

Wiedervernässung landwirtschaftlich genutzter Moore – eine ökonomisch-ökologische Analyse für das Voralpine Hügel- und Moorland

Renaturation of agriculturally used peat soils – an economic-ecological analysis for the Fore-alpine Hill- and Moorland

Elisabeth ANGENENDT, Tatjana KRIMLY und Enno BAHRS

Zusammenfassung

Die Wiedervernässung und Nutzungsaufgabe bisher landwirtschaftlich genutzter Moorflächen hat positive Effekte für den Klimaschutz, führt jedoch zu Kosten für betroffene landwirtschaftliche Betriebe. Simulationsrechnungen für typische moorbewirtschaftende Betriebe aus der Moorregion Voralpines Hügel- und Moorland in Baden-Württemberg mit dem Modell EFEM zeigen, dass sich bei unterschiedlich hohem Moorflächenentzug zur Wiedervernässung auf Betriebsebene je nach Betriebstyp maximal 34% bis 61% der betrieblichen Emissionen einsparen lassen. Allerdings steigen die Emissionen pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche infolge betrieblicher Anpassungen auf den Flächenentzug (z.B. Futterzukauf) an. Die Vermeidungskosten der Betriebe bei vollständigem Entzug der Moorflächen liegen zwischen fast 8 und 31 €/t CO₂eq. Sie werden wesentlich von der bisherigen Form und Intensität der Moornutzung, dem Anteil der Moorflächen der Betriebe sowie notwendiger Anpassungen der Betriebe bestimmt.

Schlagnorte: Landwirtschaftlich genutzte Moorböden, ökonomisch-ökologische Modellierung, Treibhausgasemissionen, Wiedervernässung, Vermeidungskosten

Summary

The renaturation of agriculturally used peatlands has positive effects on climate protection, but involves costs for affected farms. The calculations of different renaturation scenarios for typical farms with peatland use in the Fore-alpine Hill- and Moorland region of Baden-Württemberg show, depending on the type of farm, a GHG reduction potential up to a maximum of 34 to 61%. However, the per hectare emissions of the farms increase due to necessary adaptations (e.g. purchase of fodder) resulting from the loss of land. The total abandonment of peatland use in the farm models leads to mitigation costs between nearly 8 and 31 €/t CO₂eq. The differences are mainly determined by the present type and intensity of peatland use and the necessary adaptations of a farm.

Keywords: Agricultural peat land use, economic ecological farm modelling, greenhouse gas emissions, renaturation, mitigation costs

1. Einleitung und Zielsetzung

Intakte Moore sind die effektivsten Kohlenstoffspeicher der Erde (BfN, 2009, 18). In Deutschland wird der überwiegende Teil der Moore landwirtschaftlich genutzt. Die damit verbundene Entwässerung der Standorte führt zur Torfzersetzung und damit zur Emission von Treibhausgasen (THG). Der Beitrag der Moore an den THG-Emissionen in Deutschland beträgt 4,4% (SRU, 2012, 246f). Aus Klimaschutzsicht wird daher dem Schutz intakter Moore sowie der Renaturierung genutzter Moorstandorte eine große Bedeutung zugemessen.

Eine Wiedervernässung landwirtschaftlich genutzter Moorflächen mit Grundwasserständen bis knapp unter die Geländeoberfläche lässt keine Nutzung mehr zu und führt damit zu Kosten für betroffene landwirtschaftliche Betriebe. Zudem können notwendige Anpassungsmaßnahmen der Betriebe aufgrund des Flächenentzugs dazu führen, dass auf den Moorflächen eingesparte Emissionen an anderer Stelle zunehmen, z.B. durch Intensivierung der übrigen Flächen.

Es gibt bereits Arbeiten, die potenzielle THG-Emissionen und THG-Vermeidungskosten von Moorschutzmaßnahmen auf landwirtschaftlich genutzten Moorstandorten in Deutschland abschätzen (SCHALLER et al., 2012; RÖDER und GRÜTZMACHER, 2012), allerdings berücksichtigen die verwendeten Ansätze nur die moorbürtigen Emissionen. Der in

dieser Arbeit verwendete Modellansatz EFEM (Economic Farm Emission Model) bezieht zur Bewertung der Klimarelevanz alle im betrieblichen Ablauf entstehenden Emissionen mit ein.

