

Klimaschutz durch Hochmoorschutz

CO₂-Kompensation durch Hochmoorrenaturierung in der Schweiz

2. Auflage Oktober 2020

Klärung grundlegender Fragen und Vorschlag für einen regionalen Kompensationsstandard für Hochmoorprojekte auf dem freiwilligen Kohlenstoffmarkt in der Schweiz

max.moor



Bearbeitung durch Lena Gubler, wissenschaftliche Assistentin, WSL

Betreuung: Irmi Seidl, Leiterin Forschungseinheit Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, WSL

Inhalt

CO₂-Kompensation durch Hochmoorrenaturierung in der Schweiz	0
1 Einleitung: Einfluss des Klimas auf Moore und vice versa	4
2 Der Kohlenstoffmarkt	4
2.1 Verpflichtungsmarkt und anrechenbare Aktivitäten	4
2.2 Freiwilliger Markt und Standards	4
2.2.1 Akteure auf dem freiwilligen Kohlenstoffmarkt in der Schweiz	5
2.2.2 Regionale Standards	5
2.3 Situation in der Schweiz	7
2.3.1 Organische Böden	7
2.3.2 Extensiv genutzte Flachmoore	7
2.3.3 Extensiv oder ungenutzte Hochmoore	8
3 Ansätze und Methoden zur Abschätzung des Kompensationspotentials	9
3.1 Direkte Gasmessungen	9
3.2 Treibhausgas-Emissions-Standort-Typen (GEST)	9
3.3 Modellierungen	10
3.4 Torfschwund	10
3.5 Wasserstand	11
3.6 Nicht quantifizierte Ansätze	11
3.7 Semi-quantitativer Ansatz: Kohlenstoff-Fixierung im Torf	12
4 Kompensationsstandard <i>max.moor</i>	12
1. Die bestehende Lücke in der Schweiz bezüglich Klimaschutz durch Moorschutz wird gefüllt, indem entsprechende Kompensationsmöglichkeiten angeboten werden	13
2. Anhand der Kompensationsmöglichkeiten, die durch <i>max.moor</i> geschaffen werden, werden fehlende Gelder für den Hochmoorschutz in der Schweiz generiert.	13
3. Die Problematik des unzureichenden Hochmoorschutzes und das neue Kompensationsangebot werden einer breiten Öffentlichkeit vermittelt.	13
4.1 Standorte – in Frage kommende Projekte	13
4.2 Messbarkeit	14
4.3 Konservative Abschätzung	14
4.4 Regionalität	15
4.5 Zusätzlichkeit	16
4.6 Vertrauenswürdigkeit	17

4.7 Permanenz	18
4.8 Verifizierbarkeit.....	18
4.9 Leakage.....	19
5 Kritikpunkte am Kompensationsstandard <i>max.moor</i>	19
5.1 Totalverlust	19
5.2 50 cm durchlüftete Torfschicht.....	20
5.3 OC-Gehalt im Hochmoortorf	20
6 Involvierte Akteure eines <i>max.moor</i> – Kompensationsstandards	20
6.1 Kompensationsanbieter	20
6.2 Wissenschaftliche Begleitung	21
6.3 Projektträger	21
6.4 Verifizierungsstelle.....	21
6.5 Zielgruppe Kunden.....	21
7 Finanzierung	22
7.1 Was wird finanziert?	22
7.2 Wer finanziert?.....	22
7.3 Wie wird finanziert?.....	23
7.4 Regionalwirtschaftlicher Nutzen von Hochmoorrenaturierungen	23
8 Der Zertifikatspreis	23
8.1 Kostenanalyse für Regenerationsprojekte in Schweizer Hochmooren.....	23
8.2 Gehalt an organischem Kohlenstoff in Hochmoortorf.....	24
8.3 Klimapotential.....	24
8.4 Zertifikatspreis	25
8.5 Sensibilität des Klimapotentials und des Zertifikatspreises	25
9 Fazit	26
10 Bibliographie und weiterführende Literatur.....	28
ANHANG	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abgeschätzte Kosten direkter Gasmessungen über 5 Jahre für 1 Standort.....	9
Tabelle 2: Räumliche Verbreitung der Hochmoore von nationaler Bedeutung pro Kanton (Staubli 2004)	13
Tabelle 3: Formen der Zusätzlichkeit (nach Barthelmes 2010).....	17
Tabelle 4: OC-Gehalte (%), Rohdichte (kg m^{-3}) und der daraus berechnete Gehalt an organischem Kohlenstoff (t m^{-3}) in entwässerten (Hochmoor-)Torfen in der Schweiz und Nordeuropa.	24
Tabelle 5: Berechnung des max.moor Zertifikatspreises (CHF) mit 0.5m unter Flur (= Annahme max.moor) und einem OC-Gehalt von $0,056 \text{ t m}^{-3}$	25
Tabelle 6: Sensibilität des Klimapotentials und des Zertifikatspreises für unterschiedlich mächtige Torfhorizonte gerechnet, bei einem OC-Gehalt von 0.056 t m^{-3}	25
Tabelle 7: Sensibilität des Klimapotentials und des Zertifikatspreises für unterschiedlich mächtige Torfhorizonte gerechnet, bei einem OC-Gehalt von 0.039 t m^{-3}	25
Tabelle 8: Sensibilität des Klimapotentials und des Zertifikatspreises für unterschiedlich mächtige Torfhorizonte gerechnet, bei einem OC-Gehalt von 0.073 t m^{-3}	26
Tabelle 9: Sensibilität des Zertifikatspreises für einen Torfhorizont von 0.5 cm unter Flur bei einem OC Gehalt von 0.056 t m^{-3} für verschiedene Regenerationskosten gerechnet (1. Mittelwert; 2. Mittelwert – Standardabweichung; 3. Mittelwert + Standardabweichung).	26

1 Einleitung: Einfluss des Klimas auf Moore und vice versa

Moore sind Biotope, die atmosphärisches CO₂ in Torf umwandeln und diesen über Jahrtausende im Boden speichern können (Lund et al. 2010). Sie speichern denn auch weltweit 30% des Bodenkohlenstoffs, obwohl sie nur 3% der Fläche ausmachen. Zwar ist ihre Nettoprimärproduktion niedriger als in anderen terrestrischen Ökosystemen, doch die Zersetzungsrate ist ungleich langsamer. Im anaeroben, sauren Milieu des wassergesättigten Torfbodens ist der Abbau organischen Materials stark gehemmt.

In einem ungestörten Moor werden die Kohlenstoffflüsse von der C-Aufnahme über die Bruttoprimärproduktion und der C-Abgabe über die natürliche Respiration der Pflanzen und Mikroorganismen gelenkt. Diese schwanken stark je nach Tages- und Jahreszeit. Die Respiration wird durch warme Perioden mit tiefem Wasserspiegel verstärkt. Überwiegen die kühlen und feuchten Perioden, in denen die Respiration gehemmt und die Zersetzung stark verlangsamt ist, stellt sich eine Akkumulation von organischem Material ein (Dise 2011). Günstige Bedingungen für das Moorwachstum sind demzufolge hohe jährliche Niederschlagswerte und eine mäßig-kühle Bodentemperatur (oder sehr hohe Luftfeuchtigkeit im Falle der tropischen Moore).

Wird ein Moor künstlich entwässert, sinkt der Wasserstand und die Respiration nimmt sprunghaft zu. Der mikrobielle Abbau des organischen Materials setzt ein. Die grosse Senkenfunktion, welche Moore dank ihrer Fähigkeit organisches Material in Form von Torf zu akkumulieren haben, kehrt sich also um, sobald ein Moor entwässert wird. Der nunmehr durchlüftete Torf wird mineralisiert und gibt dabei den Kohlenstoff in Form von CO₂ an die Atmosphäre ab. Die Treibhausgasemissionen aus entwässerten, landwirtschaftlich genutzten Mooren betragen 5% der globalen anthropogenen Treibhausgasemissionen und verdienen somit grosse Beachtung im Diskurs über den Klimawandel (Joosten 2015). Die vermehrt wärmeren Temperaturen, die zukünftig in den gemässigten Breiten zu erwarten sind, begünstigen den mikrobiellen Abbau und verstärken somit die Mineralisierung des Torfs. Die zusätzlichen Treibhausgasemissionen, die der Torf freisetzt, haben wiederum eine verstärkende Wirkung auf die Erwärmung der Atmosphäre. Es liegt ein positives Feedback vor. Zwar steigt mit den wärmeren Temperaturen auch die Bruttoprimärproduktion der Vegetation, in einem ungestörten Moor kann dieser Effekt die erhöhte mikrobielle Tätigkeit gegebenenfalls kompensieren (Davidson 2006), nicht jedoch in einem anthropogen entwässerten Moor, wo die Zersetzung schon durch die hydrologische Situation begünstigt wird. Die CO₂-Quelle kann ausschliesslich unterbunden oder gegebenenfalls wieder in eine CO₂-Senke rückgeführt werden, indem die Entwässerung gestoppt und das Moor in einen naturnahen Zustand gebracht wird. Dies kann nur anhand baulicher Eingriffe erfolgen.

2 Der Kohlenstoffmarkt

2.1 Verpflichtungsmarkt und anrechenbare Aktivitäten

An der Klimakonferenz in Bali 2007 wurde die negative Klimawirksamkeit entwässerter Moore erstmals thematisiert. Die Rahmenbedingungen zur Umsetzung von Reduktionsinitiativen wurden seither konkretisiert und führten im Jahr 2013 zur des Wetlands-Supplement für die Klimaberichterstattung (*2014 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands - Methodological Guidance on Organic and Wet Soils across IPCC Land-use Categories*), welches die Richtlinien zur Anrechnung von Wiedervernässungsprojekten regelt (Paul 2013).

Seit Beginn der zweiten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls kann die Aktivität „Wetland Drainage and Rewetting“ als anrechenbare LULUCF-Kategorie gewählt werden. Da diese Aktivität neu ist und die Datenlage oft geringer als in andern Landnutzungsbereichen, wurde sie erst von wenigen Ländern gewählt und erprobt (Paul 2013). In der Schweiz wird im Landnutzungssektor bis zum Ende der zweiten Verpflichtungsperiode (2020) ausschliesslich die Aktivität „Forest-Management“ an die Zielerreichung unter dem Kyoto-Protokoll angerechnet. Andere Aktivitäten wie zum Beispiel „Wetland Drainage and Rewetting“ wurden von der Schweiz im sogenannten Initial Report nicht gewählt und sind somit nicht anrechenbar.

2.2 Freiwilliger Markt und Standards

Das Volumen des freiwilligen Kohlenstoffmarkts ist verglichen mit dem Verpflichtungsmarkt viel kleiner. So genannte „Voluntary Emissions Reductions“ (VER) werden hauptsächlich von Unternehmen getätigt, welche ihr soziales Verantwortungsbewusstsein und ihr grünes Image unter Beweis stellen wollen sowie von umweltbewussten Privatpersonen (<http://climatecorp.eu>, Dez. 2015). Um die Wirksamkeit von VER-Projekten zu garantieren, werden sie mittels Standards zertifiziert. Der jeweilige Standard beinhaltet unterschiedliche Kriterien, welche zur Erlangung der Zertifizierung von den Projekten erfüllt werden müssen.

Die weit verbreitetsten Standards für VER-Projekte im freiwilligen Kohlenstoffmarkt sind folgende:

- Verified Carbon Standard (VCS)
- Climate, Community and Biodiversity Standard (CCB)
- Climate Action Reserve
- Gold Standard (GS)
- BMV Standard

2011 wurde vom VCS erstmals ein Modul zur Anrechnung von Projekten zur Wiedervernässung von Mooren entwickelt, welches den Handel mit Kohlenstoffzertifikaten im freiwilligen Kohlenstoffmarkt vorantreiben soll (http://database.v-c-s.org/wetlands_restoration_conservation). Ein Projekt mit dem international anerkannten VCS-Standard zu zertifizieren, ist aber sehr kostenintensiv und für kleinere Projekte oft nicht rentabel.

2.2.1 Akteure auf dem freiwilligen Kohlenstoffmarkt in der Schweiz

In der Schweiz gibt es verschiedene Organisationen, welche CO₂-Zertifikate aus Projekten im In- und Ausland auf dem freiwilligen Kohlenstoffmarkt verkaufen. Sie bieten zum einen Beratungen für Firmen über passende Kompensationsstrategien an, zum andern sichern sie die Effektivität der Kompensationsprojekte in ihrem Portfolio zu. Folgende Organisationen sind in der Schweiz auf dem freiwilligen Kohlenstoffmarkt im Zertifikatshandel oder in der Beratung tätig. Der Grossteil der aufgeführten Organisationen ist ebenfalls oder hauptsächlich im Verpflichtungsmarkt tätig, ihre Kundenberatung kann aber durchaus auch den freiwilligen Markt tangieren.

myclimate
South Pole Group
Carbon-connect AG
Swiss Climate AG
First Climate
econcept AG
ECOPLAN
EBP Schweiz AG
INFRAS AG

Nebst diesen Organisationen gibt es private Initiativen (z.B. Waldzertifikate der OAK-Oberallmeindkorporation Schwyz, das Klimaschutzprojekt Waldreservat von Silvaconsult, o.ä.), die ihre Kompensationsprojekte direkt vermarkten. Solche Projekte sind häufig nicht offiziell nach internationalen Standards zertifiziert. Die Quantifizierung der eingesparten Tonnen CO₂ wird anhand verschiedener Ansätze und Berechnungsmethoden vorgenommen. Ob solche Zertifikate verkauft werden, hängt schlussendlich sowohl vom Vertrauen der Kunden in das Projekt als auch von deren Affinität zur Moorthematik ab.

2.2.2 Regionale Standards

Eine Alternative zu den oben genannten internationalen Standards hat erstmals die Universität Greifswald in Mecklenburg-Vorpommern entwickelt mit der Schaffung des regionalen Standards MoorFutures, welcher speziell zur Zertifizierung von Wiedervernässungsprojekten konzipiert ist¹.

Der Standard MoorFutures zertifiziert seit 2010 Wiedervernässungsprojekte von Mooren zur freiwilligen Kompensation von CO₂-Emissionen. Für den Zertifikatsverkauf kommt ein szenariobasierter Forward-Selling-Mechanismus zur Anwendung. Die

¹ Die im Folgenden dargelegten Informationen stammen aus: Barthelmes, A., Couwenberg, J., Emmer, I., Schäfer, A., Wichtmann, W., Joosten, H. (2010), *MoorFutures – Kohlenstoffzertifikate aus der Wiedervernässung degradierter Moore in Mecklenburg-Vorpommern – Endbericht*, DUENE Institut Greifswald. (www.moorfutures.de)

Emissionsberechnung stützt sich auf den GEST-Ansatz, welcher Vegetationseinheiten als Proxy zur Ermittlung des mittleren Wasserstandes verwendet, um daraus die jährlichen mittleren Treibhausgasemissionen abzuleiten (anhand IPCC default values; vgl. Kapitel 3.2). Die Projekte werden von der Universität Greifswald zertifiziert und überprüft. Mit dem GEST-Ansatz wurde eine vergleichsweise kostengünstige Methode zur Überprüfung der tatsächlichen CO₂-Reduktion gefunden. Hinzu kommt, dass die baulichen Massnahmen in dem flachen, weitläufigen Gebiet der norddeutschen Niedermoore, deren Regeneration MoorFutures aktuell ermöglicht, eine grosse Flächenwirkung pro Eingriff haben, sodass die Gesamtkosten tief gehalten werden können. Dadurch kann eine grosse Menge an CO₂-Emissionen kostengünstig kompensiert bzw. vermindert werden. Die Laufzeit der Projekte ist auf 50 Jahre angesetzt.

Ein erstes Projekt (Polder Kieve) wurde seit 2012 vollständig realisiert, die Mittel dazu wurden ausschliesslich aus dem Zertifikats-erlös generiert. Mit dem Verkauf von 14'325 Zertifikaten (=berechnete eingesparte in t CO₂-Äquivalenten (CO₂-eq) bei einer Laufzeit von 50 Jahren) zu einem Preis von 50-90 Euro pro Zertifikat konnte eine Fläche von 54 ha wiedervernässt werden. Vermehrt werden auch so genannte *verified backups* eingesetzt: MoorFutures kauft kostengünstigere CO₂-Zertifikate von einem andern Anbieter (ab 2 Euro erhältlich) und verkauft diese als Kombination zusammen mit teureren MoorFutures-Zertifikaten an ihre Kundenschaft weiter. So kann zum einen der Preis der eigenen Zertifikate verringert werden, um in dem sinkenden CO₂-Preis-Umfeld standzuhalten, zum andern ist die CO₂-Kompensation gesichert (mündliche Mitteilung Dr. T. Permien, Expertentreffen, Juni 2016).

