte deshalb nicht in der Nährstoffpufferzone angebaut werden. Ausserhalb der Nährstoffpufferzone könnte sich der Nassreisanbau jedoch eignen, siehe [Nassreis Merkblatt von Agridea und Agroscope](#).

Rohrkolben und Schilf sind demgegenüber optimale Nährstofffilter und werden teils zur Reinigung von Abwässern verwendet²⁵. Die extensive Beweidung ist prinzipiell in der Nährstoffpufferzone zulässig, solange die Pufferwirkung durch diese nicht beeinträchtigt und das Schutzziel des Moorobjektes nicht gefährdet wird¹⁰. Dementsprechend muss bei feuchten oder wiedervernässenden Böden gewährleistet werden, dass es nicht zu übermässigen Trittschäden kommt. Da das geringere Gewicht der vorgeschlagenen Tierarten und Rassen für feuchtere Flächen geeignet ist, ist das Risiko von übermässigen Trittschäden gering. Gänse schneiden hier am besten ab. Teils sind Trittschäden aber auch förderlich für die Biodiversität, da offene Bodenstellen für Lichtkeimer und als Sonnplätze für wärmeliebende Arten vorteilhaft sind.

Für Flächen innerhalb und im Umfeld von Mooren gelten allfällige Naturschutzaufgaben und -Verträge weiterhin. Unter anderem ist in Mooren und Riedgebieten sowie der Grundwasserschutzzone S1 die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngern verboten²⁶⁻²⁸. Um Moore sind Nährstoffpufferzonen einzuhalten, die je nach Topographie, umliegender Nutzung und weiteren Faktoren bestimmt werden¹⁰. Weiter müssen bei Pflanzenschutzmitteln die Vorschriften der Bedienungsanleitung eingehalten werden. Kantone und Gemeinden können weitergehende Auflagen vorschreiben^{29, 30}.

Diese alternativen Landnutzungen stehen teilweise in starkem Kontrast zur aktuellen landwirtschaftlichen Nutzung der Flächen im Umfeld von Mooren. Welche Alternativen effektiv in Frage kommen, hängt nebst den standörtlichen Gegebenheiten auch von der betriebswirtschaftlichen Strategie der betroffenen Betriebe und von der Wirtschaftlichkeit der alternativen Nutzungsformen ab. Diese wiederum resultiert einerseits aus Kosten und Erlösen und andererseits aus möglichen (zukünftigen) Entschädigungen und Direktzahlungen, um einen etwaigen Ertragsausfall zu kompensieren, die Umstellung der Betriebe zu sichern, einen Anschub für die Erschliessung neuer Märkte zu leisten sowie die diversen Leistungen des landwirtschaftlichen Betriebes für die Gesellschaft (CO₂-Reduktion, Förderung der Biodiversität etc.) finanziell zu entschädigen. Nebst dem Erlös aus dem Verkauf der Produkte ist dies in Form von beispielsweise Kohlenstoffzertifikaten oder durch Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen möglich. In Bayern (DE) gibt es seit 2024 ein spezielles «Moorbauernprogramm»³¹. Weitere Beispiele sind die finanzielle Unterstützung einer Wasserbüffelweide als Ersatzmassnahme für den Ausbau einer Autobahn oder auch die Zertifikate von MoorFutures³².

Insbesondere bei Standorten mit kleinen Flächen bzw. Flächenanteilen pro Betrieb an organischen Flächen in der Nähe von Mooren ist eine ganzheitliche Lösung anzustreben. Dies kann in Form eines Flächenabtauschs sein, oder die Bewirtschaftung der angepassten Landnutzung wird in Form einer Dienstleistung von einem Betrieb für alle Flächen des Moorstandortes bzw. in der Region übernommen.

