

TELMA	Band 40	Seite 199 - 213	5 Abb., 6 Tab.	Hannover, November 2010
-------	---------	-----------------	----------------	-------------------------

Massenverlust und Klimarelevanz von Moorböden durch Nutzung, am Beispiel des Großen Uchter Moores

Mass-loss and relevance to climate change of bogs as a consequence of utilization
using the example of the Great Moor of Uchte

NIKE WITTE und BERND HOFER

Zusammenfassung

Im Großen Uchter Moor wurde über die Zeit von 1959 bis 2008, also 50 Jahren, mit Hilfe des Torfchwundes, unter Abzug der Sackung, die jährliche Kohlendioxid (CO₂)-Emission der Moorfläche für unterschiedliche Nutzungen berechnet.

Für die Zeit von 1959 bis 2058 wurden denkbare Szenarien der Moorentwicklung angenommen und daraus die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in den kommenden 25 bis 50 Jahren prognostiziert. Zusammenfassend ergibt sich ein Gesamtbild des klimarelevanten Verhaltens eines großen niedersächsischen Hochmoores über 100 Jahre.

Das Große Moor bei Uchte ist, einschließlich seiner Nutzungen, ein typisches Moor Niedersachsens. Eine Übertragung unserer Daten auf Niedersachsen scheitert jedoch an mangelnden Datengrundlagen, insbesondere zur Stratigraphie.

Abstract

In the Great Uchter Moor during a period of 50 years, from 1959 to 2008, the annual carbon dioxide (CO₂) emissions for the different uses of the moors can be deducted from the differences of the mightiness of the peat. Therefore the values have to be reduced from the part of settling.

In the time of 1959 to 2058 the various use classes were assigned to appropriate emission factors and possible scenarios for the behaviour of greenhouse gas emissions over the past 50 years and in the next 25 to 50 years have been developed. In summary, it shows an overall picture of the climate-relevant behaviour of a large lower bog in Lower Saxony over a period of one hundred years.

The Great Moor of Uchte is quite typical for Lower Saxony. A transfer of the data to the scale of Lower Saxony fails at the moment because of the lack of data bases, in particular to the stratigraphy.

1. Einleitung

Die große Bedeutung von Mooregebieten im globalen System klimarelevanter Gase ist allgemein bekannt. Zur Berechnung des klimarelevanten Verhaltens einzelner Moorflächen und zur Bewertung verschiedener Moornutzungen liegen hingegen erst wenige Messdaten vor, die darüber hinaus große Spannen aufweisen.

Der vorliegende Beitrag leitet über die Ermittlung des Höhenverlustes für eine Zeit von 1959 bis 2008 für die jeweilige Nutzung Emissionsfaktoren ab. Basierend auf diesen Emissionsfaktoren wird für verschiedene Szenarien die zukünftige Entwicklung des klimarelevanten Verhaltens des Mooregebietes prognostiziert.

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Große Uchter Moor liegt westlich von Uchte und gehört anteilig zu den Kreisen Nienburg und Diepholz. Es gehört naturräumlich in die Region Ems-Hunte-Geest und Dümmer-Geestniederung. Das Klima ist atlantisch und wird nach KÖPPEN als warmgemäßigt, feuchttemperiert mit warmen Sommern klassifiziert.

2.2 Datengrundlage

Für eine Betrachtung des Torfschwundes über 50 Jahre wurden zunächst Bohrprofilnahmen aus dem Jahr 1959 digital ausgewertet, die von HACKER (1959) im Auftrag des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (heute LBEG) aufgenommen wurden. 185 typische Bohrpunkte, verteilt über das gesamte Große Uchter Moor, wurden ausgewählt und in einem Schichtenverzeichnis dargestellt. Von diesen Punkten liegen 121 noch heute im Hochmoorgebiet, wurden erneut kartiert und in ein Schichtenverzeichnis eingestellt.

2.3 Methodenkritik

Die Bohrpunkte sowie die Flächennutzung nach HACKER (1959) lagen als Handzeichnungen auf einer topografischen Karte im Maßstab 1:25.000 (TK25) vor. Sie wurden georeferenziert und digitalisiert. Dabei muss eine mögliche Abweichung unserer Bohrpunkte bis zu 25 m zum Originalstandort von Hacker einkalkuliert werden. Wir gehen davon aus, dass dieser nichtsystematische Fehler durch die hohe Zahl von Bohrpunkten ausgeglichen wird.

2.4 Berechnung der Flächennutzung 1959, 2008, 2033 und 2058

Klassen der Flächennutzung im Großen Uchter Moor sind Grünland, Ackerland, Wald, naturnahe/nasse Flächen, Re- und Degenerationsflächen und Abtorfungsflächen. Die Nutzung der Flächen im Jahr 1959 wurde anhand einer analogen TK25 aus dem Jahr 1954 unter Berücksichtigung von Änderungen lt. HACKER (1959) bestimmt. Die Flächenanteile der Nutzungen im Jahr 2008 wurden der Moorklassifikation des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz aus dem Jahr 1994 entnommen. Die Prognostizierung der Flächennutzung für die Jahre 2033 und 2058 fand unter anonymer Einbeziehung von Daten des Büros Hofer & Pautz GbR über Flächennutzungspläne der vor Ort befindlichen Torfwerke und einer ungefähren Abschätzung der Dauer der Torfgewinnung statt. Die Folgenutzung der Abtorfungsflächen wurde den Vorgaben des Raumordnungsverfahrens (ROV 2002) entnommen. Für eine differenziertere Zukunftsbetrachtung wurden neben der Entwicklung der Flächen in den nächsten 50 Jahren auch die nächsten 25 Jahre betrachtet.