Eine der Stärken von MoorFutures liegt im Regionsbezug der Projekte. Dieser bietet vor Ort ansässigen Firmen einen Anreiz, ihre Emissionen regional zu kompensieren. Und die Tourismusbranche kann ihren Gästen zugleich eine Kompensationsmöglichkeit wie auch die Besichtigung der renaturierten Moorflächen anbieten.

Im Jahr 2014 wurde der Standard erweitert (Joosten et al. 2015); die Version MoorFutures 2.0 zertifiziert nicht nur die durch die Wiedervernässung eingesparten Treibhausgasemissionen, sondern attestiert dem Kunden fünf weitere geförderte Ökosystemdienstleistungen (Biodiversität, Wasserqualitätsverbesserung, Verdunstungskühlung, Hochwasserrückhalt und Grundwasseranreicherung). Die fünf Faktoren werden bis anhin nur für ein Projektgebiet modelliert und monetarisiert.

Der Standard MoorFutures wurde seit 2011 bereits in zwei weiteren deutschen Bundesländern übernommen. Es wurden dazu vor Ort neue zertifizierende Institutionen gesucht und mit der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde in Brandenburg und der Universität Kiel in Schleswig-Holstein gefunden.

In Grossbritannien wurde im Rahmen des IUCN UK Peatland Programms mit dem Carbon Peatland Code ebenfalls ein eigener Kompensationsstandard erschaffen. Wie in Deutschland sind auch in Grossbritannien universitäre Institutionen (Birmingham City University und University of Leeds) massgebend an der Entwicklung des Konzeptes beteiligt².

Niederösterreich hat anfänglich eine Übernahme des Standards MoorFutures in Betracht gezogen, kehrte aber bald von der Idee ab. Die Kleinräumigkeit der in Frage kommenden Projektflächen in Niederösterreich verunmöglicht eine kostengünstige Umsetzung des Standards (u.a. wegen hoher Monitoringkosten auf heterogenen Teilflächen und geringer Standortgrössen) und treibt die Vermeidungskosten pro Tonne CO₂ in eine Höhe, welche eine Kompensation für Firmen unrentabel machen würde (gerade im Vergleich mit andern Kompensationsprojekten und deren Vermeidungskosten). Niederösterreich prüft deshalb momentan ein Paket-Konzept, welches ebenfalls die finanzielle Beteiligung von Firmen und Privatleuten anstrebt, jedoch nicht ausschliesslich in Form von CO₂-Zertifikaten zur Reduktion von unvermeidbaren Emissionen, sondern mit einer zusätzlichen Bescheinigung der Unterstützung aller von Hochmooren geleisteten Ökosystemdienstleistungen. Dies vermittele ein umfassenderes Bild des tatsächlichen Nutzens der Moore als die reine Reduzierung auf die Kohlenstoffspeicherfunktion. Wie die monetäre Berechnung der Ökosystemdienstleistungen gehandhabt wird, ist allerdings noch nicht klar (e-mail Robert Kraner, Energie- und Umweltagentur Niederösterreich, Okt. 2015).

² www.iucn-uk-peatlandprogramme.org/peatland-code Dez. 2015

2.3 Situation in der Schweiz

Im Gegensatz zu den umliegenden Ländern wird in der Schweiz das CO₂-Reduktionspotential durch den Moorschutz momentan nicht explizit genutzt. Das Klimapotential, welches drainierte Moorflächen mit sich bringen, ist jedoch erkannt und sollte genutzt werden. Seit der Annahme der Rothenthurm-Initiative im Jahre 1987 ist der Moorschutz in der Schweiz in der Verfassung verankert. Das Hoch- und das Flachmoorinventar wurden damals innerhalb weniger Jahren erstellt und verabschiedet. 2012-2017 fand eine Revision statt, die am 1.11.17 in Kraft trat. Zur Klassifizierung dienten vegetationskundliche Kriterien; bodenkundliche Kriterien wie Torfart und Torfmächtigkeit wurden dabei nicht erfasst.

Die Kantone sind für den Moorschutz zuständig und angehalten „bei jeder sich bietenden Gelegenheit“ eine Regeneration vorzunehmen. Die Aufgabe wird von den Kantonen je nach Ressourcen und Prioritätensetzung sehr unterschiedlich wahrgenommen. Zur Unterstützung der Kantone und zur Erfüllung der Bundesaufgabe betreibt das Bundesamt für Umwelt BAFU die Koordinationsstelle für Moorschutz. Die Koordinationsstelle organisiert die Erfolgskontrolle und stellt den Informationsaustausch sicher. Die Wirkungskontrolle wird im Auftrag des BAFU an der WSL durchgeführt (Forschungsgruppe Lebensraumdynamik).

Trotz des Schutzstatus hat sich der Zustand der Schweizer Moore seit Ende der achtziger Jahre weiter verschlechtert (BAFU 2007). Wegen der andauernden Durchlüftung der Torfböden - hauptsächlich aufgrund früherer Trockenlegungen - schreitet die Mineralisierung trotz gesetzlichem Schutzstatus voran. Die (Hoch-)Moore verlieren ihren typischen Charakter, die Biodiversität nimmt weiterhin ab und Kohlenstoff entweicht in Form von CO₂. Erst eine Wiedervernässung stoppt die Degeneration des Moors und damit einhergehend die Abnahme der Biodiversität und den CO₂-Ausstoss. Dass die Renaturierung trotz des Bundesauftrages nicht schneller voranschreitet, liegt hauptsächlich an den ungenügenden finanziellen Ressourcen, die den Kantonen zur Verfügung stehen/gestellt werden.

Hinzu kommt: Der im internationalen Vergleich ausserordentlich fortschrittliche, gesetzlich geregelte Schutz der Moore, hinderte Kompensationsorganisationen daran, Regenerationsprojekte auf solchen Flächen in Betracht zu ziehen. Denn Moorregeneration ist seit der Rothenthurm-Initiative Bundesaufgabe (vgl. Kapitel 4.5). Da der Bund, wie oben dargelegt, nicht ausreichend Mittel zur Verfügung stellt, wird in der vorliegenden Studie ein Instrument vorgeschlagen, das Klimapotential der drainierten Hochmoorstandorte für den freiwilligen Kohlenstoffmarkt zu nutzen.

Im Folgenden wird die Situation der verschiedenen (ehemalige) Moorflächen unterschiedlich betrachtet:

- Ehemalige Flachmoore landwirtschaftlich intensiv genutzt (organische Böden)
- Extensiv genutzte Flachmoore
- Extensiv oder ungenutzte Hochmoore

2.3.1 Organische Böden

Für landwirtschaftlich intensiv genutzte organische Böden sind die Opportunitätskosten einer Regeneration in der Schweiz sehr hoch. Zudem kommt eine Agrar- und Umweltpolitik, die Nutzungsänderungen in Richtung extensiver Nutzung oder Nasskulturen nicht begünstigt. Auf den ehemaligen Flachmooren, die heute die organischen Böden ausmachen, wird überproportional viel produziert. So tragen diese Flächen unter Gemüseanbau, welche 1% der landwirtschaftlich genutzten Fläche ausmacht, über 10% der Nahrungsmittelproduktion bei (mündliche Mitteilung, M. Ferré; Roundtable Moore und organische Böden 25.11.2015). Die Böden sind also volkswirtschaftlich wichtig, indem sie massgebend zur Schweizer Nahrungsversorgung beitragen. Seit dem Inkrafttreten des Raumplanungsgesetzes II am 1. Jan. 2014 sind Fruchtfolgeflächen geschützt, und das Bundesamt für Landwirtschaft ist zur Beschwerde berechtigt gegen jegliche Vorhaben, welche Fruchtfolgeflächen beanspruchen (Artikel 34 Absatz 3 des Raumplanungsgesetzes (RPG)).

2.3.2 Extensiv genutzte Flachmoore

Flachmoore von nationaler, kantonaler oder regionaler Bedeutung werden in der Regel landwirtschaftlich extensiv genutzt (Gras oder extensive Weidefläche, landwirtschaftliche Zone). Je nach Nutzungsintensität (und jener des betroffenen Umlandes), kann die Akzeptanz der BewirtschafterInnen für eine Wiedervernässung vorhanden sein, wobei in der überwiegenden Zahl der Fälle staatliche Entschädigungszahlungen nötig sein werden.

Trotz gesetzlichem Auftrag, auch Flachmoore „bei jeder sich bietenden Gelegenheit“ zu regenerieren (451.33 Verordnung über den Schutz der Flachmoore von nationaler Bedeutung, Art. 5), geben sich die Kantone häufig mit dem Schutz der Standorte unter einer extensiven Nutzung zufrieden. Es ist zu bedenken, dass Flachmoorstandorte im Schweizer Mittelland ursprünglich hauptsächlich Waldstandorte waren. Dies bedeutet, dass eine Rückführung dieser Flächen in einen naturnahen Zustand mit einer Verwaldung und oftmals mit einem Rückgang der Biodiversität einhergehen würde, oder aber die Standorte würden nach einer Wiedervernässung einer regelmässigen Pflege bedürfen.

Im Hinblick auf eine Anwendung eines Kompensationsansatzes wie *max.moor* zugunsten von Flachmoorrenaturierungen ist zu bedenken, dass der Kohlenstoffgehalt von Flachmoortorf, in Abhängigkeit von Vegetation und Nährstoffeintrag stärker variiert als derjenige in Hochmoortorf, was eine Anwendung des hier vorgestellten Ansatzes erschwert. Ob sich solche Flächen für Kompensationsprojekte eignen, ist im Einzelfall zu prüfen.

2.3.3 Extensiv oder ungenutzte Hochmoore

Die Hochmoore von nationaler, kantonaler oder regionaler Bedeutung werden nicht oder nur extensiv zur Gewinnung von Streu genutzt. Die meisten Hochmoorstandorte liegen ausserhalb der landwirtschaftlichen Zone und können somit nicht als ökologische Ausgleichsfläche genutzt werden. Werden die Standorte gemäss deren Schutzziele unterhalten, haben die BewirtschafterInnen Anspruch auf eine Abgeltungen, welche jedoch viel geringer ausfällt, als eine Abgeltung für eine Ausgleichsfläche (Bundesgesetz über Natur- und Heimatschutz NHG, Art. 18²). Hochmoorrenaturierungen werden von den Kantonen entsprechend ihrer Ressourcen und Prioritätensetzung vorangetrieben. Auch dank dem Engagement verschiedener Naturschutzorganisationen werden Hochmoore in der Bevölkerung als schützenswerte Biotope wahrgenommen. Die Akzeptanz zur Regeneration solcher Flächen ist gegeben. Die CO₂-Kompensation durch Hochmoorregenerationen stellt somit eine optimale Möglichkeit dar, im Inland zu kompensieren, was ein ausdrücklich erwünschtes Ziel der Schweizer Klimapolitik ist (OcCC 2012). Eine vollständige Sanierung der inventarisierten Hochmoorgebiete in der Schweiz (15 km² Hochmoorfläche, 55 km² Moorumfeld) würde nach Berechnungen von WSL und Pro Natura über 100 Mio. Schweizer Franken kosten (vgl. Ismail et al. 2009). Davon hat der Bund bis anhin nur einen kleinen Teil zur Verfügung gestellt und auch mancher Kanton bringt seinen Anteil nicht auf, um Bundesgelder auszulösen. Mit der Möglichkeit Emissionen zugunsten von Regenerationsprojekten zu kompensieren, sollen zusätzliche Gelder erschlossen werden.

Mit der Strategie Biodiversität Schweiz und dem Aktionsplan vom 6. Sept 2017 sowie den so genannten Sofortmassnahmen, welche bereits am 8. Mai 2016 beschlossen wurden und seit 2017 in Kraft sind, versucht der Bund dem Problem unzureichender Mittel und sich verschlechternder Biodiversität entgegenzutreten. Die Sofortmassnahmen haben zum Ziel, „die Kantone während der Jahre 2017 – 2020 bei der Durchführung von Massnahmen zur dringenden Abfederung von Vollzugsdefiziten in den Bereichen Naturschutz und Waldbiodiversität zu unterstützen“ (BAFU 2017). Jährlich werden ab 2017 bis 2020 somit 20 bis 40 Millionen Franken für den Biotopschutz zur Verfügung gestellt. Nach einer Wirkungskontrolle soll über die Fortführung der Sofortmassnahmen entschieden werden. Naturschutzorganisationen haben gewissen Kantonen bereits Gelder zugesichert, um den fehlenden kantonalen Anteil abzudecken, welcher nötig ist, um die Bundesgelder auszulösen.

Als zweite Ursache, die die Hochmoorregeneration in der Schweiz verlangsamt, wurde in Fachkreisen wiederholt die knappe Expertise genannt, die in der Schweiz vorherrscht. Die auf Hochmoorregenerationen spezialisierten Umweltbüros lassen sich beinahe an einer Hand abzählen; eine stark erhöhte Regenerationstätigkeit benötigt mehr Expertise bezüglich Planung und Durchführung von Regenerationen (Gespräch mit verschiedenen Kantonalen Naturschutzämtern, 2015).

Ein weiterer Grund, weshalb in der Schweiz bis anhin wenig in dem Bereich der CO₂-Kompensation durch Hochmoorregenerationen unternommen wurde, ist die spärliche Datenlage und die Kleinräumigkeit der Schweizer Hochmoorstandorte. Kompensationsorganisationen, welche ihre Projekte von internationalen Standards zertifizieren lassen, benötigen genaue Messmethoden und glaubwürdige Monitoringstrategien, um die Emissionsverminderung quantifizieren zu können (Paul 2013). Die unterschiedliche Nutzungsgeschichte und die daraus resultierende unterschiedliche hydrologische Situation der verschiedenen Standorte in der Schweiz verunmöglicht aber eine genaue und gleichzeitig finanziell tragbare Messstrategie, eine Modellierung oder einen vertretbaren Proxy-Ansatz zur Berechnung der eingesparten Treibhausgasemissionen durch die Regeneration; wenn genügend Messungen zur Kalibrierung eines Modells aus einer mehr oder weniger homogenen Gruppe von Vergleichsmooren vorgenommen würden, könnte dieses Modell anschliessend nicht mehr auf andere Standorte übertragen werden, da bereits alle Standorte von diese Vergleichsgruppe zur

Kalibrierung benötigt worden wären. Die Abschätzung mittels Proxy oder Modellen erzielt also für Schweizer Hochmoore nur sehr grobe Resultate. Da die Datenlage zur Kalibrierung solcher Grössen in der Schweiz sehr gering ist, müsste zudem vorgängig grosser Forschungsaufwand betrieben werden, um solche Methoden überhaupt erst anwendbar zu machen.

Obwohl verschiedene Studien zeigen, dass die Thematik der CO₂-Kompensation durch Moorregeneration in der Schweiz bekannt ist und auf grosses Interesse stösst, wird die Umsetzung von Kompensationsprojekten auf der Basis eines quantifizierbaren Ansatzes als nicht realistisch eingestuft (Seiler 2014, Paul 2013, Greene 2014).

3 Ansätze und Methoden zur Abschätzung des Kompensationspotentials

Die gängigste Abschätzung des Kompensationspotentials eines Projektes im Landnutzungsbereich basiert auf der szenariobasierten ex-ante Berechnung. Dabei wird ein Referenzszenario ohne Massnahmen verglichen mit einem Szenario mit Massnahmen. Als Referenz dient entweder der Status Quo oder aber das Jahr 1990. Die Differenz der beiden Szenarien ergibt das Klimapotential, was der Anzahl Zertifikaten entspricht, die pro Projekt verkauft werden können (1 Zertifikat = 1 eingesparte Tonne CO₂). Als Laufzeit solcher Projekte wird eine Dauer von min. 20 bis max. 100 Jahren angenommen (Drösler 2013). Um die eingesparten Treibhausgasemissionen nachweisen zu können und somit sicherzustellen, dass nicht zu viele CO₂-Zertifikate pro Projekt verkauft werden, braucht ein Standard verlässliche Messmethoden oder Proxy-Ansätze zur Überprüfung der ex-ante angenommenen Treibhausgasreduktion. Die Spannweite solcher Ansätze ist sehr hoch; die angewandten oder denkbaren Methoden reichen von sehr genauen direkten Messungen bis zu groben Abschätzungen mit Standardwerten. Generell gilt: je strenger der Standard, desto höher der Monitoring- und Zertifizierungsaufwand und damit die Kosten. Was die Berechnungen im Landnutzungsbereich erschwert, ist die mögliche und nur schwer abschätzbare Emissionsdynamik im Laufe der Berechnungsperiode. Im Folgenden soll ein Überblick der verschiedenen Ansätze gegeben werden inklusive einer Einschätzung zur Eignung der Methode für Schweizer Hochmoorstandorte.