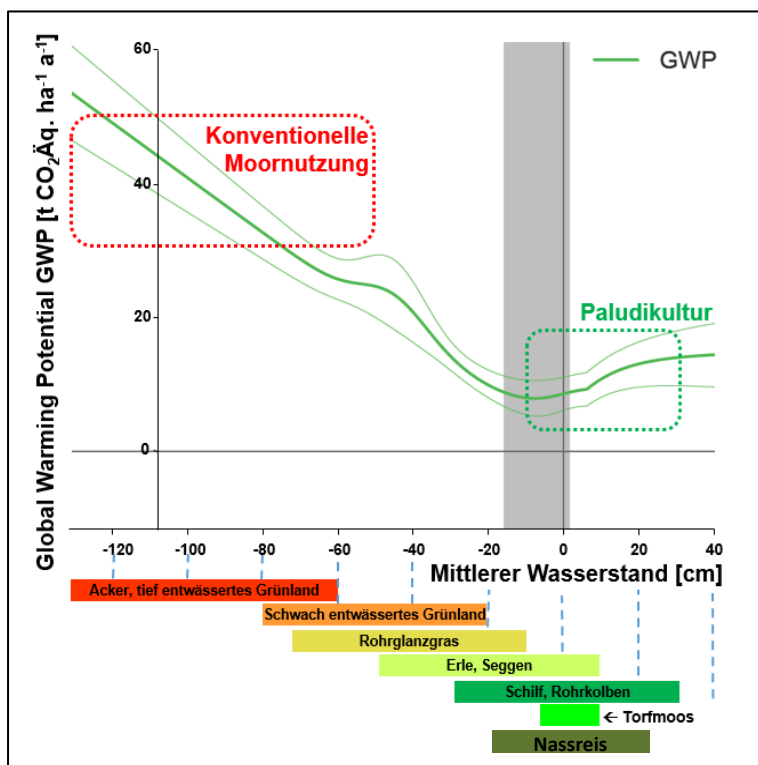


Abb. 4: Idealisierter Zusammenhang von Treibhausgasemissionen (THG) ausgedrückt als Erderwärmungspotenzial (Global Warming Potential, GWP) und mittlerem Wasserstand in Moorböden in Mitteleuropa. Unterhalb der Abbildung sind die durchschnittlichen Wasserstandsbereiche verschiedener Landnutzungen in Moorböden dargestellt. Genauere Angaben der Wasserstände sind in den Merkblättern der einzelnen Landnutzungen angegeben. Der graue Bereich gibt den optimalen mittleren Wasserstand für möglichst niedrige THG-Emissionen aus Moorböden an. Die Angaben der Emissionen beruhen auf Messungen und Abschätzungen aus Norddeutschland und für Nassreis aus Kalifornien (USA). Neben der Kultur und dem benötigten Wasserstand sind die effektiven THG-Emissionen vom Standort abhängig (u.a. vom aktuellen Zustand des Bodens und dessen Kohlenstoff- und Nährstoffgehalt, dem aktuellen Wasserstand, dem lokalen Klima, den aktuellen und historischen Landnutzungen z.B. Torfabbau) und lassen sich deshalb nicht direkt auf die Schweiz übertragen. Für die Schweiz sind für die standortangepassten Landnutzungen ausser beim Nassreis keine Informationen und Erfahrungen vorhanden. Die Graphik wurde übernommen und angepasst von Birr et al., 2021²⁵. Die Emissionsdaten stammen von Couwenberg et al. 2011³³, Wichtmann et al. 2016¹⁴, Hatala et al., 2012³⁴ und Knox et al., 2015³⁵, Freeman et al. 2022⁵⁷.



Abbildung 5: Nassreisfeld in Mühlau 2021. Foto: Yvonne Fabian, Agroscope



Abbildung 6: Heckrind (Aurochs Nachzucht), Foto: Barry Batchelor / Press Association Images

4.1 Wiedervernässung und Bewirtschaftung von Feuchtflächen

Ob eine landwirtschaftlich genutzte und aktuell drainierte Fläche z.B. im Umfeld eines Moores aktiv wieder vernässt werden soll, muss sorgfältig abgewogen werden. Dazu gehört die Beurteilung des Potenzials für die Förderung der Biodiversität am Standort, des Wasserhaushalts, der Bodenqualität und die Beurteilung von landwirtschaftlichem Produktionspotenzial und Wirtschaftlichkeit³⁶. Falls eine Wiedervernässung angestrebt, resp. gegen eine Sanierung von vernässenen, drainierten Flächen entschieden wird, so kann dies kleinflächig relativ einfach durch Stau des Wassers in bestehenden Drainagen und Gräben (Abb. 7) erreicht, resp. abgesichert oder verstärkt werden³⁷. Sie kann auch in grösserem Massstab durchgeführt werden, indem die Drainagerohre entfernt oder geschlossen werden³⁸. Ob im kleinen oder grösseren Rahmen, Wiedervernässungen müssen geplant und fachgerecht ausgeführt werden. Dazu gehört auch das Verhindern der Vernässung von benachbarten Flächen, welche nicht vernässt werden sollen. In solchen Fällen müssen beispielsweise bestehende Drainagen über neue Leitungen abgeleitet werden. Damit sowohl die ökologischen als auch die landwirtschaftlichen Ziele erfüllt werden, münden solche Aufwertungen meistens in sogenannte Renaturierungsprojekten, welche von entsprechenden Fachleuten und den zuständigen Amtsstellen, zusammen mit den betroffenen Bewirtschaftenden sowie Eigentümerinnen und Eigentümern, geplant und umgesetzt werden.