Tab.1: Flächengrößen für die einzelnen Nutzungen im Hochmoor in den Jahren 1959, 2008, 2033 und 2058 unter Einbeziehung der Änderungen in der Nutzung
The use of particular quantities of the bog during the years 1959, 2008, 2033 and 2058 involving changes in use

	Flächengröße in ha			
	1959	2008	2033	2058
Grünland	2.380	2.380	1.957	1.783
Acker	900	109	4	0
Wald	250	441	379	379
naturnahe/nasse Flächen	1.750	3	0	0
Re-/Degenerationsflächen	180	1.267	2.312	2.466
Abtorfung	1.160	1.042	254	0
gesamt	6.620	5.242	4.906	4.628

2.5 Berechnung des Torfchwundes und der CO₂-Emissionen

Der Torfchwund wird für Flächen mit Grünland, Acker und Wald festgestellt und ergibt sich aus der Differenz der Torfmächtigkeiten der Jahre 1959 und 2008. Aus dem Höhenverlust lässt sich wiederum die CO₂-Emission ermitteln. Eine feinere Klassifizierung hätte sich aus den aktuellen Biotoptypen zwar ableiten lassen, aber die Kartengrundlagen von 1959 waren bei der differenzierten Betrachtung der Nutzung der begrenzende Faktor. Die Spezifizierung der Emissionsfaktoren nach heutigem Stand lässt ebenfalls nur eine Zuordnung zu den genannten Landnutzungstypen zu.

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen werden Annahmen über den C-Gehalt, die Lagerungsdichte und den Anteil der Sackung getroffen. Der C-Gehalt im Torf wird nach HÖPER (2009) mit durchschnittlich 52 % angenommen und orientiert sich an Daten aus Schweden von 50,9 % bis 56,7 % (NILSSON 2004). Für die Lagerungsdichte werden in der Literatur Werte zwischen 80-140 kg m⁻³ (GROSSE-BRAUCKMANN 1990), 60-130 kg m⁻³ (SCHÄFER 2002) und 50-80 kg m⁻³ (HÖPER 2009) genannt. Die niedrigen Werte bezieht HÖPER (2009) auf unterhalb der GW-Oberfläche liegende Torfe, die im Wasser gesättigten Bereich aufschwimmen und daher lockerer liegen. In der vorliegenden Arbeit wird eine Lagerungsdichte von 80 kg m⁻³ angenommen.

Für die Sackung im Uchter Moor wurde nach der Sackungsformel nach HALLAKOPRI-SEGEBERG ein Wert von 23 % ermittelt (PLAGEMANN 2009), für die Forststandorte nach HÖPER (2007) ein Wert von 70 % festgelegt.

Für die Emissionen aus Torfabbauf Flächen als auch für Flächen im Re- und Degenerationsstadium und nasse/naturnahe Flächen werden Daten aus der Literatur verwendet.

2.6 Berechnung der CO₂-Emissionen der Torfabbauf Flächen

Auf Flächen mit Torfabbau ist mit niedrigeren Emissionen zu rechnen als auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, da die mikrobielle Aktivität durch starke Entwässerung und regelmäßige Bearbeitung im Sommer und hohe Wasserstände im Winter stark eingeschränkt ist. Der Flächenfaktor liegt nach NILSSON & NILSSON (2004) bei 2.725 kg C ha⁻¹ a⁻¹; CLEARY et al. (2005) geben 2.780 kg C ha⁻¹ a⁻¹ an. Im Weiteren wird das Mittel dieser Werte mit 2.750 kg C ha⁻¹ a⁻¹ zur Berechnung verwendet.

Hinzu kommen Emissionen des gewonnenen Torfes. Hierbei wird die CO₂-Emission aus einem jährlichen Abbauvolumen in Niedersachsen von 8.086.000 m³ auf einer Fläche von 26.900 ha (HÖPER 2007), berechnet unter Annahme einer Lagerungsdichte von 80 kg m⁻³ und einem C-Gehalt von 52 %. Dies ergibt eine jährliche Emission von 12.505 kg C ha⁻¹.

Die Gesamtemission für Kohlendioxid aus der Torfgewinnung beläuft sich also auf 15.255 kg C ha⁻¹ a⁻¹.

3. Ergebnisse

3.1 Entwicklung der Flächennutzung

Die gesamte Hochmoorfläche nimmt innerhalb der betrachteten 100 Jahre um 2.000 ha auf 4.628 ha ab (Tab. 1). Außerdem wird von den heute vorhandenen Ackerflächen im Jahr 2033 kaum noch etwas vorhanden sein, da neben Grünland auch Acker für den Torfabbau

umgewidmet werden. Weiterhin ist der Höhenverlust durch Torfmineralisation auf Ackerflächen wesentlich höher als bei anderen Landnutzungen.