3.1 Direkte Gasmessungen

Direkte Gasflussmessungen liefern sehr genaue Punktmessungen. Sie sind hingegen sehr kosten- und zeitintensiv, da lange Zeitreihen benötigt werden, um ein aussagekräftiges Resultat zu generieren. Je nach Standortcharakter müssen verschiedene Teilflächen gemessen werden, was den Aufwand zusätzlich erhöht. In Tabelle 1 sind geschätzte Kosten zusammengestellt, welche durch Hauben- bzw. Eddy Kovarianz-Messungen über 5 Jahre Monitoringszeit anfallen würden. Die Eddy Kovarianz Messmethode eignet sich im Speziellen nicht für kleinflächige Hochmoorstandorte, die von Bäumen oder Wald gesäumt oder verwachsen sind, da die Messmethode eine offene Fläche von min. 1 ha benötigt.

Tabelle 1: Abgeschätzte Kosten direkter Gasmessungen über 5 Jahre für 1 Standort (mündliche Mitteilung, S. Paul, Roundtable Moore und organische Böden, 25.11.2015).

	Haubemessung CHF	Eddy Kovarianz CHF
Investition	110'000	105'000
Arbeit/Betreuung	735'000	670'000
Unterhalt	15'000	10'000
Total	855'000	725'000

3.2 TreibhausGas-Emissions-Standort-Typen (GEST)

Der GEST-Ansatz benutzt Vegetationseinheiten als Proxy zur Ermittlung des mittleren Wasserstandes und leitet daraus die jährliche mittlere Treibhausgasemissionen ab. Die Daten stützen sich unter anderem auf die Zeigerwerte nach Ellenberg und auf die Standardemissionsfaktoren des IPCC. Der GEST-Ansatz liefert in den Anwendungsgebieten Norddeutschlands zuverlässige Resultate. Einer der Hauptkritikpunkte an dem Ansatz ist die langsame Reaktionsfähigkeit der Vegetation an sich rasch ändernde externe Bedingungen (gerade bei einer Wiedervernässung).

Der GEST-Ansatz, wie er vom Standard MoorFutures angewandt wird, ist auf die heterogenen Flächen von Schweizer Hochmooren, die oftmals nicht grösser sind als 2-3 ha, schwierig zu übertragen, wie die Abklärungen mit M. Küchler der Organisationseinheit Biodiversität und Naturschutzbiologie

Lebensraumdynamik, WSL im März 2015 belegen.

Für die Inventarisierung der Schweizer Hochmoore, die anfangs der 1990er Jahre erfolgte, wurden sechs verschiedene Vegetationseinheiten auskartiert (BUWAL 1992):

1. Bultvegetation
2. Schlenkenvegetation
3. Bergföhrenhochmoor
4. Rüllenvegetation
5. Birken- und Fichtenmoor
6. Hochmoor-Mischvegetation

Dabei werden die Vegetationseinheiten 2 und 4 den Übergangsmooren zugeordnet. Die übrigen Einheiten kommen im Hochmoor vor. Diese Unterscheidung wurde auf die ganze Schweiz angewandt (BUWAL 1992). Diese Vegetationseinheiten sind nach Auskunft von M. Küchler teilweise auch auf drainierten Standorten vorhanden. Um zu prüfen, ob der GEST-Ansatz auch in der Schweiz vertrauenswürdige Daten liefern würde, wurden die von MoorFutures verwendete Vegetationseinheiten mit der Schweizerischen Datenbank der Moorvegetation verglichen. Der Anwendungsversuch, anhand dieser Vegetationseinheiten den Wasserstand und somit den Emissionsfaktor zu ermitteln, führte zu einer Verzerrung und schlussendlich zu einer Unterschätzung der Treibhausgasemissionswerte, da oftmals drainierte Standorte als intakte Hochmoore angezeigt wurden (mündliche Mitteilung von M. Küchler, WSL März 2015). Selbst wenn die Vegetationseinheiten auf die Schweizerischen Verhältnisse angepasst würden, wäre mit einem sinnvollen Aufwand keine genaue Aussage möglich: Die Vegetationsentwicklung unterliegt nebst dem mittleren Wasserstand zusätzlichen Faktoren wie dem lokalen Niederschlag, Temperatur, Höhe, Luftfeuchtigkeit etc. Die Vegetationseinheiten, welche in der Schweiz als Proxy dienen, müssten demzufolge mindestens für die drei Grossräume Voralpen, Mittelland und Jura angepasst werden. Die Standortindividualität (Topographie; Hangmoor, Senken- oder Kuppenlage, die Hydrologie sowie die Torfart) erfordert weiter eine Anpassung der Annahmen für jeden einzelnen Standort. Die Heterogenität des Terrains innerhalb eines Standortes und die unterschiedliche Wirkung des Wassereinstaus je nach Begebenheit der Teilgebiete erfordern zudem eine hohe räumliche Auflösung der Vegetationsaufnahmen und entsprechend separate Berechnungen der Treibhausgasemissionen. Dazu kommt die langsame Reaktion der Vegetation auf externe Veränderungen. Die Anpassungsgeschwindigkeit variiert wiederum in Abhängigkeit von den oben genannten Faktoren.

Der GEST-Ansatz ist somit nur mit sehr grossem Aufwand auf die Schweiz und ihre kleinräumigen Standorte übertragbar, sollen vertrauenswürdige Resultate generiert werden.

3.3 Modellierungen

Der Peatland-Emission-Predictor, kurz das PEP-Modell (Drösler et al. 2012), das zur Berechnung der jährlichen Treibhausgasemissionsrate aus entwässerten Moorböden Nordeuropas angewendet wird, basiert auf den Faktoren Wasserstand und Nutzungsintensität. Das Modell eignet sich vor allem für landwirtschaftlich genutzte Standorte und bedingt eine Messung des mittleren jährlichen Wasserstands, womit sich für Schweizer Standorte dieselben Schwierigkeiten bezüglich der Heterogenität und der nötigen räumlich detaillierten Auflösung stellen wie beim GEST-Ansatz. Für ungenutzte Hochmoore ist die Modellierung nicht anwendbar.

In Minnesota wurde ein weiteres Modell zur Berechnung von Gasflüssen in natürlichen Mooren entwickelt basierend auf den Steuerfaktoren Wasserstand und Torftemperatur sowie Messwerten aus Labormessungen ihrer Untersuchung (zitiert nach Diese 2011). Auch Weishampel (2009) verwendet die Faktoren Bodentemperatur (10 cm unter Flur) und Wasserstand als die zwei wichtigsten Steuergrössen in seiner Modellierung des Kohlenstoffflusses innerhalb eines natürlichen Moors.

3.4 Torfschwund

Eine weitaus gröbere Abschätzung der CO₂-Emission aus Torfböden beruht auf der Sackungsrate des Torfs. Gerade für landwirtschaftlich genutzte organische Böden in der Schweiz ist die Sackung seit dem Entwässerungszeitpunkt in der Regel gut

dokumentiert (Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern 2009). Wird die Verdichtung des Torfs nach der Entwässerung berücksichtigt, kann unter Beiziehen von Messdaten repräsentativer Standorte die Emission an die Torfschwundrate gekoppelt werden. Eine Stagnation der Oberfläche wäre dann gleichzusetzen mit einer Unterbindung der Emission. Der Torfschwund könnte mittels Stockmessung oder LIDAR einfach gemessen werden. Das Monitoring wäre also vergleichsweise kostengünstig. Diese Methode wird bis anhin nicht angewandt (Roundtable Moore und organische Böden, 25.11.2015).

Auf nicht genutzten Flächen (Hochmoore) mit einer Entwässerungsgeschichte von rund 100 Jahren ist die aktuelle jährliche Sackungsrate verschwindend klein und oft nicht von der natürlichen Mooratmung³ zu unterscheiden. Die Torfschwund-Methode eignet sich deshalb kaum für Hochmoorstandorte in der Schweiz.

3.5 Wasserstand

Der Wasserstand ist die zentrale Grösse zur Berechnung des Kohlenstoffverlusts aus entwässerten Hochmooren (Couwenberg 2011, Drösler et al. 2012). Mit dem Absenken des Wasserstandes setzt die mikrobielle Tätigkeit ein, welche durch die steigende Bodentemperatur zusätzlich begünstigt wird. Eine Möglichkeit zur Berechnung der CO₂-Emissionen aus entwässerten Hochmooren ist demzufolge, den Wasserstand an Emissionswerte zu koppeln ähnlich wie dies der GEST-Ansatz oder die oben aufgeführten Modellrechnungen vorschlagen. Dies bedingt Messungen mittels Datenlogger vor und nach den Wiederbewässerungsmassnahmen über eine repräsentative Zeitspanne.

Auch hier stellt sich für Schweizer Hochmoore wiederum das Problem der Heterogenität des Geländes und des entsprechend hohen Aufwandes pro Standort. Die Emissionswerte, welche den entsprechenden Wasserständen zugeordnet werden, müssen aus repräsentativen Messungen entnommen werden. Fehlende Messdaten erschweren bis verunmöglichen jedoch derzeit nationale Emissionsdaten. Wird hingegen mit Standardwerten aus dem IPCC gearbeitet (hauptsächlich Daten aus Deutschland und Nordeuropa als Referenz), darf dies nur als grobe Annäherung an die tatsächlichen Emissionswerte angesehen werden, da Schweizer Standorte im Jura und in den Voralpen nur schwer zu vergleichen sind mit Standorten in diesen Ländern.

3.6 Nicht quantifizierte Ansätze

Eine weitere praktizierte Methode stellt keinen Anspruch auf die Quantifizierung der eingesparten Tonnen CO₂. Es handelt sich dabei um sogenannte nicht-quantifizierte Ansätze, welche im Gegenzug für die Investition in die Projektmassnahme nichtsdestotrotz eine verhinderte CO₂-Emission geltend machen. In diesem Falle ist es allerdings nicht möglich, jährlich eine exakte Anzahl eingesparter Tonnen CO₂ abzurechnen, weswegen das Label „klimaneutral“ entfällt. Die Kompensation kann ausschliesslich als „klimafreundlich“ ausgezeichnet werden.

In Anspruch genommen wird dieser Ansatz beispielsweise von der Firma Daimler in Deutschland. Die Daimler AG hat als Nachweis für das umweltbewusste Handeln der Firma in die Renaturierung verschiedener Moore investiert, ohne dass die genaue Anzahl eingesparter Tonnen CO₂ bekannt waren. Die Firma hat also keine Zertifikate für ihre Kompensation erhalten, hingegen wurden die mit den Geldern von Daimler renaturierten Mooren ihrerseits mit einem Label versehen und werden als „*Moore mit Stern*“ bezeichnet (<https://baden-wuerttemberg.nabu.de/natur-und-landschaft/moore/projekt-moore-mit-stern/index.html>).

Ein weniger von Marketing-Gedanken getriebenes, aber ähnlich gelagertes Beispiel ist dasjenige der Vogelwarte Sempach, welche ohne die Anwendung eines Standards ihre betriebseigene Treibhausgasemission mit der finanziellen Beteiligung an der Renaturierung des Meienstossmoos im Jahr 2014 im Kanton Luzern kompensierte. Die Vogelwarte Sempach kompensiert seither alljährlich ihre Treibhausgasemissionen zugunsten der Hochmoorrenaturierung, indem sie ausgesuchte Hochmoorrenaturierungen finanziell unterstützt. Als Grundlage zur Preisberechnung dient ihr der online Emissionsrechner von myclimate sowie deren Preisansatz für inländische Kompensationsprojekte.

Der grosse Vorteil eines nicht-quantifizierten Ansatzes ist einerseits der Wegfall sämtlicher Berechnungen inklusive deren Unsicherheiten, andererseits die daraus folgenden geringen bzw. absenten Verwaltungskosten. Die in Aktion tretende Firma kann gleichwohl ein Umweltengagement im Klimabereich und ihre CO₂-Kompensation ausweisen, ohne jedoch die genaue Anzahl Tonnen CO₂

³ Natürliche Oberflächenschwankung des Torfkörpers bedingt durch saisonal schwankende Wasserstände.

belegen zu müssen. Der Nachteil ist, dass solche Ansätze nicht von den im freiwilligen Kohlenstoffmarkt aktiven Kompensationsfirmen angeboten werden können (diese wollen möglichst genau quantifizierbare Projekte) und Aktivitäten dieser Art in der Regel der Eigeninitiative der interessierten Firmen entspringen müssen. Gegenwärtig handelt es sich dabei deswegen um Einzelfälle.

3.7 Semi-quantitativer Ansatz: Kohlenstoff-Fixierung im Torf

Ein anderer Ansatz zur Berechnung des Kohlenstoffverlusts ist derjenige der Kohlenstoff-Fixierung. Da die tatsächliche Emissionsreduktion mit verhältnismässig geringem Aufwand und in einer akzeptablen Genauigkeit nur schwer zu messen und zu kontrollieren ist, wird anstelle der Emissionsrate, der noch vorhandene Torfkörper und der darin gespeicherte organische Kohlenstoff (OC) als relevante Grösse angenommen. Zur Berechnung des OC-Gehaltes im Torf werden Messwerte aus Schweizer Hochmooren und Vergleichsdaten verwendet.

Ohne Wiedervernässungsmassnahmen kann bei drainierten Mooren langfristig von einem Totalverlust des Torfkörpers ausgegangen werden (vgl. Kapitel 8.3). Dieser Prozess wird von einem zukünftig wärmeren Klima zusätzlich begünstigt. Der Kohlenstoffvorrat, welcher in den Torfkörpern der entwässerten Hochmoore gespeichert ist, wird an die Atmosphäre in Form von CO₂ abgegeben, in gelöster (DOC) oder in fester (POC) Form ausgeschwemmt oder in Form von Streuernte dem System entzogen. Sowohl beim Streuentzug als auch dem POC-Austrag kann angenommen werden, dass ebenfalls oxidiert wird (Pawson et al. 2007). Der DOC wird von Vorflutern weiter transportiert und sobald ausgefällt ebenfalls oxidiert (Billet et al. 2004, Dawson et al. 2006).

Anders als bei den emissionsorientierten Ansätzen, muss bei dem Ansatz der Kohlenstoff-Fixierung nicht mit einer angenommenen Laufzeit gerechnet werden, um das Klimapotential zu eruieren. Die Zeitkomponente ist im fixierten Torf enthalten.

Der Ansatz ist eine – auch für Schweizer Hochmoorstandorte denkbare – kostengünstige Methode, die durch Wiedervernässung verminderten CO₂-Emissionen grob abzuschätzen. Zur Überprüfung der CO₂-Einsparung reicht eine Kontrolle der erwarteten hydrologischen Situation (Wasserstand, seitliche Ein- und Ausflüsse). Liegt der mittlere jährliche Wasserstand auf einem hohem Niveau, kann der Torfkörper als erfolgreich „fixiert“ betrachtet werden. Zukünftige CO₂-Emissionen sind somit unterbunden.

Der Ansatz ist zu vergleichen mit dem Prinzip REDD+ (Reduced Emissions from Deforestation and Degradation in Developing Countries, das + steht für sustainable management of forests, conservation of forest carbon stocks and enhancement of forest carbon stocks) für Waldschutzprojekte in den Tropen. Auch REDD+ geht davon aus, dass der Status quo zu einem vollständigen Verlust der im Wald gespeicherten Kohlenstoffvorkommen führt, da der Wald ohne adäquaten Schutz abgeholzt oder übernutzt würde.

(www.un-redd.org, November 2015). Auf ähnlichen Überlegungen basiert der CarbonFix Standard, der Projekte der nachhaltigen Waldbewirtschaftung zertifiziert (<http://www.co2-sachverstaendiger.de/pdf/CFS-v32.pdf>)

Dasselbe Prinzip der Verlustvermeidung kann auf die Schweizer Hochmoore angewandt werden. Da eine 10 cm mächtige Torfschicht ebenso viel organischen Kohlenstoff speichert wie ein 100 jähriger Wald, ist eine Kohlenstoff-Fixierung durch Wiedervernässung um ein Vielfaches flächeneffizienter als der Schutz von Wäldern (BUWAL 2002).

4 Kompensationsstandard *max.moor*

Die sowohl rechtlich als auch naturräumlich spezielle Situation der Schweizer Hochmoore verlangt eine angepasste Herangehensweise, um das Klimaschutzpotential der drainierten Flächen zu nutzen. *max.moor* ist ein Standard für Kompensationsprojekte auf dem freiwilligen Kohlenstoffmarkt zugunsten der Hochmoorrenaturierung in der Schweiz. Er folgt generell dem Ansatz der Kohlenstoff-Fixierung. Auf Basis einer Datenanalyse verschiedener europäischer Studien und dem IPCC wird die Menge an organischem Kohlenstoff (OC) im Hochmoortorf geschätzt, welche bei einer Wiedervernässung des Hochmoores fixiert wird oder aber bei anhaltendem Austrocknen des Torfs (Mineralisierung) als CO₂ in die Atmosphäre gelangt. Dabei wird angenommen, dass bei drainierten Mooren die oberste Torfschicht (mind. 50 cm) mit der Zeit völlig verloren geht. Dagegen bleibt der organische Kohlenstoff dieser obersten Schicht bei einer Wiedervernässung des Hochmoors gebunden. Zur quantitativen Abschätzung der vermiedenen CO₂-Emissionen wird demzufolge der Kohlenstoffgehalt der obersten 50 cm in CO₂-Äquivalente (eq) umgerechnet.