Soll die hydrologische Situation eines angrenzenden Moores verbessert werden und ist im Umfeld dieses Moores eine Wiedervernässung nötig, müssen v.a. folgende Aspekte berücksichtigt werden: aktueller Wasserstand sowie saisonale Schwankungen, vorhandenes Drainagesystem, Topographie, Bodeneigenschaften (z. B. Tragfähigkeit des Bodens) und mögliche Auswirkungen auf angrenzende Flächen und Infrastruktur. Je nach Landnutzung liegen die durchschnittlichen empfohlenen Wasserstände bei 45 cm unter Flur bis maximal 40 cm über Flur³⁹. Der optimale mittlere Jahreswasserstand für möglichst niedrige THG-Emissionen aus Moorböden ist standortabhängig und liegt nahe an der Bodenoberfläche (Abb.6). Auch können je nach Standort und Landnutzung die Wasserstände saisonal variieren bzw. reguliert werden. Beispielsweise können die Wasserstände zwecks Ernte oder Unterhaltsarbeiten kurzfristig abgesenkt werden, um den Boden und bei Wiesen auch die Grasnarbe während der Befahrung zu schonen⁴¹. Erst nach gründlicher Abklärung der Situation vor Ort können mögliche Managementoptionen inklusive Wirtschaftlichkeit verglichen und die Wahl der Bewirtschaftungsform festgelegt werden⁴².

Erfahrungen zur Wiedervernässung liegen in der Schweiz im Zusammenhang mit der Moorregeneration vor, aber auch mit dem Nassreis- oder Rohrkolbenanbau. In anderen europäischen Ländern, insbesondere in Deutschland, sind die vorgeschlagenen Landnutzungen für Flächen um Moorbiotope schon vielfach umgesetzt worden. Dementsprechend liegen zur Wiedervernässung wie auch zur Bewirtschaftung vielfältige Erfahrungen vor. Beispielsweise werden in Bayern unterschiedliche Optionen der Wiedervernässung auf drainiertem Land für die anschließende Nassgrünlandbewirtschaftung angewandt^{40, 41}. Bei der Entwässerung mittels Sammler in einem offenen Entwässerungsgraben oder Bach kann eine Röhre auf den Sammler aufgesteckt und je nach Winkel der Anstau des Wassers reguliert werden⁴⁰. Etwas aufwändiger sind Vorgehen, welche die Drainageröhre an den Knotenpunkten offenlegen, um mit Schächten und Rohren das Wasser zurückzuhalten⁴¹.



Abbildung 7: Klappenstau zur Wiedervernässung. So lässt sich die Stauhöhe in den Wassergräben zentimetergenau regulieren. Foto: Uwe Fuellhaas / DBU Naturerbe GmbH

Bei der Bewirtschaftung ist die Verwendung von geeigneter Technik für Feuchtflächen wichtig (Agroscope Merkblatt Nr. 177).

4.2 Verwertung und Vermarktung

Die Produkte aus den alternativen Nutzungsformen sind nicht nur Fleisch aus der Tierhaltung sondern auch neuere Möglichkeiten wie Dämmplatten aus Rohrkolben als Baumaterial. Die konkreten Verwertungsmöglichkeiten wie die Nutzung als Bau- und Dämmstoffe, für Verpackungsmaterial, für Phytopharmaka, zur Nahrungsmittelproduktion und als Torfersatz werden in den jeweiligen Merkblättern diskutiert. Da für diverse Landnutzungen die energetische Verwertung eine Option ist, wird diese sowie die Vermarktung mit Zertifikaten oder Labels im Folgenden genauer erläutert.

4.2.1 Energetische Verwertung

Die Energiestrategie 2050 hat sich zum Ziel gesetzt, die Jahresnutzung der Bioenergie bis im Jahr 2050 auf 27 800 Gigawattstunden fast zu verdoppeln⁴². 2020 stammten 20 % der erneuerbaren Energie aus Biomasse⁴³, wovon der Holzanteil bislang 85 % betrug. Dadurch entsteht eine Synergie zur standortgerechten Nutzung wiedervernässter Flächen.