33 % der Torfstandorte unter Acker im Jahr 2008 werden 2033 durch Mineralisation der Torfe verschwinden. Ähnliches ist bei der Grünlandnutzung zu beobachten. Unter vielen Standorten wird in den nächsten 25 Jahren der Torf vollständig oxidieren. Dies führt zu einem Rückgang von 23 % des Grünlandes im Hochmoor. Zudem werden 185 ha Grünland dem Torfabbau gewidmet. Davon erfolgt auf zwei Fünftel der Flächen nach Beendigung des Abbaus wieder Grünlandnutzung und auf drei Fünftel eine Wiedervernässung. Die Torfgewinnung wird bis 2033 auf 254 ha reduziert und bis 2058 völlig eingestellt. Da als Folgenutzung für die Abtorfung Wiedervernässung mit anschließender Regeneration vorgesehen ist, steigt die Gesamtgröße der Regenerationsflächen auf 2.466 ha.

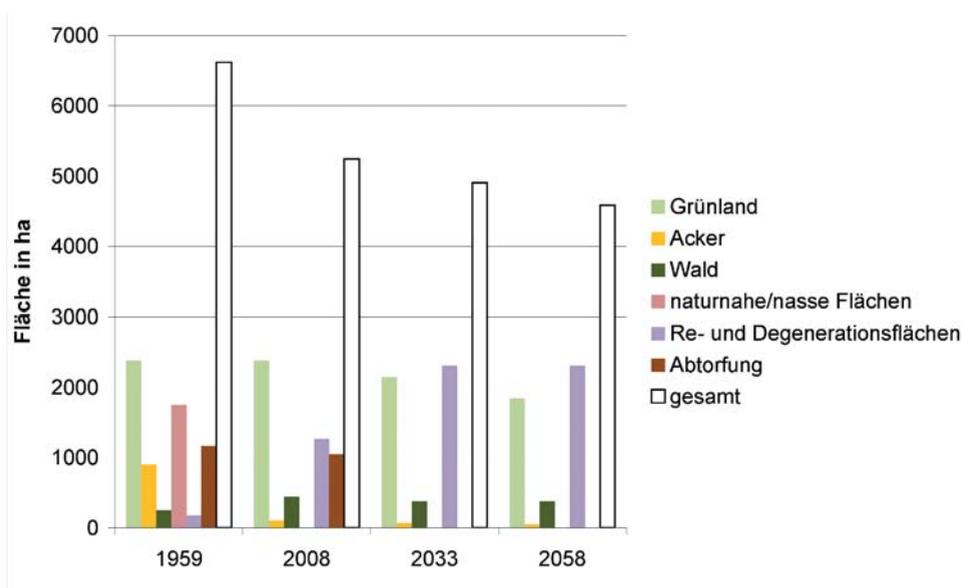


Abb. 1: Übersicht der Verteilung der Flächennutzung in den Jahren 1959, 2008, 2033 und 2058
Overview of the distribution of landuse during the years 1959, 2008, 2033 and 2058

3.3 Torfschwund zwischen 1959 und 2008

Der jährliche Höhenverlust beträgt unter Grünland $1,64 \text{ cm a}^{-1}$, Acker $2,29 \text{ cm a}^{-1}$ und Wald $0,46 \text{ cm a}^{-1}$. Die vergleichsweise große Zersetzung unter Acker wird bedingt durch Düngung, insbesondere mit N und P, Kalkung mit einhergehender pH-Erhöhung und Bearbeitung, die zu einer besseren Bodenbelüftung führt.

3.4 Freisetzung klimarelevanter Gase

Im Hochmoor des Großen Uchter Moores ergab sich aus dem gemessenen Höhenverlust der Torfe für Acker eine jährliche CO₂-Emission von 7.329 kg C ha⁻¹ a⁻¹, für Grünland von 5.227 kg C ha⁻¹ a⁻¹ und für Wald von 579 kg C ha⁻¹ a⁻¹. In Mooren werden neben Kohlendioxid noch Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) freigesetzt. Um Aussagen über das Treibhauspotenzial (GWP) treffen zu können, werden die einzelnen Gase mit ihrem jeweiligen Treibhauspotenzialkoeffizienten gewichtet.

Tab.2: Freisetzung klimarelevanter Gase und das resultierende Treibhauspotenzial des Hochmoores. Negative Werte bedeuten Stoffbindung durch den Boden
Greenhouse gas emissions and the resulting Global Warming Potential of the bog. Negative data means bonding of substances through the soil

	CO ₂ kg C ha ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄	N ₂ O kg N ha ⁻¹ a ⁻¹	GWP 100 kg C-Äquiv. ha ⁻¹ a ⁻¹
Grünland	5.227	-0,5	0,0	5.232
Acker	7.329	-0,2	0,0	7.327
Wald	579	-0,1	0,2	604
Torfabbau	15.255	0,6	0,0	15.261

Das Treibhauspotenzial der verschiedenen Nutzungen im Hochmoorgebiet des Großen Uchter Moores bezogen auf 100 Jahre (GWP 100) unter Berücksichtigung der jeweiligen Flächengrößen zeigt Tabelle 3.