Im Folgenden werden Überlegungen aufgezeichnet und Empfehlungen abgegeben, welche bei einer Umsetzung des Kompensationsstandards berücksichtigt werden sollten. Der Standard *max.moor* orientiert sich an allgemeingültigen Kriterien für Kompensationsstandards orientiert (Paul, Alewell 2013).

Der hier vorgeschlagene Kompensationsstandard *max.moor* verfolgt die Ziele:

1. Die bestehende Lücke in der Schweiz bezüglich Klimaschutz durch Moorschutz wird gefüllt, indem entsprechende Kompensationsmöglichkeiten angeboten werden.
2. Anhand der Kompensationsmöglichkeiten, die durch *max.moor* geschaffen werden, werden fehlende Gelder für den Hochmoorschutz in der Schweiz generiert.
3. Die Problematik des unzureichenden Hochmoorschutzes und das neue Kompensationsangebot werden einer breiten Öffentlichkeit vermittelt.

4.1 Standorte – in Frage kommende Projekte

Der Standard *max.moor* setzt eine klare Priorität auf Hochmoorstandorte. Bei extensiv genutzten Flachmooren kommt es nebst dem Regenerationspotential des Objektes hauptsächlich auf die Besitz- und Nutzungsverhältnisse an, ob ein Standort für ein Kompensationsprojekt in Frage kommt oder nicht. Dies ist von Fall zu Fall abzuklären.

Zwei Projekttypen sind denkbar:

- Massnahmen zur Wiedervernässung des Torfkörpers (mit geringer Chance auf eine vollständige Regeneration des Hochmoors)
- Massnahmen zur Regeneration des Hochmoors und Rückführung in ein wachsendes Hochmoor (THG-Senke)

In der Schweiz sind schätzungsweise 90% aller Hochmoore drainiert. Von den ursprünglich über 10'000 ha Hochmoorfläche in der Schweiz sind heute noch 15% vorhanden, grösstenteils in entwässertem Zustand. Dies entspricht einer Fläche von 0.04% der Landesfläche der Schweiz, oder 1'500 ha (Grünig 1994, 2007). Jene Hochmoore, welche noch als regenerierbar eingestuft werden können, sind heutzutage zum grössten Teil im nationalen Hochmoorinventar erfasst. Über zwei Drittel der inventarisierten Hochmoorfläche befindet sich nach wie vor in degradiertem Zustand (Grünig 2007; BAFU 2007): Das Regenerations- und somit das Kompensationspotential ist also sehr hoch.

Tabelle 2: Räumliche Verbreitung der Hochmoore von nationaler Bedeutung pro Kanton (Staubli 2004)

Kt	Anzahl Hochmoore
AG	2
AI	8
AR	18
BE	104
BL	-
BS	-
FR	31
GE	-
GL	8
GR	46
JU	15
LU	59
NE	18
NW	5

OW	54
SG	53
SH	-
SO	1
SZ	19
TG	2
TI	18
UR	5
VD	34
VS	9
ZG	22
ZH	30

Ideale Standorte für Kompensationsprojekte sind folgende:

- Hochmoore in Senken oder Ebenen mit grossen zusammenhängenden Torfkörpern
- Die Torfmächtigkeit ist auf der ganzen Fläche > 50 cm
- Die Verbuschung bzw. Verwaldung ist noch nicht weit vorangeschritten oder nicht vorhanden
- Die Zufahrt ist mit einer Strasse, welche auch von schweren Maschinen befahrbar ist, gesichert

Nach über 20 Jahren Regenerationstätigkeit der Kantone sind die am einfachsten zu renaturierenden Standorte oftmals bereits in Stand gestellt. Der Grossteil der noch zu regenerierenden Hochmoore ist mit einem grösseren logistischen Aufwand verbunden.

4.2 Messbarkeit

Um die eingesparten Tonnen CO₂ pro Standort und Massnahme glaubwürdig quantifizieren zu können, muss eine Messmethode gewählt werden.

Bis die Datengrundlage in der Schweiz bezüglich Emissionsraten aus entwässerten und wiedervernässten Hochmooren dichter ist, muss im Kompensationsbereich auf so genannte nicht-quantifizierte Standards zurückgegriffen werden oder aber mit klar deklarierten Abschätzungen gearbeitet werden. Der Ansatz der Kohlenstoff-Fixierung (Kapitel 3.7) stellt ein Instrument zur groben Abschätzung der vermiedenen CO₂-Emissionen aus wiedervernässtem Torf zur Verfügung und eignet sich nach heutigem Stand des Wissens gut als grob-quantitativer Standard.

4.3 Konservative Abschätzung

Um eine Überschätzung der Menge des fixierten Kohlenstoffs auszuschliessen, sollten für die Berechnung der Senkenleistung vorsichtige Annahmen getroffen werden. Je besser die Datenlage, desto genauer kann die tatsächliche Senkenleistung berechnet werden. Bei spärlicher Datenlage und aufwändigen, schwierigen Messverhältnissen, sollten die Berechnungen konservativ angestellt werden.

Der hier vorgeschlagene Kompensationsstandard *max.moor* trifft folgende Vorkehrungen, um eine Überschätzung der fixierten Kohlenstoffmenge zu vermeiden:

Erstens wird keine neue Kohlenstoffakkumulation berechnet, obwohl davon ausgegangen werden kann, dass sich innerhalb weniger Jahre nach dem Wiedervernäsungszeitpunkt eine erneute Kohlenstoffakkumulation einstellen wird. Die Akkumulationsrate ist von verschiedenen Faktoren abhängig (Niederschlag, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Torfdegradation, Vegetation) und deshalb sehr unterschiedlich ausgeprägt, sowohl bezüglich Menge des akkumulierten Materials als auch bezüglich des Zeitpunkts des Einsetzens der

Akkumulation. Somit ist sie schwer zu quantifizieren und sollte, um auf der konservativen Seite zu bleiben, nicht in die Berechnung miteinfließen.

Zweitens werden die Kompensationszertifikate nur für die Torfschicht der obersten 50 cm unter Flur ausgestellt, obwohl der gesamte Torfkörper von einer Entwässerung gefährdet ist. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Hochmoorstandort über die gesamte Fläche einen Horizont von mindestens 50 cm Torf aufweist. Standorte mit einer geringeren Torfmächtigkeit sind für nach *max.moor* zertifizierte Wiedervernässungsprojekte auszuschliessen. Der oberste Horizont von 50 cm ist von einer Entwässerung und der einhergehenden Mineralisierung am stärksten betroffen⁴. Schreitet die Mineralisierung ungebremst voran, senkt sich allmählich der aktuelle Wasserspiegel; tiefere Torfschichten fallen ebenfalls in den durchlüfteten Bereich und tragen somit zur Emission bei (Buttler, Bragazza 2015). Da diese Dynamik im Voraus jedoch schwer abschätzbar ist, fliesst sie nicht in die Berechnung mit ein. Auch die Erosion entlang den Entwässerungsgräben, welche, gerade in leicht geneigtem Gelände, tieferreichende Schäden anrichten kann und somit zum Verschwinden des Torfkörpers unterhalb der betrachteten 50 cm beiträgt, wird in dem Ansatz nicht berücksichtigt.

Drittens wird der Anteil an OC in entwässertem Hochmoortorf konservativ geschätzt. Der Wert von 0,056 t OC m⁻³ ist ein Mittelwert von Messungen aus der Schweiz, dem IPCC-Standardwert und vergleichbaren Messungen aus Nordeuropa (vgl. Kapitel 8.2 für Details). Es darf jedoch angenommen werden, dass die obersten 50 cm, welche durch die Drainage eine höhere Rohdichte aufweisen als die noch wassergesättigten tieferen Horizonte, auch einen höheren Anteil an OC aufweisen. Es liegen Studien vor, die einem entwässerten Hochmoortorf Werte bis zu 0,103 t OC m⁻³ beimessen (Lindsay 2010). Die hier verwendete Wert wurde gewählt als die beste Annäherung an OC Gehalte in Schweizer Hochmoortorf.

Viertens wird ein so genannter Pufferfonds geschaffen: 5% der Zertifikateinnahmen fliessen in einen separaten Fonds, welcher bei zusätzlich anfallenden Kosten (beispielsweise unvorhergesehenen Nachbesserungsauslagen) beansprucht werden kann. Da das Risiko für einzelne Standorte oftmals nur schwer abschätzbar ist, ist dieser Fonds nicht projektgebunden. Der 5%-Puffer fungiert als Versicherung aller am Mechanismus beteiligten Projekte.

4.4 Regionalität

max.moor setzt stark auf die Regionalität der Kompensation und versucht dadurch, lokale Kunden für eine Investition zu gewinnen. Die Nähe der Kompensationsprojekte zur Kundschaft erlaubt ein direktes Miterleben der Emissionsreduktionsmassnahme; der Nutzen der getätigten Investition kann z.B. auf einem (Team-)Ausflug begutachtet und anhand der Vegetationsveränderung, offener Wasserflächen und Schwimmrassen selbst erlebt werden. Die CO₂-Kompensation verliert dadurch etwas von ihrem vermeintlich unfassbaren Charakter.

Auch weitergehende Aktivitäten (sowohl für Team-Events oder Einzeleinsätze) wie die Mitarbeit bei der Entbuschung der Standorte, dem Einfüllen der Gräben und ähnliche Arbeiten sind denkbar (mündliche Mitteilung von J. Hartmann, Kanton Graubünden, 04.02.2016). Dies erhöht die Identifikation zusätzlich und erlaubt sogar ein Miterleben der Kompensation.

Nebst den Kunden, die ihre Kompensation gezielt regional tätigen können, profitiert auch das lokale Gewerbe von der erhöhten Regenerationsaktivität. Die Aufträge werden, wenn möglich, an lokale Bauunternehmen vergeben, welche idealerweise die lokalen Begebenheiten, Strukturen und AnwohnerInnen/BewirtschafterInnen kennen. Dies trägt zusätzlich zu einem reibungsfreieren Ablauf der Arbeiten bei. Teilweise besteht sogar die Möglichkeit, dass Eigentümer der Fläche an den Arbeiten beteiligt und entsprechend abgolonen werden.

Bei einer Zunahme von Hochmoorregenerationen in der Schweiz müssen je nach personellen Ressourcen der verantwortlichen Stellen zusätzlich regionale Umweltbüros beigezogen werden. Somit wird dieser Sektor auf regionaler Ebene gestärkt. Das in die lokale CO₂-Kompensation investierte Geld leistet also nebst einem Beitrag zur CO₂-Reduktion auch eine Unterstützung des regionalen Gewerbes. Die Investitionen werden in der Region getätigt, kleine regionalökonomische Kreisläufe werden gestärkt (vgl. Kapitel 7.4).

⁴ Berechnungen mit einer Emissionsrate von 9,6 t CO₂-eq ha⁻¹ a⁻¹ (Drösler et al. 2013) ergeben einen Abbau dieser obersten 50 cm innerhalb der nächsten 100 Jahre (bei 280 t OC ha⁻¹, vgl. Kapitel 8.4, Tabelle 6).

4.5 Zusätzlichkeit

Die Zusätzlichkeit (Additionalität) ist ein wichtiges Kriterium eines jeden Kompensationsstandards und soll im Folgenden etwas genauer beleuchtet werden. Zusätzlichkeit bedeutet, dass die THG-Verminderung (bzw. Regenerationsmassnahme) nur dank des Verkaufs der Zertifikate realisiert werden kann. Das heisst, der Standard garantiert, dass erst der Erlös, generiert durch den Zertifikatsverkauf, die Realisierung eines Projekts ermöglicht. Sind Projekte ohnehin ökonomisch attraktiv oder gesetzlich vorgeschrieben, so entsprechen sie nicht dem Kriterium der Zusätzlichkeit, auch wenn sie eine starke THG-Reduktion ermöglichen (Barthelmes 2010). Abbildung 1 illustriert dieses mit verschiedenen Fallbeispielen.

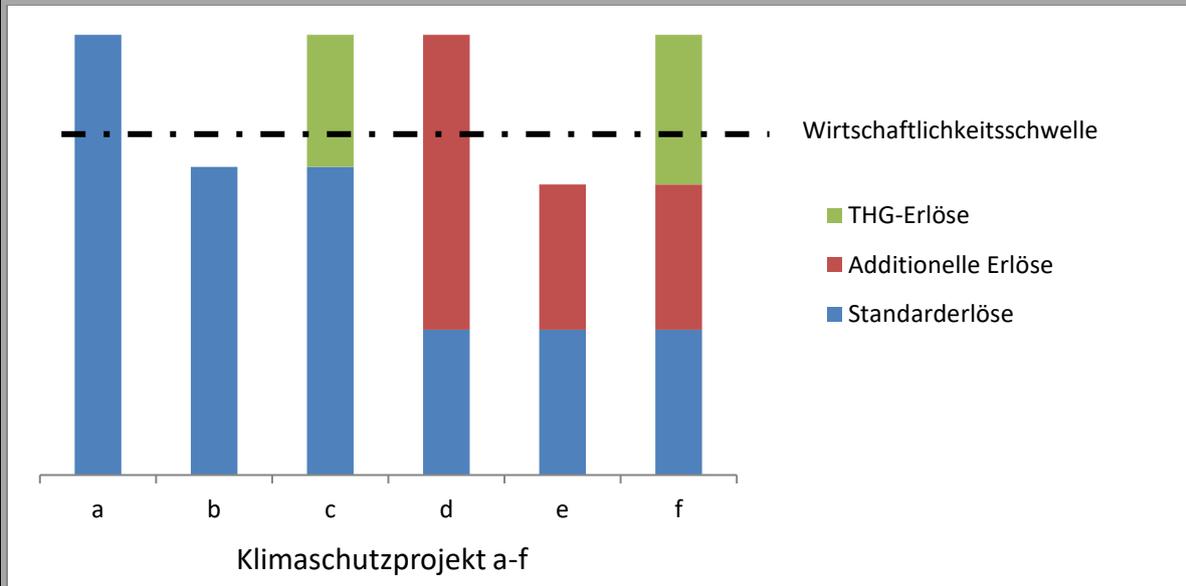


Abbildung 1: Finanzielle Zusätzlichkeit von Klimaschutzprojekten, nach Barthelmes 2010.

- NICHT-ZUSÄTZLICH: das Projekt kann durchgeführt werden ohne Erlöse aus THG-Zertifikaten
- Nicht durchführbar ohne..
- ...ZUSÄTZLICHEN Erlös aus THG-Zertifikaten.
- NICHT-ZUSÄTZLICH: das Projekt kann durchgeführt werden dank zusätzlichen Finanzquellen, die nicht aus dem Erlös von THG-Zertifikatsverkäufen stammen.
- Ein Projekt ist inklusive zusätzlicher Einnahmen nicht durchführbar...
- Erst der ZUSÄTZLICHE Erlös von THG-Zertifikaten ermöglicht, nebst den Standarderlösen und den zusätzlichen Einnahmen, die Durchführbarkeit des Eingriffs.

Das Kriterium der Zusätzlichkeit hat zum Ziel, neue Initiativen zu fördern und somit „echte“ CO₂-Reduktion zu provozieren. Wäre das Kriterium nicht erfüllt, könnten viele klimaschonende Aktivitäten, die bereits seit jeher bestehen, als Kompensationsprojekte angemeldet werden. Zusätzliche Kompensation ist zu begrüssen. Auf der andern Seite, wirkt sich das Kriterium bevorteilend auf Initiativen mit einer schwachen Leistungsgeschichte aus. Sektoren und Projektentwickler, welche bis anhin nichts für den Klimaschutz unternommen haben, schneiden gegenüber Sektoren, welche schon früh Umweltinitiative gezeigt haben, besser ab. Mit dem Argument, dass die Projekte und Initiativen, die schon frühzeitig Klima-Massnahmen ergriffen haben „so oder so stattgefunden werden“, werden sie vom Kriterium der Zusätzlichkeit benachteiligt (Barthelmes, 2010). Ähnlich ist der Fall in der Schweiz: Das fortschrittliche Moorschutzgesetz unterbindet eine Aufnahme von Wiedervernässungsprojekten in den CO₂-Markt, da solche Projekte nicht als zusätzlich gelten.