Bei einer Ernte im Winter, können aus den diversen **Graslandbeständen** (Agroscope Merkblatt Nr. 171) sowie aus **Rohrkolben** und **Schilf** (Agroscope Merkblatt Nr. 172, 173 und 174) – alle gehören zur sogenannten halmgutartigen Biomasse – Pellets hergestellt werden. Beispielsweise verarbeitet die Bioburn AG Rohrkolben zu Pellets und kümmert sich um deren Vermarktung⁴⁴. Die Pellets aus halmgutartiger Biomasse lassen sich verbrennen, wobei es deutliche Unterschiede in den Verbrennungseigenschaften zu Holz gibt (Tab. 1). Der Brennwert liegt vor allem bei Schilf und Rohrkolben zwar nur geringfügig niedriger als derjenige von Holz, und ist ähnlich demjenigen von Getreidestroh, hingegen sind bei vielen halmgutartigen Brennstoffen die Aschegehalte relativ hoch²⁵, was zu Problemen in der Verbrennung führen kann. Für Rohrkolben beispielsweise gibt es Pilotverfahren, bei denen aus der Asche 88 % des Gesamtphosphors rückgewonnen und als Dünger wiederverwendet wird^{25,45}. **Weide** (*Salix sp.*; Agroscope Merkblatt Nr. 175) wird hauptsächlich energetisch genutzt: in Form von Holzbriketts, Holzpellets, üblicherweise jedoch als Hackschnitzel²⁵.

Im Vergleich zu Holz gilt halmgutartige Biomasse in rechtlicher Hinsicht nicht als Brennstoff, sondern als biogener Abfall. In Anhang 2 Ziffer 74 der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) sind die Anforderungen an Anlagen festgelegt, in denen "biogene Abfälle und Erzeugnisse der Landwirtschaft" verbrannt werden dürfen: die Biomasse darf nicht in Kleinanlagen unter 70 kW Feuerungswärmeleistung verbrannt werden und es gelten die Emissionsgrenzwerte abhängig von der Feuerungswärmeleistung der Anlage (LRV Anhang 2 Ziffer 74; 742). Für die Einhaltung des

Staubgrenzwerts von 20 mg/m³ ist in der Regel ein Staubabscheidesystem notwendig⁵¹. Wie in Tabelle 1 ersichtlich, weist die Biomasse einen höheren Gehalt an Asche auf als Holz. Dementsprechend ist eine automatische Ascheaus-tragstechnik bei den Anlagen notwendig. Weiter enthalten nicht-holzartige Pellets oder Briketts oft höhere Gehalte an Chlor, Stickstoff oder Schwefel^{25, 52}. Bei nicht angepasster Technik besteht somit die Gefahr erhöhter Luftschad-stoffemissionen (z. B. Staub, Stickoxide, Schwefeloxide, Dioxine/Furane). Auch für die Anlage selbst ist dies proble-matisch, da saure Abgase zu Korrosion oder der meist tiefere Ascheschmelzpunkt zu Verschlackungen führen kön-nen^{53, 54}. Daher sollte auf Halmgut angepasste Technik genutzt werden, z. B. Wirbelschichtfeuerung oder Zigarren-feuerung bei ballenkompakterter Biomasse^{25, 55}. Bei Schilf besteht eine Verschlackungsgefahr aufgrund hoher Ascheerweichungstemperaturen nicht^{25, 56}.

Tabelle 1: Verbrennungsrelevante Eigenschaften unterschiedlicher Biomasse im Vergleich²⁵. TM = Trockenmasse, MJ/kg = Megajoule / Kilogramm.

	Aschegehalt [% TM-Anteil]	Brennwert [MJ/kg]
Fichtenholz mit Rinde	0,6	20,2
Roggenstroh	4,8	18,5
Schilf	4,3	18,5
Rohrkolben	3,7–6,7	18,2
Grosseggen	5,0	17,9
Rohrglanzgras	2–6	16,8

Bei einer Ernte im Sommer kommt für halmgutartige Biomasse eine Verwertung in der Biogasanlage in Frage; bei Rohrkolben und Rohrglanzgras jedoch nur als Co-Substrat. Die im Sommer geerntete halmgutartige Biomasse kann gut zerkleinert und in geringen Mengen auch in Nassvergärungsanlagen eingesetzt werden (frische Biomasse oder Silage). Forschungsergebnisse⁵⁰ zeigen, dass bestehende Nassfermentationsanlagen, die bereits Gras als Substrat nutzen, ohne Verluste auf Halmgut umstellen können²⁵. Die Feststofffermentation (Trockenvergärungsverfahren) ist eine gute Möglichkeit, um aus Stallmist und Halmgutbiomasse in kleinen Anlagen Energie zu gewinnen^{25, 47, 48}. Material von Feuchtwiesen erreicht relativ hohe Biogaserträge von 300–530 l_n/kg oTS. Das entspricht circa 50–90 % der Erträge von Grassilage^{25,49}.

