



Greensurance® Stiftung (i. Gr.)

## Arbeitsbericht

vom August 2012

basierend auf der Bachelorarbeit von Anna Schirpke  
Ludwig-Maximilians-Universität München,  
Fakultät für Geowissenschaften, Department für Geographie  
mit dem Titel:

*Kohlenstoffdioxid-Kompensation mittels Moorrenaturierung –  
Überprüfung der Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit für die  
Greensurance® Stiftung (i. Gr.)*

*Carbon offset by means of wetland restoration –  
Feasibility and economic viability review of the concept for the  
Greensurance® foundation (in the course of formation)*

Betreut durch:

1. Betreuer: Prof. Dr. Karsten Schulz (LMU München)
2. Betreuer: Dipl.-Ing. Cornelia Siuda (Regierung Oberbayern)

Vorgelegt am 25.06.2012

Disputation am 18.07.2012

Note: 1,0

***„Klimaschutz und Kohlenstoffmarkt gehören zusammen.“***

(Ursula Heinen-Esser, CarbonExpo, Köln, 30. Mai 2012)

# Danksagung

---

Ich möchte mich bei all denjenigen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Bachelorarbeit unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt meinen beiden Betreuern, Herrn Prof. Dr. Karsten Schulz, der mir mit Geduld und Rat zur Seite stand, sowie Frau Dipl.-Ing. Cornelia Siuda, die mich mit ihrem umfangreichen Wissen für das Thema Moorrenaturierung begeisterte. Für ihre Zeit, die Unterstützung und die zur Verfügung gestellten Daten sowie für die Bereitschaft, als zweite Betreuerin zu fungieren, danke ich ihr vielfmals.

Mein Dank gilt ebenfalls Herrn Reichenberg, der mit Energie, Willenskraft und vor allem Leidenschaft an der Vision einer grünen Versicherung, der Greensurance®, Für Mensch und Umwelt UG, [haftungsbeschränkt] arbeitet und durch den ich zu dieser Arbeit inspiriert wurde.

Des Weiteren möchte ich mich für die Unterstützung durch die Bereitstellung von Informationen und Daten bei Herrn Prof. Dr. Matthias Drösler, Frau Dr. Annette Freibauer, Frau Dr.-Ing. Bärbel Tiemeyer, Herrn Prof. Dr. Stefan Emeis sowie Herrn Sebastian Hetsch bedanken.

Beistand und Hilfestellung in allgemeinen Fragen leisteten Lisa Gerke, Cornelia Theel, Floriane Kain, Hermine Hitzler, Franziska Koch, Eva Tauber und Markus Theel. Auch ihnen ein herzliches Dankeschön.

Und auch Othmar Hug, Anna Brochtrup, Julia Daniel, Simon Köppen, Morten Nielsen, Harald Machur, Florian Oel, Imke Allendorf, Christian Bachmann, Jobst Jenckel, Sven Bode, Elke Böder, Thomas Notemann, Pia Munschek, Henriette Lachenit, Sam Hoffer, Gareth Wishart, Peter René Eckardt und Stefania Merolla Danke für die hilfreiche Auskunft.

Insbesondere danke ich auch meinen Eltern, die mir mein Studium ermöglicht haben und mir jederzeit mit Rat zur Seite standen.

# Inhaltsverzeichnis

---

Abbildungsverzeichnis .....	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis .....	VII
Zusammenfassung .....	IX
Abstract .....	X
1 Einleitung .....	1
2 Grundlagen .....	4
2.1 Moore .....	4
2.1.1 Definition .....	4
2.1.2 Torfentstehung .....	5
2.1.3 Kohlenstoffakkumulation und -freisetzung.....	5
2.1.4 Austausch der Spurengase CH <sub>4</sub> und N <sub>2</sub> O.....	6
2.1.5 Moorfunktionen.....	8
2.1.6 Weltweite Speicherung und Freisetzung von Treibhausgasen durch Moore .....	9
2.2 Moorrenaturierung .....	12
2.2.1 Definition .....	12
2.2.2 Vorgehen bei der Moorrenaturierung.....	12
2.3 Kohlenstoffdioxid-Kompensation .....	13
2.3.1 Prinzip der Kompensation .....	13
2.3.2 Verpflichtungsmarkt.....	14
2.3.3 Freiwilliger Emissionsmarkt .....	14
2.3.3.1 Internationaler freiwilliger Emissionsmarkt.....	15
2.3.3.2 Nationaler freiwilliger Emissionsmarkt .....	16
2.3.4 Qualität der Klimaschutzprojekte.....	17
2.3.4.1 Arten von Emissionszertifikaten .....	17
2.3.4.2 Generelle Qualitätskriterien .....	18
2.4 Moore und Klima .....	19
2.4.1 Moore als Instrument des Klimaschutzes.....	19
2.4.2 Emissionsfaktoren - Ermittlung der Klimawirksamkeit von Mooren .....	20
2.4.3 Moore in der Klimapolitik.....	21

3 Methodik .....	22
3.1 Literaturanalyse .....	22
3.2 Marktpreisanalyse .....	23
3.3 Modellrechnung .....	24
4 Bewertung der Wirtschaftlichkeit .....	26
4.1 Absatzmarkt .....	26
4.2 Wettbewerbsanalyse.....	28
4.2.1 Im Vergleich zu Klimaschutzprojekten.....	28
4.2.2 Im Vergleich zu anderen Wettbewerbsteilnehmern mit Moorrenaturierungsprojekten.....	30
4.2.2.1 Identifizierte Wettbewerbsteilnehmer .....	30
4.2.2.2 Identifizierte Wettbewerbsvorteile .....	31
4.3 Marktpreisanalyse .....	33
4.4 Vermeidungskosten.....	35
4.4.1 Generell .....	35
4.4.2 Betrachtung der Wirtschaftlichkeit anhand von Beispielen .....	36
4.4.2.1 Projektbeispiel in Weißrussland – BPR-Projekt .....	36
4.4.2.2 Projektbeispiele in Bayern – Musterberechnungen.....	37
4.4.3 Betrachtung der Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu Bioenergie-Linien .....	40
5 Bewertung der Durchführbarkeit .....	42
5.1 Verfügbarkeit von Flächen.....	42
5.2 Implementierung der Renaturierung .....	46
5.2.1 Projekt „Organische Böden“ .....	48
5.2.2 Standard-Methodik.....	48
5.3 Quantifizierung der Klimawirksamkeit von Mooren .....	49
5.3.1 BMBF-Verbundprojekt .....	49
5.3.2 GEST-Methodik.....	50
5.4 Zertifizierung.....	50
6 Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit für die Greensurance® Stiftung (i.Gr.).....	52
7 Literaturverzeichnis.....	55
Anhang 1: Allgemeine Informationen.....	69
Anhang 2: Daten der Marktpreisanalyse .....	80
Anhang 3: Daten zur Berechnung der Vermeidungskosten .....	87

# Abbildungsverzeichnis

---

<i>Abb. 1: Schematische Darstellung der Spurengasflüsse zwischen Atmosphäre und Mooren mit verschiedenen Wasserständen.....</i>	<i>7</i>
<i>Abb. 2: Anteil von Mooren an der Landesfläche .....</i>	<i>11</i>
<i>Abb. 3: Prozess der Kompensation durch das Prinzip der Vermeidung von Emissionen .....</i>	<i>13</i>
<i>Abb. 4: Prozess der Kompensation durch das Prinzip der Bindung von Emissionen in Senken .....</i>	<i>13</i>
<i>Abb. 5: Übersicht über die Verwendbarkeit der verschiedenen Zertifikate im Verpflichtungsmarkt und dem freiwilligen Emissionshandel.....</i>	<i>17</i>
<i>Abb. 6: Schematische Darstellung der Ermittlung der Emissionsreduktion durch Klimaschutzprojekte.....</i>	<i>21</i>
<i>Abb. 7: Übersicht über die Preise pro Tonne CO<sub>2</sub>e im deutschsprachigen, freiwilligen Emissionsmarkt .....</i>	<i>3434</i>
<i>Abb. 8: Vergleich der Preisspanne der Vermeidungskosten von Moorrenaturierungsprojekten im Vergleich zu den Vermeidungskosten von Energie aus Biomasse .....</i>	<i>41</i>
<i>Abb. 9: Moorflächen in Deutschland nach GÜK 200.....</i>	<i>43</i>
<i>Abb. 10: Darstellung der Verteilung von THG-Emissionen in Deutschland.....</i>	<i>444</i>
<i>Abb. 11: CO<sub>2</sub>-Emissionen aus deutschen Mooren bezogen auf die Gemeindefläche. ....</i>	<i>4646</i>
<i>Abb. 12: Historischer Marktwert der gehandelten Emissionszertifikate des internationalen, freiwilligen Emissionshandel seit vor-2002 bis 2011 .....</i>	<i>733</i>
<i>Abb. 13: Prinzip der Zusätzlichkeit.....</i>	<i>744</i>
<i>Abb. 14: Darstellung der gemessenen Emissionsfaktoren nach Moortypen und verschiedenen Nutzungskategorien.....</i>	<i>755</i>
<i>Abb. 15: Relative Bedeckung mit Torf nach Länder .....</i>	<i>766</i>

# Tabellenverzeichnis

---

<i>Tab. 1: Übersicht über Speicherung von Kohlenstoff, Flächenanteil der Moore und moorbedingte Emissionen im Vergleich auf globaler, europäischer und nationaler Ebene. ..</i>	<i>10</i>
<i>Tab. 2: Übersicht über die preisbestimmenden Variablen der Vermeidungskosten mit Berechnungsannahmen für die Kalkulierung der Vermeidungskosten .....</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 3: Übersicht der verwendeten Daten zur Kalkulierung der Vermeidungskosten für drei Hochmoore .....</i>	<i>39</i>
<i>Tab. 4: Darstellung der Ergebnisse der Kostenkalkulation für die Vermeidungskosten für drei Hochmoorrenaturierungen in Bayern .....</i>	<i>39</i>
<i>Tab. 5: Übersicht über die verschiedenen Funktionen bzw. Ökosystemdienstleistungen von Mooren für Mensch und Umwelt.....</i>	<i>69</i>
<i>Tab. 6: Wichtige Ziele und Maßnahmen der Moorrenaturierung in Mitteleuropa.....</i>	<i>71</i>
<i>Tab. 7: Vergleich der fünf aktiven Kompensationsanbieter von Moorrenaturierungsprojekten .....</i>	<i>777</i>
<i>Tab. 8: Vergleich der 25 Kompensationsanbieter auf dem freiwilligen Emissionshandel in Deutschland.....</i>	<i>80</i>
<i>Tab. 9: Vergleich der sieben Kompensationsanbieter auf dem international deutschsprachigen freiwilligen Emissionshandel. ....</i>	<i>85</i>
<i>Tab. 10: Ergebnisse der gesamten Kostenberechnung nach Laufzeiten für die drei bayerischen Hochmoore.....</i>	<i>877</i>
<i>Tab. 11: Berechnung des Emissionsreduzierungspotential pro Jahr. ....</i>	<i>888</i>
<i>Tab. 12: Ergebnisse der gesamten Emissionsreduzierung nach Laufzeit.....</i>	<i>88</i>

# Abkürzungsverzeichnis

---

AAU	Assigned Amount Units
BMBF	Bundesministerium für Forschung und Bildung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BPR	Belarus Peatland Rewetting
C	Kohlenstoff
CAR	Climate Action Reserve
CCBS	Climate, Communities and Biodiversity-Standard
CDM	Clean Development Mechanism
CER	Certified Emission Reductions
CH <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CO <sub>2</sub> e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
CSR	Corporate Social Responsibility
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
ENDS	Environmental Data Services
ER	Emission Reductions
ErP	Emissionsreduktionspotenzial
ERU	Emission Reduction Units
EU ETS	European Union Greenhouse Gas Emission Trading Scheme
GEST	Greenhouse Gas Emission Site Types
GWP	Global Warming Potential
HNE	Hochschule für nachhaltige Entwicklung, Eberswalde
HSWT	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
IEA	International Energy Agency
IMCG	International Mire Conservation Group
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JI	Joint Implementation
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KsP	Klimaschutzprojekt
Lfu	Bayerisches Landesamt für Umwelt

LK	Landkreis
LORCA	Long Term Rate of Carbon Accumulation
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry
MR	Moorrenaturierung
MrP	Moorrenaturierungsprojekt
N <sub>2</sub> O	Distickstoffoxid, Lachgas
NIR	National Inventory Report
ppm	parts per million
PRC	Peatland rewetting and conservation
ROB	Regierung von Oberbayern
StMUGV	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
UBA	Umweltbundesamt
UG	Unternehmergesellschaft
VCM	Voluntary Carbon Markt
VCS	Verified Carbon Standard
VER	Verified Emission Reductions
vzbv	Verbraucherzentrale Bundesverbandes e.V.
WDR	Wetland Drainage and Rewetting
WMO	World Meteorological Organization

# Zusammenfassung

---

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts nimmt die mittlere globale Lufttemperatur zu; ein weiterer Anstieg ist laut Weltklimarat zu erwarten. Eine Maßnahme, um dem Klimawandel und seinen weitreichenden Folgen zu begegnen, ist die CO<sub>2</sub>-Kompensation. Dabei werden freigesetzte THG-Emissionen durch Klimaschutzprojekte (KsP) ausgeglichen. Entwässerte Moore tragen jährlich mit 3 Gt CO<sub>2</sub> zur Erwärmung bei. Mittels Renaturierung von Mooren kann eine Klimaentlastung erzielt werden. Für die Greensurance®, Für Mensch und Umwelt UG, [haftungsbeschränkt] soll im Rahmen dieser Arbeit überprüft werden, ob die Moorrenaturierung als KsP auf dem freiwilligen Emissionsmarkt in Deutschland wirtschaftlich durchführbar ist.

Dazu dienten die Literaturrecherche zum internationalen und deutschen freiwilligen Emissionsmarkt sowie eine Marktpreisanalyse. Generell verspricht ein relativ großer, stark wachsender freiwilliger Emissionsmarkt sowie eine starke Nachfrage nach KsP aus Deutschland gute Absatzchancen für Emissionszertifikate aus Moorrenaturierungsprojekten (MrP). Anderen KsP gegenüber bieten MrP viele Wettbewerbsvorteile, z.B. in Form von zusätzlichem Nutzen, wie verbessertem Hochwasserschutz. Um sich gegen bestehende Wettbewerbsteilnehmer abzugrenzen, wurden für die Greensurance® mehrere Alleinstellungsmerkmale identifiziert. In der Marktpreisanalyse des deutschen freiwilligen Emissionsmarktes wurde von 25 Kompensationsanbietern die Preisinformation pro Emissionszertifikat ermittelt. Der Durchschnittswert pro Zertifikat beträgt 25,50 €. Die Absatzfähigkeit ist danach gegeben, wenn der Preis pro Emissionszertifikat aus MrP diesen Preis unterschreitet. Die Wirtschaftlichkeit muss für jedes Moor individuell bewertet werden. Hierbei sind die Laufzeit sowie die Umsetzungs- und Planungskosten entscheidende Kriterien. Eine eher untergeordnete Rolle spielt die Größe der Moore.

Bei der Überprüfung der Durchführbarkeit von MrP wurden Problematiken bezüglich der Quantifizierung der Emissionsreduktion sowie der Zertifizierung ermittelt. 2013 werden hierzu weitere Forschungsergebnisse erwartet. Flächen für MrP sind verfügbar, der Erwerb ist jedoch zeitaufwendig und mit hohem personellem Aufwand verbunden. Die Umsetzungsmaßnahmen der Renaturierung stellen aufgrund vorhandener Praxiserfahrungen keine große Problematik dar.

Für die Greensurance® wurden zwei Handlungsoptionen identifiziert, die zur Durchführung von MrP weiter untersucht werden müssen.

# Abstract

---

The global average air temperature increases since the middle of the last century. The world climate council IPCC states that a further warming of the climate system is very likely. Carbon offset is an action to mitigate climate change and its far-reaching consequences. It compensates GHG emissions through climate protection projects.

Annual emissions of 3 Gt CO<sub>2</sub> emitted by drained peatlands contribute to global warming. A reduction of GHG emissions can be achieved by rewetting drained peatlands. The aim of this Bachelor's Thesis is to evaluate the economic efficiency and the feasibility of carbon credits in the German voluntary carbon market (VCM) generated by rewetting peatlands for the Greensurance®, Für Mensch und Umwelt UG, [haftungsbeschränkt].

For this purpose a literature research of the international and German VCM and a market price analysis were carried out. In general, there are good marketing opportunities for carbon credits from peatland restoration projects due to the fast growing VCM market and a high demand for projects implemented in Germany. Peatland restoration projects have many competitive advantages on other types of climate protection projects, for example because of added value like enhanced flood protection. For the German VCM, 25 retailers were identified and an average price per carbon credit of 25.50 € was determined. Peatland restoration projects are therefore economically feasible if the price per credit is below this average market price. The economic efficiency has to be assessed individually for every single peatland. Duration of projects as well as planning and implementation costs are important decision criteria, while the size of the peatland area is rather secondary.

When investigating the feasibility, some problems with regard to the quantification of reduction of emissions and certification process have been identified. On the one hand there is a lack of an adequate data basis to quantify emission reductions from rewetting peatlands. On the other hand there is no possibility to certify a peatland restoration projects under an international standard, even if the VCS already includes the new category „Peatland rewetting and conservation“. Further research outcomes with regard to both problems are expected in 2013. In Germany, there are many drained peatlands available. However, the acquisition of peatlands is very time-consuming and associated with high personnel costs. The implementation of peatland restoration projects is not an issue because of practical experiences.

For the Greensurance®, two options for further actions and research have been identified.

# 1 Einleitung

---

Die Zusammensetzung der Atmosphäre ist für das Klima der Erde von entscheidender Bedeutung. Während die kurzwellige Strahlung der Sonne die Atmosphäre der Erde, bis auf die teilweise stattfindende Rückstrahlung an Wolken, ungehindert passieren kann, wird die abgestrahlte, langwellige Wärmestrahlung der Erde an Treibhausgasen (THG) wie Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O), Ozon und Wasserdampf absorbiert und gleichmäßig in alle Richtungen wieder abgestrahlt. Durch diesen als Treibhauseffekt bekannten *natürlichen* Prozess wird die mittlere globale Temperatur um 33 °C erhöht und ein „lebensfreundliche[s] Klima“ geschaffen (Rahmstorf & Schellenhuber 2007, S.31). (ebd. S.30ff)

Infolge von menschlichen Aktivitäten erhöht sich die Konzentration der THG und damit die reflektierte Wärmestrahlung (Rahmstorf & Schellenhuber 2007, S.31). Dies ist der sogenannte *anthropogene* Treibhauseffekt. Als Folge dessen ist die globale Erdoberflächentemperatur in 2011 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961-1990 um 0,40 °C (± 0,09 °C) angestiegen (WMO 2012, S.2). Der Klimawandel gilt wissenschaftlich als anerkannter Konsens. Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC) bestätigte in seinem vierten Sachstandsbericht: „Warming of the climate system is unequivocal“ (IPCC 2007, S.5). Der Befund des IPCC lautet, dass die Erhöhung der mittleren globalen Temperatur *sehr wahrscheinlich* auf den Anstieg der THG-Konzentration durch den Menschen zurückzuführen ist (ebd. S.10).

Als wichtigstes anthropogenes THG gilt CO<sub>2</sub>. Es entsteht bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern (Erdöl, Erdgas und Kohle), als Folge von Heizaktivitäten, Mobilität und der Produktion von Gütern sowie durch Landnutzungsänderungen (IPCC 2007, S.2). Die globale atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration ist von einem vorindustriellen Wert von 280 ppm bis zum Jahr 2005 auf 379 ppm (ebd.) und bis 2011 auf 391 ppm (Tans 2012a) angestiegen. Die aktuelle CO<sub>2</sub>-Konzentration aus dem Jahre 2011 liegt damit deutlich über dem Maximum von 300 ppm der natürlichen Bandbreite der letzten 650.000 Jahre (IPCC 2007, S.2). Mit einer jährlichen Wachstumsrate des letzten Jahrzehnts von durchschnittlich 2,0 ppm<sup>1</sup> setzt sich der Anstieg weiter fort. Ausgehend davon ist eine weitere Erwärmung der Erde zu erwarten. Die globalen Folgen der anthropogenen Klimaerwärmung sind beispielsweise die Erwärmung der Ozeane und ein damit verbundener Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels, das

---

<sup>1</sup> Durchschnitt der Jahre 2002-2011; eigene Berechnungen; Datengrundlage: Tans 2012b.

Abschmelzen der Gebirgsgletscher, der Eisschilde in Grönland und der Antarktis, eine Zunahme von Wetterextremen und Auswirkungen auf die Ökosysteme der Erde (IPCC 2007, S.5ff; Rahmstorf & Schellenhuber 2007, S.54ff).

Um dem Klimawandel und den damit verbundenen Auswirkungen zu begegnen, wurde im Jahr 1997 mit dem *Kyoto-Protokoll* ein bedeutsamer Meilenstein in Richtung einer internationalen, zukunftsfähigen Klimapolitik gelegt. Das Kyoto-Protokoll schreibt für 39 Industriestaaten eine Emissionsreduktion für die sechs wichtigsten THG, darunter CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O, verbindlich vor und trat 2005 in Kraft. Die EU hat sich beispielsweise dazu verpflichtet, bis 2020 mind. 20 %<sup>2</sup> weniger THG zu emittieren. (DHSt 2010a; 2010b, S.6)

Um die vereinbarten Emissionsreduktionsziele zu erreichen, wurden drei flexible Mechanismen vereinbart: Der (*verpflichtende*) *Emissionshandel*, der *Joint Implementation* (JI) Mechanismus und der *Clean Development Mechanismus* (CDM). Der Grundgedanke des Emissionshandels ist, dass pro Land eine bestimmte Menge an Emissionszertifikaten zunächst weitgehend kostenlos ausgegeben wird. Diese Zertifikate berechtigen zum Ausstoß einer bestimmten Menge an THG-Emissionen und dürfen auf dem Verpflichtungsmarkt unter den Ländern gehandelt werden. Zudem besteht die Möglichkeit über CDM und JI zusätzliche Emissionsberechtigungen zu erwerben. Im Gegenzug wird bei diesen beiden Mechanismen die entsprechende Menge an THG durch Klimaschutzprojekte an anderer Stelle eingespart. Dieser Vorgang wird *Kompensation* genannt. Durch diese Instrumente der Klimapolitik erhält die Tonne CO<sub>2</sub> einen monetären Wert. (DEHSt 2012a; 2010c)

Neben dem Verpflichtungsmarkt hat sich ein *freiwilliger* Emissionsmarkt entwickelt. Dieser bietet für Unternehmen und Privatverbraucher, die unabhängig von bestehenden Gesetzen ihre THG-Emission reduzieren wollen, Emissionszertifikate an. Dabei werden unvermeidbare Emissionen ebenfalls wie beim Verpflichtungsmarkt über Klimaschutzprojekte (KsP) kompensiert. (DEHSt 2008, S.5ff)

Als ein Instrument zum Klimaschutz und u.a. zur Kompensation von THG hat das Interesse an Mooren in den letzten Jahren stark zugenommen (siehe Joosten et al. 2012; Drösler et al. 2011; Tanneberger & Wichtemann 2011; Schäfer 2009; Trepel 2007 u.a.). Intakte Moore speichern als einziges Ökosystem „*kontinuierlich und dauerhaft* Kohlenstoff in signifikanten Mengen“ (Bergmann & Drösler 2009). Dadurch wirken sich Moorkörper im natürlichen Zustand kühlend auf das Klima der Erde aus. Trotz ihrer geringen flächenmäßigen Verteilung

---

<sup>2</sup> Im Vergleich zum Referenzjahr 1990.

auf 3 % der Landoberfläche enthalten sie 550 Gt C (Joosten 2008a, S.101). Daher bezeichnet Joosten (2008a, S.99) Moore, nach den Ozeanen, als wichtigste CO<sub>2</sub>-Senke der Erde.

Wird ein Moor entwässert, kommt es zur Freisetzung von CO<sub>2</sub> (Drösler 2009, S.64). In Deutschland sind 99 % der Moore entwässert und dadurch als CO<sub>2</sub>-Quellen klimarelevant (Couwenberg & Joosten 2001, S.411). Mit jährlich 32 Mt CO<sub>2</sub> ist Deutschland europaweit<sup>3</sup> der zweitgrößte Emittent von moorbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen (Joosten 2009, S.8). Weltweit emittieren gedränte Moore jährlich 3 Gt CO<sub>2</sub> (Joosten 2008b, S.111). Das entspricht mehr als der dreifachen Menge der gesamten deutschen THG-Emissionen<sup>4</sup> (953 Mt CO<sub>2</sub>e) in 2010 (UBA 2012, S.58).

Durch die *Moorrenaturierung (MR)* in Form einer Wiedervernässung wird die Mineralisation des Torfes und die damit verbundene Freisetzung von C in Form von CO<sub>2</sub> unterbunden (Drösler 2009, S.64). Durch die Renaturierung kann ein Moor als Quelle von CO<sub>2</sub> wieder zu einer Senke für C umgewandelt werden (Strack 2008, S.11f). Zusätzlich ergeben sich bei einer Renaturierung von degradierten Mooren Synergien für die Umwelt, u.a. in Form von Hochwasserschutz und Förderung der Biodiversität (Timmermann et al. 2009, S.64).

Die *Greensurance®, Für Mensch und Umwelt UG*, [haftungsbeschränkt] nachfolgend *Greensurance®* genannt, möchte als *grüne* Versicherung auf freiwilliger Basis einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Aus diesem Gedanken heraus befindet sich die *Greensurance® Stiftung gGmbH* in Gründung, welche aus den Einnahmen der *Greensurance®* mitfinanziert wird. Die Aufgabe der Stiftung ist zum Einen die Umweltbildung. Zum Anderen soll die Kompensation von THG-Emissionen über KsP im freiwilligen Emissionsmarkt möglich gemacht werden. Nach dem Gedanken *Klimaschutz durch Moorschutz* soll die Kompensation durch Projekte der MR in Deutschland erfolgen.

Die Forschungsfrage, die mit dieser Arbeit beantwortet werden soll: *Ist die Moorrenaturierung als Klimaschutzprojekt im freiwilligen Emissionshandel in Deutschland für die Greensurance® Stiftung realisierbar, d.h. wirtschaftlich und durchführbar?*

Für die Wirtschaftlichkeit sollen dazu die Elemente Absatzmarkt, Wettbewerbsteilnehmer, Marktpreis von Emissionszertifikaten und die Vermeidungskosten am deutschen freiwilligen Emissionshandel untersucht werden. Die Faktoren Standortverfügbarkeit, Umsetzbarkeit der Renaturierung, Emissionsberechnung und Zertifizierung werden für die Durchführbarkeit betrachtet. Abschließend sollen die Erkenntnisse auf die *Greensurance®* bezogen werden.

---

<sup>3</sup> Der EU-27-Staaten, nach Finnland.

<sup>4</sup> Gesamt-Emissionen mit LULUF (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft).

## 2 Grundlagen

---

Einführend in die Arbeit soll ein Überblick über die Themen Moore, Moorrenaturierung und CO<sub>2</sub>-Kompensation sowie über die Beziehung zwischen Mooren und dem Klima gegeben werden.

### 2.1 Moore

#### 2.1.1 Definition

Je nach Wissenschaftsdisziplin werden *Moore* unterschiedlich definiert (Succow 2001, S.2; Sliva et al. 1999, S.67). Die Anzahl der Definitionen ist dadurch groß und uneinheitlich. Auch im internationalen Gebrauch hat sich bis jetzt kein Konsens zum Terminus Moor gebildet (Joosten & Clarke 2002, S.24).

Beispielsweise werden im Englischen die Begriffe „peatland“ und „mire“ unterschieden. Diese Differenzierung wird im Deutschen kaum praktiziert. Als *Torflandschaft* (engl. *peatland*) wird nach Joosten & Clarke (2002, S.24) eine Fläche mit oder ohne Vegetation einer natürlichen, oberflächennahen Schicht aus totem, organischem Material (*Torf*) bezeichnet (Succow 2001, S.2). Ein *wachsendes Moor* (engl. *mire*) ist eine Torflandschaft, die aktuell Torf produziert (Joosten & Clark 2002, S.24; Succow 2001, S.2).

In dieser Arbeit lehnt sich die Definition an die Begriffsbestimmung der *International Mire Conservation Group* (IMCG) an. *Moore* werden in dieser Arbeit als eine Fläche definiert, die eine natürliche, oberflächennahe Schicht von mindestens 30 cm totem, organischem Material (*Torf*) besitzt (Joosten 2009, S.4). Die aktuelle Torfproduktion kann, muss aber nicht erfolgen. Eine Differenzierung wie sie im Englischen (und auch bei der IMCG) üblich ist, wird in dieser Arbeit nicht vorgenommen.

In West- und Mitteleuropa werden Moore gemäß ihrem Wasserhaushalt in zwei Haupttypen eingeteilt: Wenn die Wasserzufuhr im Moor durch Oberflächen- oder Grundwasser gespeist wird, entsteht ein meist nährstoffreiches *Niedermoor* (engl. *fen*). Erfolgt die Wasseraufnahme ausschließlich über Niederschläge, entwickelt sich ein nährstoffarmes Regen- bzw. *Hochmoor* (engl. *bog*). (Trepel 2008, S. 62; Dierßen & Dierßen 2008, S.8)

Torf ist die Substanz, durch die ein Moor definiert wird. Daher wird im nächsten Abschnitt auf die Entstehung des Torfes eingegangen.

## 2.1.2 Torfentstehung

*Torf* ist nach Succow (1988, S.15f) als eine „aus abgestorbener Moorvegetation aufgewachsene Ablagerung [...]“ mit einem organischen Anteil von > 30 % beschrieben. Diese Definition wird ebenfalls von der IMCG verwendet (siehe Joosten 2009, S.4).

Die *gehemmte Zersetzung*, die zur Torfakkumulation führt (Koppisch 2001, S.12), ist primär vom Wasserstand im Moor abhängig (Joosten 2008b, S.10). Nur wenn sich der mittlere Wasserstand im Moor langfristig im Bereich „nahe an, in oder über der Oberfläche“ (Koppisch 2001, S.17) befindet, kann Torf entstehen.

Durch die *dauerhafte Wassersättigung* in großen Teilen des Torfprofils entstehen anaerobe Bedingungen (Koppisch 2001, S.13). Die Oxidation des organischen Materials wird durch den Mangel an Sauerstoff gebremst (Timmermann et al. 2009, S.55). Niedrigere Temperaturen verlangsamen zusätzlich chemische, physikalische und biologische Prozesse sowie die Aktivitäten von Bodenorganismen (ebd.). Die Akkumulation von unvollständig zersetzten Pflanzenresten (Torf) ist die Folge (ebd.). Die *Torfbildungsrate* ist aufgrund der langsamen Zersetzung des organischen Materials sehr gering und liegt bei ca. 0,5 – 1 mm pro Jahr (Parish et al. 2008, S.11).