Ziel dieser Arbeit ist es, für typische Betriebe der Moorregion Voralpines Hügelland und Moorland des Landes Baden-Württemberg die Klimarelevanz sowie die THG-Vermeidungskosten für unterschiedliche Wiedervernässungsszenarien abzuschätzen.

2. Datengrundlage und Methode

2.1 Untersuchungsgebiet, Betriebserhebung und Ableitung der Modellbetriebe

Die Moorregion Voralpines Hügelland und Moorland liegt im Süden Baden-Württembergs. Sie umfasst den Bodenseekreis, den überwiegenden Flächenanteil der Landkreise Konstanz und Ravensburg sowie einen kleinen Teil der Landkreise Sigmaringen und Biberach. In der Region befinden sich nach eigenen Auswertungen etwa 52% der Hoch- und Niedermoorflächen Baden-Württembergs, von denen knapp 58% als Grünland und Acker genutzt werden.

Die Betriebsorganisation sowie die Nutzungsform und -intensität der Grünlandbewirtschaftung der landwirtschaftlichen Betriebe, die im Untersuchungsgebiet Moorflächen bewirtschaften, wurden in einer schriftlichen Befragung ermittelt (KRIMLY und DABBERT, 2012). Aus der Untersuchungsregion nahmen insgesamt 193 Betriebe an der Befragung teil. Sie bewirtschaften insgesamt 4391 ha Grünland (davon 19,9% Moorgrünland) und 2860 ha Ackerfläche (davon 4% Mooracker).

Der überwiegende Teil des Moorgrünlands (76,5%) wird intensiv als 4- oder 5-schnittige Wiese genutzt. Eine extensive 1-2 Schnittnutzung des Moorgrünlands erfolgt auf knapp 22% der Fläche. Der hohe Anteil an intensiv genutztem Grünland ist wesentlich darauf zurückzuführen, dass knapp 60% der Betriebe Milchvieh halten.

Anhand der erhobenen Daten wurden Durchschnittsbetriebe von typischen Betriebsformen abgeleitet, um mit dem Modell EFEM mögliche Auswirkungen unterschiedlicher Moorschutzmaßnahmen auf die Organisation und die Klimabilanz typischer Betriebe mit Moorflächen abzuschätzen. Dabei ergaben sich ein größerer und ein kleinerer Futterbaubetrieb jeweils mit Milchviehhaltung (FBgr_Moor, FBkl_Moor)

sowie ein Viehhaltungsverbundbetrieb mit Mutterkuhhaltung (VB_Moor). Um die Klimarelevanz moorbewirtschaftender Betriebe einordnen zu können, werden zum Vergleich drei typische Betriebe dieser Region ohne Moorflächen herangezogen (FBgr, FBkl, VB), die auf der Grundlage der Daten des Informationsnetzes Landwirtschaftlicher Buchführungen (INLB) abgeleitet wurden (ANGENENDT et al., 2013, 9). Die Kapazitäten der Betriebsmodelle sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tab.1: Kapazitäten der Betriebsmodelle

		FBgr	FBgr Moor	FBkl	FBkl Moor	VB	VB Moor
Milchkühe	Platz	73,0	93,0	30,0	38,0	14,0	0,0
Mutterkühe	Platz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0
Mastbullen	Platz	3,2	0,0	13,9	0,0	10,2	0,0
Zuchtsauen	Platz	-	-	-	-	50,0	-
Mastschweine	Stück	-	-	-	-	1015,0	-
Grünland	ha	51,6	55,0	26,0	31,0	24,0	17,5
davon auf Moor	ha	-	8,5	-	6,0	-	5,4
Acker	ha	27,4	19,0	6,5	6,0	105,0	20,1
davon auf Moor	ha	-	1,5	-	0,5	-	1,0

Quelle: Eigene Berechnungen

2.2 Das Modell EFEM

Die ökonomisch-ökologische Analyse erfolgt mit dem statisch-linearen Optimierungsmodell EFEM (Economic Farm Emission Model) (Abbildung 1). Zielfunktion ist die Maximierung des betrieblichen Deckungsbeitrags. Ein integriertes Hochrechnungsmodul erlaubt auch regionale Abschätzungen.