Wegen der Annahme der Rothenthurm-Initiative 1987 ist das Kriterium der Zusätzlichkeit in der Schweiz für die Regeneration von geschützten Hochmooren vermeintlich nicht gegeben. Es ist Aufgabe der Kantone, „bei jeder sich bietenden Gelegenheit“ Renaturierungsmaßnahmen einzuleiten (Artikel 8 der Hochmoorverordnung gestützt auf Artikel 18a Absätze 1 und 3 des Bundesgesetzes

über den Natur- und Heimatschutz (NHG)). In der 20jährigen Regenerationstätigkeit der Kantone hat sich aber gezeigt, dass Schutzmassnahmen zwar vollzogen wurden, dass jedoch die Gelder, welche von Bund und Kantonen zur Verfügung gestellt wurden, bis anhin nur zur Wiedervernässung einzelner Standorte reichten. Der alleinige Schutzstatus der entwässerten Hochmoore ohne deren Renaturierung stoppt aber die Torfmineralisierung und somit den CO₂-Ausstosses nicht. Anhand eines Kompensationsmechanismus können zusätzliche Gelder mobilisiert werden, die die nötigen Eingriffe, sprich Drainagerückbauten, vermehrt ermöglichen würden. Mit den eingeführten Sofortmassnahmen des Bundes im Rahmen des Aktionsplans Biodiversität (vgl. Kapitel 2.3.3) stehen den Kantonen seit Frühling 2017 mehr Gelder für den Biotopschutz zur Verfügung. Wie sich die neue finanzielle Situation auf die kantonale Renaturierungstätigkeit von Hochmooren auswirkt, kann noch nicht abgeschätzt werden. Die kantonalen (teilweise auch kommunalen) Beiträge an die Renaturierungsprojekte müssen nach wie vor geleistet werden. Somit bestehen in gewissen Kantonen weiterhin Finanzlücken, andere hingegen verzeichnen eher einen Mangel an Expertise, sprich an kantonalen Angestellten, die eine professionelle Renaturierung planen können.

So betrachtet erfüllen Wiedervernässungsprojekte auf Hochmoorstandorten das Kriterium der Zusätzlichkeit klar. Die folgende Tabelle zeigt verschiedene Formen von Zusätzlichkeiten auf, welche unterschiedlichen Klimaprojekten zugewiesen werden können:

Tabelle 3: Formen der Zusätzlichkeit (nach Barthelmes 2010).

Form	
THG-Zusätzlichkeit	Aktivität führt im Vergleich zum baseline-Szenario zur Verringerung der THG-Emissionen oder zur Erhöhung der THG-Festlegung
Produkt-Zusätzlichkeit	Aktivität verringert THG-Emissionen pro Produkteinheit unter dem Niveau von normalerweise verwendeten Technologien
Projekt-Zusätzlichkeit	Aktivität kann nur durchgeführt werden dank des Einkommens aus Kohlenstoff-Zertifikaten
Investitions-Zusätzlichkeit	Aktivität ist ökonomisch nur realistisch durchführbar oder attraktiv mit Einkommen aus Kohlenstoff-Zertifikaten
Compliance-Zusätzlichkeit	Reduktion geht weiter als gesetzlich gefordert
Anreiz-Zusätzlichkeit	Es werden Anreize geschaffen, um Projekte durchzuführen
Technologie-Zusätzlichkeit	Aktivität wendet eine spezielle Technologie an
Barriere-Zusätzlichkeit	Aktivität überwindet eine besondere Anwendungsbarriere
Institutionelle-Zusätzlichkeit	Aktivität wird ausserhalb den gesetzlich vorgeschriebenen Emissionszielen unternommen
Zeit-Zusätzlichkeit	Aktivität findet schneller statt als bisher
Zuständigkeits-Zusätzlichkeit	Aktivität wird in einem besonderen Gebiet oder von einer besonderen Gruppe umgesetzt

Eingefärbte Zeilen: Relevant für *max.moor*.

Der hier vorgeschlagene Kompensationsstandard *max.moor* erfüllt zum einen die Zusätzlichkeiten „Anreiz“ und „Zeit“; durch den Erlös der Kompensationszertifikate werden auf kurze Frist zusätzliche Regenerationsmassnahmen umgesetzt. Zum andern die „Zuständigkeit-Zusätzlichkeit“, da sich nebst den Bauherren auch die Kompensationskunden thematisch oder sogar bei der Umsetzung beteiligen. Die „Compliance-“, sowie die „Institutionelle-Zusätzlichkeit“ treffen insofern zu, als dass derzeit gesetzlich kein Emissionsziel für Moore festgelegt ist.

4.6 Vertrauenswürdigkeit

Die Vertrauenswürdigkeit ist das zentrale Kriterium für den Erfolg eines Kompensationsstandards. Die Kundschaft muss den Standard für glaubwürdig empfinden, damit sie ihre Emissionen damit kompensiert. Um dies zu erreichen, ist es wichtig, dass ein Kompensationsstandard transparent dargelegt wird.

Ein noch zu entwickelndes Standardpapier informiert über den Ablauf und die Bedingungen zur Eingabe eines Projektes beim *max.moor*-Standard. Dabei werden Aufgabenbereiche und Verantwortungen klar den verschiedenen Akteuren zugeteilt.

Der Zertifikatsverkauf selbst muss ebenfalls transparent abgewickelt werden. So wird in einem zentralen Register, das von den Kompensationsanbietern verwaltet werden muss, folgende Information öffentlich zugänglich sein:

- Wie ist die (Misch-)Finanzierung des Projektes geplant: Welcher Anteil der Regenerationskosten wird von der öffentlichen Hand/Stiftungsgeldern abgedeckt?
- Wie entsteht der Zertifikatspreis?
- Wie viele Zertifikate werden pro Projekt ausgestellt (projektspezifisch, je nach Klimapotential, bzw. gespeicherte Tonnen CO₂ im Moorkörper)?
- Wie viele Zertifikate wurden bereits verkauft (Register der KäuferInnen, um Doppelverkäufen vorzubeugen)?
- Welche Massnahmen wurden mit den Zertifikatserlösen umgesetzt?
- Welche Nachkontrollen fanden statt, was ergaben sie?

4.7 Permanenz

Damit Emissionen klimawirksam kompensiert werden, muss sichergestellt werden, dass die Kompensation permanent ist. Wegen potentieller Landnutzungsänderung ist die Garantie der Permanenz in Landnutzungsprojekten im Allgemeinen heikel und muss deshalb genau angeschaut werden.

Im Falle von *max.moor*-Projekten erfolgt die Kompensation mittels Kohlenstoff-Fixierung im entwässerten Torfkörper. Das in Torfkörpern gespeicherte organische Material wird als nahezu permanent fixiert betrachtet, sobald es sich in anaerobem Zustand befindet (Clymo 1983). Im anaeroben Milieu zersetzt sich das organische Material dank der gehemmten mikrobiellen Aktivität sehr langsam. Der anaerobe Abbau im Katotelm (permanent wassergesättigter Torfhorizont) findet zwar weiterhin statt, die Abbaurate ist jedoch mit $0.02 \cdot 10^{-3} \text{ a}^{-1}$ bzw. mit einer Halbwertszeit von $\sim 35'000$ Jahren (cf. Clymo 1983; Clymo, Pearce 1995) sehr gering.

Bezüglich möglicher Landnutzungsänderungen ist die Situation der Hochmoore in der Schweiz günstig. Da der Hochmoorschutz für die inventarisierten Hochmoore von nationaler Bedeutung in der Verfassung verankert ist, können diese Flächen nicht in eine andere Nutzungskategorie fallen. Einmal eingestaut, wird der Standort automatisch im wiedervernässten Zustand geschützt.

4.8 Verifizierbarkeit

Um die Permanenz überprüfen zu können, braucht es eine verifizierbare Messgrösse, an welcher der Erfolg des Projekts langfristig gemessen werden kann. Gerade ex-ante ausgestellte Zertifikate müssen ex-post verifiziert werden, um die Glaubwürdigkeit des Standards zu garantieren.

Im Falle des Standards *max.moor* soll die Verifizierbarkeit folgendermassen gewährleistet werden:

Das Monitoring fokussiert auf die in dem Ansatz relevante Grösse, den Torfkörper. Um sicherzustellen, dass der Kohlenstoff im Torfkörper fixiert ist, muss nachgewiesen werden, dass die umgesetzten Massnahmen den mittleren Wasserstand langfristig auf ein natürliches Niveau unter Flur haben ansteigen lassen und mögliche Erosion unterbunden ist. Bei Messungen des Wasserspiegels ist zu beachten, dass nicht die lebende Torfmooschicht berücksichtigt wird: diese kann je nach Zustand 10-20 cm betragen (Akrotelm). Der Wasserpegel unterliegt natürlichen Schwankungen: je nach Witterungsverhältnissen ist das Akrotelm durchlüftet oder wassergesättigt.

Das Monitoring der Projektträger muss demzufolge einen Nachweis beinhalten, dass die umgesetzte Massnahme erfolgreich war. Dazu sind zwei Nachweise anzufertigen:

1. **Monitoring der Massnahme:** Die Umsetzungskontrolle nach Beendigung der Massnahme. Diese soll nach Abschluss der Massnahmen erfolgen und gemäss BAFU 2009 erfolgen. Weitere Kontrollen der Funktionstüchtigkeit der Massnahmen werden in den Folgejahren in abnehmender Regelmässigkeit empfohlen (beispielsweise: 1. Jahr: 2-3 Mal, 2. Jahr: 1-2 Mal, 3. Jahr: 1 Mal). Zwingend muss mindestens eine Kontrolle der baulichen Massnahmen nach 3 bis 5 Jahren nach Projektabschluss erfolgen.

2. **Monitoring der Wirkung:** Die langfristige Kontrolle der Wirksamkeit der Massnahme muss gemäss BAFU 2009 mittels Piezometern, welche bereits 2 Jahre vor der Umsetzung der Massnahme im Gelände installiert wurden erbracht werden. Alternativ sind folgende Kontrollmassnahmen für *max.moor*-Projekte akzeptiert:

- a. Abiotisch1: Messung des mittleren Wasserstandes mittels Piezometer (manuelle Messung oder Datenlogger) ohne vorgängige Messungen (min. während einer Vegetationsperiode 1-2 Jahre nach Beendigung der Massnahmen).
- b. Abiotisch2: Messungen des mittleren Wasserstandes mittels korrodierender Eisenstangen (1-2 Jahre nach Beendigung der Massnahme: Rosttiefe markiert Sauerstofftiefe).
- c. Biotisch: Erfolgsnachweis mittels Aufnahme von Zeigerpflanzen, die eine erhöhte Feuchtezahl belegen, gegebenenfalls Nachweis absterbender Bäume etc. (empfohlen 3-5 Jahre nach Beendigung der Massnahme).

Die Kontrolle wird vom Projektträger gewährleistet. Anhand von Monitoringberichten werden die Kompensationsanbieter von *max.moor* über den Kontrollverlauf und damit auch über allfällige negativen Entwicklungen informiert.

4.9 Leakage

Als Leakage wird der Effekt bezeichnet, der eintritt, wenn durch das Einsparen an einem Ort zusätzliche Treibhausgasemissionen an einem andern Ort auftreten. Es muss demzufolge sichergestellt werden, dass durch die Wiedervernässung nicht ein anderer Standort „urbar“ gemacht oder intensiver genutzt wird, so dass die durch die Wiedervernässung eingesparten Emissionen andernorts emittiert werden.

Die in Frage kommenden Hochmoorstandorte liegen nicht in der Landwirtschaftszone und werden nicht oder nur sehr extensiv zur Erreichung der Schutzziele (Vermeidung von Verbuschung etc.) genutzt. Die BewirtschafterInnen erhalten wenn überhaupt nur geringe NHG-Abgeltungszahlungen. Der Verlust einer solchen Fläche ist weder in finanzieller Hinsicht noch betreffend des Ertrags relevant für den/die BewirtschafterIn. Es müssen somit keine Ertragseinbussen andernorts kompensiert werden, wie dies bei einer Wiedervernässung von intensiv genutzten Flachmooren der Fall wäre.

Die Treibhausgasemissionen, die im Zuge der Umsetzung der Drainagerückbauten, ausgestossen werden, sind im Vergleich zu den durch die Wiedervernässung eingesparten kumulativen Emissionen sehr gering. Da es sich dabei um einmalige Emissionen handelt und keine weiteren Unterhaltsemissionen anfallen, sind diese zu vernachlässigen.

Die Einstauung drainierter Hochmooren kann kurzfristig die Methanemissionen anschwellen lassen. Dieser so genannte Methanpeak ist abhängig von der Einstaugeschwindigkeit bzw. dem Überstaupiegel, der Temperatur und der Vegetation. Er kann reduziert werden, indem der Wasserstand langsam angehoben wird. Generell ist davon auszugehen, dass der durch die absterbende und sich zersetzende Vegetation hervorgerufene Methanpeak nur ein Zeitphänomen ist (Zak et al. 2011). Langfristig ist bei einem wachsenden Hochmoor von Akkumulationsraten von ca. $50 \text{ g C m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ auszugehen. Signifikante Senkeneffekte können sich auch bereits sehr schnell (z.B. innerhalb von 3 Jahren) einstellen (Drösler et al. 2012).

5 Kritikpunkte am Kompensationsstandard *max.moor*

Die Hauptkritikpunkte an *max.moor* betreffen im Folgenden aufgeführte Punkte. Generell wird ein erweiterter standortspezifischer Ansatz vorgeschlagen. Dies vor dem Hintergrund der grossen Heterogenität bei im Allgemeinen kleiner Flächengrösse der Schweizer Hochmoore. Ein solcher Ansatz soll das Klimapotential mit den individuellen Daten des zu renaturierenden Hochmoors berechnen.

Um die Annahmen von *max.moor* generell zu plausibilisieren, ist eine Verdichtung der Datenlage in Schweizer Hochmooren unabdingbar.

5.1 Totalverlust

max.moor geht von einem Totalverlust der obersten Torfschicht von 50 cm aus, wenn der Status Quo beibehalten wird. Die genaue Dynamik des Torfabbaus in Hochmooren ist aber nicht bekannt. Dass der entwässerte Torf in jedem Hochmoor vollständig mineralisiert und abgebaut wird, ist nicht mit 100%-iger Sicherheit prognostizierbar. Ebenso wenig könne die Zeitdauer zuverlässig angegeben werden, die ein Totalabbau benötige, da sich mit zunehmendem Torfabbau die Qualität der organischen Substanz ändert und sich zudem die Oberfläche dem Wasserspiegel annähert, was die Mineralisierung verlangsamen könnte.

5.2 50 cm durchlüftete Torfschicht

Ebenfalls wird die bei *max.moor* angenommenen 50 cm Torfschicht, welche von einer Drainage am stärksten betroffen sind, in Frage gestellt. Da die Drainagetiefe – über die gesamte Hochmoorfläche betrachtet – nicht mit dem mittleren Wasserstand übereinstimmen muss, wird auch hier für einen standortspezifischen Ansatz plädiert, wobei der mittlere Wasserstand individuell für jedes Hochmoor mittels Datenlogger und hydrologischen Modellen ermittelt werden soll.

5.3 OC-Gehalt im Hochmoortorf

max.moor nimmt einen OC-Gehalt von $0,056 \text{ t OC m}^{-3}$ an. Auch zur Bestimmung dieses Parameters soll die Lagerungsdichte standortspezifisch ermittelt werden. Je nach Lagerungsdichte, verändert sich der tatsächliche OC-Gehalt im entwässerten Torf um ein Vielfaches.