Durch den Prozess der Torfakkumulation wird im Moor C langfristig gespeichert. Moore sind daher als CO<sub>2</sub>-Senken klimarelevant. Im nächsten Abschnitt wird auf die Speicherung von C eingegangen.

## 2.1.3 Kohlenstoffakkumulation und -freisetzung

Die *Bindung* des C ist an die *Entstehung* des Torfs gebunden; ebenso wie die *Freisetzung* des C (und damit die Freisetzung von CO<sub>2</sub>) an die Mineralisation, d.h. den *Abbau* von Torf, geknüpft ist. (Drösler 2009, S.64; Dierßen & Dierßen 2008, S.60 & 144)

Aus der Luft nimmt die Vegetation der Moore (hauptsächlich Torfmoose) CO<sub>2</sub> auf. Durch den Prozess der Photosynthese wird das CO<sub>2</sub> in organischen Kohlenstoffverbindungen der pflanzlichen Biomasse gespeichert. In Mooren nimmt diese *kurzfristige* Speicherung des C 1,5 % ein (Byrne et al. 2004, S.9). Die restlichen 98,5 % des im Moor gespeicherten C sind *langfristig* im Torf fixiert (ebd.). Mit dem Absterben der Pflanzen und der Torfentstehung im wassergesättigten Torfhorizont wird der C im Moor gespeichert. Dieser Prozess ist für das globale Klima von großer Bedeutung. Jedoch ist die Kohlenstoffakkumulationsrate,

entsprechend der Torfbildungsrate sehr gering. (Byrne et al. 2004, S.11; Dierßen & Dierßen 2008, S.54ff)

In entwässerten Mooren ist der Moorwasserstand herabgesenkt. Bereits durch eine geringe Absenkung wird das Wachstum der Moore unterbunden (Eigner 2003, S.25) und es tritt an dessen Stelle der Prozess der Torfmineralisation. Ein größerer Teil des Torfprofils im Vergleich zu natürlichen Mooren weist aerobe Bedingungen auf und die Abbauprozesse im Torf werden beschleunigt (Drösler 2009, S.64). Mit der Mineralisation des Torfs werden große Mengen des gespeicherten C freigesetzt (ebd.). Bis zu mittleren Moorwasserständen von 60 – 80 cm nehmen die CO<sub>2</sub>-Emissionen kontinuierlich zu (vgl. Abb.1) (Drösler et al. 2011, S.9). Bei weiter abgesenkten mittleren Wasserständen erhöhen sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht mehr bedeutend (ebd.).

Durch eine Moorrenaturierung können die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Torfmineralisation effektiv reduziert werden. Die Funktion als CO<sub>2</sub>-Senke stellt sich jedoch erst wieder nach einigen Jahren bis Jahrzehnten mit dem erneuten Ansiedeln einer torfbildenden Vegetationsdecke ein (Drösler et al. 2008, S.251f). Dieser Umstand ist in Abb. 1 mit einem Pfeil in beide Richtungen symbolisiert. (Drösler et al. 2011, S.9)

#### 2.1.4 Austausch der Spurengase CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O

Für die *Klimarelevanz der Moore* sind zusätzlich zur C-Bilanz die Flüsse der THG CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O aufgrund der *höheren Klimawirksamkeit*<sup>5</sup> von großer Bedeutung (Drösler 2009 S.60). Die wesentliche Einflussgröße hinsichtlich der Spurengasflüsse ist die Höhe des Moorwasserstandes im Jahresmittel (Drösler 2009, S.63; Koppisch 2001, S.31). Im Folgenden wird ein Überblick über die Flüsse der klimarelevanten Spurengase in Mooren gegeben.

Durch Abbauprozesse von methanogenen Bakterien im wassergesättigten Torfprofil entsteht als Endprodukt des Zersetzungsprozesses in natürlichen und in wiedervernässten Mooren CH<sub>4</sub> (vgl. Abb. 1) (Drösler 2009, S.64; Dierßen & Dierßen 2008, S.60). Die CH<sub>4</sub>-Freisetzung wird bestimmt durch die Produktion und den Verbrauch im Torfprofil (Sirin & Laine 2008, S.124). Bei Überstau werden *extrem große Mengen* von CH<sub>4</sub> emittiert (Drösler 2009, S.64). Bei tieferen Wasserständen wird das CH<sub>4</sub> während der Durchquerung der aeroben Torfschicht zu CO<sub>2</sub> aufoxidiert (ebd. S.66). Mit einem Überstau fällt dieser Prozess weg. Die positiven Effekte einer Renaturierung hinsichtlich des Klimaschutzes (d.h. die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-

---

<sup>5</sup> CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O haben auf 100 Jahre bezogen ein GWP von 21 bzw. 310 (IPCC 1996, S.22), d.h. ein kg CH<sub>4</sub> hat die gleiche Klimawirkung wie 21 kg CO<sub>2</sub>.

Emissionen) können durch die Ausgasung von  $\text{CH}_4$  aufgehoben werden (Drösler 2009, S.66). Bei Niedermoorflächen ist die Höhe der  $\text{CH}_4$ -Emissionen aufgrund des nährstoffreicheren Ausgangsmaterials höher als bei Hochmooren (Drösler et al. 2011, S.10.). In dränierten Mooren nimmt dagegen die  $\text{CH}_4$ -Freisetzung mit der Entwässerungstiefe ab (Dierßen & Dierßen 2008, S.146), denn bei der Durchquerung der (vergrößerten) aeroben Zone wird das  $\text{CH}_4$  zu  $\text{CO}_2$  oxidiert (Trepel 2008, S.63). Die Aufnahme von  $\text{CH}_4$  ist auf sehr stark degradierte Moore beschränkt (Drösler 2009, S.64).

Aus den oben erläuterten Gründen ist ein permanenter Überstau aus Sicht des Klimaschutzes zu vermeiden (Drösler 2009, S.64ff). Der optimale Bereich für die Reduzierung der  $\text{CO}_2$ -Emissionen bei gleichzeitig relativ geringem Anstieg von  $\text{CH}_4$ -Emissionen liegt bei einem mittleren Moorwasserstand von 5 bis 10 cm unter der Oberflächenkante (ebd.).

Nach Drösler (2005, S.102) gehen die  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen in naturnahen und renaturierten Mooren gegen null. Geringe Emissionen werden auf entwässerten Mooren gemessen (ebd.), da in diesem Fall günstige Bedingungen für die Denitrifikation<sup>6</sup> herrschen (Drösler 2009, S.64). Die größten  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen treten in Niedermooeren mit stark schwankenden Wasserständen und einem mittleren Wasserstand von 50 cm unter Flur auf (vgl. Abb. 1) (Drösler et al. 2011, S.9).

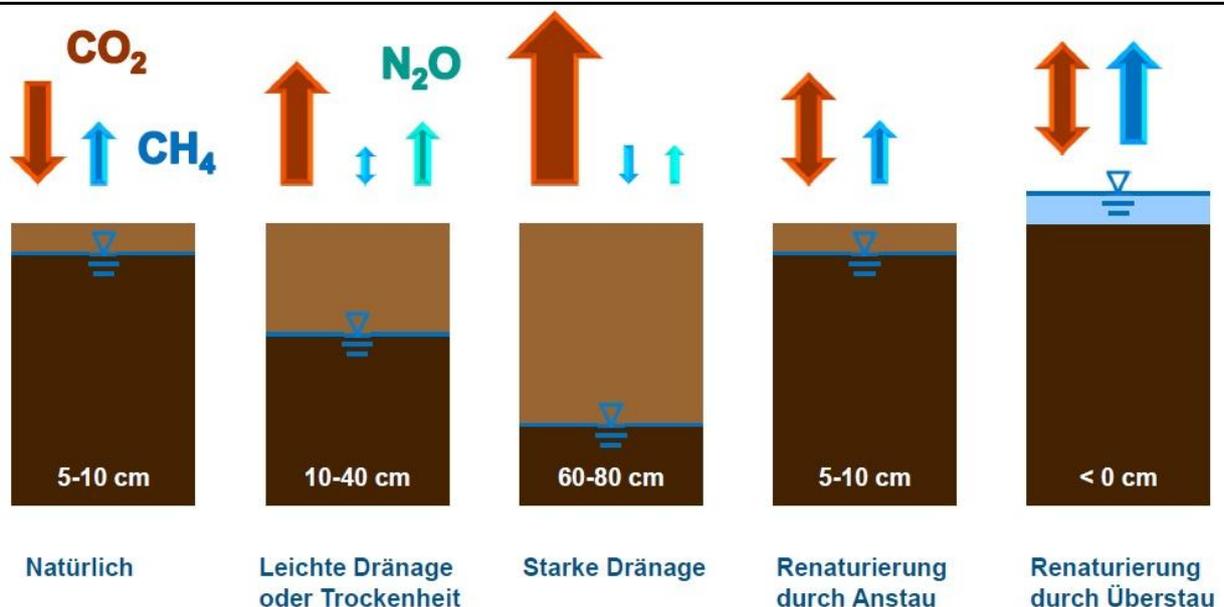


Abb. 1: Schematische Darstellung der Spurengasflüsse  $\text{CO}_2$  (rote Pfeile),  $\text{CH}_4$  (blaue Pfeile) und  $\text{N}_2\text{O}$  (grüne Pfeile) zwischen Atmosphäre und Mooren mit verschiedenen Wasserständen. Die Größen der Pfeile verdeutlichen die Relationen, entsprechen jedoch keinen exakten Flussraten. (Drösler et al. 2008 übernommen aus Bechtold et al. 2011, S.8)

<sup>6</sup> Bildung von  $\text{N}_2\text{O}$  unter anoxischen Bedingungen durch den Abbau von organischem Material mit Nitrat (Dierßen & Dierßen 2008, S.60).

## 2.1.5 Moorfunktionen

Als Ökosystem erbringen Moore eine Reihe von wertvollen Leistungen für Mensch und Umwelt. Joosten und Clarke (2002, S.50) teilen diese in *Produktions-, Träger-, Regulations-, Informations-, Transformations- und Optionsfunktionen* ein. Eine detaillierte Zusammenfassung dieser Funktionen ist in Tab. 5 im Anhang 1 zu finden.

Für diese Arbeit ist die Funktion der *Regulierung zur langfristigen C-Bindung und -festlegung* von besonderer Bedeutung und wurde daher im Gliederungspunkt 2.1.3 bereits detailliert dargestellt. Es soll darauf hingewiesen werden, dass der Schutz von intakten Mooren sowie die MR weitere positive Auswirkungen hervorrufen. Dieser Umstand muss bei der Betrachtung von Mooren als Instrument des Klimaschutzes mit berücksichtigt werden. Im Folgenden sollen einige wichtige Funktionen von Mooren erläutert werden.

Von besonderer Bedeutung sind intakte Moore für den *Hochwasserschutz* und als *Trinkwasserspeicher* (Parish et al. 2008, S.3). Insgesamt enthalten Moore 10 % der Süßwasserreserven der Erde (Ball 2000 zit. in Joosten 2008b, S.9). Die typische Moorvegetation der mitteleuropäischen Moore, die Torfmoose (lat. *Sphagnum*), können ein Vielfaches ihres Eigengewichts an Wasser aufnehmen (z. B. *Sphagnum magellanicum* bis zum 24,5fachen seines Trockengewichts) (Dierßen & Dierßen 2008, S.9 & 74; Parish et al. 2008, S.10). Wegen dieser Eigenschaft bestehen Moore zu 90 % aus Wasser (Parish et al. 2008, S.3). Zudem besitzen sie eine „oszillierende“ Mooroberfläche, d.h. eine vom Wasserstand abhängige Auf- und Abbewegung der Mooroberfläche (Schopp-Guth & Guth 2003, S.11; Koppisch 2001, S.43). Indem die Torfmoose das Niederschlags- bzw. Grund- und Oberflächenwasser bei Überschuss aufnehmen, vergleichbar wie ein Schwamm, und verzögert wieder in die Umgebung abgeben, glätten Moore Abflussspitzen und fördern eine ausgeglichene Wasserführung der umliegenden Gewässer (Schopp-Guth & Guth 2003, S.11f). Bei Dürren fungieren Moore als Wasserreservoirs (ebd.).

Eine weitere wichtige Funktion für die Umwelt ist die Förderung der *Biodiversität*. Moortypische Arten sind an die spezifischen Bedingungen der Moore angepasst (Azidität, Nährstoffarmut – in Regenmooren – und permanente Wassersättigung) (Minayeva 2008, S.63). Mit der Entwässerung der Moore werden die einzigen Lebensräume vieler Tier- und Pflanzenarten zerstört. Dabei handelt es sich z.B. in Hochmooren v.a. um Arten, die standörtlich bedingt, heute als „Eiszeitrelikte“ gelten. Dies sind Arten, die postglazial in Mitteleuropa nur noch an den Standorten, die von den heute ubiquitären, konkurrenzstarken Arten nicht erreicht werden, überdauern konnten (z. B. Zwergbirke, Hochmoorgelbling)

(Siuda 2012, pers. Komm.). Zu den gefährdeten Pflanzenarten zählen bereits einige Torfmoose und Blütenpflanzen wie das Scheidige Wollgras. Vor allem für wirbellose Tierarten wie Schmetterlinge (Bsp. der Moosbeerenbläuling), Käfer- (z. B. *Carabus mentriesii* – ein Hochmoor-Laufkäfer) und Libellenarten (z. B. die Hochmoor-Mosaikjungfer) bieten Moore ein Refugium (ebd.). (Schopp-Guth & Guth 2003, S.13f)

Weitere Funktionen von Mooren sind die *Regulierung des Mikroklimas* aufgrund der vergleichmäßigen Wirkung des Wasserkörpers im Torf, das Bereitstellen von Torfsubstrat als *Archiv vergangener Epochen* und – neuerdings – die Nutzung als nasse landwirtschaftliche Flächen, genannt *Paludikulturen*<sup>7</sup>. Die *trockene landwirtschaftliche Nutzung* (als Wirtschaftsgrünland und Acker) sowie die *Entnahme von Torf* sind ebenfalls Produktionsfunktionen von Mooren. Jedoch lassen sich diese Formen der Nutzung nicht mit nachhaltigen Aspekten vereinen (vgl. Tab. 5 im Anhang 1). (Timmermann et al. 2009, S.63)

## 2.1.6 Weltweite Speicherung und Freisetzung von Treibhausgasen durch Moore

Moore<sup>8</sup> nehmen auf der Erde 400 Mio ha und damit 3 % der terrestrischen Fläche ein (Joosten 2008b, S.8). Darin gespeichert ist eine Menge von 550 Gt C (Joosten 2008a, S.101). Diese ist äquivalent zu 30 % des Bodenkohlenstoffs und 75 % des atmosphärischen C bzw. des gesamten in Biomasse gebundenen C (ebd. S.102). Moore sind daher in Bezug auf ihre Größe die effektivsten C-Senken aller terrestrischen Ökosysteme und nach dem Ozean die wichtigste Langzeit C-Senke der Erde (ebd. S.99).

16 % der weltweiten Moorflächen (65 Mio ha) sind hauptsächlich aufgrund von Landwirtschaft (50 %), Forstwirtschaft (30 %) und Torfentnahme (10 %) degradiert (Joosten 2008a, S.111; Joosten & Clarke 2002, S.32f). Diese 0,5 % der globalen Landfläche sind für jährliche Emissionen von 3 Gt CO<sub>2</sub> verantwortlich (Joosten 2008a, S.111). Diese Menge entspricht mehr als 10 % der globalen anthropogenen CO<sub>2</sub> Emissionen im Jahre 1990 (Joosten 2008a, S.111). Im Vergleich betragen die THG-Reduktionsziele<sup>9</sup> im Zuge des Kyoto-Protokoll 5,2 % zwischen 2008-2012 (DHSSt 2010b, S.6).

Der prozentuale Anteil der Moorflächen an der Landesfläche ist in Abb. 2 global dargestellt. Gebiete mit einem sehr hohen Anteil von Mooren an der Landesfläche sind Nordamerika,

---

<sup>7</sup> Nachhaltige Produktion von Biomasse auf wiedervernässten Mooren, z.B. Anbau von Torfmoosen und Halmbiomasse (Timmermann et al. 2009, S.81).

<sup>8</sup> Mit einer Torfmächtigkeit von mind. 30 cm.

<sup>9</sup> Im Vgl. zum Referenzjahr 1990.

Nord- und Osteuropa und Südostasien. Allein in den organischen Böden der EU-25 Staaten sind 17,2 Gt C gespeichert; in den Mooren des gesamten europäischen Raums sogar 41,8 Gt C (Byrne et al. 2004, S.9). Durch Entwässerung und Torfentnahme weist Europa einen Verlust von 52 % der ursprünglichen Moorflächen auf (Joosten & Clarke 2002, S.32). Diese führt zu Emissionen von 174 Mt CO<sub>2</sub> (EU-27) (Joosten 2009, S.2). Weltweit gilt Europa nach Indonesien<sup>10</sup> (500 Mt CO<sub>2</sub>) als zweitwichtigste Quelle für moorbedingte Emissionen (ebd.). Eine Übersicht über die gespeicherten Mengen an C, den Flächenanteil der Moore und die jährlichen CO<sub>2</sub> Emissionen gibt Tab. 1 wieder.

**Tab. 1: Übersicht über Speicherung von Kohlenstoff (C), Flächenanteil der Moore (in %) und moorbedingte Emissionen (in t) im Vergleich auf globaler, europäischer und nationaler Ebene.**

	<b>Speicherung von C</b>	<b>Flächenanteil von Mooren</b>	<b>CO<sub>2</sub> Emissionen/a</b>
<b>Global</b>	<b>550 Gt</b>	<b>3,00 % Anteil an globalen Flächen</b>	<b>2 – 3 Gt</b>
Quellen	Joosten 2008a, S.101	Joosten 2008b, S.12	Joosten 2009, S.10 Joosten 2008a, S.111
<b>Europa</b>	<b>17,2 Gt (EU-25); 41,8 Gt</b>	<b>5,00 – 6,00 % Anteil an europäischen Flächen</b>	<b>174 Mt (EU-27)</b>
Quellen	Byrne et al. 2004, S.9f	Drösler et al. 2008, S.243	Joosten 2009, S.2
<b>Deutschland</b>	<b>422 Mt</b>	<b>3,96 – 5,10 % Anteil an deutschen Flächen</b>	<b>32,00 – 45,70 Mt</b>
Quellen	Byrne et al. 2004, S.10	Drösler et al. 2011, S.2; Schopp-Guth & Guth 2003, S.10	Drösler et al. 2011, S.3; Joosten 2009, S.8

<sup>10</sup> THG-Emissionen aus Torfbränden & Torfentnahme sind in der Kalkulation nicht mit eingeschlossen. Laut Hoojier et al. (2010, S.1510) verursachen Torfbrände in Südostasien jährlich zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionen von 632 Mt.

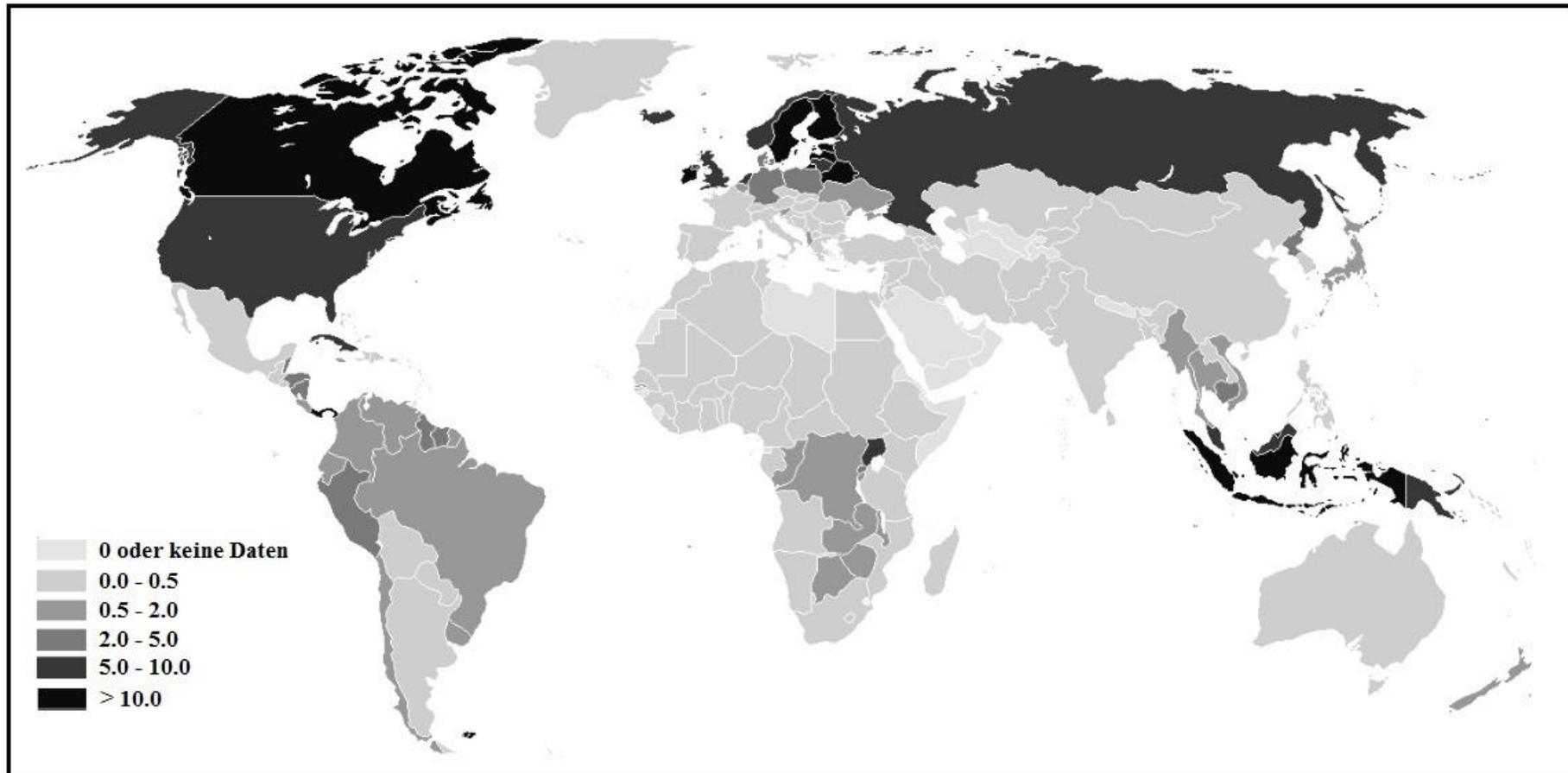


Abb. 2: Anteil von Mooren an der Landesfläche (in %). (verändert nach Van Engelen & Huting 2002 übernommen aus Joosten 2008b, S.12)

## 2.2 Moorrenaturierung

### 2.2.1 Definition

Es herrscht ein allgemeiner Konsens über die grundlegenden Ziele von Moorrenaturierungen (MR) (Schrautzer 2004 zit. in Timmermann et al. 2009, S.62). Das Ziel ist „die Wiederherstellung bestimmter Moorfunktionen“ (Timmermann et al. 2009, S.62) bzw. „die Schaffung von Bedingungen für ein erneutes Torfwachstum“ (Succow 1988, S.281). Beide Zielesetzungen sind miteinander vereinbar, da ein *Torfwachstum die Grundbedingung* für die *Wiederherstellung der Moorfunktionen* ist. Weiter anerkannte Unterziele nach Timmermann et al. (2009, S.64f) werden in Tab. 6 im Anhang 1 dargestellt.

Die Benennung der Wiedervernässungsmaßnahmen ist jedoch von Autor zu Autor verschieden. Der gängigste Begriff hierfür ist die *Moorrenaturierung* (siehe Siuda & Thiele 2010; Eigner 2003; Pfadenhauer 1999 u.a.). Zusätzlich sind Bezeichnungen wie Moorregeneration, -revitalisierung (Eigner 2003, S.23) und -restauration sowie -restitution (Timmermann et al. 2009, S.55; Dierßen & Dierßen 2008, S.174ff) geläufig.

MR soll in dieser Arbeit als Umsetzung von geeigneten (Wiedervernässungs-) Maßnahmen verstanden werden, deren Zweck die Schaffung von Bedingungen für ein erneutes Torfwachstum durch Verbesserung des Wasserhaushaltes ist (siehe Siuda 2002, S.5; Succow 1988, S.281).

### 2.2.2 Vorgehen bei der Moorrenaturierung

Der Schritt, welcher der Wiedervernässung vorausgeht, ist die umfassende Untersuchung der abiotischen und biotischen Gegebenheiten (Siuda & Thiele 2010, S.6). Auf die Ergebnisse der Analyse aufbauend werden die Ziele der MR und ein Renaturierungsplan – angepasst an das jeweilige Moor – festgelegt (ebd.). Um den Wasserstand anzuheben und ein erneutes Torfwachstum zu ermöglichen, ist die *Wiedervernässung des Moores* die wichtigste Maßnahme (Eigner 2003, S.27; Siuda 2002, S.5; Timmermann et al. 2009 S.67). In der Praxis werden dazu die Entwässerungsgräben in gewissen Abständen mit Dämmen durchzogen, die den Wasserabfluss verhindern (Siuda & Thiele 2010, S.7). Nach der Umsetzung ist ein Monitoring zur Erfolgskontrolle essentiell und sollte zu Beginn in kurzen und später in längeren Zeitabständen erfolgen (Siuda 2002, S.47).

## 2.3 Kohlenstoffdioxid-Kompensation

### 2.3.1 Prinzip der Kompensation

Bei der *Kompensation* (engl. *Carbon Offsetting*) werden Emissionen, die durch eine bestimmte Tätigkeit direkt oder indirekt produziert werden, an einer anderen Stelle durch Klimaschutzprojekte (KsP) in der gleichen Größenordnung ausgeglichen. (DEHSt 2008 S.5ff)

Zwei Kompensationsformen sind zu unterscheiden: Einmal kann die Reduktion der Emissionen über die *Vermeidung der Emissionen* erfolgen. KsP dieser Kompensationsform bewegen sich meist im Bereich der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz (Bsp. Bau von Windparks) (vgl. Abb. 3) (DEHSt 2008, S.5). Der CO<sub>2</sub>-Ausgleich kann ebenfalls in Form sogenannter *Senken-Projekte* erfolgen. KsP dieser Art verringern die THG-Konzentration der Atmosphäre um den entsprechenden Betrag, indem sie die Emissionen in CO<sub>2</sub>-Senken (Bsp. Wälder) binden (vgl. Abb. 4). (ebd. S.9)

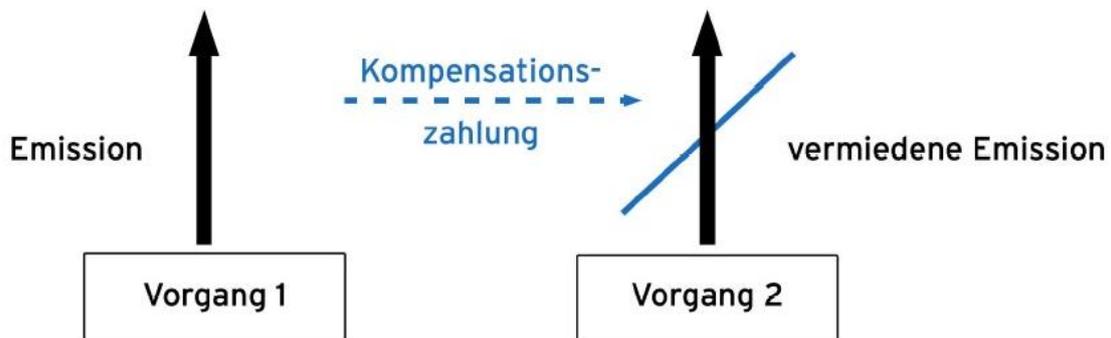


Abb. 3: Prozess der Kompensation durch das Prinzip der Vermeidung von Emissionen. ( DEHSt 2008, S.5)

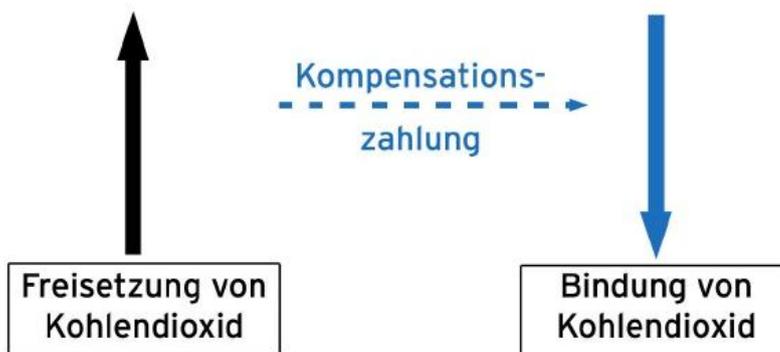


Abb. 4: Prozess der Kompensation durch das Prinzip der Bindung von Emissionen in Senken.  
(DEHSt 2008, S.9)

### 2.3.2 Verpflichtungsmarkt

Der *verpflichtende Emissionshandel* ist ein Instrument, um die im Kyoto-Protokoll vereinbarten Verpflichtungen der 39 Industriestaaten zur Emissionsreduktion der sechs wichtigsten THG (darunter CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) zu erreichen. Mit dem Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls 2005 wurde der Emissionshandel auf staatlicher Ebene eingeführt. Die Grundlage des Emissionshandels bildet ein flexibles System von „Cap and Trade“. Jedem Industrieland wird kostenlos eine bestimmte Menge an Emissionszertifikaten (mit einer Obergrenze, engl. *cap*) in Form von sogenannten Assigned Amount Units (AAU) zugewiesen. Pro Zertifikat sind die Staaten dazu berechtigt, eine Tonne CO<sub>2</sub> bzw. Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (CO<sub>2</sub>e) zu emittieren (DEHSt 2012b). Kommt es zu einer Zielverfehlung, d.h. werden mehr Emissionen ausgestoßen als *Emissionsberechtigungen* (Emissionszertifikate) zugeteilt wurden, müssen die Länder ihre Emissionen entweder durch Maßnahmen im eigenen Land senken oder zusätzliche Emissionszertifikate auf dem Verpflichtungsmarkt erwerben. Es entsteht ein Handel (engl. *trade*) mit Staaten, die ihr Emissionsbudget nicht ausschöpfen. (DEHSt 2010c)

In einem gewissen Umfang (z. B. ist die Höchstgrenze in Deutschland 22 % der jeweiligen Zuteilungsmenge in der Handelsperiode) besteht die Möglichkeit, einen Teil der Emissionsreduzierung durch Ankauf zusätzlicher Zertifikate über die projektbasierten Mechanismen zu erreichen. *Joint Implementation* (JI) sind KsP in Industrieländern und *Clean Development Mechanism* (CDM) in weniger entwickelten Ländern. (DEHSt 2012a)

Im Jahr 2005 überführte die Europäische Union den verpflichtenden Emissionshandel auf die Unternehmensebene und eröffnete den *European Union Greenhouse Gas Emission Trading Scheme* (EU ETS). Die Instrumente auf Unternehmensebene sind identisch zu denen auf staatlicher Ebene (Verpflichtungshandel, CDM und JI). (DEHSt 2008, S.10)

### 2.3.3 Freiwilliger Emissionsmarkt

Vom verpflichtenden Emissionshandel, der sich im Zuge des Kyoto-Protokolls entwickelt hat, ist der *freiwillige Kompensationsmarkt* (engl. *Voluntary Carbon Market* (VCM)) abzugrenzen (siehe Peters-Stanley & Hamilton 2012). Der VCM schließt alle Kompensationsaktivitäten ein, die freiwillig getätigt werden und nicht aufgrund eines bestimmten, verbindlichen Emissionszieles erfolgen (DEHSt 2011).