4.2.2 Zertifikate/Label

Zertifikate und Label für regionale und nachhaltige Produktion sind verbreitet und können gewisse Aspekte der Produktion oder des Produktes sichtbar machen. Allenfalls könnte ein nationales «**Moor-Label**», oder Nassboden-Label für Produkte aus bzw. von wiedervernässenden organischen Böden vorgeschlagen werden. Dies kann einen höheren Marktanteil, die Schaffung einer Marktnische, eine höhere Zahlungsbereitschaft oder den Zugang zu bestimmten Märkten ermöglichen. Dementsprechend können die Kosten für die Zertifizierung durch diese Nutzung kompensiert werden²⁵.

Für die stoffliche Nutzung als Baustoffe könnten die Zertifizierungssysteme von natureplus und Cradle2Cradle (Zertifizierung in der Schweiz läuft über: www.epeaswitzerland.com) genutzt werden. Für die energetische Nutzung der Biomasse könnte sich – bei der halmgutartigen Biomasse jedoch unter Vorbehalt der erwähnten nachteiligen Aspekte der Verbrennung – das Schweizer Label Naturemade (siehe www.naturemade.ch/de/zertifizierung_biogas.html) eignen. Auch internationale Label wie ok Power, Grünes Strom Label oder Renewable Energy Certificate System (RECS) könnten gegebenenfalls genutzt werden. Weiterhin eignen sich auch herkunftsbezogene Kennzeichen wie z.B. Swiss Label (mindestens 70 % der Herstellungskosten müssen in der Schweiz anfallen) oder regionale Marken wie z.B. Echt Entlebuch. Insbesondere für die tierischen Produkte gibt es eine Vielzahl an Zertifikaten und Labels. Die Stiftung Pusch bietet auf der Website www.labelinfo.ch einen umfassenden, wertneutralen Überblick der in der Schweiz bekannten Labels und ihrer Spezifikationen.

5 Weitere Informationen

Infos zum Pilotprojekt A 2.1 des Aktionsplans Strategie Biodiversität Schweiz: www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/fachinformationen/biodiversitaetspolitik/strategie-biodiversitaet-schweiz-und-aktionsplan/aktuelle_projekte/nachhaltige_nutzungen_mooren.html

Diverse Informationen zum Schutz und Nutzen von Mooren des Greifswald Moor Centrum: <https://mowi.botanik.uni-greifswald.de/>

6 Dank

Alle Faktenblätter der Reihe «Standortangepasste Nutzungen für vernässende landwirtschaftliche Flächen» wurden im Auftrag und mit Unterstützung des Bundesamts für Umwelt erstellt. Besonders danken wir Patricia Gerber-Steinmann für die Qualitätsprüfung dieser Publikation.