Tab.3: Treibhauspotenzial der verschiedenen Landnutzungen im Hochmoor unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Flächengröße
Global Warming Potential of the different types of landuse in the bog focussing the extensions

	Fläche in ha	GWP 100 in t C-Äquiv. a ⁻¹
Grünland	2.380	12.429
Acker	109	795
Wald	441	266
naturnahe/nasse Flächen	3	0,5
Re-/Degenerationsflächen	1.267	3.204
Torfabbau	1.042	15.902
gesamt	5.242	31.956

Die höchsten jährlichen Treibhausgasemissionen stammen aus den flächenmäßig dominanten Nutzungen Grünland mit etwa 12.400 t C-Äquivalenten, Re- und Degenerationsflächen mit etwa 3.200 t C-Äquivalenten und Torfabbau mit 15.300 t C-Äquivalenten. Die Re- und Degenerationsflächen besitzen, trotz einer den Torfabbauflächen analogen

Größe, nur etwa ein Fünftel ihres GWP. Die Ackerflächen wiederum haben im Verhältnis zu ihrer Flächengröße mit etwa 800 t C-Äquivalenten jährlich, bedingt durch ihre hohen CO₂-Emissionen, einen großen Anteil am Gesamtreibhauspotenzial der Hochmoorfläche.

3.3 Ausblick

Szenario 1

Das Treibhauspotenzial der Gesamtfläche im Jahr 2008 wird vornehmlich vom Torfabbau mit mehr als 15.000 t und vom Grünland mit mehr als 12.000 t C-Äquivalenten bestimmt, dabei haben die Areale zur Torfgewinnung im Vergleich zum Grünland nur etwa den halben Flächenanteil. Außerdem fließen Re- und Degenerationsflächen jährlich mit etwa 3.200 t C-Äquivalenten in die Betrachtung mit ein. Diese Flächen werden über die gesamte Zeit als Treibhausgasquellen angesehen, da die Einstellung eines Stillstandskomplexes oder sogar von Torfwachstum nicht zeitlich festgelegt werden kann. Das Treibhauspotenzial der Flächennutzungen ist Tabelle 4 zu entnehmen.

Tab.4: Treibhauspotenzial der verschiedenen Flächennutzungen im Hochmoor in den Jahren 2008, 2033 und 2058
Global Warming Potential of the different types of landuse in the bog during the years of 2008, 2033 and 2058

	GWP 100 in t C-Äquivalenten a ⁻¹		
	2008	2033	2058
Grünland	12.429	10.220	7.886
Acker	795	26	0
Wald	266	229	229
naturnahe/nasse Flächen	0,5	0	0
Re-/Degenerationsflächen	3.203	5.847	6.236
Torfabbau	15.902	3.876	0
gesamt	32.596	20.198	14.351

Die Nettotreibhausgasemissionen im Jahr 2008 betragen 32.596 t C-Äquivalente. Wie Abbildung 2 zeigt, beträgt das Treibhauspotenzial des Torfabbaugebietes aufgrund der Flächenreduzierung 2033 nur noch ein Viertel des GWPs im Jahr 2008. Bis zum Jahr 2058 wird die Torfindustrie aus dem Großen Uchter Moor vollständig verschwunden sein. Die Regenerationsflächen nehmen in dieser Zeit durch Aufgabe der Abbaufächen und einer anschließenden Wiedervernässung um fast das Doppelte zu. Das GWP aus Grünland geht durch die Verkleinerung der Flächengröße bis 2058 auf etwa 7.900 t C-Äquivalente zurück. Die wenigen Ackerflächen, die im Jahr 2008 noch vorhanden waren, werden bereits bis zum Jahr 2033 fast vollständig durch den Totalverlust der Torfdecke nicht mehr

zum Hochmoorgebiet gehören und bis zum Jahr 2058 werden auch die Torfe auf den letzten ackerbaulich genutzten Moorflächen durch Oxidation verschwunden sein. Das jährliche Treibhauspotenzial der gesamten Hochmoorfläche geht bis zum Jahr 2033 auf 20.198 t C-Äquivalente und bis zum Jahr 2058 auf 14.351 t C-Äquivalente zurück.

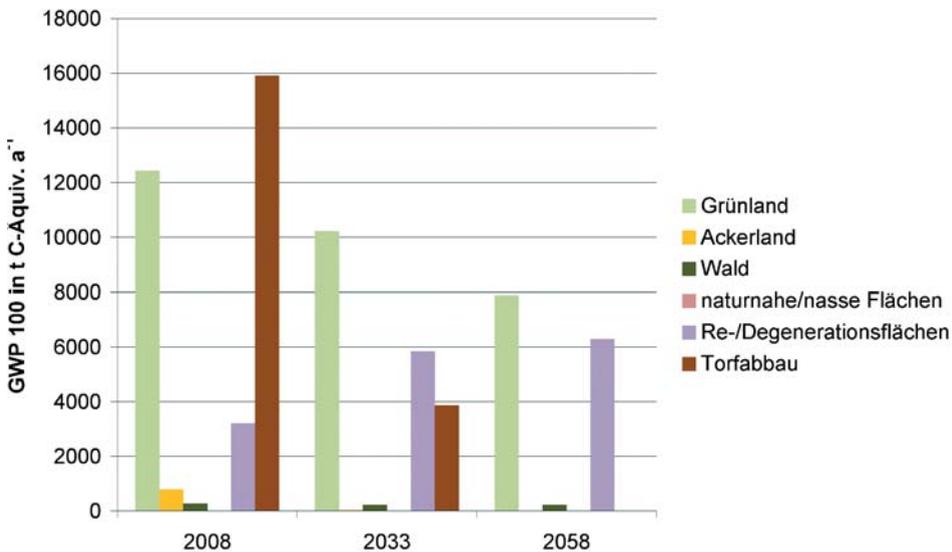


Abb.2: Treibhauspotenzial (100 Jahre) der unterschiedlichen Flächennutzungen in den Jahren 2008, 2033 und 2058
Global Warming Potential of the different types of landuse during the years of 2008, 2033 and 2058