Kompensiert werden kann von privaten Verbrauchern oder Unternehmen auf freiwilliger Basis jede Aktivität, bei der Emissionen entstehen. Vor allem die Kompensation von Mobilität (Flug-, Auto- und öffentlicher Verkehr) und der Verbrauch im Haushalt/Unternehmen (Gas-, Strom- und Heizaktivitäten) werden als Dienstleistung auf dem VCM angeboten. Manche Anbieter ermöglichen die Berechnung und den Ausgleich der gesamten pro-Kopf-Emissionen bzw. ganzer Produkte, Veranstaltungen bis hin zum gesamten Unternehmen. Solche Kompensationsangebote sind unter dem Schlüsselwort „*klimaneutral*“ bekannt geworden. Bevorzugt werden sollte nach DEHSt (2008, S.7) allerdings die Bezeichnung „*klimafreundlich*“ oder „*klimabewusst*“. Diese Begriffe verdeutlichen, dass trotz Kompensation eine Aktivität oder ein Produkt immer einen Einfluss auf das Klima hat, also nie „*klimaneutral*“ sein kann. (DEHSt 2008, S.5ff)

Generell erfüllt die Kompensation nur dann ihren Zweck im Sinne des Klimaschutzgedankens, wenn dem Ausgleich eine vorherige Vermeidung von Emissionen vorausgegangen ist. Es gilt das Motto „*Vermeiden – Verringern – Kompensieren*“ (Stehmeier 2011, S.4f, Hervorhebung A. S.). Das heißt: Emissionen, die nicht unbedingt entstehen müssen (z. B. Kurzstreckenflüge), sollen vermieden werden. Durch den Einsatz von erneuerbaren Energien sowie energieeffizienten Produkten und Prozessen sollen die Emissionen möglichst reduziert werden. Erst im letzten Schritt sollen die restlichen, unvermeidbaren Emissionen kompensiert werden. (Stehmeier 2011, S.4f)

### ***2.3.3.1 Internationaler freiwilliger Emissionsmarkt***

Am Verpflichtungsmarkt wurden im Jahr 2011 ca. 175,5 Mrd. US \$ umgesetzt, während am VCM nur Emissionsreduktionen in Höhe von 576 Mio. US \$ gehandelt wurden (Peters-Stanley & Hamilton 2012, S.12). Die Nachfrage am VCM wird anders als beim Verpflichtungsmarkt nicht durch staatliche Vorgaben erzeugt, sondern basiert auf dem freiwilligen Erwerb von Emissionsreduktionen durch Unternehmen und Privatpersonen (Kollmuss et al. 2008, S.6). Aus diesem Grund betrug der Handelswert des VCM 2011 nur 0,3 %<sup>10</sup> des Verpflichtungsmarktes und das Handelsvolumen nur 0,1 %<sup>11</sup>.

Dennoch handelt es sich beim VCM um einen stark wachsenden Markt. Von 2005-2011 nahm der Marktwert des VCM um fast das 12fache<sup>12</sup> zu (vgl. Abb. 12 im Anhang 1). Der leichte Rückgang 2008-2009 und die Stagnation 2009-2010 sind auf die schlechte Wirtschaftslage

---

<sup>11</sup> Eigene Berechnung, Datengrundlage: Peters-Stanley & Hamilton 2012, S.12.

<sup>12</sup> Eigene Berechnung, Datengrundlage: Peters-Stanley & Hamilton 2012, S.10.

infolge der Finanzkrise zurückzuführen. Teilnehmer am Emissionsmarkt gehen von einem kontinuierlichen Anstieg des Handelsvolumens aus (Peters-Stanley & Hamilton 2011, S.49f). Für 2015 wird ein Volumen von 406 Mt CO<sub>2</sub>e erwartet und für das Jahr 2020 1.638 Mt CO<sub>2</sub>e (ebd. S.50).

Aufgrund des Wachstums des VCM nimmt gleichzeitig die Anzahl der Kompensationsanbieter stetig zu. Laut DEHSt (2008, S.4) waren 2006 schätzungsweise 90 Kompensationsanbieter auf dem internationalen VCM vertreten. 2012 registriert ENDS Carbon Offset (2012) weltweit 183 große Anbieter<sup>12</sup>. Aufgrund einer fehlenden Pflicht zur Berichterstattung (Kind et al. 2010, S.9) ist eine Erfassung der Anbieter schwierig. Die Zahl der Kompensationsanbieter liegt daher wahrscheinlich um einiges höher. Beispielsweise wurden in Deutschland von ENDS Carbon Offset (2012) nur sechs Anbieter<sup>13</sup> ermittelt.

Die fehlende staatliche Regulierung des VCM durch die Bundesregierung stellt einen Missstand dar. Eine Erfassung aller Anbieter im Rahmen eines Katasters muss erfolgen, um einen Missbrauch des freiwilligen Marktes zu unterbinden.

### ***2.3.3.2 Nationaler freiwilliger Emissionsmarkt***

Die Beschaffenheit des deutschen Marktes ist wenig untersucht (Kind et al. 2010, S.9), obwohl nach der aktuellen Studie von Ecosystem Marketplace & Bloomberg New Energy Finance Deutschland mit 13 % Marktanteil der drittgrößte globale Absatzmarkt<sup>14</sup> nach Amerika (43 %) und Großbritannien (26 %) ist (Peters-Stanley & Hamilton 2012, S.30). Das Volumen des deutschen VCM beläuft sich auf 8 Mt CO<sub>2</sub>e mit einem Marktwert von 38 Mio. US \$ (ebd. S.43). Im Zuge dieser Arbeit wurden auf dem deutschsprachigen Markt 33 aktive Kompensationsanbieter identifiziert. Projekte aus erneuerbaren Energien (72 %) sind am häufigsten auf dem deutschen Markt vertreten (Kind et al. 2010, S.16), gefolgt von Aufforstungsprojekten (27 %) und Projekten mit Biomassenproduktion (20 %) (ebd. S.17). Das Wissen und die Bereitschaft zur Kompensation sind entsprechend der Marktgröße höher als in anderen Ländern (Lütters & Strasdas 2010, S.14f).

---

<sup>13</sup> Gezählt wurden nur Retailer (Einzelhändler) und keine Projektentwickler etc.

<sup>14</sup> Des OTC Marktes, d.h. des Handels außerhalb von Börsen.

## 2.3.4 Qualität der Klimaschutzprojekte

### 2.3.4.1 Arten von Emissionszertifikaten

Die CDM- und JI-Projekte des Verpflichtungsmarktes müssen *international festgelegte Anforderungen* erfüllen und einen *überwachten Anerkennungsprozess* durchlaufen. Emissionszertifikate, die aus CDM-Projekten stammen, werden als zertifizierte Emissionsreduktionen (Certified Emission Reductions (CERs)) benannt. Aus JI-Projekten generierte Zertifikate heißen Emissionsreduktionseinheiten (Emission Reduction Units (ERUs)). (DEHSt 2008, S.10)

Der Unterschied zum freiwilligen Emissionshandel sind die Qualitätskriterien, welche die KsP erfüllen müssen. Die Projekte des VCM können durch unabhängige Dritte überprüft, d.h. verifiziert werden, um eine vergleichbare Qualität zu den CDM- und JI-Projekten zu gewährleisten. Solche Emissionszertifikate gelten als *verifizierte Emissionsreduktionen* (Verified Emission Reductions (VERs)). Es haben sich eine Vielzahl von Standards (Bsp. Verified Carbon Standard (VCS), Climate Action Reserve (CAR) und Gold Standard) auf dem VCM entwickelt (Peters-Stanley & Hamilton. 2012, S.29). Der VCS war mit einem Marktanteil von 58 % im Jahr 2011 der am weitesten verbreitete Standard von KsP im internationalen VCM (ebd. S.29). Werden die KsP nur durch den Anbieter selbst überprüft, handelt es sich um sogenannte *Emissionsreduktionen* (Emission Reductions (ERs)). (DEHSt 2008, S.10f)

Während VERs nur für die freiwillige Kompensation verwendet werden können, sind die vom Verpflichtungsmarkt erstellten CERs und ERUs für den Verpflichtungsmarkt sowie für den VCM einsetzbar (vgl. Abb. 5). (DEHSt 2008, S.11)

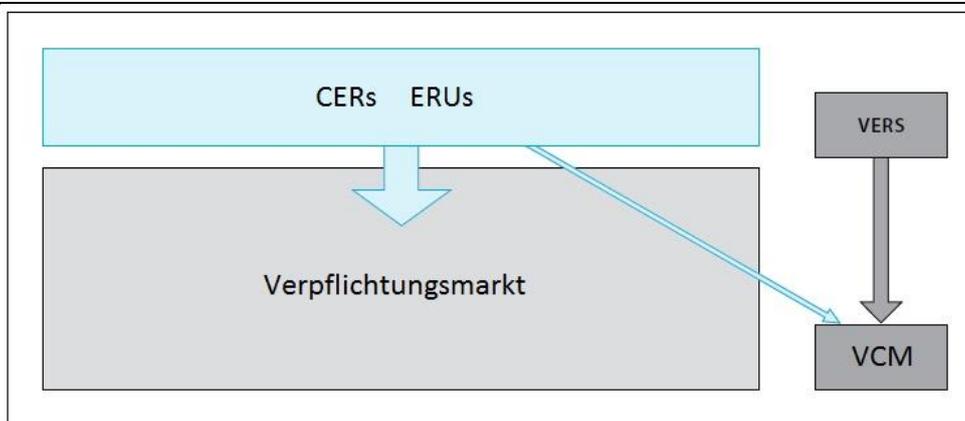


Abb. 5: Übersicht über die Verwendbarkeit der verschiedenen Zertifikate im Verpflichtungsmarkt und dem freiwilligen Emissionshandel (VCM). (verändert nach Kollmuss et al. 2008, S.6)

### 2.3.4.2 Generelle Qualitätskriterien

Für die Qualität einer Kompensation sind laut DEHSt (2008, S.14f) generell drei Kriterien von Bedeutung: *Zusätzlichkeit*, *realistische Berechnung der Emissionsreduktion* und *Dauerhaftigkeit*.

Das Prinzip der *Zusätzlichkeit* beinhaltet, dass die KsP nur aufgrund der (erwarteten) Kompensationszahlungen durchgeführt werden, d.h. im Umkehrschluss ohne die Zahlung nicht erfolgt wären (siehe Abb. 13 im Anhang 1). Maßnahmen, die aus wirtschaftlichen Aspekten lukrativ sind und ohnehin durchgeführt worden wären, dürfen nicht als KsP angerechnet werden. Die Überprüfung dieses Qualitätsmerkmals gestaltet sich aufgrund des hypothetischen Ansatzes schwierig. (DEHSt 2008, S.14f)

Wesentlich für die *realistische Berechnung der Emissionsreduktion* ist die Verwendung von realistischen Annahmen für die Berechnung eines Referenzszenarios (auch Baseline genannt). Dieses Szenario beschreibt die Emissionssituation vor der Projektumsetzung. Über den Vergleich mit den verbliebenen Emissionen nach der Durchführung der Projektmaßnahmen kann die Emissionsreduktion für das entsprechende KsP ermittelt werden (siehe auch 2.4.2). (DEHSt 2008, S.8 & 15)

Für das Kriterium der *Dauerhaftigkeit* muss gewährleistet sein, dass kompensierte Emissionen nicht erneut freigesetzt werden. Diese Problematik trifft vor allem auf Senken-Projekte zu. Beispielsweise besteht das Risiko, dass durch Aufforstungsprojekte gespeichertes CO<sub>2</sub> durch Brand, Schädlingsbefall oder Abholzung des Waldes erneut freigesetzt wird. Auf dem VCM sind einige Anbieter dazu übergegangen zusätzliche Projekte zur Sicherheit durchzuführen, die nicht als Zertifikate angerechnet werden. Bei Aufforstungsprojekten werden beispielsweise als Puffer zusätzliche Bäume gepflanzt. (DEHSt 2008, S.15)

Ein Problem des VCM ist die *Doppelzählung von Emissionsreduzierungen*. Mit der Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls und der damit verbindlich festgelegten THG-Reduzierung werden Aktivitäten zur Verminderung von THG (wie z.B. die Förderung erneuerbarer Energien durch Windkraftanlagen, Aufforstungen) innerhalb Deutschlands automatisch der deutschen THG-Bilanz als THG-Reduktion gut geschrieben. Damit erfolgt die Anrechnung der Emissionsreduktion doppelt – einmal durch die Firma und ein zweites Mal durch das Land. (Kollmuss et al. 2008, S.41; Kollmuss & Bowell 2007, S.10)

Über die Qualitätsanforderungen, die aus wissenschaftlicher Sicht an KsP zu stellen sind, ist der Verbraucher jedoch generell wenig informiert. Auch die Zertifizierung durch

internationale Anbieter scheint nicht das ausschlaggebende Kaufkriterium zu sein. (Lütters & Strasdas 2010, S.26f)

## 2.4 Moore und Klima

### 2.4.1 Moore als Instrument des Klimaschutzes

Nicht die aktuelle Speicherung des C im Torf ist ausschlaggebend für das Potential der Moore als KsP. Hier ist die Einsparungsmöglichkeit durch die niedrige Torfakkumulation von 0.5 – 1 mm pro Jahr (Parish et al. 2008, S.11) (siehe 2.1.2) stark begrenzt. Die Rate der C-Akkumulation ist entsprechend der Torfakkumulationsrate ebenfalls gering. Nach Tolonen & Turonen (1996, S.172) speichern natürliche Hochmoore langfristig 0,24 t C/ha/a und Niedermoore 0,15 t C/ha/a<sup>15</sup>. Renaturierte Moore sind weitestgehend klimaneutral (siehe 2.1.4) (Drösler et al. 2011, S.10).

Entscheidend für die Nutzung der Moore als Instrument des Klimaschutzes sind daher die derzeitigen hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus entwässerten Mooren. Als Acker genutzte Niedermoore emittieren jährlich im Durchschnitt 33,8 t CO<sub>2</sub>e/ha (Drösler et al. 2011, S.8). Diese Menge entspricht in etwa den Emissionen eines Mittelklassewagens (8 l/100 km; Benzin) bei einer jährlichen Fahrleistung von 35.000 km<sup>16</sup> über fünf Jahre hinweg.

Moore können auf zwei unterschiedliche Weisen zum Klimaschutz beitragen. Eine Möglichkeit ist der *Schutz intakter Moore*, d.h. die Verhinderung einer Entwässerung der Moore. Der im Torf gespeicherte C bleibt konserviert und trägt nicht zur Klimaerwärmung bei. Die zweite Möglichkeit stellt die *Renaturierung von dränierten Mooren* dar. Durch Wiedervernässungsmaßnahmen (und evtl. einem Nutzungsstopp bzw. einer Umnutzung) werden die bereits bestehenden Emissionen des Moores reduziert. (Joosten et al. 2012, S.9ff)

Über die verhinderten Emissionen bzw. die Emissionsreduktion werden die Emissionszertifikate für den VCM erzeugt.

---

<sup>15</sup> Entsprechend der langfristigen, mittleren Kohlenstoffbindung (LORCA).

<sup>16</sup> Eigene Berechnungen mit Hilfe des CO<sub>2</sub>-Rechners von Mobil ohne Fossil e.V. (o.J.).

## 2.4.2 Emissionsfaktoren - Ermittlung der Klimawirksamkeit von Mooren

Für die Bestimmung der *Klimawirksamkeit* eines Moores werden *Emissionsfaktoren* (Trepel 2008, S.66) in Bezug auf die aktuelle Vegetations- und Nutzungsform sowie den Wasserstand (Bsp. naturnah, trockenes Extensivgrünland, Acker und Überstau) verwendet (Drösler et al. 2011, S.6).

Die Ermittlung der Faktoren erfolgt über Messung der Spurengasflüsse von CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O zwischen Atmosphäre und Moorboden über einen längeren Zeitraum (mind. ein Jahr) (Trepel 2008, S.66). Zwei weit verbreitete Messsysteme zur Bestimmung der Spurengasflüsse sind die Haubentechnik und die Eddy-Covariance Methode (Byrne et al. 2004, S.17). Diese Methoden sind jedoch für die standardisierte Bewertung einzelner Moore aus Kostengründen ungeeignet (Joosten & Couwenberg 2009, S.6). Daher werden, über die ermittelten Jahresbilanzen der Spurengase, Emissionsfaktoren als Proxys ermittelt (ebd.). Die gemessenen Spurengas-Jahresbilanzen werden dazu mit dem globalen Erwärmungspotenzial (GWP) des jeweiligen Spurengases auf den Bezugszeitraum von 100 Jahren verrechnet (Drösler 2005, S.3). Durch Auswerten dieser Daten werden Emissionsfaktoren *in Tonnen CO<sub>2</sub> pro Hektar pro Jahr* (t CO<sub>2</sub>/ha/a) bezogen auf verschiedene Landnutzungstypen und/oder Wasserstände ermittelt (Trepel 2008 S.66; Drösler 2005, S.3). Einige Emissionswerte für verschiedene Landnutzungstypen gibt Abb. 14 im Anhang 1 exemplarisch wieder.

Über den *Vergleich der Spurengasflüsse vor und nach der Renaturierung* kann die potentielle Klimaentlastung der Renaturierung nachgewiesen werden (vgl. Abb. 6) (Drösler 2005, S.3). Dies gilt ebenfalls für den Vergleich der Emissionsfaktoren. Für die Quantifizierung der Emissionsreduktion ist die Erfassung der Baseline, d.h. der Emissionen vor dem Start des Projektes, als Referenzwert für die spätere Erfolgskontrolle und das Monitoring essentiell (Joosten & Couwenberg 2009, S.11). Best-Practice-Werte zur Emissionsreduzierung stellen nach Bergmann & Drösler (2009) in Hochmooren bis zu 15 t CO<sub>2</sub>/ha/a und in Niedermooren bis zu 30 t CO<sub>2</sub>/ha/a dar. In der Praxis ergeben sich nach Drösler (2012, pers. Komm.) im oberbayerischen Mittel Einsparungen von mindestens 13 t CO<sub>2</sub>/ha/a.

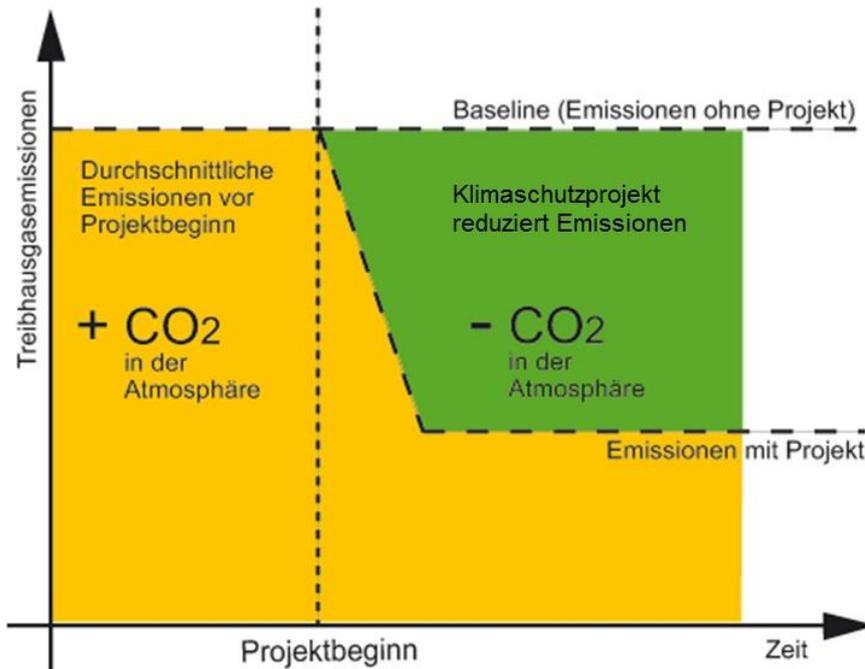


Abb. 6: Schematische Darstellung der Ermittlung der Emissionsreduktion durch Klimaschutzprojekte.  
(verändert nach Atmosfair 2012b)

### 2.4.3 Moore in der Klimapolitik

Während die N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Mooren und Emissionen aus Moorflächen unter Waldbestand in der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls (2008-2012) bereits als Klimaschutz anrechenbar waren, galt dies nicht für die Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Mooren (Drösler et al. 2011, S.3). Auf der Klimakonferenz in Durban 2011 wurde entschieden, dass Industrieländer in der zweiten Verpflichtungsperiode von 2013 an die CO<sub>2</sub>-Quellen und –Senken *auf freiwilliger Basis* über die Aktivitäten „Feuchtgebietsentwässerung und Wiedervernässung“ (Wetland Drainage and Rewetting (WDR)) in die nationale THG-Bilanz (NIR) mit einbeziehen können (Joosten et al. 2012, S.22; Drösler et al. 2011, S.3). In Deutschland führen zum derzeitigen Stand (Juni 2012) u.a. das UBA und BMELV Verhandlungen über die Nutzung der Anrechenbarkeit von Emissionen und Emissionseinsparungen aus Moorflächen mit Grünland- und Ackernutzung (Drösler 2012, pers. Komm.). Eine Einführung von Moorrenaturierungsprojekten als KsP für die projektbasierten Mechanismen JI und CDM wird derzeit international verhandelt (Joosten et al. 2012, S.22).

## 3 Methodik

---

Die angewendeten Methoden dieser Arbeit stützen sich auf die drei Komponenten Literatur-, Marktpreisanalyse und Modellrechnung. Im Folgenden sollen die Auswahl der Analysemethoden begründet und die Kriterien erläutert werden.

### 3.1 Literaturanalyse

Der Schwerpunkt der Arbeitsmethoden liegt in einer umfassenden *Literaturanalyse und Internetrecherche hinsichtlich MrP im deutschen VCM*. Eine detaillierte Recherche zu den Themen internationaler und nationaler VCM, sowie Kompensation mittels MrP in Deutschland dient als Basis der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit und Durchführbarkeit von MR als KsP für den deutschen VCM.

Der VCM ist aufgrund einer fehlenden Verpflichtung zur Berichterstattung und staatlicher Regelungen sehr unübersichtlich (Kind et al. 2010 S.9). Die jährlich erscheinenden Marktanalysen von Ecosystem Marketplace & Bloomberg New Energy Finance ermöglichen einen Überblick und zeigen die Entwicklungen des *internationalen VCM* auf (siehe Peters-Stanley & Hamilton 2012; 2011 Hamilton et al. 2010; 2009; 2008; 2007).

Für den *deutschen VCM* wurden die Studie zum Kompensationsmarkt des UBA (Kind et al. 2010) und die Ergebnisse der Verbraucherumfrage zur freiwilligen Kompensation von Lütters & Stasdas (2010) verwendet. Zusätzlich wurde im Internet eine Recherche u.a. nach Kompensationsanbietern durchgeführt, die MrP als KsP anbieten.

Für die Thematik der *Kompensation durch MrP* wurde Literatur aus Büchern und Fachzeitschriften verwendet. Aufgrund der Neuartigkeit dieses Themas wurde ebenfalls auf aktuelle Internetpublikationen und Vorträge zurückgegriffen. Bezüglich verschiedener Themen (u.a. Emissionsfaktoren, Zertifizierung von MrP) wurde die Literaturrecherche durch persönliche Kommunikation mit Experten ergänzt.

## 3.2 Marktpreisanalyse

Die Informationen zur Anzahl der Kompensationsanbieter und Preisgestaltung pro Emissionszertifikat auf dem deutschen VCM waren unzureichend durch bisherige Untersuchungen erfasst. Daher wurde im Zuge dieser Arbeit eine *Marktpreisanalyse des deutschsprachigen VCM* durchgeführt. Ziel ist eine *Marktübersicht über die aktiven*

*Kompensationsanbieter* in Deutschland mit entsprechenden *Preisinformationen für die Emissionszertifikate* (in €/t CO<sub>2</sub>e). Die Analyse bildet die Basis für die weitere Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von MrP.

Die Identifizierung der Kompensationsanbieter erfolgte über die Studie „*Treibhausgas-Kompensationsanbieter in Deutschland*“ der Verbraucherzentrale Bundesverband e.V. (vzbv) (siehe Strasdas et al. 2010, S.9), die *Zusammenstellung von Anbietern* der Klimaschutzagentur „*energiekonsens*“ (siehe Stehmeier 2011, S.6f) und über *eigene freie Recherche*. Da der VCM in Deutschland, entsprechend dem Internationalen, sehr unübersichtlich ist (Strasdas et al. 2010, S.4), erhebt die Marktanalyse keinen Anspruch auf Vollständigkeit der Anbieter.

Die Preisinformationen pro Emissionszertifikat wurden, falls vorhanden, über bereitgestellte Informationen auf der *Webseite des jeweiligen Anbieters* ermittelt. Waren die Daten nicht verfügbar, wurde bei den *Unternehmen persönlich nachgefragt*. Erfolgte keine Rückmeldung seitens der Firmen, wurden die Preise pro Emissionszertifikat, wenn möglich, berechnet oder der bereits durchgeführten Studie entnommen (vgl. Stehmeier 2011, S.6f).

Für die Marktanalyse wurden keine indirekten Anbieter (bspw. Deutsche Post DHL Go Green, Mazda, TUI Deutschland) sondern ausschließlich *direkte Anbieter* berücksichtigt. Ausschlaggebendes Kriterium für die Auswahl der Anbieter war die *Präsentation einer Kompensationsdienstleistung* auf der Webseite des Anbieters (Schlüsselbegriffe: Kompensation, CO<sub>2</sub>-Ausgleich, CO<sub>2</sub>-Neutralität etc.). Ein weiteres Kriterium war der *Standort der Zentrale in Deutschland* für deutsche Unternehmen bzw. eine *deutschsprachige Webseite* für internationale Anbieter. Sowohl Kompensationsanbieter mit der Zielgruppe von Unternehmen wie auch Privatpersonen und Anbieter mit und ohne Berechnungstool wurden in die Analyse einbezogen.

Eine ausführliche Liste der einzelnen Kompensationsanbieter befindet sich im Anhang 2 in Tab. 7 & 8. Die Ergebnisse der Marktpreisanalyse werden in 4.3 dargestellt (vgl. Abb. 7) und erläutert.

### 3.3 Modellrechnung

Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von MrP in Deutschland wurden die theoretischen Vermeidungskosten (in €/CO<sub>2</sub>e) der MR für drei Hochmoore in Bayern berechnet. Ziel der Kalkulation ist, die *Variabilität der Preise bei MR* und *die Abhängigkeit von den verschiedenen Faktoren* zu verdeutlichen.

Als Berechnungsgrundlage (siehe Tab. 2) dienen von der Regierung von Oberbayern (ROB) zur Verfügung gestellte Datensätze (u.a. zur Moorgröße und zu Renaturierungskosten). Zudem wurden die in der Praxis verwendeten Werte für die Monitoringkosten übernommen. Die Flächenankäufe wurden nach Kaufpreisen im Landkreis Weilheim-Schongau berechnet. Die Emissionsreduktionswerte spiegeln Best-Practice-Werte nach Drösler (2009, S.65) für Hochmoore wider.

Tab. 2 zeigt die Annahmen, mit der die Berechnung durchgeführt wurde. Zudem ist dargestellt, ob der Faktor eine optionale oder operationelle Komponente darstellt und inwieweit der Kostenfaktor variabel ist. Die exakten Werte, die für die Kalkulation verwendet wurden, zeigt Tab 3.

In die Preiskalkulation nicht mit eingegangen sind die Faktoren Steuern, Abgaben, Verwaltungs- und Personalkosten. Auch die Kosten für eine eventuelle Nachbearbeitung (vgl. Beuster 2011, S.299) und Zertifizierung (siehe 4.3) sind nicht mit einkalkuliert worden. Dies muss bei der Betrachtung der Ergebnisse beachtet werden.

Die Ergebnisse der Berechnung werden in 4.4.2.2 in Tab. 4. zusammengefasst, die einzelnen Berechnungsschritte in Tab. 10, 12 & 12 im Anhang 3 dargestellt.

**Tab. 2: Übersicht über die preisbestimmenden Variablen der Vermeidungskosten. Dargestellt wird, ob Kosten optional sind, die Höhe der Preisschwankungen und die für die Kalkulation der Vermeidungskosten verwendeten Berechnungsannahmen mit den entsprechenden Quellenangaben.**

	<b>Flächenankaufskosten</b>	<b>Renaturierungskosten</b>	<b>Monitoringkosten</b>	<b>Kosten für die Landwirtschaft</b>	<b>Zertifizierungskosten</b>	<b>Emissionsreduktion</b>
<b>Vorhandensein</b>	meistens	immer	immer	optional	optional	immer
<b>Preisschwankungen</b>	sehr variabel unter regionalem Preisspiegel	sehr variabel	relativ konstant	sehr variabel	relativ konstant	sehr variabel
<b>Berechnungsannahmen *</b>						
<b>Begründung für die Annahme; Quelle</b>	Preise für Flächenankäufe im LK Weilheim-Schongau (LK Weilheim-Schongau 2012, pers. Komm.)	Preise für Hochmoorrenaturierungen (ROB 2012, pers. Komm.)	kontinuierlicher Prozess (Drösler zit. nach ROB 2012 pers. Komm.)	bei diesen MR nicht vorhanden	bei diesen MR nicht vorhanden (Drösler 2012, pers. Komm.)	Best-Practice- Werte für Hochmoore (Drösler 2009, S. 65)

\* Die Daten der Spalte „Berechnungsannahmen“ werden von Greensurance® auf Anfrage bereitgestellt.

## 4 Bewertung der Wirtschaftlichkeit

---

Die Wirtschaftlichkeit von Projekten setzt sich aus mehreren Faktoren zusammen. Erstens wird die Frage nach einem potentiellen Absatzmarkt für Emissionszertifikate aus MrP analysiert. Zweitens wird betrachtet, welche Wettbewerbsvorteile und -nachteile die Kompensation über MrP gegenüber anderen KsP und Wettbewerbsteilnehmern aufweist. Diese Faktoren stellen die Rahmenbedingungen für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit dar.