7 Literatur

- ¹ BAFU (2022) Biotope von nationaler Bedeutung – Moore www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/fachinformationen/oekologische-infrastruktur/biotope-von-nationaler-bedeutung/moore.html#1374051887. Zuletzt besucht: 07/2023
- ² Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (2016) Peatland restoration and ecosystem services: science, practice, policy. Cambridge University Press. 493 S.
- ³ Gubler, L. (2017) Klimaschutz durch Hochmoorrenaturierung. La restauration des hauts-marais, un facteur de protection du climat. Nature + Paysage. Natur + Landschaft: Inside, 24-27.
- ⁴ Früh, J.S., C. (1904) Die Moore der Schweiz: mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage.
- ⁵ Klaus, G. (2007) Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Umwelt-Zustand Nr. 0730. Bundesamt für Umwelt, Bern. 97 S.
- ⁶ Küchler, M.K., H.; Bergamini, A.; Bedolla, A.; Ecker, K.; Feldmeyer-Christe, E.; Graf, U.; Holderegger, R. (2018) Moore der Schweiz: Zustand, Entwicklung, Regeneration Haupt Verlag.
- ⁷ Bergamini, A., Ginzler, C., Schmidt, B.R., Bedolla, A., Boch, S., Ecker, K., Graf, U., Küchler, H., Küchler, M., Dosch, O., and Holderegger, R. (2019) Zustand und Entwicklung der Biotope von nationaler Bedeutung: Resultate 2011–2017 der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz. WSL Ber. 85. 104 S
- ⁸ BAFU (2022) Nachhaltige Nutzungen helfen den Schweizer Mooren https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/fachinformationen/biodiversitaetspolitik/strategie-biodiversitaet-schweiz-und-aktionsplan/aktuelle_projekte/nachhaltige_nutzungen_mooren.html. Zuletzt besucht: 04/2023
- ⁹ BAFU (Hrsg.) (2021) Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Gewässer. Hydrologie, Gewässerökologie und Wasserwirtschaft. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2101: 134 S
- ¹⁰ Marti, K., Kürsi, B.O., Heeb, J. und Theis, E. (1997) Pufferzonenschlüssel Leitfaden zur Ermittlung von ökologisch ausreichenden Pufferzonen für Moorbiotope. 2. Auflage. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft. 52 S.
- ¹¹ Bundesamt für Umwelt; Wald und Landschaft (BUWAL) (2002) Handbuch Moorschutz in der Schweiz.
- ¹² Tiemeyer, B., Albiac Borraz, E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Beyer, C., Drösler, M., Ebli, M., Eickenscheidt, T., Fiedler, S., Förster, C., Freibauer, A., Giebels, M., Glatzel, S., Heinichen, J., Hoffmann, M., Höper, H., Jurasinski, G., Leiber-Sauheitl, K., Peichl-Brak, M., Roßkopf, N., Sommer, M., Zeitz, J. (2016) High emissions of greenhouse gases from grasslands on peat and other organic soils. Global Change Biology, 2016. 22 (12): p. 4134-4149.
- ¹³ Leifeld, J., Vogel, D., and Bretscher, D. (2019) Treibhausgasemissionen entwässerter Böden. Agroscope Science, 2019. 74: p. S. 27.