6 Involvierte Akteure eines *max.moor* – Kompensationsstandards

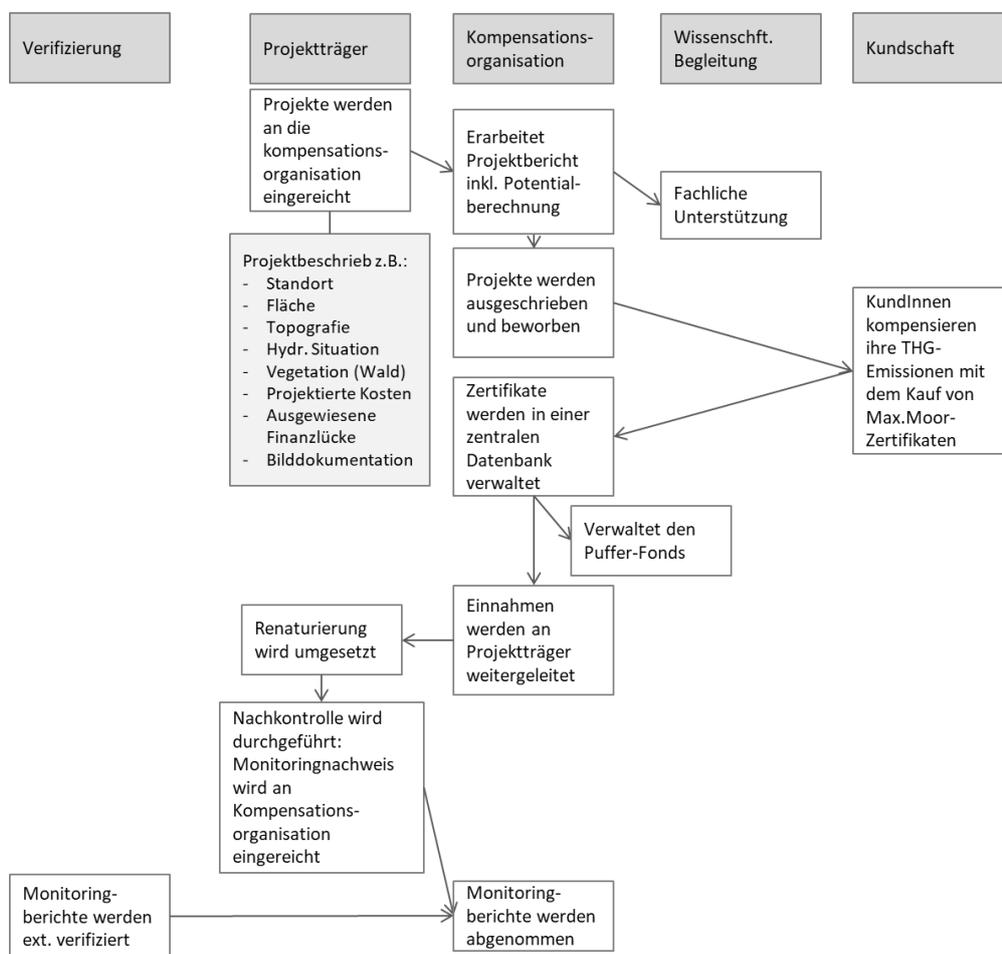


Abbildung 2: Involvierte Akteure und deren Aufgabe in den Kompensationsmechanismus *max.moor*

6.1 Kompensationsanbieter

Den Kompensationsanbietern kommt eine wichtige Bedeutung zu – nicht zuletzt, weil sie das Vertrauen der Kundschaft in die Zertifikate schaffen, vermarkten und erhalten muss.

Die Tätigkeiten, die von den Kompensationsanbietern geleistet werden müssen, sind folgende:

- Entgegennehmen der eingereichten Projekte

- Berechnung des Klimapotentials der Projekte anhand der vom Projektträger gemachten Angaben
- Vertragsabschluss mit Projektträgern
- Zertifikatsverkauf
- Marketing
- Führen des Zertifikats- und Käuferregisters resp. Erstellen und Unterhalten eines Moor-Kompensationsprogramms
- Überweisung der Einnahmen an Projektträger
- Qualitätssicherung der Projekte: Abnahme der Monitoringberichte
- Verwaltung des Pufferfonds über das gesamte Moorprogramm

6.2 Wissenschaftliche Begleitung

Die wissenschaftliche Begleitung übernimmt eine beratende Funktion. Sie leistet Hilfe bei Fragen zur Erweiterung des Standards auf unterschiedliche Projekttypen und Standorte, wissenschaftliche Abstützung des Standards anhand Begleitforschung der ersten *max.moor* -Projekte.

6.3 Projektträger

Die Regeneration inventarisierter Hochmoore ist in der Schweiz Aufgabe der Kantone. Nebst den kantonalen Naturschutzämtern ist hauptsächlich die Naturschutzorganisation Pro Natura in der Hochmoorregeneration aktiv. Pro Natura muss in der Regel die Hochmoore zuerst käuflich erwerben oder Nutzungsverträge mit den Eigentümern schliessen, bevor Wiedervernässungsmassnahmen durchgeführt werden können. Die Kantone könnten zur Wiedervernässung nach Gesetz eine Enteignung der Flächen anordnen. Dies wurde seit 1990 jedoch noch nie angewandt (mündliche Mitteilung von P. Staubli, 2015).

Die Aufgaben der Projektträger sind folgende:

- Planung der Projekte inkl. Vertragsschluss mit BewirtschaftInnen
- Einreichen der Projekte an die Kompensationsorganisationen mittels Antragsformular
- Nachreichen einer Kopie der Baubewilligung
- Umsetzung des Projektes
- Durchführung des Monitorings inkl. Berichterstattung an die Kompensationsorganisationen (siehe externer Anhang: Monitoring)

6.4 Verifizierungsstelle

Die Verifizierung einzelner Projekte wird von den Kompensationsorganisationen in Auftrag gegeben. Durchgeführt wird sie von einer vom BAFU bestätigten Zertifizierungsstelle. Stichproben eingereichten Monitoringberichten werden gemäss den Anforderungen des Kompensations-Moorprogramms durchgeführt. Dies dient der allgemeinen Qualitätssicherung.

6.5 Zielgruppe | Kunden

Zielgruppen von *max.moor* sind Unternehmen und Privatpersonen, die ihre THG-Emissionen kompensieren und/oder ihr umweltbewusstes Handeln ausweisen wollen. Die Torfzertifikate sind nicht handelbar, die Käufer müssen also ein Interesse an der Kompensation an sich haben. Die Ausrichtung auf Unternehmen als Zielgruppe ist insofern sinnvoll, als dass sich eine höhere Hebelwirkung generieren lässt, als bei einer Ausrichtung auf Privatpersonen. Denkbar ist auch, Privatpersonen über die Unternehmen anzusprechen: Das Unternehmen kompensiert seine Emissionen bei *max.moor*, ermöglicht und propagiert gleichzeitig unter den Mitarbeitenden den privaten Zertifikatskauf. Unternehmen, die sich für eine dauerhafte Kompensation ihrer laufenden Emissionen verpflichten, sind besonders anzustreben. Wichtig scheint dabei die Akzentuierung auf die Regionalität, welche in der Schweiz einen sehr hohen Stellenwert hat. Der Anreiz für lokale Unternehmen, ihre Emission vor Ort kompensieren zu können, ist ungleich attraktiv. Mit einem Exkursions- oder Arbeitseinsatzangebot vor Ort, kann die Identifikation der Käufer mit dem Kompensationsprojekt erhöht und ein zusätzlicher Anreiz geschaffen werden.

Für Privatpersonen ist ein projektgebundener Zertifikatskauf nicht möglich. Zertifikatserlös von Privatpersonen werden zur Deckung von Finanzlücken laufender Renaturierungsprojekte verwendet. Erst ab einer gewissen Investitionssumme wird eine Standortwahl möglich.

Gemäss dem Nutzen einer Regeneration, sprich nebst dem Klimaschutzpotential die Sicherung der diversen Ökosystemdienstleistungen eines Hochmoors, wären folgende Zielgruppen für den Zertifikatsverkauf denkbar:

- Naturschutzorganisationen
- Wasserschutz
- Tourismusbranche und TouristInnen
- Versicherungen
- Forschungsinstitutionen

7 Finanzierung

Bei der Finanzierung stellen sich drei Fragen:

- a) Was wird finanziert? (Kapitel 5.1)
- b) Wer finanziert? (Kapitel 5.2)
- c) Wie wird finanziert? (Kapitel 5.3)

7.1 Was wird finanziert?

Finanziert werden Renaturierungen von Hochmooren in der Schweiz, die aufgrund ihrer Nutzungsgeschichte (z.B: alte weiterhin wirksame Entwässerungsgräben) degeneriert sind und die sich ohne steuernde Einwirkung nicht zurück zu einem naturnahen Zustand hin entwickeln. Die Einnahmen aus den Zertifikatserlösen können für die Vorarbeiten, die Bauleitung, die bauliche Umsetzung, das Monitoring und allfällige Nachbesserungen eingesetzt werden. In Ausnahmefällen kann das Geld auch zum Flächenerwerb verwendet werden (dies gilt insbesondere für nicht kantonale Projektträger). Vorarbeiten wie Vertragsschluss mit dem Eigentümer, Planung etc. sind Sache des Projektträgers und werden nicht mit den Zertifikatseinnahmen gedeckt.

Vorgeschlagen wird, dass pro verkauftes Zertifikat max. 20% für deren administrativen Aufwand eingesetzt werden. 5% fliessen in den Puffer-Fonds, der projektungebunden für unvorhergesehene Ereignisse wie Reparaturen, Hochwasser- oder Dürreschäden eingesetzt werden kann. Weitere 5% werden rückgestellt um damit potentielle Projektemissionen zu decken. Sie stehen nicht zum Verkauf und werden von der Gesamtsumme (Kompensationspotential) abgezogen.

7.2 Wer finanziert?

Gemäss Berechnungen des Zertifikatspreises (vgl. Kapitel 8) liegen die Vermeidungskosten für eine Tonne CO₂ durch Hochmoorregenerationen bei einem Durchschnittswert von CHF 76.- (konservative Berechnung). Dies ist hoch verglichen mit dem internationalen CO₂-Marktpreis, hingegen vergleichsweise niedrig verglichen mit Vermeidungskosten anderer Sektoren im Inland. Mischfinanzierungen sind eine gängige Praxis von Kompensationsorganisationen auf dem freiwilligen Kohlenstoffmarkt. So steuern Kompensationsanbieter wie myclimate und South Pole Group jeweils mindestens 10% der Projektkosten an ihre Kompensationsprojekte bei; der Rest der Kosten wird von Stiftungs- oder öffentlichen Geldern gedeckt (mündliche Mitteilung, A. Fink und S. Comino, Moore und organische Böden 25.11.2015). *max.moor* schlägt folgende Rechnung einer Mischfinanzierung vor:

Hochmoorregenerationsprojekte werden aktuell von der öffentlichen Hand, von Stiftungen und/oder Naturschutzorganisationen finanziert. Die neue private Finanzierungsquelle durch einen CO₂-Kompensationsmechanismus soll die bisherigen Quellen nicht ersetzen, sondern ergänzen bzw. weitere Projekte auslösen und ermöglichen. Aktuell bezahlt der Bund (je nach kantonaler Vereinbarung) zwischen 40-60% der Regenerationskosten⁵. Die Einnahmen aus dem Zertifikatsverkauf würden zwischen 10-50% der projektierten Kosten decken. Dabei soll der Anteil, welcher mit dem Zertifikatsverkauf abgedeckt wird, variabel bleiben und an die

⁵ Gemäss der Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen (NFA)

jeweilige Projektfinanzierung resp. an die jeweilige Finanzierungslücke angepasst werden. Um eine ökonomische Zusätzlichkeit vorzuweisen, muss der aus dem Zertifikatsverkauf stammende Anteil jedoch mindestens 10% der projektierten Gesamtkosten ausmachen (in Anlehnung an Praxis myclimate und South Pole Group).

7.3 Wie wird finanziert?

Das Ausstellen der Emissionszertifikate erfolgt ex-ante. Wenn eine Regeneration projektiert ist und konkrete Abklärungen zur Durchführung laufen, können die Projekte bei den Kompensationsanbieter, welche den *max.moor*-Standard anerkennen, eingegeben werden. Sobald das eingegebene Projekt akzeptiert (vgl. Kapitel 6.2), dessen Klimapotential und damit der Preis pro Zertifikat berechnet ist, garantiert der Kompensationsanbieter dem Projektträger einen vereinbarten Anteil zur Kostenübernahme. Der Projektträger tritt sämtliche Kompensationsrechte an die Kompensationsanbieter ab. Der Vertrag tritt in Kraft, sobald eine Baubewilligung vorliegt. Gelder können vor oder nach Projektabschluss ausgeschüttet werden. Falls das Projekt mehrere Jahre dauert, sind Auszahlungen in Etappen möglich.

Der Verkauf der Zertifikate wird über die Kompensationsanbieter abgewickelt. Die Zertifikate werden projektgebunden verkauft, die Gelder entsprechend verwaltet und an die Projekte ausgeschüttet.

7.4 Regionalwirtschaftlicher Nutzen von Hochmoorrenaturierungen

Aus einer Kostenanalyse anhand von 30 abgeschlossenen Renaturierungsprojekten geht hervor, dass ein Grossteil der Umsetzungskosten der Renaturierungen in der Region ausgegeben werden (Gubler 2016). Die analysierten Projekte umfassen Mooregebiete zwischen 0.2 und 25 Hektare und Budgets zwischen 23'000 und 781'000 Franken. Die Renaturierung einer Hektare Moors kostet im Durchschnitt 78'000 Franken. Im Durchschnitt werden rund 60% dieses Betrags oder 47'000.- für lokale Bau-, Holzer- und Transportarbeiten verwendet und tragen somit zur regionalen Wertschöpfung und der Sicherung regionaler Arbeitsplätze bei. Von den restlichen 31'000.- pro Hektar fallen rund 27'000 zu ungefähr gleichen Anteilen für die externe Planung der Projekte und für baubegleitende Massnahmen an. Die restlichen 4'000 pro Hektare (oder rund 5% der Kosten/ha) verteilen sich auf Öffentlichkeitsarbeit, Nachkontrolle und generelle Spesen (Gubler, Braunschweiler 2017). In diesen Kostenberechnungen sind die oft langwierigen Planungsarbeiten von Seiten des Kantonalen Naturschutzamtes oder des entsprechenden Bauherrn nicht inbegriffen, es handelt sich dabei ausschliesslich um die tatsächlichen Umsetzungskosten.

8 Der Zertifikatspreis

Die Zertifikatspreise im europäischen Verpflichtungsmarkt liegen derzeit sehr tief. Der CO₂-Preis hat mit gegenwärtig 7.3 CHF/t (Juni 2017) einen Tiefpunkt erreicht. Der freiwillige Kompensationsmarkt hingegen weist eine grosse Preisspanne auf. Im Bereich der Regenerationsprojekte liegen die CO₂-Preise zwischen 35-50 EUR/t im Falle der MoorFutures und 7-24 £/t im Falle des Peatland Carbon Codes. Myclimate verkauft die im Inland kompensierte Tonne CO₂ aktuell für 90.- Franken (Juni 2020).

Der Zertifikatspreis setzt sich zusammen aus den Kosten der Regenerationsmassnahmen und gegebenenfalls dem administrativen Aufwand der Kompensationsanbietern, dem Puffer von 5% sowie dem Projektemissionsabzug von 5%.

Im Folgenden werden die Regenerationskosten von Hochmooren in der Schweiz untersucht und eine Quantifizierung des organischen Kohlenstoffs in Schweizer Hochmoortorf vorgenommen.

8.1 Kostenanalyse für Regenerationsprojekte in Schweizer Hochmooren

Der Kostenvergleich von abgeschlossenen Regenerationsprojekten ist sehr schwierig. Jeder Standort benötigt zur Wiedervernässung andere Massnahmen, welche je nach Begebenheit unterschiedlich ins Gewicht fallen. Zudem sind die analysierten Daten von sehr unterschiedlicher Qualität und Detailliertheit. Die Kostenanalyse von 30 abgeschlossenen Renaturierungsprojekten aus sieben Kantonen (2006-2015) gibt einen groben Überblick über Projektkosten und daraus abgeleitet die zu erwartenden Kosten für die Regenerationsmassnahmen pro Hektar.

Die Analyse hat gezeigt, dass der Preis je nach Objekt sehr variabel ist. Je nach durchgeführter Massnahme, Topographie des Geländes, Lage des Hochmoors schwanken die Kosten der effektiven Renaturierung zwischen 22'000 und 480'000 CHF pro Hektar. Im

bereinigten Datensatz (90-Quantil) liegt der Mittelwert pro regenerierter Hektar bei CHF 78'000 mit einer Standardabweichung von CHF 39'000 (eine Kostenanalyse von 30 Renaturierungsprojekten in der Schweiz wurde 2015 durchgeführt (Gubler 2016)).

8.2 Gehalt an organischem Kohlenstoff in Hochmoortorf

Der OC-Gehalt im Torf entwässerter Schweizer Hochmoore dient der Berechnung der durch eine Wiedervernässung fixierten Tonnen CO₂ pro Hektare. Der OC-Gehalt in Hochmoortorf variiert je nach Torfart bzw. Torfvegetation, Alter des Torfs und Degradationszustand. Eine zentrale Grösse bei der Berechnung des OC-Gehaltes ist die Rohdichte des Torfs. Der bei *max.moor* in die Berechnung einflussende OC-Gehalt ergibt sich dem Mittelwert von Messwerten aus Schweizer Hochmoorstandorten (Etang de la Gruère JU, Hagenmoos ZH, Ägerried SZ und Eigenried ZG vor der Wiedervernässung (Gubler 2009)), vergleichbaren Messungen aus Nordeuropa und dem im IPCC verwendete Standardwert für oligotrophe Moore.

Tabelle 4: OC-Gehalte (%), Rohdichte (kg m⁻³) und der daraus berechnete Gehalt an organischem Kohlenstoff (t m⁻³) in entwässerten (Hochmoor-)Torfen in der Schweiz und Nordeuropa.