### 4.1 Absatzmarkt

Als erstes stellt sich bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit die Frage, ob ein Absatzmarkt für die aus MR stammenden Emissionszertifikate besteht.

***Der VCM verspricht ein großes Wachstumspotential, bietet derzeit aber nur ein begrenztes Volumen als Absatzmarkt. Zeitgleich birgt er ein Risiko aufgrund von Marktfluktuationen.***

Insgesamt stellt der VCM einen sehr kleinen Absatzmarkt (0,3 % des Marktvolumens) im Vergleich zum Verpflichtungsmarkt dar (Peters-Stanley & Hamilton 2012, S.12). Die Freiwilligkeit am VCM führt dazu, dass generell eine geringere Nachfrage nach Emissionszertifikaten vorherrscht (Joosten et al. 2012, S.27f). Die Prognosen lassen jedoch ein weiteres (starkes) Wachstum des internationalen VCM erwarten (Peters-Stanley & Hamilton 2012, S.59; 2011 S.50). Mit einem wachsenden Markt für Emissionszertifikate erweitert sich der aktuelle Absatzmarkt; zusätzlich entstehen neue Märkte. Beim VCM besteht jederzeit das Risiko einer unvermittelten Stagnation bis hin zur Rückentwicklung des Marktes aufgrund von Regression des Marktes (wie beispielsweise nach der Finanzkrise 2008, vgl. Abb. 12 im Anhang 1). Die Freiwilligkeit des VCM ist der Grund dafür, dass bei einer schlechten wirtschaftlichen Lage Unternehmen als erstes bei den freiwilligen Aktivitäten im Umwelt- und Sozialbereich, dem sogenannten Corporate Social Responsibility (CSR) sparen. Privatverbraucher investieren ebenfalls eher während einer guten Wirtschaftslage in den Natur-, Umwelt- und Klimaschutz. Dieser Entwicklung wird von politischer Seite auf Unternehmensebene entgegengewirkt. Bei der Vergabe öffentlicher Aufträge werden auf europäischer Ebene mit den Richtlinien 2004/18/EG und 2004/17/EG vermehrt Umweltaspekte berücksichtigt (siehe EU 2004a; 2004b). Regional werden die EG-Vorgaben, beispielsweise in Bayern, mit den „Richtlinien über die Berücksichtigung von Umweltgesichtspunkten bei der Vergabe öffentlicher Aufträge“ umgesetzt (siehe Bayerische Staatsregierung 2009).

**Im internationalen Vergleich besteht ein relativ großer Absatzmarkt in Deutschland für Kompensationsangebote.** Deutschland besitzt derzeit weltweit den drittgrößten Marktanteil (13 %) am internationalen VCM (Peters-Stanley & Hamilton 2012, S.44). Damit einhergehend ist in Deutschland das Wissen um die Möglichkeit und die Bereitschaft zur Kompensation relativ weit verbreitet (Lütters & Strasdas 2010, S.14). Dies bestätigen die Ergebnisse der Verbraucherbefragung der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNE). 7,5 % der Teilnehmer haben bereits kompensiert und 46 % zeigen eine generelle Bereitschaft zur Kompensation (ebd. S.15).

**Eine große Nachfrage nach Emissionszertifikaten, die aus Deutschland stammen ist zu beobachten. Zudem werden in einer Studie konkret KsP durch Moorschutz als ein zu gering vorhandenes Angebot (Unterangebot) auf VCM genannt.** Auf dem deutschen VCM gibt es eine relativ große Nachfrage an nationalen Projekten. Dies ist zum Einen bei Privatverbrauchern zu beobachten (Kind et al. 2010, S.23 & 34; Lütters & Strasdas 2010, S.54; Strasdas et al. 2010, S.8). Zum Anderen bevorzugen Unternehmen in ganz Europa vermehrt KsP in der Nähe des Firmenstandortes (Peters-Stanley & Hamilton 2012, S.57). Dieser Trend dürfte ebenfalls auf deutsche Unternehmen zutreffen. Tendenziell befürworten deutsche Käufer Emissionszertifikate durch Waldprojekte – im Speziellen Aufforstungsprojekte (Held et al. 2010, S.11; Lütters & Strasdas 2010, S.48ff). Hier wird die *aktive* Tätigkeit dem *passiven* Schutz der Wälder vorgezogen (Lütters & Strasdas 2010, S.52). Auf Moore bezogen könnte das bedeuten, dass Verbraucher die aktive Renaturierung von Mooren gegenüber deren passivem Schutz bevorzugen würden. Die Studie der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (HNE) identifizierte u.a. KsP durch Moorschutz als ein Unterangebot auf dem deutschen VCM (Kind et al. 2010, S.34).

## 4.2 Wettbewerbsanalyse

### 4.2.1 Im Vergleich zu Klimaschutzprojekten

Als nächstes wird begutachtet, welche Wettbewerbsvorteile und -nachteile die MrP im Vergleich zu anderen KsP besitzt.

**MrP können die Nachfrage für KsP aus Deutschland bedienen.** Die relativ große Nachfrage nach Zertifikaten aus KsP in Deutschland kann nur in einem gewissen Umfang gedeckt werden. Grund ist die Problematik der Doppelzählung von Emissionsreduzierungen (siehe 2.3.4) (Harthan et al. 2010, S.12f). Die Problematik der Doppelzählung könnte in Zukunft auch auf MrP zutreffen. Dies entscheidet sich mit dem Beschluss der Bundesregierung, ob die CO<sub>2</sub>-Emissionsreduzierungen aus MrP auf die THG-Reduzierung ab 2013 angerechnet werden oder nicht (siehe 2.4.3) (Drösler 2012, pers. Komm.). Im Falle der Einbeziehung von Moorflächen in die THG-Bilanzierung Deutschlands muss die Doppelzählung durch Einrichten eines nationalen Katasters (Emissionsinventars) verhindert werden (ebd.).

**Weitere Vorteile können durch eine Nationalität genutzt werden.** Der erste Vorteil ist, dass sich *niedrigere Emissionen* bei der Umsetzung des Projektes (bei MrP ohne Überstau) im Vergleich zu vielen ausländischen KsP ergeben. Beispielsweise werden für den Bau einer Solarkraftanlage in Afrika Material und Personen transferiert, wodurch erhebliche Emissionen entstehen. Zweitens wird die Kompensation durch KsP in Entwicklungsländern aus *Gesichtspunkten der Fairness* kritisch gesehen (Emeis 2012, pers. Komm.). So stellt sich die Frage, ob es beispielsweise vertretbar ist, der indischen Bevölkerung durch Verteilung von Solarkochern zur Emissionsreduktion zu verhelfen, obwohl die jährlichen Pro-Kopf-Emissionen bei 1,4 t CO<sub>2</sub> liegen, während ein deutscher Durchschnittsbürger pro Jahr 9,2 t CO<sub>2</sub> emittiert (IEA 2011, S.97ff). Drittens existiert die Möglichkeit, sich „ein Bild von den Projekten zu machen“. Dies kann für Unternehmen aus Imagegründen vorteilhaft sein. Außerdem herrscht bei den meisten Bürgern eine große Unsicherheit darüber, was mit ihrem Geld passiert (Lütters & Strasdas 2010, S.7 & 31). Ein Standort in Deutschland mit der *Möglichkeit, das Projektes zu besuchen, kann das Vertrauen in das KsP stärken*. Zudem ist ein nationaler Standort in Verbindung mit einem Konzept zur Umweltbildung z.B. in Form von Erlebniswegen oder Forschungsmöglichkeiten (siehe Förderverein Ahlenmoor e.V. 2012) vorteilhaft.

**MrP können sich als „charismatischer Kohlenstoff“ etablieren.** Die Beliebtheit und Nachfrage auf dem deutschen Markt nach Waldschutz- und Aufforstungsprojekten beruht auf den zusätzlichen Ökosystemleistungen, die Waldschutz- und Aufforstungsprojekte bewirken (bspw. die Erhaltung der Biodiversität, Wasser- und Erosionsschutz sowie Ernährungssicherung) (Held et al. 2010, S.11). Aus diesem Grund werden Zertifikate aus Wald-Klimaschutzprojekten als „charismatischer Kohlenstoff“ (Held et al. 2010, S.11) bezeichnet. MrP weisen ebenfalls eine Vielzahl an zusätzlichen Ökosystemleistungen auf (siehe 2.1.5). Neben der Regulierung des Globalklimas besitzen Moore eine ganze Reihe weiterer Funktionen, die sich positiv auf Mensch und Umwelt auswirken, z.B. der Erhalt der Biodiversität sowie der Hochwasserschutz. Die meisten dieser Funktionen können jedoch nur von intakten Mooren in vollem Umfang erbracht werden. Mit der Renaturierung leistet die Kompensation zusätzlich zum Klimaschutz einen Beitrag zum Erhalt einer der natürlichen Landschaftstypen Deutschlands.

**MrP reduzieren echte Emissionen. Zudem können erste Emissionsreduzierungen innerhalb kurzer Zeit auftreten.** Bei Aufforstungsprojekten erfolgt der größte Teil der Emissionseinsparung durch die kontinuierliche Speicherung des atmosphärischen CO<sub>2</sub>. Die Besonderheit von Mooren besteht darin, dass der größte Teil „des Klimaschutzeffektes aus echter Reduktion der Emissionen herrührt“ (Drösler 2009, S.67). Mit der Wiedervernässung stoppt die Freisetzung von CO<sub>2</sub> relativ schnell, während die CH<sub>4</sub>-Emissionen bei klimaschonender Wiedervernässung, d.h. ohne großflächigen Überstau, nur leicht ansteigen (ebd. S.64ff). Bereits nach einem Jahr konnte an einem Versuchsstandort (Renaturierung eines ehemaligen Torfstichs) die Emissionen um fast die Hälfte von 360 auf 190 g CO<sub>2</sub>-C/m<sup>2</sup>/a reduziert werden (Drösler 2005 zit. in Drösler 2009, S.67). Der Klimaschutzeffekt tritt bereits mit einer Anhebung des mittleren Wasserstandes um 5 cm ein und bewirkt eine Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 10 % (Dierßen & Dierßen 2008, S.144).

**MrP müssen als Senken-Projekte die Permanenz der Emissionen gewährleisten.** Der Wettbewerbsnachteil von MR gegenüber KsP mit dem Prinzip der Vermeidung von Emissionen liegt wie bei allen Senken-Projekten in der *Gewährleistung der Dauerhaftigkeit* (siehe 2.3.4) (ifeu 2010, S.4). Während Wälder vor allem durch Waldbrände oder Schädlinge gefährdet sind (ebd.), liegt die Gefahr einer erneuten Freisetzung der Emissionen durch das Moor hauptsächlich in einer Absenkung des Wasserstandes (z. B. infolge des Klimawandels). Nach Drösler (2009, S.67) kann die Permanenz der Emissionsreduktion durch entsprechende Management-Auflagen weitgehend gewährleistet werden.

**Weitere Nachteile gegenüber anderen KsP-Arten sind die mögliche Freisetzung von großen Mengen Methan bei Überstau, die derzeit noch unausgereifte Quantifizierung der Emissionsreduktionen und das Fehlen einer Zertifizierungsmöglichkeit unter dem VCS-PRC oder einem anderen Standard.** Diese Umstände werden in den Kapiteln 5.2, 5.3 und 5.4 näher erläutert.

## 4.2.2 Im Vergleich zu anderen Wettbewerbsteilnehmern mit Moorrenaturierungsprojekten

In einer Analyse der bestehenden Anbieter von MrP werden mögliche Alleinstellungsmerkmale identifiziert.

### **4.2.2.1 Identifizierte Wettbewerbsteilnehmer**

Auf dem deutschen VCM ist das Potential von Mooren als KsP mehreren Kompensationsanbietern bewusst. Die MR wird aufgrund von unausgereiften Quantifizierungsmöglichkeiten der Emissionsreduktion sowie fehlender Zertifizierungsmöglichkeiten meist nicht als „vollwertiges“ KsP anerkannt (siehe Atmosfair 2012a; ARKTIK 2012). Von insgesamt sechs identifizierten Wettbewerbsteilnehmern (ARKTIK, PrimaKlima-weltweit e.V., Stiftung NaturSchutzFonds Brandenburg, MoorFutures, Krombacher Brauerei und die Bundesregierung) sind derzeit fünf geschäftlich aktiv. Eine detaillierte Beschreibung der fünf aktiven Anbieter befindet sich in Tab. 7 im Anhang 1.

ARKTIK (2012) und PrimaKlima-weltweit e.V. (2011) bieten die MR als Bestandteile eines größeren Portfolios aus unterschiedlichen KsP an.

Als Pionier auf dem deutschen Markt kann *PrimaKlima-weltweit- e.V.* (2011) angesehen werden. Bereits in den Jahren 1998-2000 wurden drei MrP in Schleswig-Holstein zur Emissionsreduktion durchgeführt. Weitere MrP sind laut PrimaKlima-weltweit- e.V. (2012, pers. Komm.) nicht ausgeschlossen.

ARKTIK (2012) bietet in Kooperation mit NABU Hamburg ein Projekt zur Unterstützung der Erhaltung der Meetschower Moorkuhlen an. Eine Kompensation ausschließlich über dieses Projekt ist nicht möglich (ebd.).

Die *Krombacher Brauerei* (2012a) in Kooperation mit dem WWF bietet die Kompensation über Spenden an. Das MrP in Indonesien soll durch den TÜV SÜD validiert und nach dem Climate, Communities and Biodiversity-Standard (CCBS) zertifiziert werden (ebd.).

Zusätzlich wird ein weiteres Moorprojekt in Deutschland und KsP zur Aufforstung durchgeführt (Krombacher Brauerei 2012b).

MoorFutures (2012a) und die Stiftung NaturSchutzFonds Brandenburg (2012) und bieten die Kompensation ausschließlich über MrP an.

Die Kompensation mittels MR durch die *Stiftung NaturSchutzFonds Brandenburg* (2012) ist über Spenden möglich.

Die *MoorFutures* wurde durch das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz in Mecklenburg-Vorpommern initiiert (Jensen et al. 2011, S.14). Die Ernst Moritz Arndt Universität Greifswald und der HNE haben MoorFutures (2012a) bei der Entwicklung eines eigenen Standards unterstützt. Außerdem begleiten sie die Durchführung der MrP weiterhin wissenschaftlich (ebd.). Seit Mai 2012 wird das Konzept der MoorFutures (2012b) ebenfalls in Brandenburg angewandt.

Neben den oben genannten aktiven Wettbewerbsteilnehmern gibt es die *Bundesregierung*, die ein Projekt in Weißrussland gestartet hat (siehe 4.4.2.1). Dieses Projekt hat zum Ziel, eine Methode zur Umsetzung von Renaturierung zu entwickeln, die den Anforderungen des VCS entspricht. Außerdem werden die finanziellen und politischen Aspekte von MrP überprüft. Aus diesem Projekt können voraussichtlich in ca. fünf bis sechs Jahren (relativ kosteneffektiv) Emissionszertifikate generiert werden. (Joosten 2012, S.28; Michael Succow Stiftung 2012)

#### ***4.2.2.2 Identifizierte Wettbewerbsvorteile***

(dieser Abschnitt ist internen Mitarbeitern vorbehalten)



## 4.3 Marktpreisanalyse

**Es konnten insgesamt 33 aktive Anbieter ermittelt werden, von denen 26 auf dem deutschen und sieben auf dem internationalen deutschsprachigen VCM tätig sind.** Von 25 Kompensationsanbietern (75,8 %) wurde die Information des verwendeten Preises pro Tonne CO<sub>2</sub>e erfasst. Diesbezüglich wurde vor allem von Kompensationsanbietern, die individuelle Kompensationsdienstleistungen für Unternehmen anbieten, keine Rückmeldung erhalten.

**Die Preisspanne beträgt 6,00 – 88,00 € pro Zertifikat.** Die Ergebnisse der Marktpreisanalyse sind in Abb. 7 dargestellt. Der höchste Preis im deutschen VCM wird von *myclimate* (2012, pers. Komm.) mit 88,00 €/t CO<sub>2</sub>e für KsP des *myclimate* Switzerland Portfolio veranschlagt. Den niedrigsten Preis bietet *targetneutral* für die Kompensation von Autofahrten mit 6,00 €/t CO<sub>2</sub>e<sup>17</sup>. Der ermittelte Durchschnittspreis<sup>18</sup> liegt bei 25,50 €/t CO<sub>2</sub>e. Eine Übersicht der Hintergrundinformationen zu den 33 Anbietern ist in Tab. 8 & 9 im Anhang 2 angegeben.

**Auf dem internationalen VCM ist die Wirtschaftlichkeit von MR anders zu betrachten.** Im Vergleich zu dem internationalen (~4,90 €/t CO<sub>2</sub>e)<sup>19</sup> und europäischen (~7,20 €/t CO<sub>2</sub>e)<sup>20</sup> Durchschnittspreis (Peters-Stanley & Hamilton 2012, S.9 & 57) ist der deutsche durchschnittliche Preis (25,50 €) ca. drei- bis fünfmal höher. Die Gründe für diese große Abweichung können im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht werden.

(dieser Abschnitt ist internen Mitarbeitern vorbehalten)

---

<sup>17</sup> Eigene Berechnung über den Online-Rechner (Aral Aktiengesellschaft 2012).

<sup>18</sup> Exaktes Ergebnis von 25,4975 wurde auf 25,50 € gerundet.

<sup>19</sup> Umrechnung von US \$ auf € (int. VCM: 6,2 US \$/ t CO<sub>2</sub>e und eur. VCM.: 9 US \$/ t CO<sub>2</sub>e).

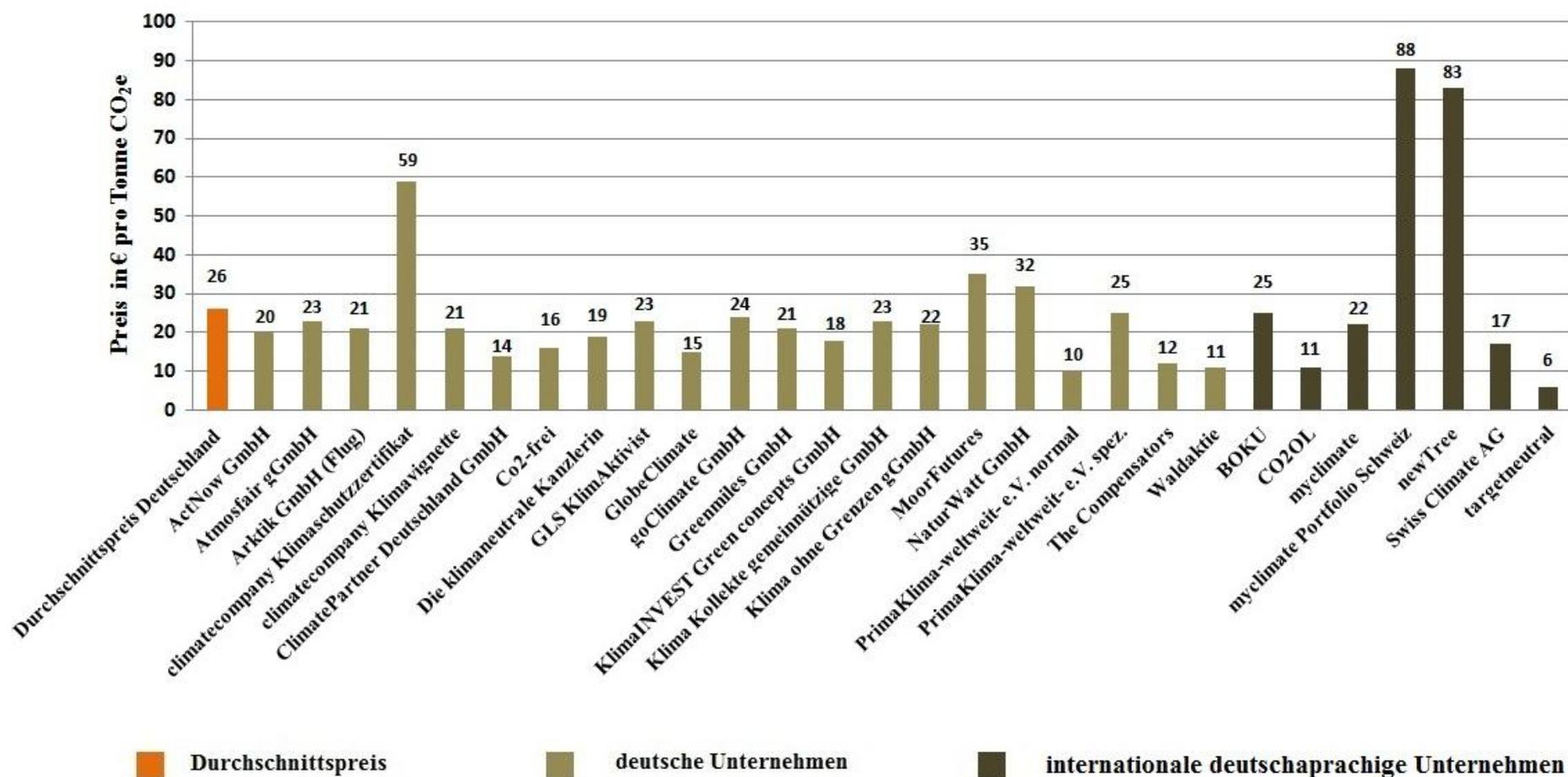


Abb. 7: Übersicht über die Preise pro Tonne CO<sub>2</sub>e (auf ganze Zahlen aufgerundet) im deutschsprachigen, freiwilligen Emissionsmarkt (Stand: Mai/Juni 2012). Die Durchschnittspreisbildung wurde über Angaben von 25 deutschen und internationalen, deutschsprachigen Unternehmen ermittelt. Bei Angaben von Preisspannen wurde der Mittelwert der Preisspanne verwendet (ClimatePartner Deutschland GmbH, GlobeClimate, KlimaINVEST Green concepts GmbH, CO2OL, Forest Finance Panama S.A., Swiss Climate AG). Bei mehreren Angeboten ein und desselben Anbieters wurden die Kompensationsangebote einzeln mit einbezogen (climatecompany, PrimaKlima-weltweit- e.V., myclimate). Die Preisinformation der 25 Anbieter ist in Tab. 8 & 9 aufgelistet.

## 4.4 Vermeidungskosten

Das Interesse an der MR als Instrument des Klimaschutzes ist in den letzten Jahren beständig gewachsen. Insgesamt gibt es in der Literatur wenige Kosten-Nutzen-Analysen von MR im Hinblick auf die Verwendung im VCM.

### 4.4.1 Generell

*Vermeidungskosten* zeigen die Belastungen auf, die volkswirtschaftlich oder von einer Firma zu tragen sind, wenn mit der jeweiligen Maßnahme die CO<sub>2</sub>e-Emissionen um eine Tonne reduziert werden. „Vermeidungskosten sind somit ein Maß für die klimapolitische Effizienz einer [Maßnahme] im Vergleich zu anderen klimapolitischen Optionen“ (Wiss. Beirat Agrarpolitik beim BMELV 2007, S.76). (ebd.)

***Die Preisgestaltung und somit die Absatzchancen der MR hängt im hohem Maße von dem jeweiligen MrP ab und kann durch den Einfluss verschiedener Parameter stark variieren.***

Dies bestätigt die Kalkulation von Höper et al. (2008, S.207), der eine Spanne von 1,20 – 9,00 €/t CO<sub>2</sub>e pro Jahr angibt. Auf 20 Jahre gerechnet entspricht das 24 – 180 €/t CO<sub>2</sub>e (ebd.). Nach neueren Berechnungen nach Drösler et al. (2011, S.12) beläuft sich die Spanne der THG-Minderungskosten unter günstigen Bedingungen und bei einer Maßnahmendauer von 20 Jahren auf 10 – 135 €/t CO<sub>2</sub>e (ebd.). Beispielsweise liegen die Vermeidungskosten für das Freisinger Moos in Bayern zwischen 10 – 70 €/t CO<sub>2</sub>e (ebd.). Im Extremfall können bei ungünstigen Bedingungen (z.B. hohe Flächenkosten, kleiner Wirkungsbereich der Wiedervernässung und daraus resultierend eine geringe Emissionsminderung) Vermeidungskosten von über 1.000 €/tCO<sub>2</sub>e/a entstehen (Drösler et al. 2011, S.12).

Faktoren, welche die Preisgestaltung von MR beeinflussen, sind die Kosten des Flächenankaufes, der Umsetzung (u.a. Planung wie Fachgutachten und Maßnahmenumsetzung) und das Monitoring (u.a. Wassermanagement, Sicherstellung der Emissionsreduktionen) (Höper et al. 2008, S.207). Optional sind Kosten bezüglich der Landwirtschaft (z.B. für entstehende Kosten durch Umnutzung/Nutzungsaufgabe) oder der Zertifizierung. Auch nicht monetäre Einflüsse wie die Projektlaufzeit und das Einsparungspotential (u.a. abhängig von der Flächengröße, der Nutzungsform, möglicher Reduzierungspotentiale und den überstauten Flächen) haben einen Einfluss auf die Preisgestaltung pro Emissionszertifikat. Demnach ist eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit für jedes Moor individuell vorzunehmen (Höper et al. 2008, S.207).

Um dennoch eine Aussage bezüglich der Wirtschaftlichkeit treffen zu können, wird im Folgenden anhand zweier Projektebeispiele die Absatzchancen exemplarisch betrachtet.

Durch den Vergleich des in der Marktpreisanalyse ermittelten Durchschnittspreises und der Vermeidungskosten von MrP wird die Wirtschaftlichkeit konkret beschrieben und anhand von Beispielen erläutert.

## 4.4.2 Betrachtung der Wirtschaftlichkeit anhand von Beispielen

### **4.4.2.1 Projektbeispiel in Weißrussland – BPR-Projekt**

Das Projekt Belarus Peatland Rewetting (BPR-Projekt) in Weißrussland ist ein Innovationsprojekt im Verbund mit der Michael Succow Stiftung (Deutschland), der Royal Society for the Protection of Birds (UK) und der APB-BirdLife (Weißrussland) (siehe Tanneberger & Wichtemann 2011). Mitfinanziert wurde das MrP vom BMU über die KfW Entwicklungsbank (2008-2012). Im Zuge dieses Projektes wurden 38.000 ha Moorflächen in Weißrussland wiedervernässt. Über die nächsten zehn Jahre sollen auf diese Weise jährlich 10.000 t CO<sub>2</sub>e eingespart werden. In der Kostenkalkulation für dieses Projekt (inkl. technische Planung, Umsetzung, Monitoring und Emissionsberechnung) werden in den nächsten zehn Jahren 5 Mio € veranschlagt. Mit dieser Kalkulation würde sich nach Angaben von Joosten et al. (2012 S.28) ein Preis pro Tonne CO<sub>2</sub>e von 5,00 € ergeben. Die Zertifikate sollen in ca. fünf bis sechs Jahren auf den VCM verkauft werden. (Joosten et al. 2012, S.28; Voitekhovitch et al. 2011, S.133)

Im deutschen VCM mit einem Durchschnittspreis von 25,50 € pro Emissionszertifikat wäre der Preis von 5,00 € pro Zertifikat sehr wirtschaftlich. Sogar auf der Ebene des europäischen (~7,20 €/t CO<sub>2</sub>e)<sup>20</sup> VCM ist das Projekt ökonomisch sinnvoll. Bei dem internationalen VCM liegt der Preis (~4,90 €/t CO<sub>2</sub>e)<sup>20</sup> minimal über dem Durchschnitt.

Generell ist eine Umsetzung eines Projektes in diesem finanziellen Rahmen in Deutschland nicht möglich. Im Zuge des Projektes in Weißrussland wurde eine große Fläche von 38.000 ha vernässt. Zum Einen benötigt man für den Ankauf solch großer Flächen eine hohe Vorfinanzierung. Zum Anderen sind durch den hohen Siedlungsdruck in Deutschland große Moorflächen kaum verfügbar und nur zu einem hohen bzw. höheren Flächenpreis erhältlich.

Dieses Beispiel soll zeigen, dass Moorschutz als Klimaschutzmaßnahme bereits wirtschaftlich umgesetzt wird.

#### **4.4.2.2 Projektbeispiele in Bayern – Musterberechnungen**

Die Berechnungen der theoretischen Vermeidungskosten für drei Moore in Bayern über zehn, 20, 30, 40 und 50 Jahre zeigen die Auswirkung verschiedener Parameter auf.

Die Berechnungen sollen als Annäherung an eine mögliche Preiszusammensetzung gesehen werden. Angesichts der vereinfachenden Annahmen, die bei der Kalkulation der Preise pro Tonne CO<sub>2</sub>e getroffen wurden, sind die ermittelten Werte mit einem erheblichen Maß an Unsicherheit verbunden. Dennoch ist eine erste Einschätzung der Wirtschaftlichkeit mit den erhaltenen Resultaten möglich.

Die von der Regierung von Oberbayern (ROB) zur Verfügung gestellten Daten sind eine qualitative Datengrundlage, die sich auf die Praxiserfahrung der letzten Jahre stützt. Repräsentativ sind die Werte des Flächenankaufs für den Landkreis (LK) Weilheim-Schongau; abgeleitet ebenfalls für die Region Oberbayern. Diese Kosten für Flächenankäufe können allerdings innerhalb Bayerns und mehr noch in anderen Bundesländern stark abweichen. Daher sind die Ergebnisse nicht auf ganz Bayern bzw. Deutschland übertragbar.

Zu beachten ist, dass es sich bei allen drei Mooren um Hochmoore handelt. Die Praxis der ROB hat sich in der Vergangenheit auf Hochmoore fokussiert. Für Niedermoore ergeben sich höhere Flächenankaufpreise je Hektar. Grund dafür ist, dass auf den nährstoffreichen und daher landwirtschaftlich genutzten Niedermoorflächen tendenziell ein höherer Siedlungsdruck herrscht (Schäfer 2009). Somit ist die Verfügbarkeit bzw. sind die Ankaufmöglichkeiten eingeschränkt (Bsp. Donaumoos in Bayern). (Siuda 2012, pers. Komm.)

Weiter muss berücksichtigt werden, dass Personalkosten nicht in die Berechnung mit einkalkuliert wurden. Einen hohen zeitlichen Aufwand nimmt die Beschaffung von geeigneten Moorflächen ein (u.a. Recherche, Begehung, Verhandlungen). Der Aufwand, um Niedermoore zu erwerben, ist höher als bei Hochmooren. (Siuda 2012, pers. Komm.)

Auch die Kosten für eine Zertifizierung wurden nicht mit einkalkuliert. Laut TÜV SÜD (2012, pers. Komm.) und Permien (2012, S.7) bewegen sich die Kosten für eine Zertifizierung durch internationale Standards schnell um die 10.000 € und mehr *pro MrP* (vgl. VCS 2012b; Freibauer 2011, S.13) (siehe 3.3). Dieser optionale Faktor hat großen Einfluss und muss bei der Bewertung der MR mitberücksichtigt werden; konnte jedoch in diese Arbeit nicht integriert werden.