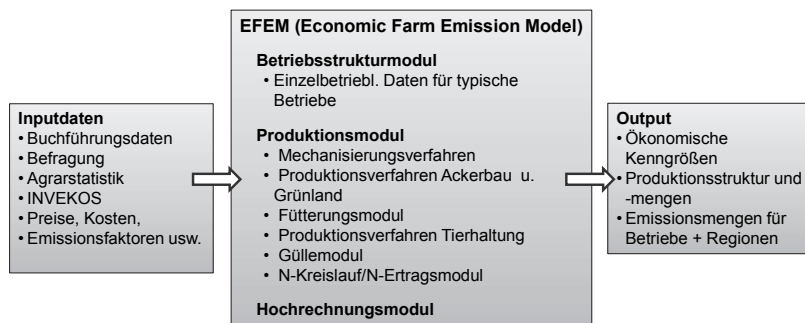


Abb. 1: Aufbau des ökonomisch-ökologischen Modellierungsansatzes mit EFEM

Quelle: Eigene Darstellung

Für die Fragestellung dieser Arbeit liegt der Fokus auf der einzelbetrieblichen Analyse. EFEM ist ein Angebotsmodell, bei dem Erzeuger- und Betriebsmittelpreise exogen vorgegeben werden. Für die nachfolgenden Modellrechnungen werden hierfür Mittelwerte aus den Jahren 2008 bis 2011 angenommen. Als gesetzliche Rahmenbedingungen gelten die agrar- und umweltpolitischen Voraussetzungen für das Wirtschaftsjahr 2011/2012.

Die betrieblichen Kapazitäten der Modellbetriebe (Tabelle 1) fließen in das Betriebsstrukturmodul ein und bilden die Restriktionen für die Modellierung. Im Produktionsmodul sind alle wichtigen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren integriert. Diese lassen sich hinsichtlich der Erträge, Produktionsintensitäten, Leistungen und Kosten regional unterscheiden.

An die Produktionsverfahren sind die Komponenten zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen gekoppelt, sodass eine vergleichsweise differenzierte prozessbasierte Bilanzierung erfolgt. Dabei wird das Aufkommen klimarelevanter Gase (N_2O , CO_2 , CH_4) bei der Herstellung variabler Betriebsmittel, wie z.B. Dünge-, Pflanzenschutz- und Futtermittel sowie die Emissionen im landwirtschaftlichen Betrieb direkt erfasst. Letztere beinhalten die Emissionen aus dem Bereich der Tierhaltung, dem Energieeinsatz und den direkten und indirekten Lachgasemissionen durch die Düngung (ANGENENDT et al., 2008).

Die zugrunde gelegten Emissionen landwirtschaftlich genutzter Moorflächen basieren auf Daten von DRÖSLER (2012) (Tabelle 2). Die höchsten Emissionen treten bei Ackernutzung auf, wobei der Unterschied zur intensiven Grünlandnutzung gering ist. Deutlich niedrigere Emissionen treten bei extensiver Bewirtschaftung auf, insbesondere auf feuchten Flächen. Auf wiedervernässten Flächen kann eine Senkenfunktion erreicht werden.

Tab. 2: Emissionsfaktoren von Mooren bei unterschiedlicher Nutzung

Moornutzung	Emissionsfaktor (t CO ₂ -Äquivalent/ha/Jahr)
Acker	38,3
Grünland (intensiv/mittel; 3-5 Nutzungen)	34,4
Grünland (extensiv trocken; 1-2 Nutzungen)	18,7
Grünland (extensiv feucht; 1-2 Nutzungen)	7,0
Wiedervernässung (nass)	-1,0

Quelle: DRÖSLER (2012, schriftl. Mitteilung)

3. Ergebnisse

3.1 Status-Quo-Analyse

Die Status-Quo-Analyse dient dazu, die Einkommenssituation sowie die Klimarelevanz der ausgewählten typischen Moorbetriebe aufzuzeigen und im Vergleich zu Betrieben ohne landwirtschaftlich genutzte Moorflächen einzuordnen. Die Spanne der flächenbezogenen Deckungsbeiträge reicht im Status-Quo-Szenario von etwa € 500,- bei VB_Moor bis zu fast € 1800,- je Hektar bei FBgr_Moor (Tabelle 3).