Der Rückgang des Treibhauspotenzials im Hochmoor des Großen Uchter Moores ist einerseits auf die Reduzierung der Gesamtfläche zurückzuführen. Andererseits wird aus Abbildung 3 ersichtlich, dass auch die Änderung der Flächennutzung im Moor stark dazu beiträgt die Gesamtemissionen zu senken. Insgesamt kann eine Reduzierung des Treibhauspotenzials von etwa 32.600 t C-Äquivalente im Jahr 2008 auf etwa 14.350 t C-Äquivalente im Jahr 2058 erwartet werden; also um 56 %. Die Größe der Hochmoorfläche nimmt im selben Zeitraum um 12 % ab.

Szenario 2

Im Folgenden werden die Treibhausgasemissionen der nächsten 25 und 50 Jahre dargestellt, wenn im Großen Uchter Moor keine weiteren Torfabbaufächen erschlossen werden.

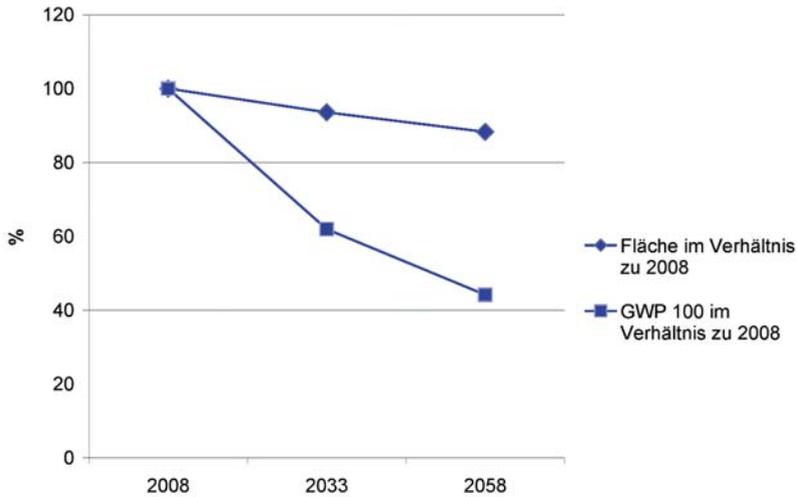


Abb.3: Gegenüberstellung der prozentualen Abnahme des GWP 100 und der Ausdehnung des Hochmoores

The comparison of the percental decline of the GWP 100 and the extensions of the bog

Bei einem Verzicht auf den Torfabbau im Gebiet Darlaten und gleichbleibender Flächennutzung wie im Referenzjahr 2008 im übrigen Hochmoor, ergibt sich eine Verteilung der Flächengrößen für die einzelnen Nutzungsformen nach Tabelle 5. Die jetzigen Abbauflächen befinden sich dabei bis zum Jahr 2033 in der Wiedervernässung.

Tab.5: Flächengrößen für die einzelnen Nutzungen im Hochmoor in den Jahren 1959, 2008, 2033 und 2058 ohne weiteren Torfabbau. Die Abbauflächen aus dem Jahr 2008 befinden sich bis 2033 in der Wiedervernässung

Extensions of the different types of landuse of the bog during the years of 1959, 2008, 2033 and 2058 without any further peat excavation. The excavation areas of 2008 will be in rewetting in 2033

	Flächengröße in ha			
	1959	2008	2033	2058
Grünland	2.380	2.380	2.142	1.842
Acker	900	109	73	49
Wald	250	441	379	379
naturnahe/nasse Flächen	1.750	3	0	0
Re-/Degenerationsflächen	180	1.267	2.312	2.312
Torfabbau	1.160	1.042	0	0
gesamt	6.620	5.242	4.906	4.582

Das Treibhauspotenzial der verschiedenen Flächennutzungen geben Tabelle 6 und Abbildung 4 wieder. Im Unterschied zum vorher beschriebenen Szenario bleiben rund 50 ha Acker bis zum Jahr 2058 erhalten. Der Anteil der Degenerationsflächen ist im Jahr 2058 mit etwa 2.300 ha um knapp 400 ha geringer als im ersten Szenario. Grünland nimmt ungefähr die gleiche Fläche ein. Wie auch im ersten Szenario werden bis 2058 durch den Verlust der Torfdecke in Folge von Oxidation keine naturnahen/nassen Flächen mehr vorhanden sein.