Studie	OC-Gehalt %	Rohdichte kg m ⁻³	t OC m ⁻³
CH			
Böhm 2005	45,8	187	0,038
Cannell et al 1993	50	120	0,047
Clymo 1992	54	120	0,073
Gubler 2009	53.4	82.5	0.044
Immirzi et al. 1992	54	100	0,054
Kool et al. 2006	50	108	0,054
Lal 2004	68		0,08
Lindsay 2010	54	112	0,053
Lupikis, Lazdins 2015	43	108	0,046
Mäkilä 1994	77	108	0,083
Mäkilä 2011	48	68,6	0,033
Milne, Brown 1997	54	110	0,0594
Sheng et al. 2004	79	108	0,085
Shobolt et al. 1998	54	70	0,0378
IPCC 2014 Standardwert	52	112	0,05
Mittelwert	55,61	108	0,056

Für die Preisberechnungen im Rahmen von *max.moor* wird der Mittelwert der oben aufgeführten OC-Gehalte verwendet; dieser liegt bei 0.056 t OC m⁻³.

8.3 Klimapotential

Unter Klimapotential ist die Menge an Tonnen CO₂ eq zu verstehen, welche in einem Projekt eingespart werden kann. Das Klimapotential ist im Falle von Renaturierungsprojekten also direkt abhängig von der Torfmenge, die durch eine Wiedervernässung konserviert wird. Die zwei relevanten Grössen sind demzufolge die wiedervernässte Hochmoorfläche und die von der Massnahme betroffene Torfmächtigkeit, sprich die sich auf die Hydrologie des Moores effektiv auswirkende Drainagetiefe vor Projektbeginn. Die Hochmoorfläche ist für jeden Projektstandort individuell zu ermitteln. Für die Torfmächtigkeit wird bei *max.moor* ein Pauschalwert von 50 cm unter Flur angenommen (vgl. Kapitel 4). Ein natürliches Hochmoor weist eine oberflächennahe Torfschicht von ca. 20 cm auf, welche nicht permanent wassergesättigt ist (Akrotelm). Diese weist jedoch durchschnittlich eine derart geringe Rohdichte auf, dass sie im entwässerten Zustand so stark kompaktiert ist, dass sie, falls sie nicht bereits abgebaut ist, zu vernachlässigen ist. Die Berechnung des Kohlenstoffgehaltes von 50 cm unter Flur stützt sich also auf Kohlenstoffgehalte des Katotelms, welches in einem natürlichen Hochmoor permanent wassergesättigt ist.

Bei einer angenommenen Projektfläche von 1 ha, einer durchschnittlichen Torfmächtigkeit von 0.5 m und einem angenommenen mittleren Kohlenstoffgehalt von 0,056 t OC m⁻³ können durch eine Wiederbewässerung im *max.moor*-Kompensationsstandard demzufolge 280 t OC immobilisiert werden. In Form von CO₂-Äquivalenten ergibt dies 1026,67 t CO₂-eq ha⁻¹, was dem Kompensationsvolumen dieser Fläche entspricht (mit C:CO₂-Verhältnis = 12:44).

8.4 Zertifikatspreis

Bei mittleren Regenerationskosten von 78'000 CHF pro Hektare (vgl. Kapitel 8.1), kostet die Fixierung einer Tonne CO₂-eq demzufolge 75.90 CHF. Das Investitionsvolumen pro Hektare beträgt entsprechend der fixierten Tonnen CO₂-eq 1026 Zertifikate. Auf den Betrag pro Tonne CO₂ werden gemäss den Ausführungen in Kapitel 8.2 20% für administrativen Aufwand der Kompensationsanbieter zugeschlagen (die 5% für den Puffer-Fonds, sowie die 5% für Projektemissionen werden dem berechneten Preis abgezogen, da diese ebenfalls in die Kompensation fliessen). Dies ergibt einen Preis von CHF 98.- pro t CO₂-eq.

Tabelle 5: Berechnung des max.moore Zertifikatspreises (CHF) mit 0.5m unter Flur (= Annahme max.moore) und einem OC-Gehalt von 0,056 t m⁻³.

Tiefe unter Flur m	Klimapotential in t OC/ha	Klimapotential in t CO ₂ -eq/ha	Regenerationskosten pro t CO ₂ (bei 78'000 CHF / ha)	+ 5% Puffer	+ 5% Projektemissionen	+20% administrative Kosten CHF	Zertifikatspreis CHF
0,5	280,00	1026,67	75,97	3.8	3.8	15.2	98.7

Dieser Preis dient als Richtgrösse und wird den jeweiligen Projektkosten und dem Klimapotential der entsprechenden Standorten angepasst.

8.5 Sensibilität des Klimapotentials und des Zertifikatspreises

Das Klimapotential sowie der davon abhängende Zertifikatspreis sind von verschiedenen Faktoren abhängig und entsprechend sensibel auf deren Veränderung. Im Folgenden werden die zwei Grössen mit unterschiedlichen OC-Gehalten pro Kubikmeter, unterschiedlichen Tiefen unter Flur und unterschiedlichen Renaturierungskosten gerechnet.

Zuerst wurden das Klimapotential sowie der Zertifikatspreis für verschiedene Tiefen berechnet, bei einem OC-Gehalt von 0.056 t OC m⁻³ und mittleren Regenerationskosten von 78'000 CHF.

Tabelle 6: Sensibilität des Klimapotentials und des Zertifikatspreises für unterschiedlich mächtige Torfhorizonte gerechnet, bei einem OC-Gehalt von 0.056 t m⁻³.

Tiefe unter Flur (m)	t OC/ha	Klimapotential (t CO ₂ -eq/ha)	Zertifikatspreis (CHF/t CO ₂)	+20% admin	Zertifikatspreis inkl. admin (CHF/t CO ₂)
2	1120.00	4106.67	18.99	4.75	23.74
1	560.00	2053.33	37.99	9.50	47.48
0.5	280.00	1026.67	75.97	18.99	94.97
0.4	224.00	821.33	94.97	23.74	118.71

Für die OC-Gehalte wurde die Standardabweichung aus Tabelle 5 zum Mittelwert addiert und subtrahiert und somit das Klimapotential und der Zertifikatspreis für die Werte von 0.039 t OC m⁻³ und 0.073 t OC m⁻³ gerechnet.

Tabelle 7: Sensibilität des Klimapotentials und des Zertifikatspreises für unterschiedlich mächtige Torfhorizonte gerechnet, bei einem OC-Gehalt von 0.039 t m⁻³.

Tiefe unter Flur (m)	t OC/ha	Klimapotential (t CO ₂ -eq/ha)	Zertifikatspreis (CHF/t CO ₂)	+20% admin	Zertifikatspreis inkl. admin (CHF/t CO ₂)
2	780.00	2860.00	27.27	6.82	34.09
1	390.00	1430.00	54.55	13.64	68.18

0.5	195.00	715.00	109.09	27.27	136.36
0.4	156.00	572.00	136.36	34.09	170.45

Tabelle 8: Sensibilität des Klimapotentials und des Zertifikatspreises für unterschiedlich mächtige Torfhorizonte gerechnet, bei einem OC-Gehalt von 0.073 t m⁻³.

Tiefe unter Flur (m)	t OC/ha	Klimapotential CO ₂ -eq/ha	(t	Zertifikatspreis (CHF/t CO ₂)	+20% admin	Zertifikatspreis inkl. admin (CHF/t CO ₂)
2	1460.00	5353.33		14.57	3.64	18.21
1	730.00	2676.67		29.14	7.29	36.43
0.5	365.00	1338.33		58.28	14.57	72.85
0.4	292.00	1070.67		72.85	18.21	91.06

Auch die Regenerationskosten variieren stark je nach nötigen Arbeitsschritten, Zugänglichkeit, Hydrologie, Topographie etc. des Standortes. Die Standardabweichung der mittleren Kosten ist entsprechend hoch. In der folgenden Tabelle ist die hohe Preisschwankung pro Zertifikat ersichtlich, abhängig von den Gesamtkosten der Renaturierung.

Tabelle 9: Sensibilität des Zertifikatspreises für einen Torfhorizont von 0.5 cm unter Flur bei einem OC Gehalt von 0.056 t/m³ für verschiedene Regenerationskosten gerechnet (1. Mittelwert; 2. Mittelwert – Standardabweichung; 3. Mittelwert + Standardabweichung).

Mittlere Regenerationskosten (CHF)	t OC/ha	Klimapotential CO ₂ -eq/ha	(t	Zertifikatspreis (CHF/t CO ₂)	+20% admin	Zertifikatspreis inkl. admin (CHF/t CO ₂)
78'000	280.00	1026.67		75.97	18.99	94.97
38'800	280.00	1026.67		37.79	9.45	47.24
117'300	280.00	1026.67		94.97	23.74	118.71

Die hohe Sensibilität sowohl des Klimapotentials als auch des Zertifikatspreises ist auch auf die grossen Unterschiede der „Charaktere“ der einzelnen Hochmoorstandorte zurückzuführen (grosse Kostenunterschiede je nach Zugänglichkeit, Degeneration und Topografie). Standortspezifische Untersuchungen bezüglich Arbeitsaufwand und entsprechenden Kosten sowie OC-Gehalten würden diese Unsicherheiten zu einem grossen Teil aus dem Weg räumen.

9 Fazit

Die Nachfrage nach CO₂-Kompensationsmöglichkeiten im Inland auf dem freiwilligen Kompensationsmarkt ist momentan sehr gross. Gleichzeitig wird das grosse Klimapotential der in ihrem Wasserhaushalt beeinträchtigten und deswegen degenerierten oder gar vollständig entwässerten (Hoch-)Mooren nicht genutzt. Diese Ausgangslage legt nahe, Zertifikate von Renaturierungsprojekten auf Moorstandorten auf dem freiwilligen Kohlenstoffmarkt zu lancieren. Aus Kostengründen sowie wegen der speziellen rechtlichen Situation in der Schweiz, empfiehlt sich zunächst eine Beschränkung der Projektstandorte auf Hochmoore. Die Eigenschaften der Standorte in der Schweiz sowie die spärliche Datenlage legen einen grob-quantifizierten Ansatz zur Abschätzung der eingesparten Tonnen CO₂ nahe. Für den in diesem Bericht eingeführten Kompensationsstandard *max.moor* wird der Ansatz der Kohlenstoff-Fixierung empfohlen: Die messbare Grösse sind die durch die Wiedervernässung fixierten Tonnen an organischem Kohlenstoff im Torfkörper. Diese werden in Form von CO₂-Äquivalenten mit den durchschnittlichen Kosten von Regenerationsmassnahmen verglichen und daraus der Preis pro Zertifikat abgeleitet. Die Finanzierung soll jedoch nicht allein durch den Zertifikatsverkauf gedeckt

werden, sondern aus einer Mischfinanzierung aus Zertifikatserlösen und anderen Finanzquellen (z.B. öffentliche und/oder Stiftungsgelder) bestehen.

Der *max.moor* -Ansatz basiert auf verallgemeinernden Annahmen und rechnet mit gemittelten Parametern, was der heterogenen Situation der individuellen Hochmoore in der Schweiz nicht gerecht wird. In Ermangelung standortspezifischer Daten stellt dieser Ansatz dennoch eine praktikable Möglichkeit dar, Treibhausgasemissionen auf dem freiwilligen Kohlenstoffmarkt zugunsten von Hochmoorrenaturierungen zu kompensieren.

Der *max.moor*-Standard kann sowohl von Privaten als auch von Kompensationsorganisationen angewandt werden. Aufgabe dieser wird sein, die Projekte zu verwalten, zu bewerben und entsprechend den Zertifikatsverkauf zu koordinieren und abzuwickeln. Zur Durchführung der Regenerationsprojekte soll mit Partnern gearbeitet werden, welche bereits jetzt für diese Aufgabe zuständig sind oder die entsprechende Erfahrung mitbringen. Als Kundenzielgruppe werden vor allem Firmen (und Einzelpersonen) mit regionalem Bezug beworben, welche ihr umweltbewusstes Handeln ausweisen wollen.

10 Bibliographie und weiterführende Literatur

- Akumu C.E., McLaughlin J.W. (2013), *Regional variation in peatland carbon stock assessments, northern Ontario, Canada*, *Geoderma* 209–210, 161–167.
- BAFU Hrsg. (2007), *Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz*. Stand: Juni 2007, Bern.
- BAFU Hrsg. (2009), *Regeneration von Hochmooren. Grundlagen und technische Massnahmen*, Bern.
- BAFU Hrsg. (2017), *Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz*, Bern.
- Barthelmes A., Couwenberg J., Emmer I., Schäfer A., Wichtmann W., Joosten H. (2010), *MoorFutures – Kohlenstoffzertifikate aus der Wiedervernässung degradiertes Moore in Mecklenburg-Vorpommern – Endbericht*, DUENE Institut Greifswald.
- Bayrisches Landesamt für Umwelt Hrsg. (2010), *Moorrenaturierung kompakt, Handlungsschlüssel für die Praxis*, Augsburg.
- Billet M.F. et al. (2004), *Linking land-atmosphere-stream carbon fluxes in a lowland peatland system*, *Global Biogeochemical Cycles*, 18.
- Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern Hrsg. (2009), *Bodenbericht, mit Hintergrundinformationen zu forstwirtschaftlich genutzten Flächen (Kapitel 5) und landwirtschaftlich genutzten Flächen (Kapitel 7)*, Bern.
- Boelter D.H. (1974), *The hydrologic characteristics of undrained organic soils in the Lake States*. In: *Histosols, their characteristics, classification and use*, Soil Science Society of America Special Publication No. 6, 33–46.
- Böhm A.K. (2005), *Hochmoore im Erzgebirge – Untersuchungen zum Zustand und Stoffaustragsverhalten unterschiedlich degradiertes Flächen*, Dissertation vom Lehrstuhl Landschaftslehre/ Geoökologie am Institut für Geographie der Technischen Universität Dresden.
- Bonn A. et al. (2014), *Investing in nature: Developing ecosystem service markets for peatland restoration*, *Ecosystem Services* 9, 54–65.
- Buttler A., Bragazza L. (2015), *Der Klimawandel bedroht den Moorboden – und Moore verstärken den Klimawandel*, In: *WSL-Magazin Diagonal* Nr. 2/15, 8–12.
- BUWAL Hrsg. (1992), *Handbuch Moorschutz in der Schweiz*, Band 1 und 2, Bern.
- BUWAL Hrsg. (2002), *Moore schützen vor Hochwasser und binden Treibhausgase*, Fokus Juli, Bern.
- Byrne K.A. et al. (2004), *EU Peatlands: Current Carbon Stocks and Trace Gas Fluxes. A contribution to the project Concerted Action CarboEurope-GHG which is part of the CarboEurope Cluster*, Discussion paper originated from a workshop in Lund, Sweden, October 2003.
- Cannell M.G.R., Dewar R.C., Pyatt D.G. (1993), *Conifer Plantations on Drained Peatlands in Britain*, *Forestry*, 68 (4), 361–378.
- Chambers F.M., Beilmann, D.W., Yu, Z. (2010/2011), *Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamics*, *Mires and Peat*. 7 (07), 1–10.
- Chapman S.J., Artz RRE, Poggio L. (2015), *Determination of organic carbon stocks in blanket peat soils in different condition - assessment of peat condition*, James Hutton Institute, Final Project Report, Scottish Environment Protection Agency.

- Chimner R.A., Cooper D.J. (2003), *Influence of water table levels on CO₂ emissions in a Colorado subalpine fen: an in situ microcosm study*, *Soil Biology & Biochemistry* 35, 345–351.
- Clymo R.S. (1983), *Peat*. In: Gore A.J.P. Hrsg., *Mires, Swamp, Fen and Moor. General Studies. Ecosystems of the World 4a*. 159-224, Amsterdam: Elsevier Scientific.
- Clymo R.S. (1992), *Models of Peat growth*, *Suo*, 43 (4-5), 127-136.
- Clymo R.S., Daulat W.E. (1998), *Effects of Temperature and Watertable on the Efflux of Methane from Peatland Surface Cores*, *Atmospheric Environment* 32 (19) 3207-3218.
- Clymo R.S., Pearce D.M.E. (1995), *Methane and carbon dioxide production in, transport through, and efflux from a peatland*, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A*, 350, 249-259.
- Couwenberg J. (2011), *Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy*, *Hydrobiologia* 674, 67-89.
- Davidson E. A., Janssen I. A. (2006), *Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change*, *Nature* 440, 165-173.
- Dawson J.J.C., Smith P. (2006), *Review of carbon loss from soil and its fate in the environment*, DEFRA Science Project Final Report.
- Dise N.B. et al. (2011), *Carbon Emissions from Peatlands*. In: Kolka R.K., Stephen D.S., Elon S.V., Kenneth N.B. Hrsg., *Peatland Biogeochemistry and Watershed Hydrology at the Marcell Experimental Forest*, CRC Press Taylor & Francis Group, 297-348.
- Drösler M. (2005), *Trace Gas Exchange and Climatic Relevance of Bog Ecosystems, Southern Germany*, Technische Universität München, Lehrstuhl für Vegetationsökologie Department für Ökologie, Weihenstephan.
- Drösler M., Wolters, S., Tänzler, D., Theiler, L. (2013), *Entwicklung von Konzepten für einen nationalen Klimaschutzfonds zur Renaturierung von Mooren*, Umweltforschungsplan des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau-Rosslau.
- Drösler M. et al. (2012), *Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und dessen monetäre Bewertung*, BfN-Skripten 328, Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Drösler M. et al. (2013), *Klimaschutz durch Moorschutz, Schlussbericht des Vorhabens „Klimaschutz -Moornutzungsstrategien“ 2006-2010*, Thünen Institut für Agrarklimaschutz.
- Freeman C. (2001), *Export of organic carbon from peat soils. Warmer conditions may be to blame for the exodus of peatland carbon to the oceans*, *Nature* 412, 785-786.
- Fridli M., Jutz X., Haab R. (2009), *Praxishilfe zur Regeneration von Hochmooren im Kanton Zürich*, Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Naturschutz, Zürich.
- Greenen S. E. (2014), *Wetlands as Climate Mitigation Infrastructure: A Carbon Footprint Assessment of the Wetlands of Kanton Zürich*, Masterthesis, Institute of Ecology and Evolutionary Biology, University of Zürich, Zürich, Switzerland.
- Grünig A. (ed.) (1994), *Mires and man: Mire conservation in a densely populated country - the Swiss experience*. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL, Birmensdorf, Switzerland.
- Grünig A. (2007), *Moore und Sümpfe im Wandel der Zeit*. Hotspot: Biodiversität in Feuchtgebieten, 15, 4-5.
- Gubler L. (2016), *Kosten von Regenerationsprojekten von drainierten Hochmooren in der Schweiz – Version 1. Projektteilbericht betreffend Übertragbarkeit des MoorFutures-Schemas auf die Schweiz*. WSL Birmensdorf, unveröffentlicht.