Im Zusammenhang mit der MR als KsP muss ebenfalls geklärt werden, wie eventuell vorhandene Vorleistungen der Landesregierung (z.B. Flächenerwerb) in die Preisgestaltung einer eingesparten Tonne CO<sub>2</sub> einzubeziehen sind (Drösler 2012, pers. Komm.).

Bei der Berechnung der Emissionsreduktion wurden Werte verwendet, die in der Praxis gängig sind (siehe 3.3). Allerdings wurde die Emissionsreduktionen auf das gesamte Moor bezogen. Für eine konkrete Berechnung muss der Wirkungsbereich der MR ermittelt werden und mit der entsprechenden Emissionsminderung verrechnet werden (Siuda 2012, pers. Komm.). Auch Faktoren wie Holzentnahme müssen wegen der einmaligen CO<sub>2</sub>-Freisetzung aus der Emissionseinsparung heraus gerechnet werden (bspw. müsste dies beim Kläperfilz bei einer detaillierteren Berechnung durchgeführt werden) (Drösler 2012, pers. Komm.).

***Die Ergebnisse der Berechnungen der Vermeidungskosten für die Renaturierung der drei bayerischen Hochmoore verdeutlichen:***

1. Die Wirtschaftlichkeit nimmt (aufgrund der geringen laufenden Kosten in Form von Monitoring) mit der *Laufzeit* zu.
2. *Umsetzungs- und Planungskosten* spielen für die Wirtschaftlichkeit eine große Rolle.
3. Die *Größe der Moore* ist nicht der preisbestimmende Faktor. In den ersten Jahren spielt dieser Faktor eine Rolle. Mit der Zeit relativiert sich dieser Einfluss.

Es muss untersucht werden, in welchem Maße die Einkalkulierung der Zertifizierungskosten sich auf die Preiszusammensetzung auswirkt. Aufgrund hoher statischer Kosten *pro Projekt* (die unabhängig von der Größe des Moores sind) wird vermutet, dass die Größe eine wichtigere Rolle spielen wird.

***Die Wirtschaftlichkeit der MR ist speziell für jedes Moor zu bewerten.*** Dafür müssen die Preisgestaltung der Emissionszertifikate auf dem deutschsprachigen VCM und die Minderungskosten der Renaturierung zueinander in Bezug gesetzt werden. Generell kann die MR ein ökonomisch sinnvolles Mittel zur Generierung von Emissionszertifikaten für den deutschsprachigen VCM sein. Dies setzt aber eine sorgfältige Auswahl des zu renaturierenden Moores voraus.

**Tab. 3: Übersicht der verwendeten Daten (Größe der Moore, Kostenannahmen für Flächenankäufe, Planung und Umsetzung der Renaturierung sowie für das Monitoring pro Jahr) zur Kalkulierung der Vermeidungskosten für die drei Hochmoore.**

	<b>Größe (ha)</b>	<b>Flächenkaufpreis (€)</b>	<b>Planungskosten (€)</b>	<b>Kosten für die Umsetzungsmaßnahme (€)</b>	<b>Kosten für das Monitoring pro Jahr (€)</b>

Die Daten der Tabellen 3 & 4 werden von Greensurance® auf Anfrage bereitgestellt.

**Tab. 4: Darstellung der Ergebnisse der Kostenkalkulation für die Vermeidungskosten der drei Hochmoorrenaturierungen in Bayern . Berechnung: siehe Tabelle 10, 11 & 12 im Anhang 3. Die Berechnungsannahmen sind Tab. 2. und die verwendeten Werte sind in Tab. 3 dargestellt.**

	<b>Preis pro Tonne CO<sub>2</sub> 10 Jahre (€)</b>	<b>Preis pro Tonne CO<sub>2</sub> 20 Jahre (€)</b>	<b>Preis pro Tonne CO<sub>2</sub> 30 Jahre (€)</b>	<b>Preis pro Tonne CO<sub>2</sub> 40 Jahre (€)</b>	<b>Preis pro Tonne CO<sub>2</sub> 50 Jahre (€)</b>

### 4.4.3 Betrachtung der Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu Bioenergie-Linien

Die Preisspanne für die Vermeidungskosten von MrP nach Drösler et al. (2011 S.11) beträgt 10 – 135 €/t CO<sub>2e</sub>. In Abb. 8. wird diese Preisspanne mit den Vermeidungskosten einiger Bioenergie-Linien (d.h. Arten der Energieproduktion durch Biomasse) verglichen. Selbst mit dem Maximalpreis von 135 €/t CO<sub>2e</sub> ist die MR wirtschaftlicher als die Vermeidung von Emissionen durch die Produktion von Kraftstoffen wie Biodiesel, Biogas und Ethanol aus Weizen sowie die Erzeugung von Strom und Wärme mittels Biogas. Je nach individueller Wirtschaftlichkeit des Moores kann die MR ökonomischer sein als eine Getreideheizung oder eine Stroh-CO<sub>2</sub>-Verbrennung. Lediglich die Hackschnitzel-Heizung ist in jedem Fall wirtschaftlicher.

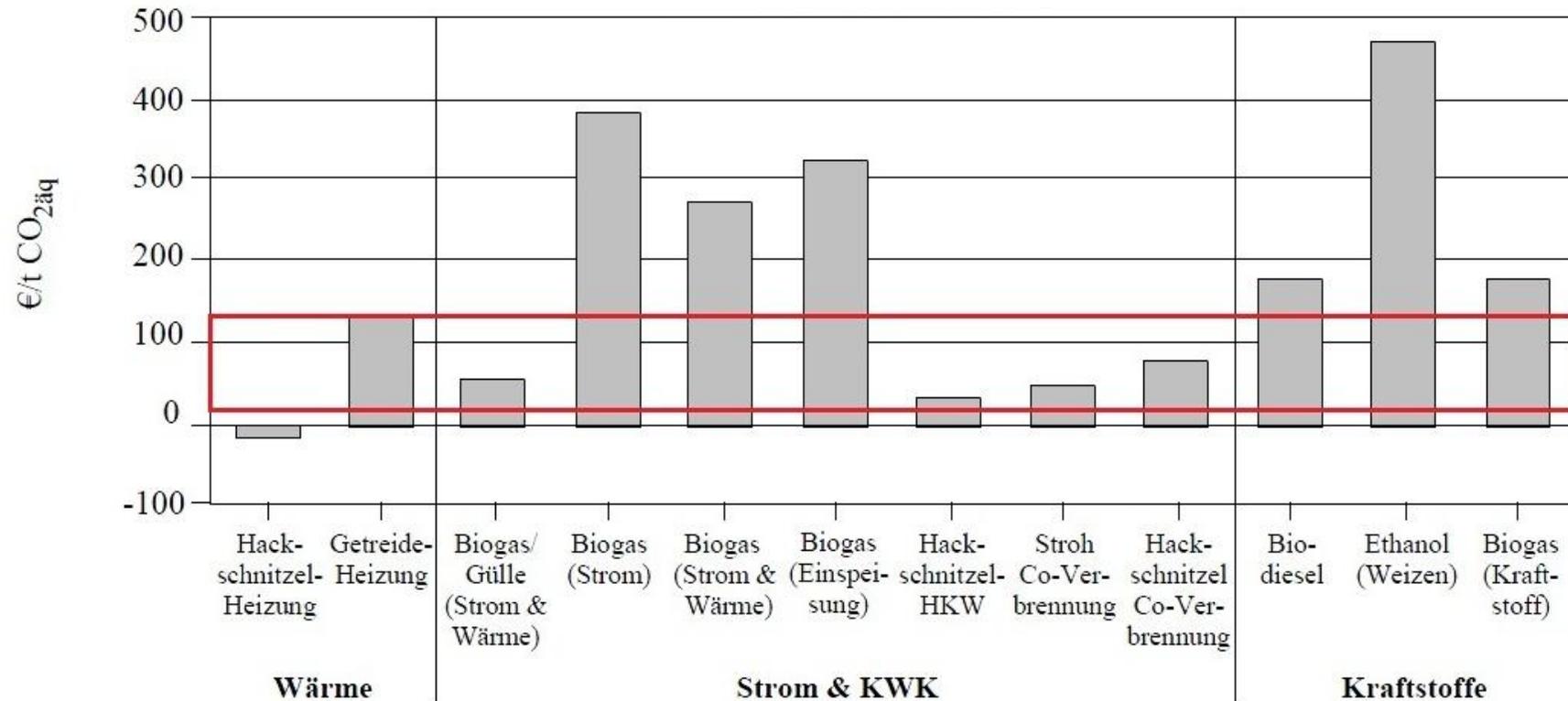


Abb. 8: Vergleich der Preisspanne der Vermeidungskosten von Moorrenaturierungsprojekten im Vergleich zu den Vermeidungskosten von Energie aus Biomasse. Der rotmarkierte Bereich zeigt die Preisspanne der Vermeidungskosten nach Drösler et al. 2011, S.11 näherungsweise an. (verändert nach Wiss. Beirat Agrarpolitik beim BMELV 2007, S.iv)

## 5 Bewertung der Durchführbarkeit

---

Die Durchführbarkeit von MR schließt alle nicht monetären Aspekte ein, die eine Implementierung der MR als KsP beeinflussen. Dazu gehören die Verfügbarkeit von Moorflächen, Fachkenntnisse zur Maßnahmenumsetzung, wissenschaftliche Datengrundlagen zur Emissionsberechnung und als eine Handlungsoption die Möglichkeit der Zertifizierung. Im Folgenden soll ein Überblick über diese Faktoren gegeben und die Umsetzbarkeit von MrP zur Generierung von Emissionszertifikaten im deutschsprachigen VCM begutachtet werden.

### 5.1 Verfügbarkeit von Flächen

Im ersten Schritt wird betrachtet, welchen Anteil Deutschland an Moorflächen besitzt und inwiefern diese entwässert sind und damit potentielle Renaturierungsstandorte darstellen.

***Deutschland weist ein großes Potential für mögliche Standorte von MR auf. Die Flächenverfügbarkeit ist jedoch aufgrund der intensiven, meist landwirtschaftlichen Nutzung eingeschränkt vorhanden und geht bei einem Erwerb teilweise mit hohen Grundstückspreisen bzw. Ausgleichszahlungen einher.*** In Deutschland nehmen Moore je nach Literaturangabe zwischen 3,96 % (Schopp-Guth & Guth 2003, S.10) bis 5,10 % (Drösler et al. 2011, S.2) der Landesfläche ein (vgl. Tab.1). Das Vorkommen der Moore konzentriert sich auf die norddeutsche Tiefebene (78 %) und das Alpenvorland (20 %) (Jensen et al. 2011, S.3). Die Verteilung der Moore in Deutschland ist in Abb. 9 dargestellt.

Einen Vergleich der prozentualen Moorflächenverteilung in den europäischen Ländern gibt Abb. 15 im Anhang 1 wieder. Es wird ersichtlich, dass Deutschland im Vergleich zu den nordeuropäischen Ländern (Bsp. Finnland, Schweden und Weißrussland) relativ wenige, im Vergleich zu den südeuropäischen Ländern (Bsp. Italien, Spanien) relativ viele Moorflächen aufweist (Montanarella et al. 2006, S.6).

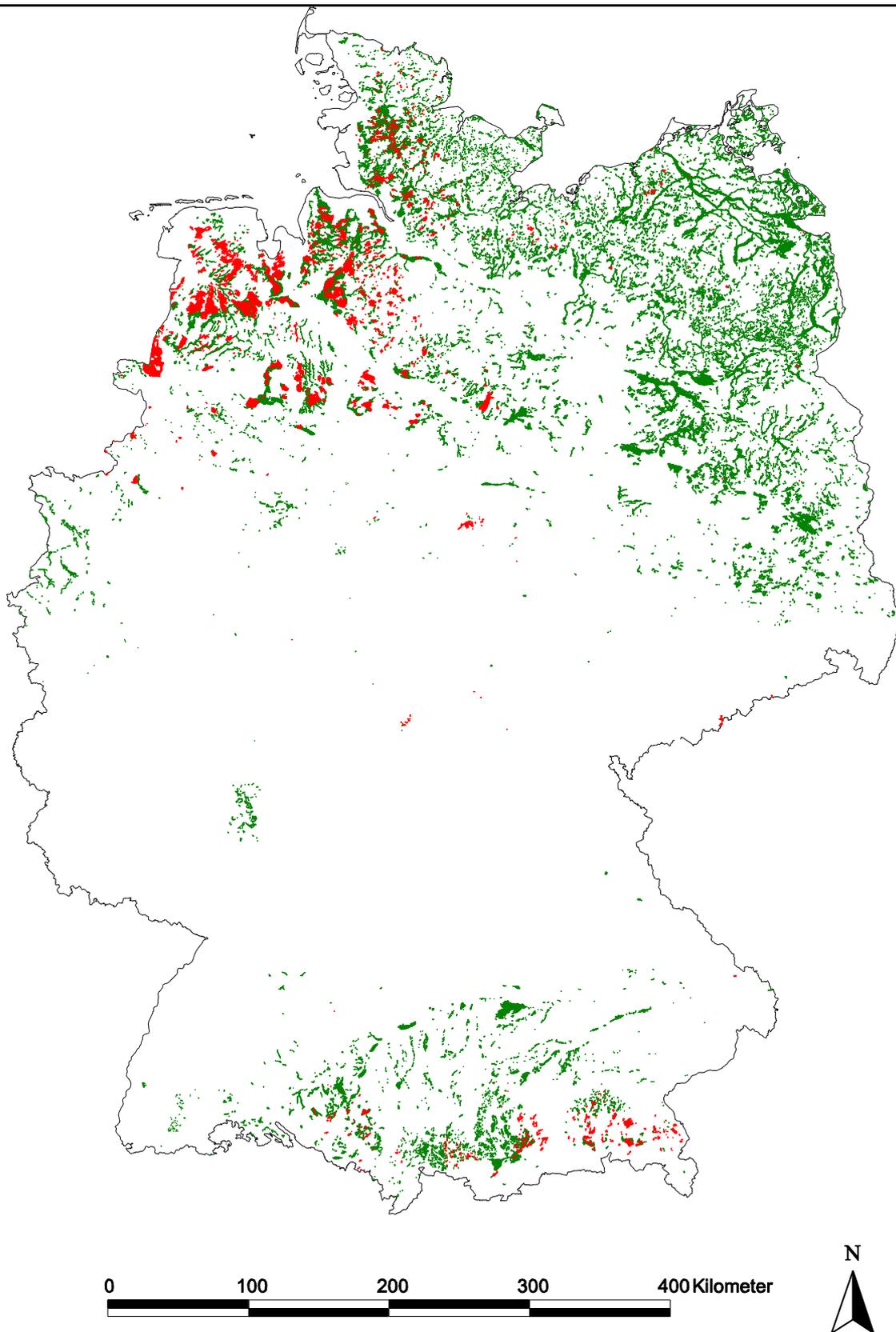


Abb. 9: Moorflächen in Deutschland nach GÜK 200. Rote Flächen stellen Hochmoore, grüne Flächen Niedermoore dar. (Freibauer 2012, pers. Komm., siehe auch Drösler et al. 2011, S.2)

In der Vergangenheit sind deutsche Moore großflächig entwässert worden (Drösler et al. 2008, S.248; Byrne et al. 2004, S.23). Aus diesem Grund sind nur noch 1,3 %<sup>20</sup> (in 2002) der Moore als intakt zu bezeichnen (Byrne et al. 2004, S.10). Als Konsequenz daraus werden jährlich 32 Mt CO<sub>2</sub> bzw. 45,7 Mt CO<sub>2</sub>e aus Mooren emittiert (Drösler et al. 2011, S.3; Joosten 2009, S.8). Damit sind Moore nach dem Energiesektor die zweitgrößte Quelle für THG (siehe Abb. 10) (Michel et al. 2011, S.9).

Mit einem Anteil von 3,2 % an den europäischen Moorflächen (Byrne et al. 2004, S.35) steht Deutschland an sechster Stelle im Vergleich der EU-25-Moorflächen (Drösler et al. 2008, S.244). Trotz des geringen Flächenanteils an den europäischen Mooren belegt Deutschland europaweit mit 12 % Anteil den zweiten Platz als Emittent moorbedingter THG (Byrne et al. 2004, S.35).

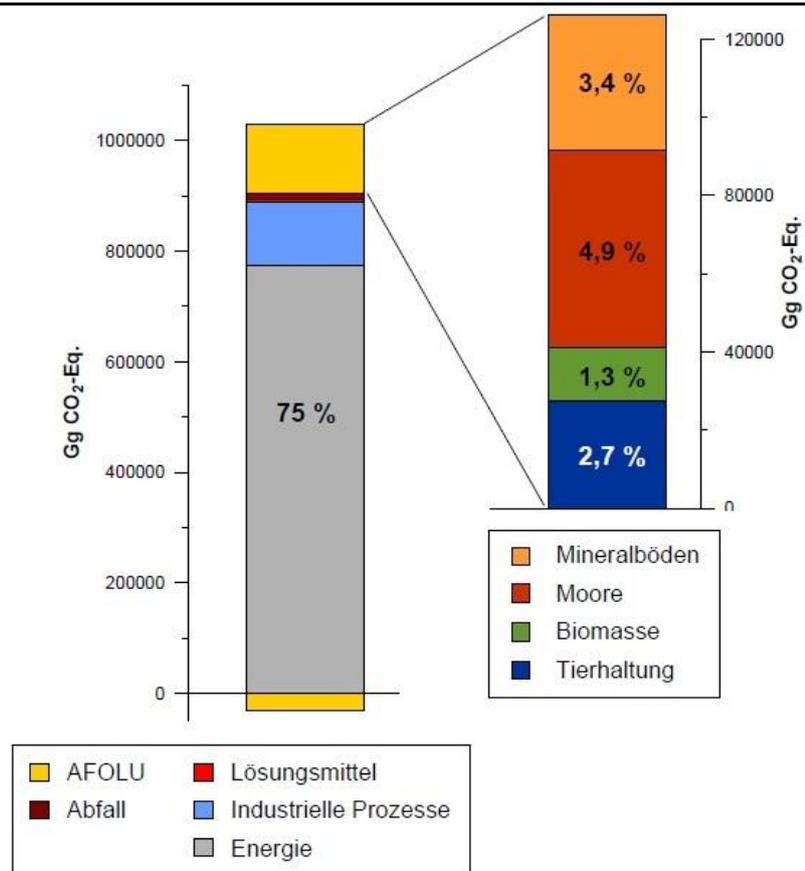


Abb. 10: Darstellung der Verteilung von THG-Emissionen in Deutschland nach Daten des NIR 2009. (UBA 2009 aus Bechtold et al. 2011, S.2)

<sup>20</sup> Eigene Berechnungen; Datengrundlage: Byrne et al. 2004, S.10.

Im internationalen Vergleich der Länder mit dem größten Moorflächenanteil belegt Deutschland den 19. Platz (Plätze 1-3: Russland - asiatischer Teil, Kanada & Indonesien) (Joosten 2009, S.8.). Beim Ranking der größten Emittenten aufgrund degradierter Moore nimmt Deutschland in 2008 den 9. Platz ein (Plätze 1-3: Indonesien, Russland – europäischer Teil & China) (ebd.). Der Grund für die hohen Emissionen durch Moore in Deutschland ist die intensive landwirtschaftliche Nutzung von über 80 % der Moorflächen (als Acker- und Grasland) (Drösler et al. 2008, S.244ff; Byrne et al. 2004, S.23; siehe auch Joosten & Clarke 2002, S.65). Diese Nutzungsform der Moore ruft die größten Emissionen hervor (vgl. Abb. 14 im Anhang 1) (Drösler et al. 2011, S.8).

Auf Hochmoorflächen könnte durch eine unter Klimaschutzgesichtspunkten optimal durchgeführte Renaturierung (best-practice) jährlich bis zu 15 t CO<sub>2</sub>e/ha eingespart werden; bei Niedermooren sogar bis zu 30 t CO<sub>2</sub>e/ha/a (Drösler 2009, S.65). Davon ausgehend ergibt sich für Deutschland ein theoretisches Reduktionspotential von 35 Mt CO<sub>2</sub>e/ha/a (Freibauer et al. 2009, S.20). Abb. 11 zeigt die Verteilung der Emissionen aus Mooren in Deutschland bezogen auf die Gemeinden. Ganz deutlich ist die Konzentration der moorbedingten Emissionen auf Norddeutschland zu erkennen.

In Deutschland herrscht ein hoher Siedlungsdruck, der sich einerseits auf den Kaufpreis, andererseits negativ auf die Verfügbarkeit von Flächen auswirkt (siehe 4.4.2.1). Die Praxis in Bayern zeigt, dass große Flächen verfügbar gemacht werden können (Lfu o.J.). Moore nehmen 3 % der bayerischen Landesfläche ein; davon sind 66.000 ha Hochmoorflächen (30 %) und 154.000 ha Niedermoorflächen (70 %) (Drösler 2011 zit in. Jensen et al. 2011, S.6). Im Zeitraum von 2008-2011 wurden von der Bayerischen Landesregierung im Zuge des Klimaprogramms Bayern 2020 (KLIP 2020) 665 ha Hochmoorflächen gesichert (Lfu o.J.). Das Ziel des KLIP 2020-Programmes ist es, bis 2020 50 Moore zu renaturieren (StMUGV 2007, S.29; siehe auch Lfu 2003).

Inwiefern der Flächenankauf für Firmen problemlos umsetzbar ist, bleibt abzuwarten. Wie bei einer *freiwilligen Teilnahme* von Eigentümern potentieller Renaturierungsflächen an einer MR in Bezug auf die Anrechenbarkeit der Emissionszertifikate für den VCM zu verfahren ist, muss noch geklärt werden.

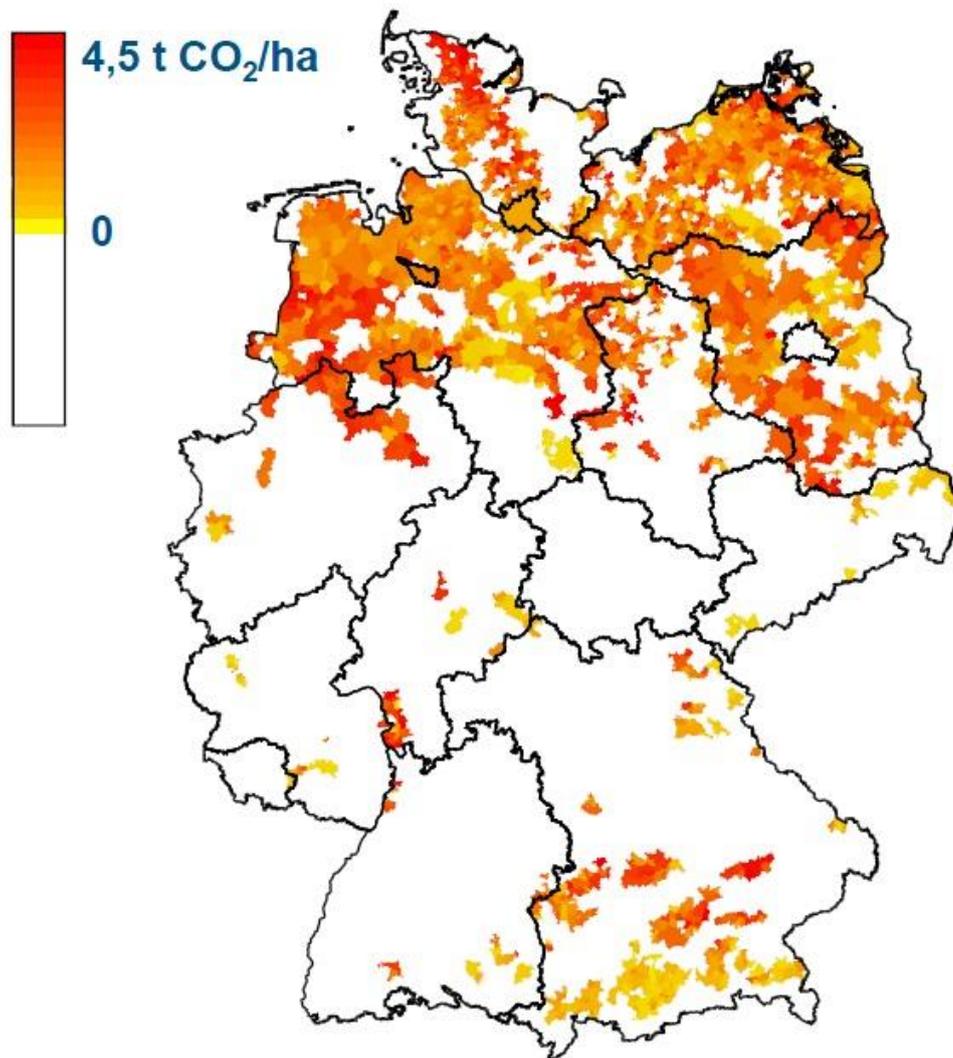


Abb. 11: CO<sub>2</sub>-Emissionen aus deutschen Mooren bezogen auf die Gemeindefläche in t CO<sub>2</sub>/ha.  
(UBA 2009 übernommen aus Freibauer 2010, S.6)

## 5.2 Implementierung der Renaturierung

Bei der Durchführbarkeit der Renaturierung von Mooren werden im Speziellen die Teilbereiche Planung und Durchführung der Wiedervernässung und Monitoringmaßnahmen begutachtet.

**Bei der MR handelt es sich um eine Forschungsrichtung mit 20- bis 30-jähriger Praxis. Die Umsetzung unter Klimaschutzaspekten ist jedoch noch ein innovatives Forschungsfeld.**

Seit 1980 werden im Norden Deutschlands und seit 1990 in Bayern MR im Sinne des Natur- und Umweltschutzes praktiziert (Siuda 2012, pers. Komm.; Zerbe et al. 2009, S.2). Zur Umsetzung sind mehrere Publikationen, darunter Leitfäden zur Renaturierung, veröffentlicht

worden (siehe Siuda & Thiele 2010; Timmermann et al. 2009; Wagner & Wagner 2005; ANL 2003; 1999 u.a.). Bezüglich der Umsetzung von MR im Sinne des Klimaschutzes besteht noch immer wenig praktische Erfahrung und daher weiterer Forschungsbedarf.

*Der Fokus* für MrP in Bayern liegt auf Hochmoorflächen. Niedermoore sind in Deutschland zwar *häufiger vertreten* (66.1 %) (Schopp-Guth & Guth 2003, S.13) und weisen ein durchschnittlich *höheres Emissionsminderungspotenzial* pro Hektar auf (Bergmann & Drösler 2009). Bei Überstau kommt es jedoch zu einer erhöhten Methanfreisetzung (siehe 2.1.4) (Drösler et al. 2011, S.10 u.a.) und die Quantifizierung des Reduktionspotenzials ist unsicherer als bei Hochmooren (Drösler 2009, S.67). Niedermoore (Grundwassermoore) sind zudem abhängig von dem umschließenden Wassereinzugsgebiet. Deshalb müssen umliegende Flächen in die Planung mit einbezogen werden (Siuda 2012, pers. Komm.). Zuletzt erschwert ein hoher Nutzungsdruck den Ankauf (siehe 4.4.2.2).

***Für die Planung der Wiedervernässung ist von Vorteil, dass auf Bundesebene bereits einige relevante Datensätze vorliegen*** (bspw. Luftbilder, forstliche Standortkarten, geologische Karten, Artenschutzkartierungen, etc.) (Siuda 2002, S.18f).

***Die Schwierigkeit in der Nutzung der MR als KsP liegt darin, die Renaturierung unter Klimaschutzgesichtspunkten durchzuführen.*** CO<sub>2</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen zu stoppen, die Funktion des Moores als Speicher für C zu fördern und gleichzeitig die CH<sub>4</sub>-Freisetzung zu minimieren, sind die größte Herausforderung für erfolgreiche MR als KsP (Drösler 2001 zit. in Siuda 2002, S.9f). Mit der Wiedervernässungsmaßnahme muss das gewünschte Stauziel erreicht und über das Jahr hinweg dauerhaft konstant gehalten werden (Beuster 2011, S.301; Eigner 2003, S.27). Ein zu niedriger Wasserstand, der zu einer geringeren Klimaentlastung führt, sollte ebenso vermieden werden wie ein großflächiger Überstau (Drösler et al. 2011, S.10; Eigner 2003, S.27), denn durch Wasserstände über Flur wird eine (extrem) hohe CH<sub>4</sub>-Freisetzung gefördert (Drösler et al. 2011, S.10). Dieses Risiko zu minimieren und die CH<sub>4</sub>-Emissionen zu quantifizieren, ist eines der Hauptprobleme bei der Generierung von Emissionszertifikaten durch MrP.

***Ein limitierender Faktor ist, dass nicht alle Moore wiedervernässt werden können.*** Teilweise sind Moorflächen aufgrund einer jahrelangen Entwässerung so stark degradiert, d.h. sie weisen einen so hohen Torfverlust auf, dass eine Herstellung des ursprünglichen Zustands bzw. eines selbstregulierenden Moores nicht mehr möglich ist (Timmermann et al. 2009, S.62; Beuster 2011, S.299; Schopp-Guth & Guth 2003, S.8f). Generell ist es problematischer und mit einem höheren Aufwand verbunden, schwer degradierte Moore wiederherzustellen

(Timmermann et al. 2009, S.61f). Allerdings liegt gerade hier ein hohes Einsparpotential an THG-Emissionen.

***Das Monitoring ist für die Reduktion von Emissionen essentiell, ebenso wie die Betreuung in Form von Nachbesserungen.*** Das Monitoring wurde in der Vergangenheit teilweise vernachlässigt (Beuster 2011, S.298).

Zwei laufende Projekte, mithilfe derer Forschung betrieben wird, werden im Folgenden kurz dargestellt.

### 5.2.1 Projekt „Organische Böden“

***Das Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) befasst sich im Projekt „Organische Böden“ (2009-2012) mit der „Ermittlung und Bereitstellung von Methoden, Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren für die Klimaberichterstattung LULUCF/ AFOLU“.*** Die Ziele dieses Projektes sind die „Lieferung von Daten für [die] Erarbeitung eines deutschlandweiten Modells zur Abschätzung der Treibhausgase“, (Belting 2012, S.4) die „Lieferung von Grundlagen für die Bewertung von Wiedervernässungsmaßnahmen zur Emissionsminderung“ (ebd.), die „Entwicklung von regionaltypischen Handlungsempfehlungen“ (ebd.) und die Erstellung eines „Leitfaden[s] zum Monitoring von Wiedervernässungsprojekten“ (ebd.). Der Endbericht des Projektes wird voraussichtlich im Frühjahr/Sommer 2013 veröffentlicht (Tiemeyer 2012, pers. Komm.).