Die Treibhausgasemissionen im Jahr 2008 und die Emissionen der Waldstandorte in den Jahren 2033 und 2058 gleichen denen im ersten Szenario. Im Jahr 2058 gehen die jährlichen Emissionen der Grünlandflächen auf 9.600 t C-Äquivalente, die der Ackerflächen auf 359 t C-Äquivalente zurück. Auf Re- und Degenerationsflächen bleiben die Treibhausgasemissionen ab dem Jahr 2033 bei etwa 5.800 t C-Äquivalenten konstant. Insgesamt kommt es im Hochmoor bis zum Jahr 2058 zu einer Senkung des GWP auf 16.054 t C-Äquivalente; also um 51 %. Die Fläche des Hochmoores nimmt im selben Zeitraum um 13 % ab.

Tab.6: Treibhauspotenzial der verschiedenen Flächennutzungen im Hochmoor in den Jahren 2008, 2033 und 2058 ohne Nutzungsänderungen
Global Warming Potential of the different types of landuse in the bog during the years of 2008, 2033 and 2058 without changes in use

	GWP 100 in t C-Äquivalente a¹		
	2008	2033	2058
Grünland	12.429	11.189	9.620
Acker	795	535	359
Wald	266	229	229
naturnahe/nasse Flächen	0,5	0	0
Re-/Degenerationsflächen	3.203	5.846	5.846
Torfabbau	15.905	0	0
gesamt	32.599	17.797	16.054

Vergleich Szenario 1 und 2

Einen Vergleich der beiden Szenarien liefert Abbildung 5. Hier sind die prozentuale Senkung des Treibhauspotenzials und der prozentuale Flächenverlust des Hochmoores zwischen den Jahren 2008 und 2058 für beide Szenarien vergleichend dargestellt. Bei gleichem Flächenverlust nimmt das Treibhauspotenzial im ersten Szenario (mit weiterem Torfabbau in Darlaten) in den nächsten 50 Jahren um 56 % ab, im zweiten Szenario um 51 %. Die Nutzung als Acker, die relativ hohe Treibhausgasemissionen aufweist, wird im ersten Szenario bis 2058 völlig eingestellt, wobei im zweiten Szenario die Fläche für den Ackerbau noch 360 ha einnimmt. Auch die Ausdehnung des Grünlandes wird im ersten Szenario durch Umwidmung in Re- und Degenerationsflächen stärker verkleinert als im zweiten Szenario, wo lediglich durch Totalverlust der Torfdecke der Flächenanteil zurück-

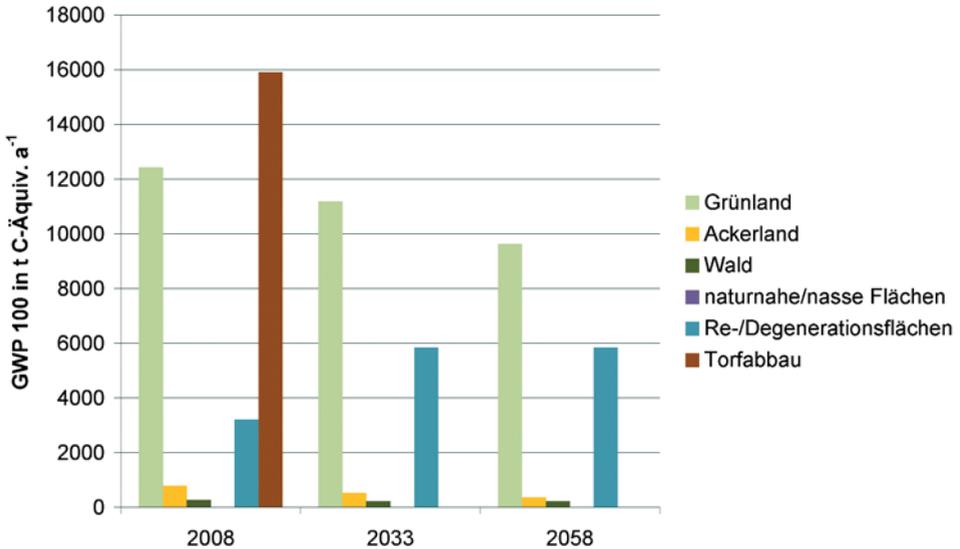


Abb.4: Treibhauspotenzial (100 Jahre) der unterschiedlichen Flächennutzungen in den Jahren 2008, 2033 und 2058 bei gleichbleibender Nutzung
Global Warming Potential (100 years) of the different types of landuse during the years of 2008, 2033 and 2058 within constant use

geht. Durch den weiteren Torfabbau und damit einhergehenden hohen Emissionen im ersten Szenario weist das Treibhauspotenzial der Hochmoorfläche bis zum Jahr 2033 zunächst nur eine geringe Absenkung auf. Bei der Betrachtung der folgenden 25 Jahre wird allerdings deutlich, dass durch die Wiedervernässung der abgebauten Flächen ein stärkerer Rückgang des GWP bis zum Jahr 2058 folgt als im zweiten Szenario ohne weiteren Torfabbau. Hierbei wird angenommen, dass auch die schon 2033 in die Wiedervernässung gegangenen Flächen CO_2 -Quellen darstellen. Im besten Fall besteht allerdings die Möglichkeit, dass die Flächen Stillstandskomplexe werden, die klimaneutral sind. Die anfänglich im Vergleich zu naturnahen Standorten erhöhten Methanemissionen auf diesen Flächen werden nach JOOSTEN (2007) schon nach einigen Jahren durch die Einschränkung der CO_2 -Emissionen ausgeglichen. Auch sind im Hochmoor in den ersten Jahren nach Vernässung deutlich geringere Methanemissionen zu erwarten als im Niedermoor. In diesem Falle würde der Unterschied zwischen den zwei Szenarien noch deutlicher ausfallen.