- 14 Wichtmann, W., Schröder, C.; Joosten, H. (Hrsg.) (2016) Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore: Klimaschutz, Biodiversität, regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart.
- 15 Béguin J. and Smola S. (2010) Stand der Drainagen in der Schweiz - Bilanz der Umfrage 2008.
- 16 BAFU (2024) Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2021. Bern, Schweiz
- 17 EU Peatlands & CAP Network (2021) Policy Briefing Paper "Definition of paludiculture in the CAP" <https://greifswaldmoor.de/aktuelles/was-eigentlich-ist-paludikultur.html> Zuletzt besucht: 04/2023
- 18 Département de la Loire et CEN Rhône-Alpes (2015) Charte des bonnes pratiques agricoles en zones humides <https://www.cen-rhonealpes.fr/wp-content/uploads/2020/06/Chart-Bonnes-pratiques-agricoles.pdf>. Zuletzt besucht: 02/2023
- 19 Aubert, M., Guerber, F., Brugière-Garde, Y., and Dereix, C. (2017) Préservation de l'élevage extensif, gestionnaire des milieux humides; Rapport CGEDD n° 010813-01, CGAAER n° 16100.
- 20 Groupe Zones humides (2012) L'élevage en zone humide; Zones Humides Infos; N° 75-76.
- 21 Duncan, P. (2013) L'herbivorie et la dynamique des milieux naturels. cahier rnf1 avril 2013.
- 22 Lecomte, T., Nicaise, L., Le Neveu, C., Valot, E. (1995) gestion écologique par le pâturage: l'expérience des réserves naturelles. <https://www.genieecologique.fr/reference-biblio/gestion-ecologique-par-le-paturage-l'experience-des-reserves-naturelles>. Zuletzt besucht: 02/2023
- 23 Kanton Zürich (2023) Biotopförderung: Flachmoore <https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/naturschutz/biotopfoerderung.html#-419574845>. Zuletzt besucht: 02/2023
- 24 Bird life (2023) Das Ried <https://www.birdlife.ch/de/content/neeracherried-das-ried>. Zuletzt besucht: 03/2023
- 25 Birr, F., Abel, S., Kaiser, M., Närmann, F., Oppermann, R., Pfister, S., Tanneberger, F., Zeitz, J., und Luthardt, V. (2021) Zukunftsfähige Land- und Forstwirtschaft auf Niedermooren - Steckbriefe für klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftungsverfahren. 148 S. Auszug aus den BfN-Skripten 616, bearb. Fassung. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde und Greifswald Moor Centrum (Hrsg.). Eberswalde, Greifswald
- 26 Bundeskanzlei (Hrsg). (1998) Gewässerschutzverordnung (GSchV) (Stand am 1. April 2020); URL: https://fedlex.data.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/cc/1998/2863_2863_2863/20200401/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-cc-1998-2863_2863_2863-20200401-de-pdf-a.pdf; last visited 02/2023. 1998
- 27 Bundeskanzlei (Hrsg). (2005) Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV (Stand am 1. Dezember 2022); URL: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2005/478/de>; last visited 02/2023.
- 28 BAFU (Hrsg). (2016) Wasser: Gesetze und Verordnungen; URL: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/recht/gesetze-verordnungen.html>; last visited 02/2023. 2016.
- 29 KIP/PIOCH und AGRIDEA (Hrsg). (2017) Pufferstreifen richtig messen und bewirtschaften; URL: www.agridea.ch; last visited 02/2023. 2017
- 30 Bundeskanzlei (Hrsg). (2013) Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (Stand am 1. Januar 2021); URL: <https://fedlex.data.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/cc/2013/765/20210101/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-cc-2013-765-20210101-de-pdf-a.pdf>; last visited 02/2023. 2013.
- 31 Hubert Bittlmayer (Amtschef StMELF). Klimaschutz durch Moorbodenschutz in Bayern mit der Landwirtschaft. in „Moorschutz praktisch - Moorschutz, Klimaschutz, Artenschutz und Landwirtschaft“ vom 20. - 22. Juli 2023. 2023. Leipzig
- 32 Prof. Dr. Hans Joosten (Greifswald MoorCentrum): Erfolgreicher Klimaschutz ohne Moore – undenkbar! in „Moorschutz praktisch - Moorschutz, Klimaschutz, Artenschutz und Landwirtschaft“ vom 20. - 22. Juli 2023. 2020. Leipzig
- 33 Couwenberg, J., Thiele, A., Tanneberger, F., Augustin, J., Bärtsch, S., Dubovik, D., Liashchynskaya, N., Michalis, D., Minke, M., Skuratovich, A., and Joosten, H. (2011) Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. . Hydrobiologia 2011. 674: p. 67–89.
- 34 Hatala, J.A., Detto, M., Sonnentag, O., Deverel, S.J., Verfaillie, J., and Baldocchi, D.D. (2012) Greenhouse gas (CO₂, CH₄, H₂O) fluxes from drained and flooded agricultural peatlands in the Sacramento-San Joaquin Delta. Agr. Ecosyst. Environ. 150, 1-18. Agr. Ecosyst. Environ., 2012. 150: p. 1-18.
- 35 Knox, S.H., Sturtevant, C., Matthes, J.H., Koteen, L., Verfaillie, J., and Baldocchi, D. (2015) Agricultural peatland restoration: effects of land-use change on greenhouse gas (CO₂ and CH₄) fluxes in the Sacramento-San Joaquin Delta. Glob. Chang. Biol., 2015. 21: p. 750-765.