### 5.2.2 Standard-Methodik

***Eine Standardmethodik wird derzeit im Auftrag der bayerischen Landesregierung von Prof. Drösler an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) für Bayern entwickelt.*** Diese Methodik soll den Ablauf der MrP in Bayern standardisieren (u.a. Umsetzung, Monitoring), eine Berechnungsmethode für die Preisbestimmung bieten (u.a. mit einem Modell zur Bestimmung der Emissionsreduzierung) und die Zertifizierung der Projekte ermöglichen (u.a. Absicherung der Zusätzlichkeit der Projekte). Ende des Jahres 2012 wird diese Methodik voraussichtlich veröffentlicht werden. (Drösler 2012, pers. Komm.)

## 5.3 Quantifizierung der Klimawirksamkeit von Mooren

Die Quantifizierung stellt den entscheidenden Schritt für die MR als KsP dar. Der Stand der Forschung soll in diesem Abschnitt kurz erläutert werden.

Eine Bestimmung von Emissionsfaktoren ist aufgrund der großen Vielfältigkeit von Mooren, der räumlichen Heterogenität (Landnutzung, Torfmächtigkeit), der Einbeziehung mehrerer THG und der Schwankungen verschiedener Parameter (Wetter, Wasserstand etc.), welche die THG-Emissionen beeinflussen, komplex (Joosten & Couwenberg 2009, S.2). Erst in den letzten Jahren wurden aufgrund des steigenden Interesses am Schutz der Moore zu Klimaschutzzwecken die Untersuchungen in diesem Forschungsbereich verstärkt. Es besteht in vielen Bereichen noch ein erheblicher Forschungsbedarf (Drösler 2009, S.61). Weitere Spurengasmessungen werden in diesem Zusammenhang benötigt. Unter anderem ist im Juni 2012 ein Bericht zum Ahlenmoor bei Cuxhaven veröffentlicht worden (siehe Beetz et al. 2012).

Es gibt zwei Großprojekte, die sich mit Emissionsfaktoren von Mooren beschäftigt haben und Quellen für Emissionsfaktoren darstellen. Diese sollen im Folgenden kurz vorgestellt werden.

### 5.3.1 BMBF-Verbundprojekt

Das vom Bundesministerium für Forschung und Bildung (BMBF) geförderte Projekt „Klimaschutz-Moornutzungsstrategien“ (2006-2010) beschäftigte sich mit der THG-Bilanzierung von Mooren (siehe Drösler et al. 2011). Es wurden zehn Moore (drei Hochmoore und sieben Niedermoore) in Deutschland und Polen untersucht. Bei der Analyse wurden sieben verschiedene Landnutzungstypen (u.a. Acker, renaturierte Moore und Überstau-Situationen) unterschieden (ebd. S.4). Erste Ergebnisse wurden im April 2011 durch einen Arbeitsbericht veröffentlicht (u.a. einige Emissionsfaktoren) (ebd. S.8). Der Endbericht wird voraussichtlich im Zeitraum August bis Oktober 2012 erscheinen (Drösler 2012, pers. Komm.).

### 5.3.2 GEST-Methodik

Im Zuge des Projektes der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald „Entwicklung von Grundsätzen für eine Bewertung von Niedermooren hinsichtlich ihrer Klimarelevanz“ wurden die sogenannten Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen (GEST) entwickelt. Den GEST kann ein bestimmtes Emissionsverhalten zugeordnet werden. Die GEST-Methodik basiert auf den Forschungsergebnissen, dass THG-Emissionen von Mooren an die jährlichen, mittleren Moorwasserstände gebunden sind. Die Wasserstände sind ein Indikator für bestimmte Artengruppen der Vegetation. Daher können Rückschlüsse von den vorhandenen Vegetationsarten auf die THG-Emissionen eines Moores gezogen werden. Die Klassifizierung der Standorte erfolgt nach Vegetationsarten mit bestimmten Emissionsmustern und bildet die GEST. Eine Quantifizierung der Emissionsreduktion ist dadurch mit einfach zu ermittelnden Indikatoren zu bestimmen. (Couwenberg et al. 2008, S.2; siehe auch Couwenberg et al. 2011)

Das GEST-Konzept wurde bereits durch die MoorFutures (o.J.) angewandt. Auch das in 4.4.2.2 vorgestellte BPR-Projekt in Weißrussland hat die Emissionsberechnung mit Hilfe des GEST-Ansatzes durchgeführt und weiterentwickelt (Voitekhovitch et al. 2011, S.136).

## 5.4 Zertifizierung

Auf dem VCM spielen Standards und Zertifizierungen eine immer wichtigere Rolle. Daher werden im Folgenden die Möglichkeiten einer Zertifizierung erläutert.

***Die Zertifizierung eines MrP durch einen internationalen Standard ist bereits theoretisch möglich, die praktische Umsetzung der Zertifizierung stellt derzeit noch ein Problem dar.***

Zwar veröffentlichte im März 2011 der am internationalen und deutschen VCM am weitesten verbreitete Standard, der Voluntary Carbon Standard (VCS), in seinen neuen Richtlinien eine neue Landnutzungskategorie für Moorschutz und MR (Peatland rewetting and conservation (PRC)) (Joosten et al. 2012, S.27; VCS 2012a), allerdings wurde unter diesem Standard bisher kein MrP zertifiziert (VCS 2012, pers. Komm.). Dies liegt daran, dass sich die Methoden zur Durchführung unter dem VCS Standard noch in der Entwicklung befinden (TÜV SÜD 2012, pers. Komm.). Eine Methode zur Umsetzung von KsP durch den Schutz von natürlichen Mooren (siehe Terra Global Capital LLC o.J.) und zwei Methoden für die Durchführung von MrP (siehe Silvestrum & Universität Greifswald 2011; Winrock International 2011) werden derzeit unter dem VCS angewandt und überprüft.

Die erste Methode „Baseline and Monitoring Methodology for the Rewetting of Drained Peatlands used for Peat Extraction, Forestry or Agriculture“ zur Renaturierung von dränierten Mooren durch Torfentnahme, Forst- oder Landwirtschaft wurde von Silvestrum und der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald (2011) entwickelt. Die Methode ist im Zuge des BPR-Projektes in Weißrussland konzipiert worden und stützt sich auf die oben bereits beschriebene GEST-Methode (siehe Voitekhovitch et al. 2011 S.136).

Eine zweite Methode „Rewetting of Drained Tropical Peatlands in Southeast Asia“ wurde von Winrock International (2011) in Zusammenarbeit mit dem WWF Deutschland erarbeitet. Durchgeführt wird das Projekt in Indonesien, es wurde durch die Krombacher Brauerei initiiert (siehe 4.4.2.1). (siehe Silvestrum & Universität Greifswald 2011; Winrock International 2011)

Voraussichtlich wird im Jahr 2013 eine Zertifizierung durch den VCS möglich werden (TÜV SÜD 2012, pers. Komm.).

Die Option einer sogenannten inhouse Zertifizierung, d.h. einer Zertifizierung durch den Anbieter selbst, wird bereits von MoorFutures (2012a) durchgeführt. Aufgrund von „unverhältnismäßig hohen Kosten“ (MoorFutures 2012a), die durch das Beziehen eines internationalen Standards auf die kleinflächigeren MrP im Vergleich zu internationalen Klimaschutzflächen entstehen würden, wurde, basierend auf dem VCS-PRC, ein eigener Standard, der *MoorFutures Standard* entwickelt (siehe MoorFutures o.J.).

## 6 Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit für die Greensurance® Stiftung (i.Gr.)

---

Im vorangegangenen Teil der Arbeit wurde die Wirtschaftlichkeit und Durchführbarkeit von MrP als KsP im deutschsprachigen VCM im Allgemeinen betrachtet. Abschließend soll nun der Bezug zu Greensurance® hergestellt werden. Die wichtigste Frage dabei ist, ob die MR zum derzeitigen Zeitpunkt für die Greensurance® Stiftung realisierbar, d.h. als KsP für den deutschen VCM durchführbar und wirtschaftlich sinnvoll ist.

Die Literaturanalyse des VCM zeigt, dass für Zertifikate aus MrP gute Absatzchancen bestehen. Der internationale VCM wird nach derzeitigen Prognosen stark wachsen. Dies wird voraussichtlich ebenfalls für den deutschen VCM, den weltweit drittgrößten Absatzmarkt, gelten. Die Nachfrage von KsP aus Deutschland kann heute nur in einem gewissen Umfang, vor allem durch Aufforstungsprojekte und nur zu einem geringen Anteil durch bereits bestehende MrP, erfüllt werden. Hier liegt ein großes Potenzial für MrP, die in Deutschland durchgeführt werden. Auch der zusätzliche Nutzen, den eine Renaturierung von Mooren ergänzend zum Klimaschutz bewirkt, steigert die Wettbewerbschancen gegenüber anderen KsP.

Von bereits bestehenden Wettbewerbsteilnehmern kann sich die Greensurance® durch mehrere Alleinstellungsmerkmale abgrenzen.

(dieser Abschnitt ist internen Mitarbeitern vorbehalten)

Derzeit ist die Durchführbarkeit der MrP der limitierende Faktor. Es existieren zwar viele potentielle Renaturierungsflächen und zur Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen gibt es bereits Praxiserfahrungen. Allerdings steht derzeit kein sicheres Verfahren zur Quantifizierung der Emissionsfaktoren für alle Moortypen zur Verfügung. Im Jahr 2013 werden jedoch von einigen Projekten neue Forschungsergebnisse erwartet, darunter Ergebnisse der vTI Projekte „Moorschutz ist Klimaschutz“ und „Organische Böden“. Desweiteren wird Ende 2012/Anfang 2013 in Bayern eine neue Standardmethodik veröffentlicht, die den Ablauf auf Bundeslandebene regeln soll und eine Zertifizierung ermöglichen wird.

Die MR ist nach der Überprüfung der Wirtschaftlichkeit und Durchführbarkeit ein geeignetes Instrument, um einen Beitrag zum Schutz des Klimas zu leisten. Das Leitbild der *Greensurance®*, *Für Mensch und Umwelt UG* [haftungsbeschränkt] ist mit der Wiedervernässung von Mooren in Deutschland zu verwirklichen. Mit MrP kann Klimaschutz und Umweltschutz in Deutschland kostengünstig betrieben werden. MR haben für die lokale Bevölkerung und die Versicherungsbranche direkten Nutzen, wie z.B. einen verbesserten Hochwasserschutz und positive Einwirkungen auf das lokale Klima. Für Pflanzen und Tiere bieten Moore einen besonderen Lebensraum. Die nationale Umsetzung garantiert echten Klimaschutz ohne den Verdacht auf „Greenwashing“.

Da die Frage der Quantifizierung abhängig ist von der Wahl der Zertifizierung, muss zunächst die Zertifizierungsart für Greensurance® ermittelt werden.

Zwei Handlungsoptionen sind dabei für Greensurance® denkbar.

1. *Eine Zertifizierung über einen internationalen Standard (derzeit nur unter dem VCS möglich; Stand: Juni 2012)*
2. *Eine regionale Lösung z.B. in Form eines inhouse Standards (Bsp. MoorFutures) oder einer Zertifizierung über einen regionalen Anbieter (Bsp. die Standardmethodik in Bayern)*

Die Forschungsfrage, die sich im nächsten Schritt für Greensurance® stellt, ist, ob die Auflagen des VCS (Bsp. die Kriterien für die Mooregebiete) für Greensurance® umsetzbar sind und die MR gleichzeitig wirtschaftlich sinnvoll bleiben (bspw. hohe Kosten für einzelne Projekte) oder ob eine regionale Lösung angemessener ist. Bei letzterer können die Gelder effektiver in die Umsetzung der MrP fließen. Hier muss erst noch untersucht werden, inwiefern die Qualität der Projekte unter einem regionalen Standard gewährleistet werden kann und ob eine Zertifizierung durch einen unabhängigen Dritten oder durch einen eigenen Standard erfolgen sollte.

Diese Bachelorarbeit schafft eine Basis für die Bearbeitung der oben genannten Forschungsfrage und leistet einen wesentlichen Beitrag zur weiteren Umsetzung von MrP durch Greensurance® sowie zum Umwelt- und Klimaschutz in Deutschland.

## 7 Literaturverzeichnis

---

ANL - Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrgs.) (1999): Neue Aspekte der Moornutzung. *Laufener Seminarbeiträge*, **6**, Laufen Salzlach.

ANL - Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrgs.) (2003): Moorrenaturierung - Praxis und Erfolgskontrolle. *Laufener Seminarbeiträge*, **1**, Laufen/Salzlach.

Aral Aktiengesellschaft (2012): Emissionsrechner. online abrufbar unter:  
<http://www.aral.de/aral/iframe.do?categoryId=9038414&contentId=7043455>  
(Stand: 09.06.2012).

ARTIK (2012): Meetschower Moorkuhlen, Deutschland. online abrufbar unter:  
<http://www.arktik.de/klimaschutzprojekte/nabu-hamburg/nabu-hamburg/meetschower-moorkuhlen-deutschland> (Stand: 07.06.2012).

atmosfair (2012a): Mein Beitrag zum Klimaschutz: Ich fliege atmosfair. online abrufbar unter: <https://www.atmosfair.de/fliegen-klima/hamburg/> (Stand:05.06.2012).

atmosfair (2012b): Projektstandards. online abrufbar unter:  
<https://www.atmosfair.de/projekte/projektstandards/> (Stand: 03.06.2012).

Bayerische Staatsregierung (Hrgs.) (2009): Richtlinien über die Berücksichtigung von Umweltgesichtspunkten bei der Vergabe öffentlicher Aufträge. (Umweltrichtlinien Öffentliches Auftragswesen – öAUmwR). Bekanntmachung der Bayerischen Staatsregierung vom 28. April 2009 Az.: B II 2-5152-15, online publiziert unter:  
[http://www.lfu.bayern.de/abfallrecycling\\_neue\\_produkte/doc/umweltgesichtspunkte.pdf](http://www.lfu.bayern.de/abfallrecycling_neue_produkte/doc/umweltgesichtspunkte.pdf) (Stand: 22.06.2012).

Bechtold, M., Belting, S., Dechow, R., Frahm, E., Frank, S., Freibauer, A., Gebbert, S., Hunziger, M., Laggner, A., Lempio, D., Leiber, K., Tiemeyer, B. & Voigt, C. (2011): Hydrologische & hydrochemische Charakterisierung von Mooren – von der Feldskala zur Entwicklung von Regionalisierungsansätzen. [Präsentation] Institutseminar AK, Johann Heinrich von Thünen-Institut, 21.06.2011, online Publiziert unter:  
[http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/Institute/AK/Fotos/Forschung/moor/download/Tiemeyer\\_Moorgruppe\\_AK\\_11\\_06\\_21\\_sv.pdf](http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/AK/Fotos/Forschung/moor/download/Tiemeyer_Moorgruppe_AK_11_06_21_sv.pdf) (Stand: 18.06.2012).

- Beetz, S., Liebersbach, H., Glatzel, S., Jurasinski, G., Buczko, U. & Höper, H. (2012): Effects of land use intensity on the full greenhouse gas balance in an Atlantic peat bog. *Biogeosciences Discussions*, **9**, 6793-6828
- Belting, S. (2012): Aufbau einer Datenbank zu Moorschutzprojekten. [Präsentation] Tagung "Moorschutz in Deutschland", Braunschweig, Johann Heinrich von Thünen-Institut, 27.-28.02.2012 in, online publiziert unter:  
[http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/Institute/AK/PDFs/Tagung/Moorschutz/Vortraege/Belting.pdf](http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/AK/PDFs/Tagung/Moorschutz/Vortraege/Belting.pdf) (Stand:22.06.2012).
- Bergmann, L. & Drösler, M. (2009): Die Bedeutung von Mooren als CO<sub>2</sub>-Senken. Dokument zur Tagung "Schutzgebiete und Klimawandel - neue Herausforderungen für ein bewährtes Konzept", 25.06.2009, online publiziert unter:  
[http://www.netzwerk-land.at/umwelt/veranstaltungen/downloads\\_schutzgebiete-klimawandel/zusammenfassung\\_bergmann](http://www.netzwerk-land.at/umwelt/veranstaltungen/downloads_schutzgebiete-klimawandel/zusammenfassung_bergmann) (Stand:14.06.2012).
- Beuster, T. (2011): Bericht zur Tagung "Wiedervernässung von Hochmooren - Warum funktioniert sie nicht überall?" 22.-23.Juni 2011, Schneverding. *TELMA*, **41**, 296-304.
- Byrne, K. A., Chojnicki, B., Christensen, T.R., Drösler, M., Freibauer, A., Frohking, S., Lindroth, A., Mailhammer, J., Malmer, N., Selin, P., Turunen, J., Valentini, R., Zetterberg, L. (2004): Eu peatlands: Current Carbon Stocks and Trace Gas Fluxes. Diskussionspapier. Workshop in Lund, Sweden, Oktober 2003, online publiziert unter:  
[http://www.bgc-jena.mpg.de/bgp/uploads/Teaching/Peatreport\\_final.pdf](http://www.bgc-jena.mpg.de/bgp/uploads/Teaching/Peatreport_final.pdf) (25.05.2012).
- Couwenberg, J., Augustin, J., Michaelis, D., Wichtmann, W. & Joosten, H. (2008): Entwicklung von Grundsätzen für eine Bewertung von Niedermooren hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. online publiziert unter: [http://paludikultur.de/fileadmin/user\\_upload/Dokumente/pub/gest.pdf](http://paludikultur.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/pub/gest.pdf) (Stand: 15.06.2012).
- Couwenberg, J. & Joosten, H. (2001): Das Beispiel Deutschland. In: Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.). *Landschaftsökologische Moorkunde*. Schweizerbart'Sche Verlagsbuchhandlung: Stuttgart, 409-411.
- Couwenberg, J., Thiele, A., Tanneberger, F., Augustin, J. r., Bärish, S., Dubovik, D., Liashchynskaya, N., Michaelis, D., Minke, M., Skuratovich, A. & Joosten, H. (2011): Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia*, **624**, 67-89.

- DEHSt - Deutsche Emissionshandelsstelle* (Hrgs.) (2008): Leitfaden zur freiwilligen Kompensation von Treibhausgasemissionen. online abrufbar unter:  
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3660.pdf> (Stand: 16.06.2012).
- DEHSt - Deutsche Emissionshandelsstelle* (Hrgs.) (2010a): Emissionshandel. online publiziert unter:  
[http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Fact\\_Sheet\\_EH.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Fact_Sheet_EH.pdf?__blob=publicationFile) (Stand:09.06.2012).
- DEHSt - Deutsche Emissionshandelsstelle* (Hrgs.) (2010b): Emissionshandel und Aufgaben der DEHst. online abrufbar unter:  
[http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Broschuere\\_DEHSt.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Broschuere_DEHSt.pdf?__blob=publicationFile) (Stand: 09.06.2012)
- DEHSt - Deutsche Emissionshandelsstelle* (Hrgs.) (2010c): Grundlagen des Emissionshandels. online abrufbar unter:  
[http://www.dehst.de/DE/Emissionshandel/Grundlagen/grundlagen\\_node.html](http://www.dehst.de/DE/Emissionshandel/Grundlagen/grundlagen_node.html)  
(Stand: 09.06.2012).
- DEHSt - Deutsche Emissionshandelsstelle* (Hrgs.) (2011): Freiwillige Kompensation. online abrufbar unter: [http://www.dehst.de/DE/Klimaschutzprojekte/Freiwillige-Kompensation/freiwillige-kompensation\\_node.html](http://www.dehst.de/DE/Klimaschutzprojekte/Freiwillige-Kompensation/freiwillige-kompensation_node.html) (Stand: 04.06.2012).
- DEHSt - Deutsche Emissionshandelsstelle* (Hrgs.) (2012a): Projektmechanismen. online abrufbar unter: [http://www.dehst.de/DE/Klimaschutzprojekte/Projektmechanismen/projektmechanismen\\_node.html](http://www.dehst.de/DE/Klimaschutzprojekte/Projektmechanismen/projektmechanismen_node.html) (Stand:09.06.2012).
- DEHSt - Deutsche Emissionshandelsstelle* (Hrgs.) (2012b): Glossar. Assigned Amount Units (AAU). online abrufbar unter: [http://www.dehst.de/DE/Serviceseiten/Glossar/Functions/\\_glossar.html?lv2=1710072](http://www.dehst.de/DE/Serviceseiten/Glossar/Functions/_glossar.html?lv2=1710072) (Stand:20.06.2012)
- Dierßen, K. & Dierßen, B.* (2008): Ökosysteme Mitteleuropas aus der geobotanischen Sicht. Moore. Richard Pott (Hrsg.) (2. Aufl.) Eugen Ulmer Verlag: Regensburg.
- Drösler, M.* (2005): Trace gas exchange of bog ecosystems, Southern Germany. Dissertation, Technische Universität München, Freising, online publiziert unter:  
<http://mediatum2.ub.tum.de/doc/603619/603619.pdf> (Stand:09.06.2012).

- Drösler, M.* (2009): Was haben Moore mit dem Klima zu tun? In: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege & Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Technische Universität München (Hrsg.), Vegetationsmanagement und Renaturierung. Festschrift zum 65. Geburtstag von Prof. Jörg Pfadenhauer. *Laufener Spezialbeiträge*, **2**, 60-69.
- Drösler, M., Freibauer, A., Adelman, W., Augustin, J., Bergman, L., Beyer, C., Chojnicki, B., Förster, C., Giebels, M., Görlitz, S., Höper, H., Kantelhardt, J., Liebersbach, H., Hahn-Schöfl, M., Minke, M., Petschow, U., Pfadenhauer, J., Schaller, L., Schägner, P., Sommer, M., Thuille, A. & Wehrhan, M.* (2011): Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis. vTI-Arbeitsberichte 4/2011, online publiziert unter: [http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/Institute/AK/PDFs/Klimaschutz\\_Moorschutz\\_Praxis\\_BMBF\\_vTI-Bericht\\_20110408.pdf](http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/AK/PDFs/Klimaschutz_Moorschutz_Praxis_BMBF_vTI-Bericht_20110408.pdf) (Stand: 20.06.2012)
- Drösler, M., Freibauer, A., Christensen, T. & Friborg, T.* (2008): Observation and status of peatland greenhouse gas emission in Europe. In: Dolman, H., Valentini, R., & Freibauer, A. (Hrsg.). *The Continental-Scale Greenhouse Gas Balance of Europe. Ecological Studies*, 203, Springer: New York, USA, 237-255.
- Eigner, J.* (2003): Möglichkeiten und Grenzen der Renaturierung von Hochmooren. In: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landespflege (Hrsg.). *Laufener Seminarbeiträge: Moorrenaturierung - Praxis und Erfolgskontrolle*. Laufen/Salzlach, **1**, 23-36.
- ENDS - Environmental Data Services* (2012): ENDS Carbon Offsets. The ENDS Carbon Offset Providers Directory. online abrufbar unter: <http://www.endscarbonoffsets.com/directory/> (06.06.2012).
- EU - Europäische Union* (Hrsg.) (2004a): Richtlinie 2004/17/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. März 2004 zur Koordinierung der Zuschlagserteilung durch Auftraggeber im Bereich der Wasser-, Energie und Verkehrsversorgung sowie der Postdienste. L 134/1, online abrufbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:134:0114:024:de:PDF> (Stand: 17.06.2012).

- EU - Europäische Union* (Hrgs.) (2004b): Richtlinie 2004/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. März 2004 zur Koordinierung der Zuschlagserteilung durch Auftraggeber im Bereich der Wasser-, Energie und Verkehrsversorgung sowie der Postdienste. L 134 114, online abrufbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:134:0114:0240:de:PDF> (Stand: 17.06.2012).
- Förderverein Ahlenmoor e.V.* (2012): Ahlenmoor. erwandern. erfahren. erleben. online abrufbar unter: <http://www.ahlenmoor.de/> (Stand: 07.06.2012).
- Freibauer, A.* (2010): Anrechenbarkeit von Moorschutzmaßnahmen im nationalen Klimaschutz. [Präsentation] Johann Heinrich von Thünen-Institut, 23.06.2010, online publiziert unter: <http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/70555/A.%20Freibauer.pdf?command=downloadContent&filename=A.%20Freibauer.pdf> (Stand: 18.06.2012).
- Freibauer, A.* (2011): Klimaschutzzertifikate für Moorrenaturierungen. [Präsentation] Johann Heinrich von Thünen-Institut, 05.04.2011, online publiziert unter: [http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/Institute/AK/Fotos/Forschung/moor/download/Freibauer\\_Moorfinanzierung\\_11\\_04\\_05\\_sv.pdf](http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/AK/Fotos/Forschung/moor/download/Freibauer_Moorfinanzierung_11_04_05_sv.pdf) (Stand: 18.06.2012)
- Freibauer, A., Drösler, M., Gensior, A. & Schulze, E. D.* (2009): Das Potenzial von Wäldern und Mooren für den Klimaschutz in Deutschland auf globaler Ebene. *Natur und Landschaft*, **84**, 20-25.
- Hamilton, K., Bayon, R., Turner, G. & Higgins, D.* (2007): State of the Voluntary Carbon Market 2007. Picking Up Steam. The Ecosystem Marketplace & New Carbon Finance, online publiziert unter: [http://ecosystemmarketplace.com/documents/acrobat/StateoftheVoluntaryCarbonMarket18July\\_Final.pdf](http://ecosystemmarketplace.com/documents/acrobat/StateoftheVoluntaryCarbonMarket18July_Final.pdf) (Stand: 22.06.2012).
- Hamilton, K., Sjardin, M., Marcello, T. & Xu, G.* (2008): Forging a Frontier: State of the Voluntary Carbon Markets 2008. The Ecosystem Marketplace & New Carbon Finance, online publiziert unter: [http://www.ecosystemmarketplace.com/documents/cms\\_documents2008\\_StateofVoluntaryCarbonMarket2.pdf](http://www.ecosystemmarketplace.com/documents/cms_documents2008_StateofVoluntaryCarbonMarket2.pdf) (Stand: 22.06.2012).

- Hamilton, K., Sjardin, M., Peters-Stanley, M. & Marcello, T. (2010): Building Bridges: State of the Voluntary Carbon Markets 2010. Bloomberg New Energy Finance & Ecosystem Marketplace, online publiziert unter: [http: moderncms.ecosystemmarketplace.com/repository/moderncms\\_documents\\_vcarbon\\_2010.2.pdf](http://moderncms.ecosystemmarketplace.com/repository/moderncms_documents_vcarbon_2010.2.pdf) (Stand: 22.06.2012).*
- Hamilton, K., Sjardin, M., Shapiro, A. & Marcello, T. (2009): Fortifying the Foundation: State of the Voluntary Carbon Markets 2009. The Ecosystem Marketplace & New Carbon Finance, online publiziert unter: [http: ecosystemmarketplace.com/documents/cms\\_documents\\_StateOfTheVoluntaryCarbonMarkets\\_2009.pdf](http://ecosystemmarketplace.com/documents/cms_documents_StateOfTheVoluntaryCarbonMarkets_2009.pdf) (Stand: 22.06.2012).*
- Harthan, R. O., Brohmann, B., Fritsche, U. R., Grießhammer, R. & Seebach, D. (2010): Positionspapier Klimakompensation. Öko-Institut e.V., online publiziert unter: <http://www.oeko.de/oekodoc/1011/2010-071-de.pdf> (Stand:16.06.2012).*
- Held, C., Tennigkeit, T., Techel, G. & Seebauer, M. (2010): Analyse und Bewertung von Waldprojekten und entsprechender Standards zur freiwilligen Kompensation von Treibhausgasemissionen. Umweltbundesamt (2. Aufl.), online publiziert unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l3966.pdf> (Stand: 03.06.2012).*
- Hooijer, A., Page, S., Canadell, J. G., Silvius, M., Kwadijk, J., Wösten, H. & Jauhiainen, J. (2010): Current and future CO<sub>2</sub> emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*, **7**, 1505-1514.*
- Höper, H., Augustin, J., Cagampan, J. P., Drösler, M., Lundin, L., Moors, E., Vasander, H., Waddington, J. M. & Wilson, D. (2008): Restoration of Peatlands and Greenhouse Gas Balances. In: Strack, M. (Hrsg.). Peatlands and Climate Change. Saarijärvi, 182-210.*
- IEA - International Energy Agency (Hrsg.) (2011): CO<sub>2</sub> Emissions from fuel combustion. Highlights. 2011 Edition. Luxembourg [Elektronische Version] online publiziert unter: <http://www.iea.org/co2highlights/CO2highlights.pdf> (Stand: 07.06.2012).*
- ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (Hrsg.) (2010): Kompensation von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Empfehlung. online publiziert unter: [http://www.ifeu.de/energie/pdf\\_CO2\\_Kompensation\\_IFEU\\_allgemein.pdf](http://www.ifeu.de/energie/pdf_CO2_Kompensation_IFEU_allgemein.pdf) (Stand: 28.05.2012).*

- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrgs.) (1996): Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Houghton, J. T., Filho, L. G. M., Callander, B. A., Harris, N., Kattenberg, A. & Maskell, K., Cambridge University Press: Cambridge.*
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrgs.) (2007): Summary for Policymakers. In: Solomon, Qin, S., D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. & Miller, H., L. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press: Cambridge; New York*
- Jensen, R., Landgraf, L., Lenschow, U., Paterak, B., Permien, T., Schiefelbein, U., Sorg, U., Thormann, J., Trepel, M., Wälter, T., Wreesmann, H., Ziebarth, M. (2011): Potenziale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz. Positionspapier der Länderfachbehörden, online publiziert unter: [http://www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/gemeinsame\\_position.pdf](http://www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/gemeinsame_position.pdf) (Stand: 18.06.2012).*
- Joosten, H. (2008a): Peatlands and Carbon. In: Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silviu, M., Stringer, L. Assessment on peatlands, biodiversity and climate change: Main report. Global Environment Centre & Wetlands International, 99-117.*
- Joosten, H. (2008b): What are peatlands? In: Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silviu, M., Stringer, L. Assessment on peatlands, biodiversity and climate change: Main report. Global Environment Centre & Wetlands International, 8-20.*
- Joosten, H. (2009): The Global Peatland CO<sub>2</sub> Picture. Peatland status and drainage related emissions in all countries of the world. Wetlands International, Dokument für die UN-FCCC Konferenz, Kopenhagen, Dezember 2009, online publiziert unter: [http://unfccc.int/fileskyoto\\_protocol/application/pdf/draftpeatlandco2report.pdf](http://unfccc.int/fileskyoto_protocol/application/pdf/draftpeatlandco2report.pdf) (Stand: 03.06.2012).*

- Joosten, H. & Clarke, D. (2002):* Wise use of mires and peatlands - Background and Principles including a Framework for Decision-making. International Mire Conservation Group & International Peat Society, Saarijärven, [Elektronische Version] online publiziert unter: [http://www.gret-perg.ulaval.ca/fileadmin/fichiers/fichiersGRET/pdf/Doc\\_generaleWUMP\\_Wise\\_Use\\_of\\_Mires\\_and\\_Peatlands\\_book.pdf](http://www.gret-perg.ulaval.ca/fileadmin/fichiers/fichiersGRET/pdf/Doc_generaleWUMP_Wise_Use_of_Mires_and_Peatlands_book.pdf) (Stand: 15.06.2012).
- Joosten, H. & Couwenberg, J. (2009):* Are emission reductions from peatlands MRV-able? Wetlands International, online publiziert: [http://www.imcg.net/media/download\\_gallery/climatejoosten\\_couwenberg\\_2009.pdf](http://www.imcg.net/media/download_gallery/climatejoosten_couwenberg_2009.pdf) (Stand: 23.06.2012).
- Joosten, H., Tapio-Biström, M.-L. & Tol, S. (2012):* Peatlands—guidance for climate change mitigation by conservation, rehabilitation and sustainable use. Food and Agriculture Organisation of the United Nations & Wetlands International, online publiziert unter: [http://www.fao.org/docrep/015/an762e\\_an762e.pdf](http://www.fao.org/docrep/015/an762e_an762e.pdf) (Stand: 22.06.2012).
- Kind, C., Duwe, S., Tänzler, D., Reuster, L., Kleemann, M. & Krebs, J.-M. (2010):* Analyse des deutschen Marktes zur freiwilligen Kompensation von Treibhausgasemissionen. Umweltbundesamt, online publiziert unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3965.pdf> (Stand: 22.06.2012).
- Kollmuss, A. & Bowell, B. (2007):* Voluntary Offsets For Air-Travel Carbon Emissions, Evaluations and Recommendations of Voluntary Offset Companies. online publiziert unter: [http://sustainability.tufts.edu/wp-content/uploads/TCI\\_Carbon\\_Offsets\\_Paper\\_April-2-07.pdf](http://sustainability.tufts.edu/wp-content/uploads/TCI_Carbon_Offsets_Paper_April-2-07.pdf) (Stand: 22.06.2012).
- Kollmuss, A., Zink, H. & Polycarp, C. (2008):* Making Sense of the Voluntary Carbon Market. A Comparison of Carbon Offset Standards. online publiziert unter: [http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDFA\\_Comparison\\_of\\_Carbon\\_Offset\\_Standards\\_lang.pdf](http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDFA_Comparison_of_Carbon_Offset_Standards_lang.pdf) (Stand: 16.06.2012).
- Koppisch, D. (2001):* Torfbildung. In: Succow, M., Joosten, H. (Hrsg.) Landschaftsökologische Moorkunde. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung: Stuttgart, 8-16.
- Krombacher Brauerei (2012a):* Krombacher.Klimaschutz. Projekte. Das Projekt. online abrufbar unter: <http://klimaschutzprojekt.krombacher.de/engagement/klimaschutzprojekt/projekt/das-projekt/> (Stand: 10.06.2012).