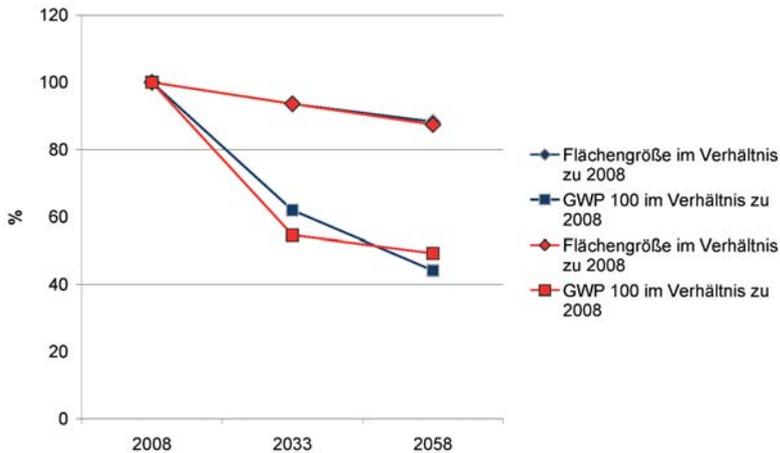


Abb.5: Gegenüberstellung der prozentualen Abnahme des GWP 100 und der Ausdehnung des Hochmoores. Blau: Mit Änderungen in der Flächennutzung. Rot: Bei gleichbleibender Flächennutzung, wobei die Abbauflächen ab 2033 in die Wiedervernässung gehen
 Comparison of the percental decline of the GWP 100 and the extension of the bog. Blue: Changes in landuse. Red: Constant landuse in the peat excavation areas, the water logging will be initiated in 2033

4. Diskussion der Ergebnisse

4.1 Emissionsfaktoren für landwirtschaftliche Nutzung

Die über den ermittelten Höhenverlust des Torfes abgeleiteten Emissionsfaktoren liegen sowohl für Grünland als auch für Acker deutlich höher als Daten aus der Literatur. Aktuelle Bohrergergebnisse im Großen Moor bei Gifhorn im Vergleich zu Bohrungen von BIRKHOLZ (1988) bestätigen diese Tendenz.

4.2 Emissionsfaktor Torfabbau

Während sich die Emissionsfaktoren grundsätzlich auf die Situation vor Ort im gewachsenen Zustand beziehen, ist der Rohstoffanteil des Emissionsfaktors für den Torfabbau zurückgerechnet. In diese Rechnung gehen:

- 26.900 ha Abbauflächen und
- 8 Mio. m³ jährliche Torfproduktion ein.

Die Abbauflächen der Torfindustrie gestalten sich völlig unterschiedlich. Beispielsweise gliedert sich der Abbau im Großen Uchter Moor in den vergangenen Jahrzehnten in Ruhefelder und Abbaufelder; das heißt rund ein Drittel der Flächen befindet sich im Abbau.

Das Verhältnis von 8 Mio m³ Gewinnung zu 26.900 ha Abbaufäche entspricht einer jährlichen Abbautiefe von rund 3 cm. Dieser Wert wird auf den in Betrieb befindlichen Abbaufächen sicherlich weit überschritten. Hier spielen Wetter und Abbaustand (Zersetzungsgrad und Vorflut) eine steuernde Rolle. Im Gesamtdurchschnitt mit den Ruhefeldern und bereits hergerichteten Flächen erscheint der Wert jedoch in der Größenordnung realistisch.

4.3 Diskussion der Entwicklung des klimarelevanten Verhaltens

Die einschneidende Veränderung für das Große Moor bei Uchte fand im ausgehenden 19ten Jahrhundert bis Mitte des 20ten Jahrhunderts mit der Entwässerung und Kultivierung der Flächen statt. Dadurch wurde aus dem weitgehend klimatisch neutralen Hochmoor eine CO₂-Quelle.

Der Torfabbau beschleunigt im Vergleich zur landwirtschaftlichen Nutzung die Oxidation. Auf die Gesamtfläche des Abbaus (Ruhfelder und Abbaufelder) bezogen, liegt die Oxidation knapp doppelt so hoch wie unter Grünland und etwa ein Drittel über der ackerbaulichen Nutzung.

Im Gegensatz zur landwirtschaftlichen Nutzung führt der Torfabbau in (klimatisch) überschaubaren Zeiträumen über die nach Naturschutzgesetz geforderte Kompensation zu wiedervernässten Flächen. Diese Flächen werden nach einem anfänglich auftretenden „Methanpeak“ wieder zu einer (dauerhaften) Kohlenstoffsенke und in der Bilanz klimaneutral bzw. schwach positiv (negative Werte).