- Gubler L. (2009), *Kohlenstoffverlust aus entwässerten Schweizer Hochmooren*, Masterarbeit der philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern, Bern.
- Gubler L., Braunschweiger D. (2017), *CO₂ kompensieren, in Hochmoore investieren*, Schweizer Gemeinde 10.
- Haab R., Jutz, X. (2003), *Konsequenzen aus der ersten Hochmoor-Regenerationsprojekten im Kanton Zürich: Konzeption und Umsetzung eines kantonalen Regenerations-Programmes*, Laufener Seminarbeitr. 1, 03, 63-87, Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen/Salzach.
- Haab R., Jutz, X. (2004), *Das Hochmoor-Regenerationsprogramm im Kanton Zürich*, Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 149 (4), 105-115.
- Hargita Y. (2009), *Ökonomische Ansätze zur Bewertung der Klimaschutzfunktion von Mooren*, Diplomarbeit Universität Potsdam.
- Holden N.M., Conolly, J. (2011), *Estimating the carbon stock of a blanket peat region using a peat depth inference model*, Catena 86, 75–85.
- IETA (2015), *Switzerland - The World's Carbon Markets: A Case Study Guide to Emissions Trading*. International Emissions Trading Association, Genf.
- Immirzi C.P., Maltby E., Clymo R.S. (1992), *The Global Status of Peatlands and their Role in Carbon Cycling*. London: Friends of Earth.
- IPCC (2014), 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- Ise T. et al. (2008), *High sensitivity of peat decomposition to climate change through water-table feedback*, Nature Geoscience 1.11, 763-766.
- Ismail S., Kienast, F., Schwab, F., Tester, U., Martinoli, D., Künzle, I., Seidl, I., Hrsg.: Eidg. Forschungsanstalt WSL, Pro Natura, Forum Biodiversität (2009), *Kosten des Biotopschutzes, Was es kostet, die vom Gesetz verlangten Ziele des nationalen Biotopschutzes zu erreichen*, Bern.
- Jensen R. et al. (2012), *Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz*, Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA), Deutschland.
- Joosten H. (2015), *Peatlands, climate change mitigation and biodiversity conservation. An issue brief on the importance of peatlands for carbon and biodiversity conservation and the role of drained peatlands as greenhouse gas emission hotspot*, Policy brief, Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- Joosten H. et al. (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.
- Joosten H., Clarke, D. (2002), *Wise use of mires and peatlands - background and principles including a framework for decision-making*, International Mire Conservation Group and International Peat Society, Devon.
- Kluge B., Wessolek G., Facklam M., Lorenz M., Schwärzel K. (2008), *Long-term carbon loss and CO₂-release of drained peatland soils in northeast Germany*, European Journal of Soil Science, 59, 1076-1086.
- Kool D.M., Buurman P., Hoekman D.H. (2006), *Oxidation and compaction of a collapsed peat dome in Central Kalimantan*. Geoderma 137, 217–225.
- Lal R. (2004), *Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security*, Science 304, 1623 - 1627

- Leifeld J., Bassin S., Fuhrer J. (2005), *Carbon Stock in Swiss agricultural soils predicted by land-use, soil characteristics, and altitude*, Agriculture Ecosystems and Environment 105, 255-266.
- Leifeld J., Gubler L., Grünig A. (2011), *Organic matter losses from temperate ombrotrophic peatlands: an evaluation of the ash residue method*, Plant and Soil 341, 349-361.
- Lindsay R. (2010), *Peatbogs and Carbon – A critical synthesis to inform policy development in oceanic peat bog conservation and restoration in the context of climate change*, environmental research group, University of East London, Stratford Campus.
- Lund M., Lafleur P. M., Roulet N. T., Lindroth A., Christensen T. R., Aurela M., Chojnicki B. H., Flanagan L. B., Humphreys E. R., Laurila T., Oechel W. C., Olejnik J., Rinne J., Schubert P., Nilsson M. B. (2010), *Variability in exchange of CO₂ across 12 northern peatland and tundra sites*, Global Change Biology, 16, 2436–2448.
- Lupiķis A., Lazdiņš A. (2015), *Soil carbon balance on drained and afforested transitional bog in forest research station Vesetnieki in Latvia*, EGU General Assembly, held 12-17 April, 2015 in Vienna, Austria.
- Mäkilä M. (1994), *Calculation of the energy content of mires on the basis of peat properties*. Geological Survey of Finland, Report of Investigation, 121, 1–73.
- Mäkilä M. (2011), *Carbon accumulation in pristine and drained mires*. Geological Survey of Finland, Special Paper 49, 171–177.
- Mäkiranta P., Laiho R., Fritze H., Hytönen J., Laine J., Minkkinen K. (2009), *Indirect regulation of heterotrophic peat soil respiration by water level via microbial community structure and temperature sensitivity*, Soil Biology and Biochemistry, 41.4, 695-703.
- Milne R., Brown T.A. (1997), *Carbon in the vegetation and soils of Great Britain*, Journal of Environmental Management, 49, 413-433.
- Müller A., Scheuchzer P., BAFU Hrsg. (2012), *THG-Vermeidungskosten und -potenziale in der Schweiz*, Ecoplan, Bern.
- OcCC (2012), *Klimaziele und Emissionsreduktion – Eine Analyse und politische Vision für die Schweiz*, OcCC – Organe consultatif sur les changements climatiques, Bern, 63.
- Paul S., Alewell Ch., BAFU Hrsg. (2013), *Moorregeneration als Klimaschutzmassnahme: eine Recherche zur neuen Kyoto-Aktivität Wetland Drainage and Rewetting*, Basel.
- Paul S., Schellenberger A. (2015), *Organische Böden, Klima und der Kohlenstoffmarkt*. BGS Bulletin 36, 57-69.
- Pawson R.R. et al. (2007), *Fluvial organic carbon flux from an eroding peatland catchment, southern Pennines, UK*, Hydrology and Earth, System Sciences Discussions, European Geosciences Union, 4 (2), 719-745.
- Peh K. S.-H. et al. (2014), *Benefits and costs of ecological restoration: Rapid assessment of changing ecosystem service values at a U.K. wetland*, Ecology and Evolution, 20(4), 3875–3886.
- Peters-Stanley M., Hamilton K., Marcello T., Orejas R., Thiel A., Yin D. (2012), *Developing dimensions: State of the voluntary carbon market 2012*, Ecosystem Marketplace & Bloomberg, New Energy Finance.
- Reed MS. et al. (2013), *Peatland Code Research Project Final Report*, Defra, London.
- Roulet N.T. (2000), *Peatlands, Carbon Storage, Greenhouse Gases, and the Kyoto Protocol: Prospects and Significance for Canada*, WETLANDS, 20 (4) 605–615.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen, Hrsg. (2012), *Moorböden als Kohlenstoffspeicher - Umweltgutachten 2012*, Kapitel 7, Berlin.

- Scanlon D. Moore, T. (2000), *Carbon dioxide Production from peatland soil profiles: the Influence of Temperature, Oxic/Anoxic conditions and substrate*. In: Soil Science – An Interdisciplinary Approach to Soils Research, February 2000, 165 (2), 153-160.
- Schaller L., Kantelhardt J., Drösler M. (2011), *Economic Assessment Of The Impact Of Peatland Conservation Measures On Greenhouse-Gas Emissions*, German Federal Agency for Nature Conservation.
- Schumann M., Joosten H. (2008), *Global Peatland Restoration Manual*, Institute of Botany and Landscape Ecology, Greifswald University, Germany.
- Seiler A. (2014), *Protection of Agricultural Peatlands in Switzerland. A comparative exploration of potential agricultural peatland protection tools for Switzerland with regard to relevant case studies*, studentische Arbeit (unveröffentlicht), Universität Zürich, Institut für Environmental Policy and Economics.
- Shen Y. et al. (2004), *A high-resolution GIS-based inventory of the west Siberian peat carbon pool*, Global Biochemical Cycles, 18 (3).
- Shobolt L., Anderson A.R., Townend J. (1998), *Changes to blanket bog adjoining forest plots at Bad a'Cheo, Rumster Forest, Caithness*. Forestry, 71 (4), 311-324.
- Ssymank A., Ullrich K., Vischer-Leopold M., Belting S., Bernotat D., Bretschneider A., Rückriem C. & Schiefelbein U. (2015), *Handlungsleitfaden „Moorschutz und Natura 2000“ für die Durchführung von Moorrevitalisierungsprojekten*, Natura 2000 und Management in Mooregebieten. Naturschutz und Biologische Vielfalt 140, 277-312.
- Staubli P. (2004), *Regeneration von Hochmooren im Kanton Zug*, Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 14, 2-3, 75-81.
- Storchenegger I.J. (2013), *Wiedervernässung – Renaturierung – Regenerierung*, Professur Kulturtechnik & Gewässerregelung, Universität Rostock.
- Szentkuti S. (2007), *Was kosten Naturschutzmassnahmen?* Praktikumsbericht, WSL Zürich.
- TEEB (2010), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity, Mainstreaming the Economics of Nature*. A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB.
- Veenendaal E. M. et al. (2007), *CO₂ exchange and Carbon balance in two grassland sites on eutrophic drained peat soils*, Biogeosciences Discuss. 4, 1633–1671.
- Waldis R. BUWAL Hrsg. (2002), *Moorschutz in der Schweiz 15 Jahre nach «Rothenthurm»*, Koordinationsstelle Moorschutz, Bern.
- Weishampel P., Kolka R., King J.Y. (2009), *Carbon pools and productivity in a 1-km² heterogeneous forest and peatland mosaic in Minnesota, USA*, Forest Ecology and Management, 257 (2), 747-754.
- Weissert L.F., Disney M. (2013), *Carbon storage in peatlands: A case study on the Isle of Man*, Geoderma 204–205, 111–119.
- Wolters S., Nett K., Schindler H. (2014), *Freiwillige Kompensationszahlungen und nachhaltige Lebensstile: Passt das zusammen?* Dokumentation der UBA-Tagung am 10. November 2014 in Berlin, Umwelt Bundesamt.
- Wüest-Galley C., Grünig A., Leifeld J. (2015), *Locating Organic Soils for the Swiss Greenhouse Gas Inventory*, Agroscope, Zürich.
- Zak D., Augustin J., Trepel M., Gelbrecht J. (2011), *Strategien und Konfliktvermeidung bei der Restaurierung von Niedermooren unter Gewässer-, Klima- und Naturschutzaspekten, dargestellt am Beispiel des nordostdeutschen Tieflandes*, TELMA, Beiheft 4, 133-150, Hannover.

Zoltai SC., Siltanen RM., Johnson RD. (2000), *A wetland database for the western boreal, subarctic, and arctic regions of Canada*, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre, Edmonton, AB, Canada.

Links

Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz RPG), vom 22. Juni 1979 (Stand am 1. Mai 2014), Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft. <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19790171/index.html>

CarbonFix Standard 3.2: <http://www.co2-sachverstaendiger.de/pdf/CFS-v32.pdf>

Carbon Peatland Code: <http://www.iucn-uk-peatlandprogramme.org/peatland-code>

Moore mit Stern: <https://baden-wuerttemberg.nabu.de/natur-und-landschaft/moore/projekt-moore-mit-stern/index.html>

MoorFutures: www.moorfutures.de

The Voluntary Carbon Market: <http://climatecorp.eu>

REDD+: www.un-redd.org

VCS: http://database.v-c-s.org/wetlands_restoration_conservation

ANHANG

Das vorliegende Dokument wurde in seiner Entstehung an zwei Workshops diskutiert. Die Erkenntnisse, vorherrschenden Meinungen und Kritikpunkte wurden in das Dokument eingearbeitet.

1. Expertenrunde zum Thema „Klimaschutz durch Hochmoorschutz“ am 2. Juni 2016 mit folgenden TeilnehmerInnen:

Name	Vorname	Institution	Arbeitsgebiet
Amez-Droz	Bastien	Pro Natura, division biotopes et espèces. Chef de projet réserves naturelles et marais	Régénération de marais
Geissbühler	Susanna	Kanton Luzern, Landwirtschaft und Wald ; Natur, Jagd & Fischerei; Biotopförderung	Fachbereich Lebensräume: Moorrenaturierungen
Graf	Roman	Vogelwarte Sempach, Abt. Förderung der Vogelwelt	THG-Kompensation durch Moorregeneration, Beratung
Graf	Ulrich	Eidg. Forschungsanstalt WSL – Forschungseinheit Biodiversität u Naturschutzbiologie, Gruppe: Lebensraumdynamik	Ökologie von Mooren, Vegetationsdynamik, Sukzession, Monitoring von Biotopen von nationaler Bedeutung
Gubler	Lena	Eidg. Forschungsanstalt WSL - Forschungseinheit Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, wissenschaftliche Assistentin	THG-Kompensation durch Hochmoorrenaturierung
Guntern	Jodok	Forum Biodiversität Schweiz, Geschäftsstelle	Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Jutz	Xaver	Pluspunkt; Moorregeneration, Aufwertungsmassnahmen, Erfolgskontrollen (u.a.)	Firmeninhaber, Moorregenerationen
Permien	Thorsten	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern Abt. Nachhaltige Entwicklung, Forsten und Naturschutz	Klimaschutz trifft Biodiversität, MoorFutures
Schellenberger	Andreas	Bundesamt für Umwelt BAFU, Abt. Klima	Klimawirksamkeit, Moorschutz = Klimaschutz
Seidl	Irmi	Eidg. Forschungsanstalt WSL – Leiterin Forschungseinheit Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	Natur- und Biotopschutz - Ökonomie

Stapfer	André	Konferenz der Beauftragten für Natur- und Landschaftsschutz – KBNL, Fachbereich Forschung	Natur-, Landschafts- und Biotopschutz
Staubli-Beck	Peter	Bundesamt für Umwelt BAFU, Abt. Arten, Ökosysteme, Landschaften	Biotop von nationaler Bedeutung (Moore); Moorregeneration, Natur und Landschaft
Wlodarczak	Dominik	Business Development Director, Jura Cement	Betriebswirtschafter

2. Wissenschaftliches Kolloquium zum Thema „Berechnungsansatz zur Abschätzung der verhinderten CO₂-Emissionen aus entwässerten Schweizer Hochmooren“ am 25. Okt 2016 mit folgenden TeilnehmerInnen:

Name	Vorname	Institution
Bergamini	Ariel	Eidg. Forschungsanstalt WSL - Forschungseinheit Biodiversität u Naturschutzbiologie, Gruppenleiter: Lebensraumdynamik
Drösler	Matthias	Vegetationsökologie, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, München
Graf	Ulrich	Eidg. Forschungsanstalt WSL – Forschungseinheit Biodiversität u Naturschutzbiologie, Gruppe: Lebensraumdynamik
Grosvernier	Phillipe	Lineco Moorrenaturierungen
Leifeld	Jens	Agroscope, Gruppe Lufthygiene Klima
Paul	Sonja	Universität Basel, Umweltgeowissenschaften
Schellenberger	Andreas	Bundesamt für Umwelt BAFU, Abt. Klima
Seidl	Irmli	Eidg. Forschungsanstalt WSL – Leiterin Forschungseinheit Wirtschafts- und Sozialwissenschaften