- Krombacher Brauerei* (2012b): Natur-, Moor- und Klimaschutz: das machen wir in Deutschland. online abrufbar unter:  
[http://klimaschutzprojekt.krombacher.de/engagement klimaschutzprojekt/weiteremassnahmen/moorschutz-in-deutschland-2](http://klimaschutzprojekt.krombacher.de/engagement_klimaschutzprojekt/weiteremassnahmen/moorschutz-in-deutschland-2) (Stand: 23.06.2012).
- Lfu - Bayerisches Landesamt für Umwelt* (Hrgs.) (2003): Moorentwicklungskonzept (MEK) – Handlungsschwerpunkte der Moorrenaturierung. Augsburg.
- Lfu - Bayerisches Landesamt für Umwelt* (Hrsg.) (o.J.): Moorrenaturierung im Klimaprogramm Bayern 2020 - Hoch- und Niedermoorschutz im Klimaprogramm online publiziert unter: [http://www.vti.bund.de/fileadmin dam\\_uploads/Institute/AK/PDFs/Tagung/Moorschutz/Poster Bayern\\_LAU\\_1.pdf](http://www.vti.bund.de/fileadmin_dam_uploads/Institute/AK/PDFs/Tagung/Moorschutz/Poster_Bayern_LAU_1.pdf) (Stand:11.06.2012).
- Lütters, H. & Strasdas, W.* (2010): Kompensation von Treibhausgasen. Verbraucherbefragung der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (HNE). [Präsentation] Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, 20.September 2010, online publiziert unter: <http://www.verbraucherfuersklima.de/cps/rde/xbcr/projektklima2010-09-29-Kompensation-Verbraucherbefragung.pdf> (Stand: 17.06.2012).
- Michael Succow Stiftung* (2012): Moorschutz durch internationale Klimaschutzmechanismen. online abrufbar unter: <http://www.succow-stiftung.de/moorschutz-durch-internationale-klimaschutzmechanismen.html> (Stand: 24.05.2012).
- Michel, B., Plättner, O. & Gründel, F.* (2011): Klima-Hotspot Moorböden., In: Bundesministeriums für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) Ernährung - Landwirtschaft -Verbraucherschutz: Landwirtschaft im Zeichen des Klimawandels, ForschungsReport, Bonn, **44**.
- Minayeva, T.* (2008): Peatlands and Biodiversity. In: Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M., Stringer, L. Assessment on peatlands, biodiversity and climate change: Main report. Global Environment Centre & Wetlands International, 60-98.
- Mobil ohne Fossil e.V.* (o.J.): CO2-Rechner von Mobil ohne Fossil e.V. online abrufbar unter: <http://www.devl.co2-calculator.eu/> (Stand: 19.06.2012).

- Montanarella, L., Jones, R. J. A. & Hiederer, R. (2006):* The distribution of peatland in Europe. In: International Mire Conservation Group and International Peat Society, *Mires and Peat*, **1**, online publiziert unter: [http://www.mires-and-peat.net/map01/map\\_1\\_1.pdf](http://www.mires-and-peat.net/map01/map_1_1.pdf) (Stand: 18.06.2012).
- MoorFutures (2012a):* MoorFutures – ein herausragendes Beispiel für Innovation und Transparenz. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, online abrufbar unter: <http://www.moorfutures.demoorfutures/transparenz> (Stand: 04.05.2012).
- MoorFutures (2012b):* MoorFutures jetzt auch in Brandenburg. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern. online abrufbar unter: [http://www.moorfutures.de/newsarchiv\\_moorfutures-jetzt-auch-brandenburg](http://www.moorfutures.de/newsarchiv_moorfutures-jetzt-auch-brandenburg) (Stand: 05.06.2012).
- MoorFutures (o.J.):* Der MoorFutures Standard. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern. online publiziert unter: <http://www.moorfutures.de/sites/default/files/redaktion/Broschueren%20usw./Standard%20MoorFutures.pdf> (Stand: 22.06.2012)
- Parish, F., Sirin, A., Lee, D. & Silvius, M. (2008):* Introduction. In: Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M., Stringer, L. *Assessment on peatlands, biodiversity and climate change: Main report.* Global Environment Centre, & Wetlands International, 1-8.
- Permien, T. (2012):* MoorFutures - Finanzierung von Moorschutzprojekten. [Präsentation] Braunschweig, 28.02.2012, online publiziert unter: [http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/Institute/AK/PDFs/Tagung\\_Moorschutz/Vortraege/PermienBS280212a.pdf](http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/AK/PDFs/Tagung_Moorschutz/Vortraege/PermienBS280212a.pdf) (Stand: 19.06.2012).
- Peters-Stanley, M. & Hamilton, K. (2011):* Back to the Future: State of the Voluntary Carbon Markets 2011. Ecosystem Marketplace & Bloomberg New Energy Finance, online publiziert unter: <http://www.greenbiz.com/sites/default/files/state-voluntary-carbon-offsets-2011.pdf> (Stand: 22.06.2012).
- Peters-Stanley, M. & Hamilton, K. (2012):* Developing Dimension: State of the Voluntary Carbon Markets 2012. Ecosystem Marketplace & Bloomberg New Energy Finance, online publiziert unter: [http://www.forest-trends.org/documents/files/doc\\_3164.pdf](http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3164.pdf) (Stand: 22.06.2012).

- Pfadenhauer, J.* (1999): Renaturierung von Mooren im süddeutschen Alpenvorland. In: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.), Laufener Seminarbeiträge: Neue Aspekte der Moornutzung, **6**, Laufen/Salzlach, 9-24.
- PrimaKlima-weltweit- e.V.* (2011): Projekte 1991 - 2010. online abrufbar unter: <http://www.prima-klima-weltweit.de/aufforstung/realisierte-projekte.php> (Stand: 05.06.2012).
- Rahmstorf, S. & Schellnhuber, H. J.* (2007): Der Klimawandel. (5. Aufl.) Verlag C.H. Beck oHG: Nördlingen.
- Schäfer, A.* (2009): Moore und Euros – die vergessenen Millionen. Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie, **43**, 156-160.
- Schopp-Guth, A. & Guth, C.* (2003): Moorrenaturierung - Grundlagen und Anforderungen. In: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landespflege (Hrsg.), Laufener Seminarbeiträge: Moorrenaturierung - Praxis und Erfolgskontrolle, **6**, Laufen/Salzlach, 10-22.
- Silvestrum und Ernst Moritz Arndt Universität Greifswald* (2011): Baseline and Monitoring Methodology for the Rewetting of Drained Peatlands used for Peat Extraction, Forestry or Agriculture. online publiziert unter: <http://v-c-s.org/sites/v-c-s.org/files/PRC%20RDP%20GEST%20methodology.pdf> (Stand:12.06.2012).
- Sirin, A. & Laine, J.* (2008): Peatlands and Greenhouse Gases. In: Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M., Stringer, L. Assessment on peatlands, biodiversity and climate change: Main report. Global Environment Centre & Wetlands International, 118-138.
- Siuda, C.* (2002): Leitfaden der Hochmoorrenaturierung in Bayern. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg.
- Siuda, C. & Thiele, A.* (2010): Moorrenaturierung kompakt - Handlungsschlüssel für die Praxis. Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.), Augsburg.
- Sliva, J., Kuhn, G., Wild, U., Schleifer, H.-J., Kurz, M. & Pfadenhauer, J.* (1999): Methoden der Inventarisierung und Bewertung der bayerischen Moore- als Grundlage für ein Moorentwicklungskonzept. In: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.), Laufener Seminarbeiträge: Neue Aspekte der Moornutzung, **6**, Laufen/Salzlach, 65-78.

- Stehmeier, A.* (2011): CO2-Factsheet: CO2-Kompensationsanbieter. Klimaneutrales Wirtschaften. Klimaschutzagentur „energiekonsens“ online publiziert unter: [http://www.energiekonsens.de/cms/upload/DownloadsProjekte/11\\_12\\_16\\_CO2-FactsheetCO2-Kompensationsanbieter.pdf](http://www.energiekonsens.de/cms/upload/DownloadsProjekte/11_12_16_CO2-FactsheetCO2-Kompensationsanbieter.pdf) (Stand: 05.06.2012).
- Stiftung NaturSchutzFonds Brandenburg* (2012): Klimaschutz Konkret - Kompensieren Sie Ihre CO2-Emissionen. online abrufbar unter: <http://www.naturschutzfonds.de/nc/spenden-stiften/co2kompensieren.html> (Stand: 07.06.2012).
- StMUGV - Bayerisches Staatsministerium für Umwelt Gesundheit und Verbraucherschutz* (Hrsg.) (2007): Klimaprogramm Bayern 2020. Minderung von Treibhausgasen. Anpassung an den Klimawandel. Forschung und Entwicklung. Stamsried.
- Strack, M.* (Hrsg.) (2008): Peatlands and Climate Change. International Peat Society, Saarijärvi.
- Succow, M.* (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena.
- Succow, M.* (2001): Einführung. In: Succow, M., Joosten, H. (Hrsg.). Landschaftsökologische Moorkunde (2. Aufl.). Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung: Stuttgart, 1-7.
- Tanneberger, F., Wichtemann, W.* (Hrsg.) (2011): Carbon credits from peatland rewetting Climate - biodiversity - land use Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung: Stuttgart.
- Tans, P.* (2012a): Mauna Loa CO2 annual mean data. [Datenset] online publiziert unter: [ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2\\_annmean\\_mlo.txt](ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2_annmean_mlo.txt) (Stand:18.05.2012).
- Tans, P.* (2012b): Mauna Loa CO2 annual mean growth rates. [Datenset] online publiziert unter: [ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2\\_gr\\_mlo.txt](ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends/co2_gr_mlo.txt) (Stand:24.05.2012).
- Terra Global Capital LLC* (o.J.): Baseline and Monitoring Methodology for Avoiding Planned Deforestation of Undrained Peat Swamp Forests. online publiziert unter: <http://v-c-s.org/sites/v-c-s.org/filesBaseline%20and%20Monitoring%20Meth%20for%20Avoiding%20Planned%20Deforestation%20of%20Undrained%20Peat%20Swamp%20Forests%201%2000.pdf> (Stand:12.06.2012).
- Timmermann, T., Joosten, H. & Succow, M.* (2009): Restaurierung von Mooren. In: Zerbe S., Wiegleb G. (Hrsg.), Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. Spektrum Akademischer Verlag: Würzburg, 55-93.
- Tolonen, K. & Turunen, J.* (1996): Accumulation rates of carbon in mires in Finland and implications for climate change. *The Holocene*, **6**, 171-178.

- Trepel, M. (2007): Klimaschutz durch Moorschutz? *TELMA*, **37**, 317-319.
- Trepel, M. (2008): Zur Bedeutung von Mooren in der Klimadebatte. Jahresberichte des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein 2007/08, **12**, 61-74.
- UBA - Umweltbundesamt (Hrsg.) (2012): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2012. Nationaler Inventarbericht. Zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2010, Dessau.
- VCS - *Verified Carbon Standard* (Hrsg.) (2012a): Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) Requirements: VCS Version 3. online publiziert unter: <http://v-c-s.org/sites/v-c-s.org/filesAFOLU%20Requirements%20v3.2.pdf> (Stand: 15.06.2012).
- VCS - *Verified Carbon Standard* (Hrsg.) (2012b): Program Fee Schedule:VCS Version 3. online publiziert unter: <http://v-c-s.org/sites/v-c-s.org/filesProgram%20Fee%20Schedule%2C%20v3.3.pdf> (Stand.15.06.2012).
- Voitekhovitch, I., Fenchuk, V., Karpowicz, Z. & Bärtsch, S. (2011): The BMU-ICI project. Summary of the project. In: Tanneberger, F., Wichtemann, W. (Hrsg.) Carbon credits from peatland rewetting, Climate - biodiversity - land use Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung: Stuttgart, 133-137.
- Strasdas, W., Gössling, S. & Dickhut H. M.A. (2010): Treibhausgas-Kompensationsanbieter in Deutschland. Abschlussbericht. online publiziert unter: [https://www.atmosfair.de/fileadmin/user\\_upload/Medienecke/Downloadmaterial/Vergleichende\\_Studien/VZBV\\_Studie\\_Eberswalde.pdf](https://www.atmosfair.de/fileadmin/user_upload/Medienecke/Downloadmaterial/Vergleichende_Studien/VZBV_Studie_Eberswalde.pdf) (Stand: 23.06.2012)
- Wagner, A. & Wagner, I. (2005): Leitfaden der Niedermoorrenaturierung in Bayern. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- Winrock International (Hrsg.) (2011): Rewetting of Drained Tropical Peatlands in Southeast Asia. online publiziert unter: <http://v-c-s.org/sites/v-c-s.org/filesRewetting%20of%20drained%20tropical%20peatlands%20-%20PRC%20Methodology%20V1%20-%20%28dev.%20resp.%20-%20clean%29.pdf> (Stand: 12.06.2012).

*Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMELV - Bundesministerium für Ernährung  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2007): Nutzung von Biomasse zur  
Energiegewinnung. – Empfehlungen an die Politik –. Gutachten, verabschiedet im  
November 2007; online publiziert unter: [http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/  
Ministerium/Beiraete/AgrarpolitikGutachtenWBA.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/AgrarpolitikGutachtenWBA.pdf?__blob=publicationFile)  
(Stand: 17.06.2012).*

*WMO - World Meteorological Organization (Hrsg.) (2012): WMO statement on the status of  
the global climate in 2011. online publiziert unter: [http://www.wmo.int/pages/  
publications/showcase/documents/WMO\\_1085\\_en.pdf](http://www.wmo.int/pages/publications/showcase/documents/WMO_1085_en.pdf) (Stand: 18.06.2012).*

*Zerbe S., Wiegleb G. & Rosenthal G. (2009): Einführung in die Renaturierungsökologie. In:  
Zerbe S., Wiegleb G. (Hrsg.) Renaturierungsökologie von Ökosystemen in  
Mitteleuropa. Spektrum Akademischer Verlag: Würzburg, 1-21.*

# Anhang 1: Allgemeine Informationen

*Tabelle 5: Übersicht über die verschiedenen Funktionen bzw. Ökosystemdienstleistungen von Mooren für Mensch und Umwelt. (Eigene Darstellung verändert nach Joosten & Clarke 2002, S. 50 & Timmermann et al. 2009, S.63)*

<b>Produktionsfunktion</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Bereitstellung von Torf</b> (u.a. für Humus und organische Düngung in der Landwirtschaft und im Gartenbau, Energie Erzeugung, für medizinische Zwecke und Wellness, als Baumaterial)</li><li>○ <b>Bereitstellung von Trinkwasser</b></li><li>○ <b>Bereitstellung von wildlebenden Moorpflanzen</b> (Nahrung, Medizin, Material zur Produktion von Gütern)</li><li>○ <b>Bereitstellung von wildlebenden Moortieren</b></li><li>○ <b>Bereitstellung von Produkten aus nasser Land-, Forst- und Gartenwirtschaft</b> (Paludikultur z.B. Schilf- und Röhricht-Produktion, Holzwirtschaft mit Erlenaufforstung oder Produktion von Torfmoosen)</li><li>● <b>Bereitstellung von Produkten aus trockenen Land-, Forst- und Gartenwirtschaft</b> (Beweidung für die Milcherzeugung, Acker für Mais,</li></ul>
<b>Trägerfunktion</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Bereitstellung von Raum für menschliche Aktivitäten und Bauwerke</b> (Wasserreservoir zur Energieproduktion, Bewässerung, als Trink- und Kühlwasser; Fischzucht; Urbane, industrielle und infrastrukturelle Zwecke; Abfallhalden; Militärisches Gelände)</li><li>○ <b>Bereitstellung von Raum für Flora und Fauna der Moore</b></li></ul>
<b>Regulationsfunktion</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>○ <b>Kurzfristige Kohlenstoffbindung und -festlegung</b></li><li>○ <b>Langfristige Kohlenstoffbindung und -festlegung</b></li><li>○ <b>Verdunstungskühlung in warmen und trockenen Klimaten</b></li><li>● <b>Strahlungskühlung in der Borealen Zone</b></li><li>○ <b>Hochwasserschutz und Sicherung des Niedrigwasserabflusses</b></li><li>● <b>Austrag von C,N und P ins Oberflächenwasser</b></li><li>○ <b>Grundwasserdenitrifikation</b></li><li>○ <b>Verringerung von Huminstoffen, Feststoffen, P und N im Wasser</b></li></ul>
<b>Informationsfunktion</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>○ <b>Förderung von Gemeinschaft und Beschäftigung</b></li><li>○ <b>Bereitstellung von Geschichte und Identität</b></li></ul>

- **Bereitstellung von Erholungsmöglichkeiten**
- **Bereitstellung von Schönheit und Symbolik**
- **Bereitstellung von Spiritualität und Existenzbewusstsein**
- **Bereitstellung von Erkenntnismöglichkeiten (z.B. Wissenschaft)**
- **Bereitstellung von Indikation (z.B. Umweltqualität)**

***Transformationsfunktion*** (Ermöglichen von Erziehung und Änderung von Präferenzen)

***Optionsfunktion*** (Bieten von Sicherheit und Reserven)

- potenziell nachhaltig
- potenziell nicht nachhaltig

Tab. 6: Wichtige Ziele und Maßnahmen der Moorrenaturierung in Mitteleuropa.  
(Eigene Darstellung nach Timmermann et al. 2009, S.64f)

Ziele	Maßnahmen
<b>1. Wiederherstellung der Regulationsfunktionen</b>	
Festlegung von Nähr- und Schadstoffen sowie Kohlenstoff in Torf, Mudde und lebender Biomasse bei gleichzeitiger Filterung des Moorwassers (Senke)	Einstellung eines adäquaten Wasserregimes zur Revitalisierung des Torfwachstums (je nach intendiertem hydrogenetischen Moortyp), sofern erforderlich, Einbringung potenziell torfbildender Arten, Stoffbilanzierung unter Einbezug der lebenden Biomasse
Verbesserung der Wasserqualität durch Entfernung von Nitrat über Denitrifikation	Schaffung von aeroben Bedingungen an den Wassereintrittspunkten sowie gebremster Austausch mit angrenzenden Gewässern
Pufferung von Hochwasserereignissen	Schaffung großflächiger überstaubarer oder zur Ausdehnung („Mooratmung“) fähiger Mooregebiete als temporärer Wasserspeicher sowie Verlangsamung des Abflusses. Da auch viele entwässerte Moore große Wassermengen aufnehmen können, ist im konkreten Fall eine genaue hydrologische Analyse sinnvoll.
Kühlung der Landschaft durch Steigerung der Evapotranspiration	Vernässung mindestens bis knapp unter Flurhöhe (Wassersättigung der Böden oder Flachüberstauung und Ansiedlung von verdunstender Vegetation)
<b>2. Wiederherstellung der typischen Biodiversität</b>	
Förderung gefährdeter, oftmals lichtliebender und an Nährstoffarmut angepasster Moorpflanzen- oder -tierarten bzw. deren Populationen, Lebensgemeinschaften und Ökosystemtypen	a. Kultur-Ökosysteme: (Wieder-)Einführung von extensiver Mahd und Beweidung in Verbindung mit mäßiger Vernässung b. Natur-Ökosysteme: Förderung der Torfbildung mit den Zielen Senkung der Trophie und Stabilisierung des Wasserhaushalts. Eine Ausnahme bilden Verlandungsmoore [...]
<b>3. Ermöglichen bestimmter natürlicher Prozesse</b>	
Ermöglichen von durch den Menschen möglichst unbeeinflussten (spontanen, selbstregulierten) moortypischen Prozessen ("Natürlichkeit") und Entstehung entsprechender Lebensgemeinschaften und	Minimierung der menschlichen Eingriffe; bei Mooren meist verbunden mit einem Ursprünglichkeitsaspekt, d.h. der Wiederherstellung ehemaliger hydrologischer Bedingungen, z.B. durch Rückbau von

Moorstrukturen (bis hin zu komplexen Strukturen und Regulationsmechanismen von Ökosystemen)	Entwässerungseinrichtungen
<b>4. Wiederherstellung bestimmter Lebensqualität</b>	
Schaffung von Möglichkeiten für moortypische Aspekte eines "guten Lebens", wie Erholung, Erlebnis, Bildung und Erkenntnis (Wissenschaft). Diese Ziele können auf sehr unterschiedliche Weise konkretisiert und umgesetzt werden.	<p>a. Rekonstruktion historischer Landschaftsbilder, z.B. durch Förderung traditioneller Moornutzungsformen (technische Denkmäler, Beweidung, Mahd, Torfstecherei und Torfstiche)</p> <p>b. Minimierung oder bewusste Unterlassung menschlicher Eingriffe [...]</p> <p>c. Vernässung zum Erhalt des Torfkörpers mit den darin enthaltenen Geweberesten und in seiner chemischen Beschaffenheit als Archiv der Landschaftsgeschichte</p> <p>d. Touristische Infrastruktur wie Wegebau in Abstimmung mit anderen Restaurierungszielen</p>
<b>5. Wiederherstellung der Produktionsfunktionen</b>	
Ermöglichen von Erträgen aus moorspezifischer, insbesondere umweltverträglicher Landnutzung zur Erzeugung pflanzlicher Biomasse, für die Tierhaltung oder als nachwachsende Rohstoffe	Etablierung torfschonender Nutzungsverfahren, wie Paludikulturen, extensiver Grünlandnutzung, Jagen und Sammeln

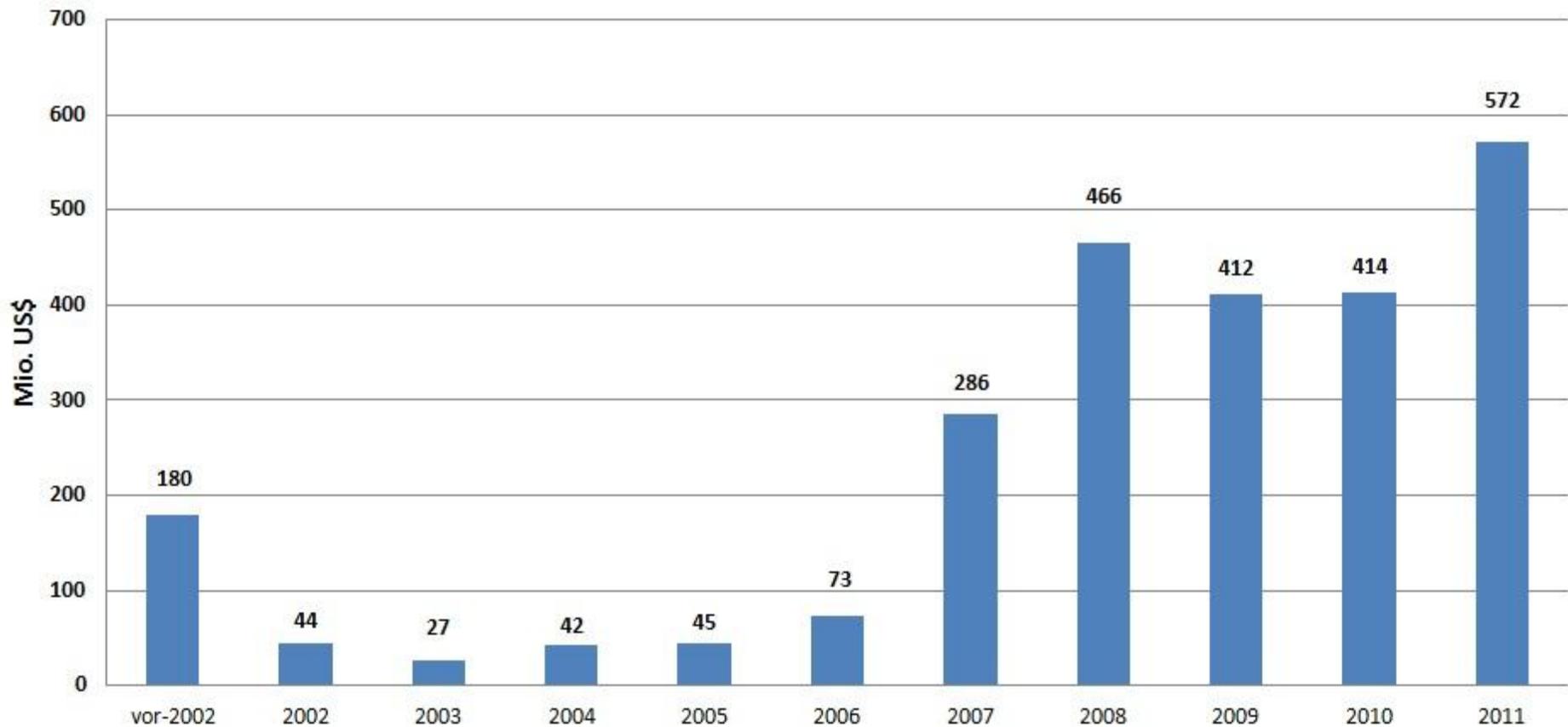


Abb. 12: Historischer Marktwert der gehandelten Emissionszertifikate (in Mio. US \$) des internationalen, freiwilligen Emissionshandels seit vor-2002 bis 2011. Alle Emissionszertifikate des freiwilligen Emissionshandels, die vor 2002 verkauft worden sind, wurden unter vor-2002 zusammengefasst. Darstellt ist nur der OTC (over-the-counter) Markt, d.h. der Markt außerhalb von Börsen. ( Eigene Darstellung nach Daten von Peters-Stanley & Hamilton 2012, S.9; 2011, S.10)

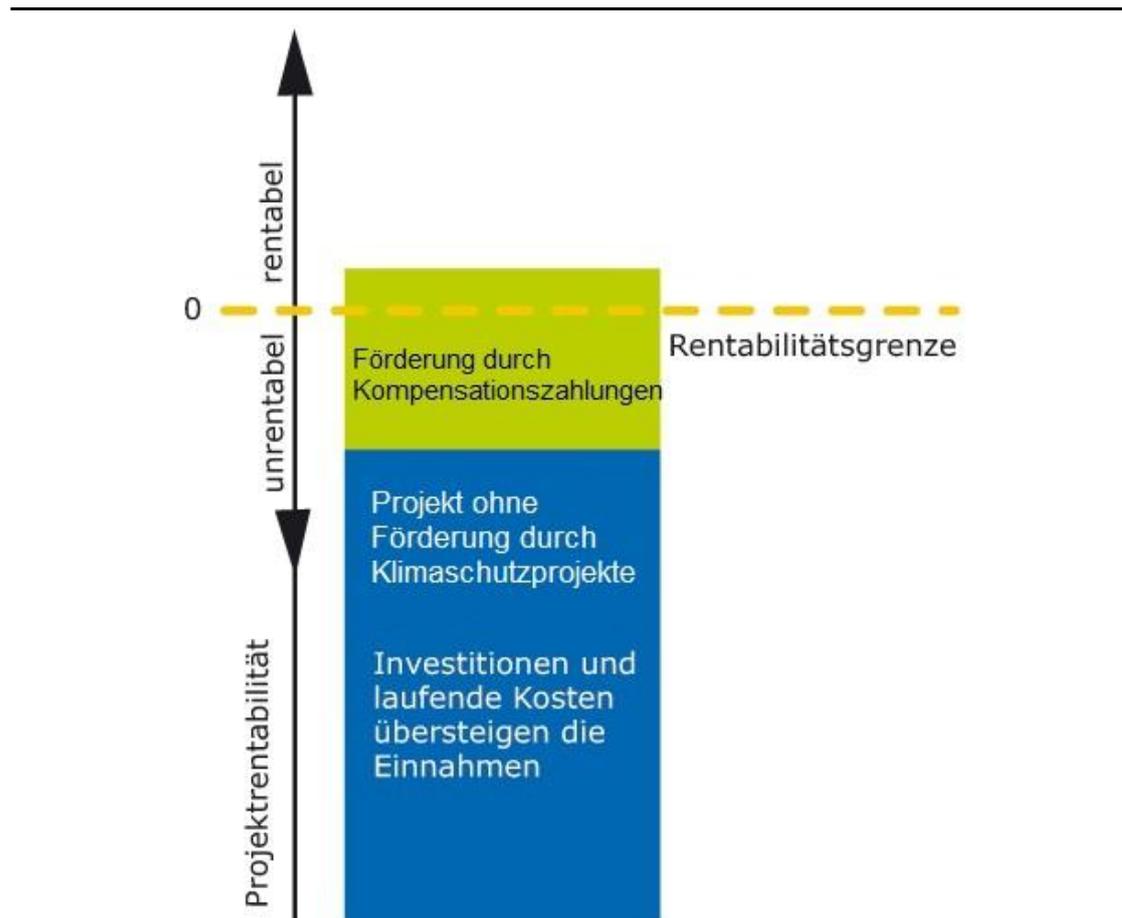


Abb. 13: Prinzip der Zusätzlichkeit. (verändert nach Atmosfair, 2012b)