- ³⁶ Roberti, G., Gramlich, A., Benz, R., Szerencsits, E., Churko, G., Prasuhn, V., Leifeld, J., Zorn A., Jacot-Ammann, K., Herzog, F., and Fabian, Y. (2022) Entscheidungshilfe für feuchte und nasse Ackerflächen: Unterstützung bei der Identifikation von Flächen, auf denen Alternativen zur Entwässerung in Betracht zu ziehen sind. Agroscope Transfer, 2022. 449: p. 1-68.
- ³⁷ Zwack, B., Weiß, D., Schmidt, E., Kraut, M. Diepolder, M., Hartmann, S., Gosch, L., Brehier, C., Drösler, M., Freibauer, A. (2023) Etablierung von Nassgrünland auf wiedervernässten Niedermoorstandorten zur Raufutterproduktion <https://www.lfl.bayern.de/iab/kulturlandschaft/262620/index.php>. Zuletzt besucht: 02/2023
- ³⁸ BAFU (Hrsg) (2009) Regeneration von Hochmooren - Grundlagen und technische Massnahmen; Bundesamt für Umwelt BAFU.
- ³⁹ Le Blévec Morag et al. (2018) Guide technique d'aménagement et de gestion des zones humides du Finistère. Conseil départemental du Finistère, Service des espaces naturels et des paysages; 254 P.
- ⁴⁰ Bayerische Staatsgüter (2023) Versuchsstation Karolinenfeld- Moorwiedervernässung mit einfachen Mitteln <https://www.baysg.bayern.de/zentren/freising/246564/index.php>. Zuletzt besucht: 03/2023
- ⁴¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2023) Moor-KULAP <https://www.lfl.bayern.de/iab/kulturlandschaft/240564/index.php>. Zuletzt besucht: 03/2023
- ⁴² Trutnevyte, E. (2019) Schweizer Hotspots der Bioenergie. BFE-Magazin energieplus | Energiemagazin des Bundesamtes für Energie. <https://energieplus.com/2019/06/11/schweizer-hotspots-der-bioenergie/>. Zuletzt besucht: 02/2023
- ⁴³ Energieschweiz (2023) Biomasse: das wahre Multitalent; EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie (BFE), Ittigen. <https://www.energieschweiz.ch/erneuerbare-energien/biomasse/>. Zuletzt besucht: 02/2023
- ⁴⁴ Persönliche Kommunikation S. Heeb, Seecon 12/2022.
- ⁴⁵ Grosshans, R. (2016) Kanada – Nutzung von Rohrkolben (*Typha ssp.*) zur Nährstoffreduktion und Bio-Ökonomie am Winnipegsee. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 226-228. Stuttgart: Schweizerbart.
- ⁴⁶ CNG-Mobilität (2023) Portal für klimafreundlichere Mobilität <https://www.cng-mobility.ch/cng-routenplaner>. Zuletzt besucht: 02/2023
- ⁴⁷ Wichtmann, W. (2016) Box 3.2: Nutzungszeiträume. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 22. Stuttgart: Schweizerbart.
- ⁴⁸ Wiedow, D., Müller, J., and Burgstaler, J. (2016) Vergärung zu Biogas. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 55-56. Stuttgart: Schweizerbart.
- ⁴⁹ DVL - Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. (Hrsg.) (2014) Vom Landschaftspflegematerial zum Biogas – ein Beratungsordner. DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“, Nr. 22. 94 S. Ansbach: DVL e.V.
- ⁵⁰ El Bassam, N. (2010) Handbook of bioenergy crops. A complete reference to species, development and applications. London, Washington D.C.: Earthscan.
- ⁵¹ Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (Stand am 1. Januar 2023)
- ⁵² Cicek, N., Lambert, S., Venema, H.D., Snelgrove, K.R., Bibeau, E.L., and Grosshans, R. (2006) Nutrient removal and bio-energy production from Netley-Libau Marsh at Lake Winnipeg through annual biomass harvesting. Biomass and Bioenergy, 2006. 30: p. 529-536.
- ⁵³ Wüest, J., Lohberger, N., Wildhaber, E., Liebau, M. (2017) Energiegewinnung aus Biomassepellets. Bericht zuhanden des Bundesamt für Energie BFE. <https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=35079&Load=true>. Zuletzt besucht: 02/2023
- ⁵⁴ Schweizerische normen-Vereinigung SNV (2021) SN EN ISO 17225-6:2021 Biogene Festbrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen - Teil 6: Klassifizierung von nicht-holzartigen Pellets (ISO 17225-6:2021). <https://connect.snv.ch/de/sn-en-iso-17225-6-2021>. Zuletzt besucht: 02/2023
- ⁵⁵ Ahlhaus, M. and Jantzen, C. (2016) Verfeuerungstechniken. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 51-55. Stuttgart: Schweizerbart.
- ⁵⁶ Universität Greifswald (2013) Endbericht VIP – Vorpommern Initiative Paludikultur <https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/projekte/vip/enderbericht/Endbericht%20%20BMBF%20Verbundprojekt%20VIP%20%20Vorpommern%20Initiative%20Paludikultur.pdf>. Zuletzt besucht: 07/2023

- ⁵⁷ Freeman, B. W. J., Evans, C. D., Musarika, S., Morrison, R., Newman, T. R., Page, S. E., Wiggs, G. F. S., Bell, N. G. A., Styles, D., Wen, Y., Chadwick, D. R., & Jones, D. L. (2022) Responsible agriculture must adapt to the wetland character of mid-latitude peatlands. *Global Change Biology*, 28, 3795–3811. <https://doi.org/10.1111/gcb.16152>.
- ⁵⁸ Eickenscheidt, T., Heinichen, J., & Drösler, M. (2015) The greenhouse gas balance of a drained fen peatland is mainly controlled by land-use rather than soil organic carbon content. *Biogeosciences*, 12(17), 5161-5184.
- ⁵⁹ Leiber-Sauheitl, K., Fuß, R., Voigt, C., and Freibauer, A. (2014) High CO₂ fluxes from grassland on histic Gleysol along soil carbon and drainage gradients, *Biogeosciences*, 11, 749–761, <https://doi.org/10.5194/bg-11-749>.