Eine direkte Wiedervernässung ohne Torfabbau würde unter bestimmten Voraussetzungen die geringsten Emissionen verursachen. Neben den Kosten für die hierfür notwendigen privatrechtlichen Regelungen sind weitere technische Probleme zu lösen. Der landwirtschaftlich beeinflusste Oberboden mit enthaltenen Nährstoffen kann bei einem Überstau zu erhöhten Methanemissionen führen, die aber im Hochmoor um Größenordnungen geringer ausfallen dürften, als für ein unkontrolliert überstautes Flusstalniedermoor, das in den Untersuchungen von AUGUSTIN & CHOJNICKI (2008) beschrieben wird.

Ein Abschieben des Oberbodens wäre für die Entwicklung der Fläche aus Sicht des Moor- und Klimaschutzes sinnvoll, aber mit hohem Aufwand verbunden. Der Kohlenstoffgehalt dieser Schicht würde in der Folge (wie der gewonnene Torf aus dem Abbau) auf Dauer freigesetzt.

Eine Minimierung der Methanfreisetzung verlangt eine Wasserhaltung von 10 cm unter Flur. Diese durchlüftete Schicht führt zu einer bakteriellen Oxidation des freiwerdenden Methans. Nach den Erfahrungen mit Wiedervernässungsflächen aus den vergangenen Jahrzehnten (BLANKENBURG 2004) läuft dies einer optimalen Vegetationsentwicklung entgegen, die neben Überstauung im Winter ein sommerliches Absinken der Wasserstände auf maximal der Geländeoberfläche erfordert.

5. Fazit

Das Moor emittiert CO₂ seit Beginn der Entwässerung und schrumpft kontinuierlich in Mächtigkeit als auch Ausdehnung. Nach den Erkenntnissen der letzten 50 Jahre endet dieser Prozess entweder mit der Vernässung der Flächen nach Torfabbau oder mit dem Verlust des Moores und dem Übergang in einen Mineralboden unter landwirtschaftlicher Nutzung.

6. Danksagung

An dieser Stelle geht ein herzlicher Dank an das Niedersächsische Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), insbesondere an Dr. H. Höper und Dr. G. Caspers für die Bereitstellung von Daten und für die Beantwortung vieler Fragen. Auch gilt unser Dank dem Torf- und Humuswerk Uchte GmbH (THU) für die Bereitstellung weiterer Daten.

7. Literaturverzeichnis

- AUGUSTIN, J & CHOJNICKI, B (2008): Austausch von klimarelevanten Spurengasen, Klimawirkung und Kohlenstoffdynamik in den ersten Jahren nach der Wiedervernässung von degradiertem Niedermoorgrünland. - In: GELBRECHT J, ZAK D. & AUGUSTIN J (Hrsg.): Phosphor- und Kohlenstoff-Dynamik und Vegetationsentwicklung in wiedervernässten Mooren des Peenetales in Mecklenburg-Vorpommern: 50-67, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei; Berlin.
- BLANKENBURG, J. (2004): Praktische Hinweise zur optimalen Vernässung von Torfabbauflächen. – Geofakten **14**; NLFb Hannover.
- CLEARY, J., ROULET, N.T., MOORE, T.R. (1990): Greenhouse Gas Emissions from Canadian Peat Extraction, 1990-2000: A Life-cycle-Analysis. - *Ambio* **34**; Allen Press.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1990): Ablagerungen der Moore. - In: GÖTTLICH, K. (Hrsg.), Moor- und Torfkunde: 175-236. 3. Aufl.; Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).
- HACKER, E. (1959): Erläuterungsbericht zur Karte des Uchter Moores. - LBEG Niedersachsen; Hannover.
- HÖPER, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. - *Telma* **37**: 85-116; 19 Tab.; Hannover.
- HÖPER, H. (2009): Persönliche Auskunft vom 30.09.2009.
- JOOSTEN, H. (2007): Moore und Klimaschutz. - Güstrower Umweltkolloquium 24.05.2007; Uni Greifswald.

- NILSSON, K. (2004): The carbon dioxide emissions factor for combustion of Swedish peat. - IVL B1595.
- NILSSON, K. & NILSSON, M. (2004): The Climate Impact of Energy Peat Utilisation in Sweden – the Effect of former Land-Use and After-treatment. - IVL B1606.
- PLAGEMANN, N. (2009): Massenverlust von Moorböden durch anthropogene Nutzung am Beispiel des Großen Uchter Moores in Niedersachsen – Unveröff. Dipl.-Arbeit.
- ROV (2002): Raumordnungsverfahren mit integrierter Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) und FFH-Studie „Darlaten“. Antragsteller THU GmbH, Bearbeiter: Hofer & Pautz GbR; Altenberge.
- SCHÄFER, W. (2002): Bodenphysikalische Eigenschaften von Torfen niedersächsischer Moorböden unter Berücksichtigung ihrer Pedogenese. - Arbeitshefte Boden **3**: 59 -75; 6 Abb.; 6 Tab.; Stuttgart.

Anschriften der Verfasser:

N. Witte geb. Plagemann
Hakenbreite 14
D-48432 Rheine
E-Mail: nikewitte@googlemail.com

B. Hofer
Hofer & Pautz GbR
Buchenallee 18
D-48341 Altenberge
Tel.: 02505-3818
E-Mail: hofer@hofer-pautz.de

Manuskript eingegangen am 14. September 2010