Tab.3: Betriebsorganisation und Ergebnisse der Status-Quo-Analyse

		FBgr	FBgr_Moor	FBkl	FBkl_Moor	VB	VB_Moor
Deckungsbeitrag	€/ha LF	1501,1	1788,9	1332,0	1331,5	1289,2	470,1
Tierbesatz	GV/ha LF	1,3	1,8	1,8	1,5	1,3	0,6
Anteil > 2 schnittig	%	96,1	96,3	87,7	71,4	63,7	55,0
THGE-Bilanz	t CO ₂ eq	554,8	966,5	238,9	462,0	594,9	370,4
	t CO ₂ eq/ha LF	7,0	13,1	7,4	12,5	4,6	9,9
davon aus Moorflächen	%		33,7		45,5		58,3

Quelle: Eigene Berechnungen

In den Futterbaubetrieben mit Milchviehhaltung wird ein hoher Anteil des Grünlands intensiv (> 2 Schnitte) genutzt. Der höchste Anteil an extensiv genutztem Grünland findet sich bei dem moorbewirtschaftenden Viehhaltungsverbundbetrieb mit Mutterkuhhaltung, der im Vergleich den deutlich geringsten GV-Besatz hat. Die Werte für die flächenbezogene Treibhausgasbilanz der Betriebsmodelle zeigen die Relevanz der landwirtschaftlichen Moornutzung deutlich. So verursacht z.B. der große Futterbaubetrieb mit Moor nahezu doppelt so viele Emissionen wie der Vergleichsbetrieb ohne Moor. Die moorbürtigen Emissionen machen bei den Modellbetrieben zwischen 34% und 58% an der Gesamttreibhausgasbilanz aus.

3.2 Wiedervernässungsszenarien

Anhand der nachfolgenden Szenarien wird aufgezeigt, wie sich ein Flächenentzug (Nutzungsaufgabe) zur Moorrenaturierung auf die Betriebsmodelle auswirken würde. Im ersten Szenario werden den drei Betriebsmodellen mit Moorböden die Moorackerflächen (-Moor AF)

entzogen. Bei den weiteren Szenarien erfolgt zusätzlich ein kontinuierlich ansteigender Entzug der Grünlandflächen auf Moor (-25%, -50%, -75%, -100% Moor GL). Die Betriebe erhalten hierfür im Modell keinen Flächenausgleich. Im Extremszenario verlieren die Betriebe zwischen 13% (FBgr_Moor) und 18% (FBkl_Moor) ihrer landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Durch den simulierten Moorflächenentzug lassen sich auf Betriebsebene in Szenario „-MoorAF“ zwischen 5% und 10% und bei vollständigem Entzug der Moorfläche zwischen 34% und 61% Emissionen einsparen. Neben den moorbürtigen THG-Emissionen fallen für die entzogenen Moorflächen auch die Emissionen aus deren bisheriger Bewirtschaftung weg. Bezogen auf die im Betrieb verbleibende Fläche kommt es aber in Folge von betrieblichen Anpassungsmaßnahmen zum Ausgleich des Flächenentzugs zu einem Anstieg der THG-Emissionen. Die Untersuchungsbetriebe reagieren auf den Wegfall der Flächen mit einer Intensivierung der restlichen Grünlandfläche, einer Ausdehnung des Ackerfutterbaus oder dem Zukauf von Futtermitteln, während in keinem der Szenarien die Tierhaltung der Betriebe nennenswert eingeschränkt wird. Diese Produktionsintensivierung zeigt sich in der in Abbildung 2 dargestellten Zunahme der Treibhausgasemissionsintensität. Hierzu wurde der Quotient aus der Summe der THG-Emissionen der Betriebe abzüglich der moorbürtigen Emissionen und der bewirtschafteten Fläche gebildet (CO₂eq-Intensität). Je nach Betriebstyp steigt dieser Wert vom Status-Quo bis zum Szenario mit vollständigem Moorflächenentzug um 12% (VB_Moor) bis 25% (FBkl_Moor).