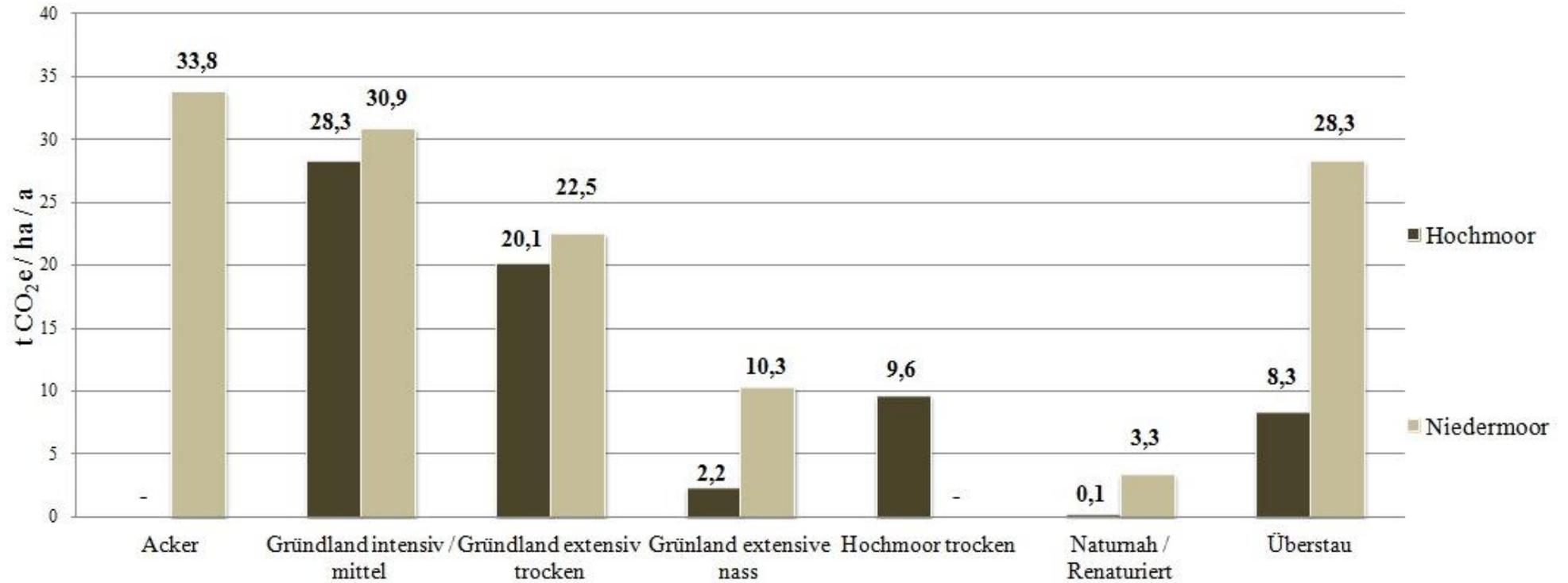


Abb. 14: Darstellung der gemessenen Emissionsfaktoren (Mittelwerte) in Tonnen Kohlenstoffdioxid pro Hektar und Jahr (t CO<sub>2</sub>e/ha/a) nach Moortypen und verschiedenen Nutzungskategorien. (Eigene Darstellung nach Daten von Drösler et al. 2011, S.8)

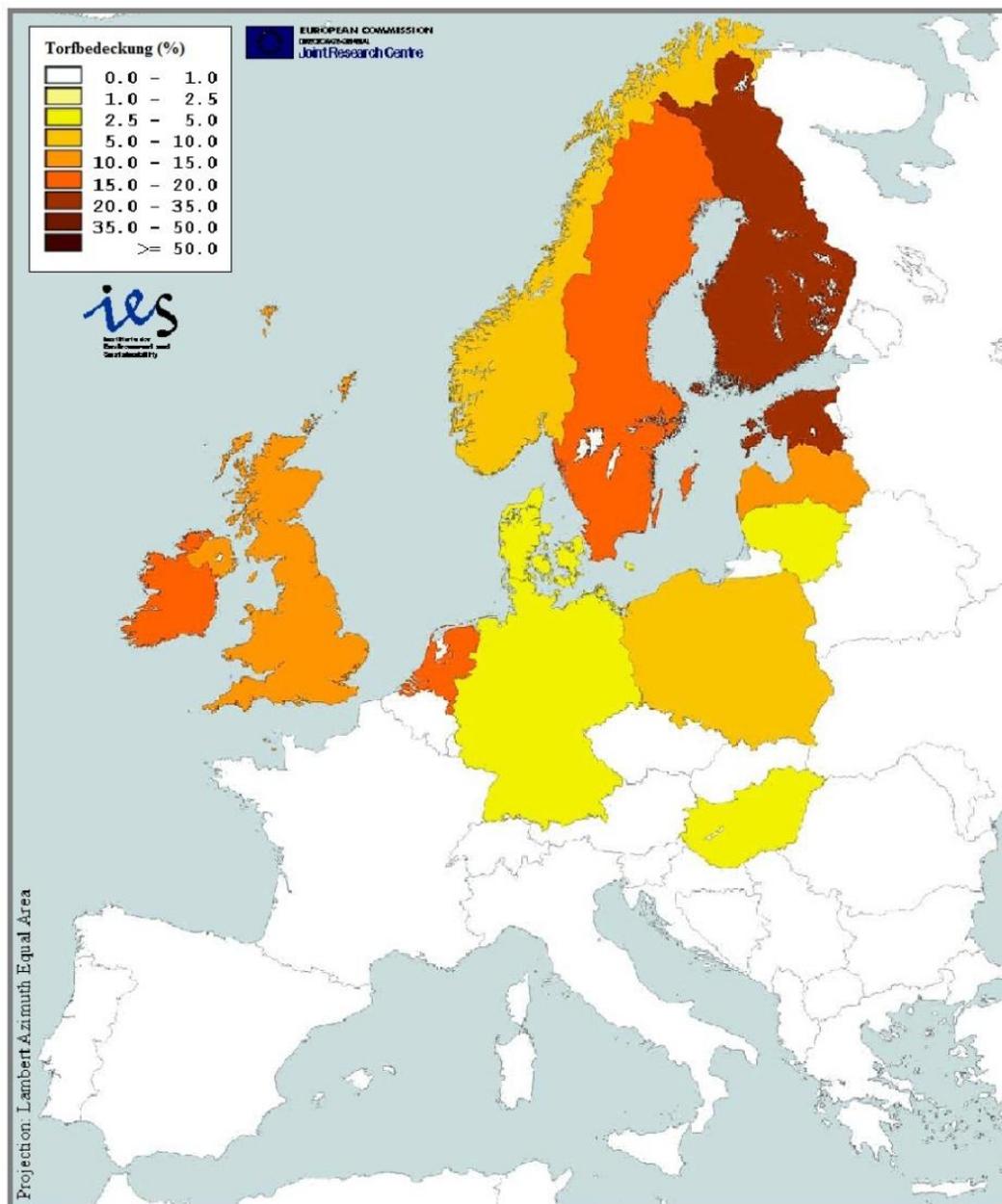


Abb. 15: Relative Bedeckung mit Torf (0–30cm). (in %) nach Länder. (verändert nach Montanarella et al. 2006, S.6)

Tab. 7: Vergleich der fünf aktiven Kompensationsanbieter von Moorrenaturierungsprojekten, d.h. Anbieter, die derzeit auf dem Markt Emissionszertifikate aus Moorrenaturierungsprojekten anbieten.

<b>Name des Anbieters</b>	<i>PrimaKlima- weltweit- e.V.</i>	<i>ARKTIK</i>	<i>Stiftung NaturSchutzFonds Brandenburg</i>	<i>MoorFutures</i>	<i>Krombacher Brauerei</i>
<b>Beschreibung des Moorschutzprojekt</b>	MrP	Schutz der Meetschower Moorkuhlen (kein Renaturierungsprojekt)	k.A.	MrP	MrP
<b>hauptsächliche KP zur Emissionsreduzierung</b>	Aufforstungsprojekte	Projekte über Erneuerbare Energien, Energieeffizienz	nur MrP	nur MrP	hauptsächlich MrP
<b>Emissionsrechner</b>	ja	ja	nein	nein	nein
<b>Anzahl der Projekte</b>	3	1	4	1 (durchgeführt)/1 (in Planung)	2
<b>Standort der KP</b>	Schleswig-Holstein	Niedersachsen	Brandenburg	Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern	Indonesien (Borneo); Deutschland, Brandenburg
<b>Emissionsreduktion</b>	8,3 t CO <sub>2</sub> /ha	5,5 t CO <sub>2</sub> /ha	k.A.	gesamt 14.325 t CO <sub>2</sub>	1,76 Mt/a

*Anna Schirpke / Kohlenstoffdioxid-Kompensation mittels Moorrenaturierung –  
Überprüfung der Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit für die Greensurance® Stiftung (i. Gr.)*

<b>pro Jahr</b>				(Laufzeit 50 Jahre)	
<b>Ermittlung der Emissionsreduktion</b>	konservative Schätzung im Nachhinein; entsprechend den unteren Werten aus Literaturangaben	k.A.	k.A.	GEST-Modell	k.A.
<b>Größe der Projekte</b>	gesamt 458 ha	k.A.	k.A.	54,5 ha/14 ha	176.000 ha (Indonesien)
<b>Preis pro Tonne CO2</b>	Mischkalkulation aller Projekte	Mischkalkulation aller Projekte	k.A.	35, 00 €	k.A.
<b>Generell Informationsgehalt der Webseite (Projekte, Moore ect.)</b>	gering	gering	sehr gering	mittel-gut	gut-sehr gut
<b>Zertifizierung</b>	k.A.	k.A.	k.A.	eigener Standard „MoorFutures Standard“	Voraussichtliche Validierung durch TÜV SÜD und Zertifizierung über CCBS
<b>Besonderheit</b>	bereits 1998 – 2000 durchgeführt	in Kooperation mit NABU Hamburg	MrP sind über Ersatzzahlung, die aus dem Oderprogramm entstammen,	Vernetzung mit vielen Akteuren und Partnern; Wissenschaftliche Betreuung durch die	in Kooperation mit WWF; Innovatives Projekt

*Anna Schirpke / Kohlenstoffdioxid-Kompensation mittels Moorrenaturierung –  
Überprüfung der Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit für die Greensurance® Stiftung (i. Gr.)*

			mitfinanziert	Ernst Moritz Arndt Universität Greifswald & die Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde	
<b>Quelle</b>	<a href="http://www.prima-klima-weltweit.de/aufforstung/realisierte-projekte.php">http://www.prima-klima-weltweit.de/aufforstung/realisierte-projekte.php</a> (Stand: 22.06.2012); Freibauer 2011, S.8	<a href="http://www.arktisk.de/klimaschutzprojekte/nabu-hamburg/nabu-hamburg/meetschower-moorkuhlen-deutschland">http://www.arktisk.de/klimaschutzprojekte/nabu-hamburg/nabu-hamburg/meetschower-moorkuhlen-deutschland</a> (Stand: 22.06.2012)	<a href="http://www.naturschutzfonds.de/nc/spendestiften/co2kompensieren.html">http://www.naturschutzfonds.de/nc/spendestiften/co2kompensieren.html</a> (Stand: 22.06.2012)	<a href="http://www.moorfuture.de/">http://www.moorfuture.de/</a> (Stand: 22.06.2012)	<a href="http://klimaschutzprojekt.krombacher.de/engagement/klimaschutzprojekt/">http://klimaschutzprojekt.krombacher.de/engagement/klimaschutzprojekt/</a> (Stand: 22.06.2012)

## Anhang 2: Daten der Marktpreisanalyse

Tab. 8: Vergleich der 26 Kompensationsanbieter auf dem freiwilligen Emissionshandel in Deutschland.

<b>(Anbieter) Träger, Website, Standort</b>	<b>Kurzbeschreibung<sup>21</sup> (Art der Kompensation, Projekte, ect.)</b>	<b>Preis pro Tonne CO<sub>2</sub></b>	<b>Quelle der Preisinformation</b>
<b>ActNow GmbH</b> www.eine-million-tonnen-co2.de Berlin	<u>Online Rechner</u> : Nein <u>Kompensation</u> : Eingabe von Tonnen <u>KsP</u> : Waldschutzprojekte	20,00 €	Angabe auf der Webseite: <a href="http://www.eine-million-tonnen-co2.de/actnow/">http://www.eine-million-tonnen-co2.de/actnow/</a> (Stand: 06.05.2012)
<b>Atmosfair gGmbH</b> www.atmosfair.de Berlin	<u>Online Rechner</u> : Flüge <u>Kompensation</u> : Flüge <u>KsP</u> : Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Umweltbildung	23,00 €	Angabe auf der Webseite: <a href="https://www.atmosfair.de/fusszeile/faqs/emissionsrechner/#c2185">https://www.atmosfair.de/fusszeile/faqs/emissionsrechner/#c2185</a> (Stand: 01.05.2012)
<b>Arktik GmbH</b> www.arktik.de Hamburg	<u>Online Rechner</u> : Rechner für Flüge <u>Kompensation</u> : Mobilität (Auto mit ARKTIK Karte & Fliegen) <u>KsP</u> : Energien, Energieeffizienz, Gewerbekunden Zusätzlich Kooperation mit NABU Hamburg: Regionale Moorrenaturierung	Flug: 21,00 € / Auto: ARKTIK Karte (2,00 € mtl. Mitgliedsbeitrag + 0,02 € pro Liter Kraftstoff)	Angabe auf der Webseite: <a href="http://www.arktik.de/faq-flugreisen#faq197">http://www.arktik.de/faq-flugreisen#faq197</a> (Stand: 01.05.2012)
<b>(climatecompany) GEMB Gesellschaft für</b>	<u>Online Rechner</u> : Nein <u>Kompensation</u> : Km-Leistungen	Klimaschutzzertifikat über eine Tonne CO <sub>2</sub> :	Angabe auf der Webseite: <a href="http://www.climate-">http://www.climate-</a>

<sup>21</sup> Die Informationen sind der jeweiligen Webseiten der Kompensationsanbieter entnommen.

*Anna Schirpke / Kohlenstoffdioxid-Kompensation mittels Moorrenaturierung –  
Überprüfung der Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit für die Greensurance® Stiftung (i. Gr.)*

<b>Emissionsmanagement und Beratung mbH</b> www.climate-company.de Berlin	(Klimavignette) & Klimaschutzzertifikat (Anzahl von Tonnen CO <sub>2</sub> ) <u>KsP</u> : Erneuerbare Energien, Energieeffizienz	ca. 59,00 € Klimavignette: k.A.	company.de/index.php?navID=66 (Stand: 01.05.2012)
<b>ClimatePartner Deutschland GmbH</b> www.climatepartner.com München	<u>Online Rechner</u> : nein <u>Kompensation</u> : Druckaktivitäten <u>KsP</u> : Erneuerbare Energien, Waldschutz & Aufforstung	9,00 – 19,00 € (je nach Projekt im Kleinmengenbereich, d.h. unter 500 t CO <sub>2</sub> e)	Anfrage bei Climatepartner (Stand: Mai 2012)
<b>Co2-frei</b> www.co2frei.net Hürth	<u>Online Rechner</u> : Verlinkung zum Rechner des UBA <u>Kompensation</u> : undefiniert <u>KsP</u> : Aufforstung (Kaufoption von Bäumen)	15,90 €	Anfrage bei CO <sub>2</sub> -frei (Stand: Juni 2012)
<b>(Die klimaneutrale Kanzlerin)</b> ENTEGA Privatkunden GmbH & Co. KG www.prima-klima-kanzlerin.de Darmstadt	<u>Online Rechner</u> : CO <sub>2</sub> -Fußabdruck <u>Kompensation</u> : bestimmte Menge an Tonnen bzw. Eingabe eines bestimmten Geldbetrages; <u>KsP</u> : Aufforstung	19,00 €	Angaben auf der Webseite: <a href="https://www.prima-klima-kanzlerin.de/formular.php">https://www.prima-klima- kanzlerin.de/formular.php</a> (Stand: 30.05.2012)
<b>First Climate AG</b> klimaneutral.firstclimate.com Bad Vilbel	<u>Online Rechner</u> : nein <u>Kompensation</u> : Klimaneutralität von Unternehmen, Events, Logistik und Druckaktivitäten <u>KsP</u> : Erneuerbare Energien, Energieeffizienz & Aufforstung	k. A.	-
<b>Forest Carbon Group AG</b> www.forestcarbongroup.de Frankfurt am Main	<u>Online Rechner</u> : nein <u>Kompensation</u> : Unternehmensbilanzierung <u>KsP</u> : Waldschutz & Aufforstung	k. A.	-
<b>Forest Seed GmbH</b>	<u>Online Rechner</u> : nein	k. A.	-

*Anna Schirpke / Kohlenstoffdioxid-Kompensation mittels Moorrenaturierung –  
Überprüfung der Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit für die Greensurance® Stiftung (i. Gr.)*

www.forestseed.de Heide	<u>Kompensation</u> : Klimaneutralität für Unternehmen, Produkt & Dienstleistung <u>KsP</u> : Aufforstung		
<b>FutureCamp Holding GmbH</b> future-camp.ondics.de München	<u>Online Rechner</u> : nein <u>Kompensation</u> : Unternehmen <u>KsP</u> : k.A.	k. A.	.
<b>(GLS KlimAktivist)</b> <b>GLS Gemeinschaftsbank</b> http://gls.klimaktiv-co2-rechner.de/de_DE/popup/ Bochum	<u>Online Rechner</u> : CO2-Fußabdruck; individuell für Unternehmen <u>Kompensation</u> : CO2-Fußabdruck, „Stop Climate Change“ für Unternehmen <u>KsP</u> : Erneuerbare Energien	22,50 €	Angabe auf der Webseite: <a href="http://gls.klimaktiv-co2-rechner.de/de_DE/page/offset/">http://gls.klimaktiv-co2-rechner.de/de_DE/page/offset/</a> (Stand: 06.05.2012)
<b>global-woods international AG</b> global-woods.com Münstertal	<u>Online Rechner</u> : nein <u>Kompensation</u> : auf Anfrage <u>KsP</u> : Aufforstungsprojekte	k.A.	-
<b>(GlobeClimate)</b> <b>NatureLife-International</b> www.globe-climate.com Ludwigsburg	<u>Online Rechner</u> : Flüge, Auto <u>Kompensation</u> : Flüge, Auto <u>KsP</u> : Aufforstung	13,00 – 17,00 €	Anfrage bei NatureLife-International (Stand: Mai 2012)
<b>goClimate GmbH</b> www.goclimat.de Hanburg	<u>Online Rechner</u> : Flug, Auto <u>Kompensation</u> : Mobilität (Auto & Flüge), und Eingabe von Tonnen CO <sub>2</sub> <u>KsP</u> : Erneuerbare Energien	23,80 €	Stehmeier, A. 2011 (mit eigne Berechnung bestätigt)
<b>Greenmiles GmbH</b> www.greenmiles.de Hamburg	<u>Online Rechner</u> :: CO <sub>2</sub> -Fußabdruck <u>Kompensation</u> : CO <sub>2</sub> -Fußabdruck, Mobilität (Flüge & Auto), Events, Geschenkoptionen <u>KsP</u> : Erneuerbare Energien	21,04 € (bestehend aus einem Fixum und einer variablen Komponente, daher bei Kauf von größeren Mengen	Anfrage bei Climatepartner (Stand: Mai 2012)

*Anna Schirpke / Kohlenstoffdioxid-Kompensation mittels Moorrenaturierung –  
Überprüfung der Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit für die Greensurance® Stiftung (i. Gr.)*

		günstiger)	
<b>KlimaINVEST Green concepts GmbH</b> klimaneutral-online.de/ Hamburg	<u>Online Rechner</u> : nein <u>Kompensation</u> : Unternehmen <u>KsP</u> : Energieeffizienz, Waldprojekte, erneuerbare Energien	5,00 – 30,00 €	Anfrage bei KlimaINVEST (Stand: Juni 2012)
<b>Klima Kollekte gemeinnützige GmbH</b> klima-kollekte.de Bonn	<u>Online Rechner</u> : Heizung, Strom, Papier, Mobilität (Auto, Bus, Bahn, Flug), Veranstaltungen <u>Kompensation</u> : : Heizung, Strom, Papier, Mobilität (Auto, Bus, Bahn, Flug), Veranstaltungen <u>KsP</u> : Erneuerbare Energien	23,00 €	<a href="https://klima-kollekte.de/node/162">https://klima-kollekte.de/node/162</a> (Stand: 05.06.2012)
<b>Klima ohne Grenzen gGmbH</b> www.klimaohnegrenzen.de Leipzig	<u>Online Rechner</u> : einfache und detaillierte CO <sub>2</sub> -Bilanz; individuell für Unternehmen <u>Kompensation</u> : einfache und detaillierte CO <sub>2</sub> -Bilanz; Unternehmen <u>KsP</u> : Erneuerbare Energien	22,00 €	Anfrage bei Climatepartner (Stand: Mai 2012)
<b>Krombacher Brauerei Bernhard Schadeberg GmbH &amp; Co. KG</b> klimaschutzprojekt.krombacher.de Kreuztal-Krombach	<u>Online Rechner</u> : CO <sub>2</sub> -Fußabdruck <u>Kompensation</u> : Spenden <u>KsP</u> : Moorrenaturierung (Indonesien, Deutschland) und Wiederaufforstung Kooperation mit dem WWF, DBU Naturerbe;	k.A.	-
<b>MoorFutures</b> www.moorfutures.de Schwerin	<u>Online Rechner</u> : nein <u>Kompensation</u> : Unternehmen <u>KsP</u> : Moorrenaturierung	35,00 €	Angaben auf der Webseite: <a href="http://www.moorfutures.de/moorfutures/projektbeispiel">http://www.moorfutures.de/moorfutures/projektbeispiel</a> (Stand: 01.05.2012)
<b>NaturWatt GmbH</b>	Online Rechner: Alltag, Veranstaltungen	32,13 €	Auf Anfrage bei Natur Watt

*Anna Schirpke / Kohlenstoffdioxid-Kompensation mittels Moorrenaturierung –  
Überprüfung der Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit für die Greensurance® Stiftung (i. Gr.)*

Co2mpense.de Oldenburg	<u>Kompensation:</u> für Alltag (Mobilität, Wärme, Strom) und Veranstaltungen <u>KsP:</u> Aufforstung, Windenergie		(Stand: Mai 2012)
<b>PrimaKlima-weltweit- e.V.</b> www.prima-klima-weltweit.de Düsseldorf	<u>Online Rechner:</u> CO <sub>2</sub> -Fußabdruck <u>Kompensation:</u> CO <sub>2</sub> -Fußabdruck, Mobilität (Auto & Flug), Veranstaltungen, Spende <u>KsP:</u> Aufforstung, drei Projekte über Moorrenaturierung	generell 10,00 € (für individuelle Lösungen mit spezieller Flächenzuordnung 25,00 €)	Angabe auf der Webseite: <a href="http://www.prima-klima-weltweit.de/co2/kompens-berechnen.php">http://www.prima-klima-weltweit.de/co2/kompens-berechnen.php</a> (Stand:01.05.2012)
<b>Stiftung NaturSchutzFonds Brandenburg</b> <a href="http://www.naturschutzfonds.de/nc/spenden-stiften/co2kompensieren.html">http://www.naturschutzfonds.de/nc/spenden-stiften/co2kompensieren.html</a> Potsdam	<u>Online Rechner:</u> nein <u>Kompensation:</u> Spenden <u>KsP:</u> Moorrenaturierung	k.A.	-
<b>The Compensators</b> thecompensators.org Berlin	<u>Online Rechner:</u> nein <u>Kompensation:</u> Spenden <u>KsP:</u> Verkauf von Zertifikaten aus dem Europäischen Emissionshandel	11,55 € (durch den variablen Preis der Emissionszertifikate veränderlich)	Anfrage bei The Compensators (Stand: Mai 2012)
<b>(Waldaktie) Tourismusverband Mecklenburg-Vorpommern e.V.</b> www.waldaktie.de Rostock	<u>Online Rechner:</u> nein <u>Kompensation:</u> Waldaktie oder Klimawürfel <u>KsP:</u> Aufforstungsprojekte	Waldaktie: 10,81 €; [Klimawürfel (=1 kg CO <sub>2</sub> ) 7,80 € (zzgl. Versandkosten) [ist nicht in die Durchschnittsbildung eingegangen]	Anfrage bei Waldaktie per Mail (Stand: Mai 012) und Angabe zum Klimawürfel auf der Webseite: <a href="http://www.waldaktie.de/index.php?option=com_content&amp;task=blogcategory&amp;id=1&amp;Itemid=30">http://www.waldaktie.de/index.php?option=com_content&amp;task=blogcategory&amp;id=1&amp;Itemid=30</a> (Stand:01.05.2012)

**Tab. 9: Vergleich der sieben Kompensationsanbieter auf dem international-deutschsprachigen, freiwilligen Emissionshandel.**

<b>(Anbieter) Träger, Website, Standort</b>	<b>Kurzbeschreibung<sup>22</sup> (Art der Kompensation, Projekte, ect.)</b>	<b>Preis pro Tonne CO<sub>2</sub></b>	<b>Quelle der Preisinformation</b>
<b>(BOKU)</b> <b>Universität für Bodenkultur</b> http://www.boku.ac.at/co2-kompensation.html Wien, Österreich	<u>Online Rechner</u> : Flug; für Unternehmen individuell <u>Kompensation</u> : Flugreisen <u>KsP</u> : Aufforstung	25,00 €	Angabe auf der Webseite : http://www.boku.ac.at/18809.html (Stand: 01.05.2012)
<b>CO2neutralwebsite.de</b> www.CO2neutralwebsite.de Aarhus, Dänemark	<u>Online Rechner</u> : nein <u>Kompensation</u> : Webseiten <u>KsP</u> : Energieeffizienz, Erneuerbare Energien, Aufforstung	keine Angaben pro Tonne CO <sub>2</sub> möglich	Anfrage bei CO2neutralwebsite (Stand: Juni 2012)
<b>(CO2OL)</b> <b>Forest Finance Panama S.A.</b> www.co2ol.de Panama-Stadt, Panama	<u>Online Rechner</u> : Events, Klima-Vignette, Rechner für Mobilität und Wohnen <u>Kompensation</u> : Events & Meetings, Hotels & Gaststätten, Unternehmen, Messebau und Privatkunden <u>KsP</u> : Aufforstung, Erneuerbare Energien	7,60 – 13,80 €	Anfrage bei MyClimate (Stand: Mai 2012)
<b>myclimate</b> www.myclimate.org Zürich, Schweiz	<u>Online Rechner</u> : Flug, Auto, Haushalt, Firma, Events <u>Kompensation</u> : Flug, Auto, Haushalt, Firma, Events, Spenden (Tonnen oder Geldbetrag)	22,00 € (bzw. 88,00 € für Portfolio myclimate Switzerland)	Anfrage bei MyClimate per Mail (Stand: Mai 2012)

<sup>22</sup> Die Informationen sind der jeweiligen Webseiten der Kompensationsanbieter entnommen.

*Anna Schirpke / Kohlenstoffdioxid-Kompensation mittels Moorrenaturierung –  
Überprüfung der Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit für die Greensurance® Stiftung (i. Gr.)*

	<u>KsP</u> : Energieeffizienz, Erneuerbare Energien		
<b>newTree</b> newtree.org Bern, Schweiz	<u>Online Rechner</u> : CO2-Emissionen (nur auf Französisch) <u>Kompensation</u> : - <u>KsP</u> : Aufforstungsprojekte	100,00 CHF ~83,00€	Angabe auf der Webseite : <a href="http://newtree.org/d/helfen-sie-mit/co2-zertifikate">http://newtree.org/d/helfen-sie-mit/co2-zertifikate</a> (Stand: 30.05.2012)
<b>Swiss Climate AG</b> www.swissclimate.ch/d/zertifikate/co2_zertifikate.php Bern, Schweiz	<u>Online Rechner</u> : nein <u>Kompensation</u> : für freiwilligen sowie verpflichtenden Emissionshandel; <u>KsP</u> : Erneuerbare Energien, Aufforstung	12,00 – 22,00€ (15,00-27,00CHF)	Anfrage bei Swiss Climate AG (Stand: Juni 2012)
<b>(targetneutral)</b> <b>BP Oil International Limited</b> <a href="http://www.aral.de/aral/productlanding.do?categoryId=9038407&amp;contentId=7053445">http://www.aral.de/aral/productlanding.do?categoryId=9038407&amp;contentId=7053445</a> Sunbury-on-Thames, Middlesex, UK	<u>Online Rechner</u> : Auto <u>Kompensation</u> : Auto <u>KsP</u> : Erneuerbare Energien, Energieeffizienz	ca. 6,00€	Eigene Berechnungen über den Online-Rechner (Stand: Mai 2012)

## Anhang 3: Daten zur Berechnung der Vermeidungskosten

---

Tab. 10: Ergebnisse der gesamten Kostenberechnung nach Laufzeiten für die drei bayerischen Hochmoore.

<i>Laufzeit</i>	<i>Gesamtkosten 10 Jahr (€)</i>	<i>Gesamtkosten 20 Jahre (€)</i>	<i>Gesamtkosten 30 Jahre (€)</i>	<i>Gesamtkosten 40 Jahre (€)</i>	<i>Gesamtkosten 50 Jahre (€)</i>

Die Daten der Tabelle 10 werden von Greensurance® auf Anfrage bereitgestellt.

**Tab. 11: Berechnung des Emissionsreduzierungspotentials (ErP) pro Jahr.**

	<b>Moorgröße (ha)</b>	<b>Emissionsreduzierung pro Jahr (t/a)</b>

Die Daten der Tabellen 11 & 12 werden von Greensurance® auf Anfrage bereitgestellt.

**Tab. 12: Ergebnisse der gesamten Emissionsreduzierung (ErP) nach Laufzeit.**

<b>Laufzeit</b>	<b>ErP 10 Jahre (t)</b>	<b>ErP 20 Jahre (t)</b>	<b>ErP 30 Jahre (t)</b>	<b>ErP 40 Jahre (t)</b>	<b>ErP 50 Jahre (t)</b>