Die Vermeidungskosten errechnen sich aus dem Rückgang der betrieblichen Deckungsbeiträge und den eingesparten THG-Emissionen infolge der Umnutzung der landwirtschaftlich genutzten Moorflächen im Vergleich zum Status-Quo-Szenario. Die höchsten Vermeidungskosten entstehen beim großen Futterbaubetrieb (27-31 €/t CO₂eq) (Abbildung 2). Deutlich geringer fallen sie bei dem kleineren Futterbaubetrieb aus (19-23 €/t CO₂eq) aus. Mit maximal 8 €/t CO₂eq verursacht der Flächenentzug beim extensiven Viehhaltungsverbundbetrieb die niedrigsten Vermeidungskosten. Die unterschiedlichen Vermeidungskosten der Betriebe lassen sich anhand der in den Modellergebnissen ausgewiesenen Schattenpreise für ihre Betriebsfläche erklären. Diese liegen beim großen Futterbaubetrieb je nach Ausmaß des Flächenentzugs

zwischen € 550,- und € 1850,- je Hektar. Beim kleinen Futterbaubetrieb zwischen € 350,- und maximal € 1300,- je Hektar und Viehhaltungsverbundbetrieb zwischen € 100,- und € 360,- je Hektar. In der Höhe der Schattenpreise drückt sich die Flächenknappheit aus. Sie beinhalten aber auch die durch den Flächenentzug schwindende Teilnahmemöglichkeit an tierbesatzgebundenen Grünlandextensivierungsprogrammen im Rahmen des Agrarumweltprogramms MEKA (Marktlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich) in Baden-Württemberg.

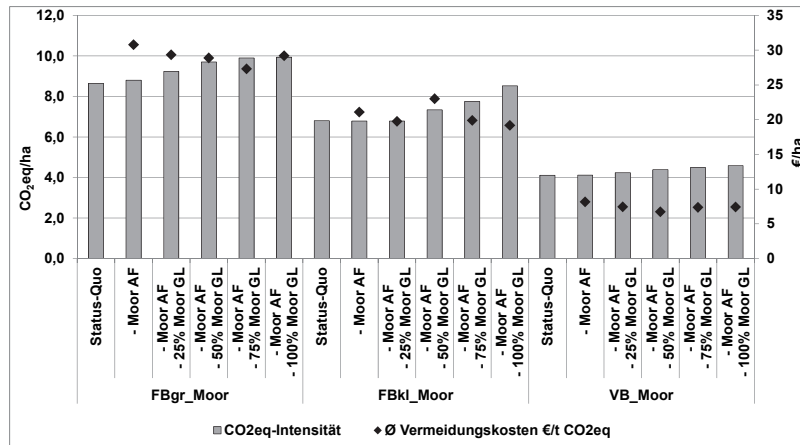


Abb. 2: Flächenbezogene Treibhausgasemissionsintensität und -vermeidungskosten der berechneten Wiedervernässungsszenarien

Quelle: Eigene Berechnungen

4. Diskussion der Ergebnisse

Die hier vorgestellten Ergebnisse geben einen Eindruck über die hohe Klimarelevanz landwirtschaftlich genutzter Moore. Eine Wiedervernässung dieser Flächen kann zu einer deutlichen Senkung der Emissionen führen. Die hier abgeschätzten Vermeidungskosten auf betrieblicher Ebene sind niedriger als die Ergebnisse anderer Studien. So geben RÖDER und GRÜTZMACHER (2012, 58f) für die Wiedervernässung von Acker und Grünland auf Moor Werte zwischen 20 bis 70 €/t CO₂eq. an. SCHALLER et al. (2012, 17) errechnen Vermeidungskosten, die sich überwiegend im Bereich von 50 bis 380 €/t CO₂eq bewegen. Beide Studien unterscheiden sich methodisch von dem hier vorgestellten

ten Ansatz, da keine simultane Betrachtung des Gesamtbetriebs erfolgt, wodurch betriebliche Anpassungsmöglichkeiten auf den Flächenentzug unterschätzt werden können.

Demgegenüber ist die Methodik von FLESSA et al. (2012, 313ff) mit dem hier vorgestellten Ansatz vergleichbar. Unter Verwendung des einzelbetrieblichen, prozessspezifischen Simulationsmodells FarmSim wurden die Auswirkungen von Wiedervernässungsmaßnahmen für typische Betriebe aus Niedersachsen untersucht. Hierbei ergaben sich Vermeidungskosten zwischen 20 €/t CO₂eq und 72 €/t CO₂eq. Trotz aller Unterschiede in der methodischen Vorgehensweise zeigen die Ergebnisse aller Studien, dass die Minderung von THG-Emissionen durch Moorrenaturierung vergleichsweise kostengünstig ist. Es bestehen jedoch große regionale Unterschiede und sie sind in hohem Maße von der bisherigen Bewirtschaftungsform und -intensität sowie dem Anteil der Moorflächen an der Gesamtfläche eines Betriebes abhängig. Die in dieser Studie abgeschätzten Vermeidungskosten basieren auf Berechnungen mit Durchschnittsbetrieben. Der Anteil der Moorfläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche differiert allerdings innerhalb der Betriebsgruppen und kann deutlich höher liegen. In diesem Fall könnte ein Flächenentzug zu Einschränkungen bei der Milchviehhaltung und dadurch zu deutlich höheren Vermeidungskosten führen. Dies soll künftig in Form von Sensitivitätsrechnungen untersucht werden.

Danksagung

Das dieser Forschungsarbeit zugrunde liegende Vorhaben wird dankenswerterweise im Rahmen des Förderprojektes „Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung“ (BWPLUS) am Karlsruher Institut für Technologie mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg im Rahmen des Gesamtprojektes „Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg“ gefördert.

Literatur

ANGENENDT, E., BILLEN, N., HOLZ, I., KALIA, A., KRIMLY, T. MARGGRAFF, V., PERINGER, A., SCHWARZ VON RAUMER, H.-G., BAHRS, E., BÖCKER, R., DABBERT, S., KAULE, G. und STAHR, K. (2013): Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg (MooreBW). Programm Le-

- bensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS), Zwischenbericht 2013. URL: <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/> (16.09.2013).
- ANGENENDT, E., TRIEBE, S. und ZEDDIES, J. (2008): Der Beitrag erneuerbarer Energien zum Klimaschutz - Eine ökonomisch-ökologische Analyse für die Landwirtschaft von Niedersachsen. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., 43, 2008, 463-472.
- BfN (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) (Hrsg.) (2009): Biodiversität und Klima - Vernetzung der Akteure in Deutschland V. Ergebnisse und Dokumentation des 5. Workshops. BfN - Skripten 252, Bonn, Bad Godesberg.
- DRÖSLER, M. (2012): Angepasste Emissionsfaktoren für Voralpine Hügel- und Moorland aus Messdaten vom BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz - Moorschutzstrategien“ 2006-2010, schriftliche Mitteilungen.
- FLESSA, H., MÜLLER, D., PLASSMANN, K., OSTERBURG, B., TECHEN, A.-K., NITSCH, H., NIEBERG, H., SANDERS, J., MEYER ZU HARTLAGE, O., BECKMANN, E. und ANSPACH, V. (2012): Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor. Braunschweig: vTI, 472 Seiten, Landbau-forschung Völkenrode - Sonderheft 361.
- KRIMLY, T. und DABBERT, S. (2012): Ergebnisse der Befragung landwirtschaftlicher Betriebe auf Moorstandorten. März 2012. URL: http://www.moore-bw.de/news/news_0002.html?__locale=de/ (11.02.2013).
- RÖDER, N. und GRÜTZMACHER, F. (2012): Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Mooren - Vermeidungskosten und Anpassungsbedarf. Natur und Landschaft, 87, 2, 56-61.
- SCHALLER, L., DRÖSLER, M., HÖPER, H. and KANTELHARD, J. (2012): The cost of drowning GHG-emissions in the peatlands - An economic assessment of potential agricultural emission-reduction in the LULUCF sector. URL: <http://iaae.confex.com/iaae/iaae28/webprogram/Paper16648.html/> (16.09.2013).
- SRU (SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN) (2012): Umweltgutachten 2012, Verantwortung in einer begrenzten Welt. Erich Schmidt Verlag.

Anschrift der VerfasserInnen

*Dr. Elisabeth Angenendt, Dr. Tatjana Krimly und Prof. Dr. Enno Bahrs
 Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre (410b)
 Schloß Osthof-Süd, 70593 Stuttgart, Deutschland
 Tel.: +49 711 459 22569
 eMail: Elisabeth.Angenendt@uni-hohenheim.de und t.krimly@uni-hohenheim.de*