

Unvereinbarkeit der temporären (Im-)Mobilisierung v.s. „Sequestrierung“ von C, N, P, S in Pedo- und Biosphäre von Agrar-, Forst- und marinen Ökosystemen sowie Lithosphäre mit dem Schutz von Klima, Umwelt, Mitwelt und Nachwelt

1. Einleitung: Vorsätzlicher Missbrauch der C-, N-, P-, (S-) „Sequestrierung“ durch Wissenschaft und Politik vor dem Hintergrund des Emissionshandels hinsichtlich des Klimawandels

Insbesondere hinsichtlich der Maßnahmen gegen den Klimawandel werden mangels ausreichender Minderung an Klimarelevanten Gasen (THGs) insbesondere von CO₂ die CO₂-C-Senkenleistung von Böden sowie Biomassen (Aufwuchs) und deren Förderung durch Bewirtschaftungsmaßnahmen als primäre Minderungsmaßnahmen sowohl in der Landwirtschaft als auch in der Forstwirtschaft hervorgehoben. Damit werden geldwerte Leistungen im Emissionshandel beansprucht. Dies geschieht sowohl ernsthaft durch die Wissenschaft (**Abb. 1, Abb. 2**) als auch u.a. demzufolge propagandistisch durch Lobby (Bauernverband 2009) und Politik (BMELV 2009, FAO 2009). Irreführend werden hierbei die Prozesse der langfristigen Sequestrierung (Fixierung) und Immobilisierung synonym betrachtet und jeweils mit dauerhafter „C-Bindung“ gleichgesetzt.

1.1 Weder die Landwirtschaft noch die Forstwirtschaft fixiert dauerhaft THGs, auch nicht CO₂. Unter **Fixierung = Sequestrierung von C, N, P, S** versteht man über Jahrhunderte

Schlüsselworte: C-,N-,P-, S- (Im-)Mobilisierung,-Sequestrierung, Klimawandel

bis Jahrmillionen (vor 285-350 Mio. Jahren Carbon = während 65 Millionen Jahren) dauernde natürliche Prozesse wie Anreicherung von inertem C (N, P, S) in Torfmooren, Humus(-kohle), Kohle (Diamant,) Erdöl, Erdgas durch metamorphe Prozesse, ferner Bildung von Carbonat, welche durch den Menschen nicht beeinflussbar sind. Auf deren Zerstörung durch Verbrennung, Freisetzung von umsetzbarem C, N, P, S durch Bodenbearbeitung und Auflösungsprozesse wie z.B. Carbonatlösung durch anthropogen CO₂-verursachte, ebenso katastrophale Versauerung der Meere (**Tab. 1**) nur in Sekunden, Tagen oder Jahren, begünstigt jeweils durch die Temperaturerhöhung des Klimawandels („Klimawandel durch Klimawandel“), ist dieser Klimawandel ja gerade ursächlich anthropogen zurückzuführen.

1.2 Unter (Im-)Mobilisierung von C, N, P, S wird hingegen deren kurzfristiger (wenige Tage bis Jahrzehnte) reversibler Einbau in lebende Biomasse sowie in abgestorbene, umsetzbare OBS (Nährhumus) verstanden, ferner Adsorption und Retention in mineralischer Bindung (bes. NH₄⁺, K, P) mit der Folge vorübergehend eingeschränkter Verfügbarkeit für Organismen (Mikroben, Pflanzen), Reaktions- und Transportprozesse (Retention, Retardation). – Kurzfristige Immobilisierung von C, N, P, S in der umsetzbaren Fraktion und in Biomassen (z.B. Holzzuwachs der Wälder) sind zwar einmalig möglich, aber (durch Remobilisierung) reversibel.

2. Ergebnisse, Diskussion, Schlussfolgerungen

2.1 CO₂-C-(Im-)Mobilisierung vs. N₂O- und CH₄-Emissionen der Landwirtschaft in Europa

Die Wälder /Forstwirtschaft z.B. (im Osten) Europas können nur kurzfristig (2000-2005) CO₂ im Holzzuwachs und im Boden binden, welche aber hinsichtlich der Klimarelevanz völlig aufgehoben wird schon durch die CH₄- und N₂O-Emissionen nur der Landwirtschaft (**Tab. 2**). Zudem werden hierbei CO₂- und NO- Emissionen durch Wald- und Moorbrände (z.B. 2010 in Russland ca. 200 000ha) nicht berücksichtigt. – Weder intensives Schnittgrünland und selbst weidebetontes Grünland hat auf die gleiche Weise keine Nettosenkenleistung für THGs aufzuweisen (**Tab. 3**).

2.2 Wälder als temporäre C- und N-Senken und -Quellen

Die Netto-CO₂-Senkenleistung z.B. der Wälder Deutschlands nach 1945 ergeben sich durch verminderte Holzernte und wurde durch verstärkte Holzentnahme im Zeitraum 1990/2009 von 80 auf 0 Mt. CO₂-Eq a⁻¹ gesenkt (**Abb. 3**). So wirken z.B. die Wälder Baden-Württembergs bereits durch Humusschwund u.a. infolge von Klimaerwärmung und N-Sättigung zunehmend als CO₂-C und (N₂O-, NO-, NO₃⁻) N-Quellen (**Abb. 4**).

2.3 Auch bei landwirtschaftlicher Nutzung der Böden erfolgt Humusdegradation sowie CO₂-C und N-Quellenwirkung durch Klimawandel

Dies verdeutlichen die Ergebnisse des Dauerversuches von Thyrow (**Abb. 5**).

2.4 C- und N-Anreicherung in der OBS (nahezu) nur in der umsetzbaren (im-)mobilisierbaren Fraktion, während die dauerhaft nicht umsetzbare Fraktion unbeeinflusst bleibt. Dies verdeutlichen als erster analytischer Nachweis die Ergebnisse des Dauerversuchs von **Abb. 6**.

Bereits die Anreicherung und der Erhalt der umsetzbaren Humusfraktion durch Bewirtschaftung insbesondere über das ökologische und soziale und u.a. deshalb auch langfristig ökonomisch tragbare Ausmaß hinaus z.B. durch Zufuhren an Stallmist, Flüssigmist und Gärresten wird durch bedeutsame Emissionen an reaktiven Verbindungen des C, N, P, S erkauft: Mit der Zufuhr an Primärsubstanz erfolgt im (Nähr-)Humus nur eine Anreicherung von ca. 20-35% des C und 10% des N, 32% des P und 8% des S, verbunden mit Emissionen in Atmosphäre (CO₂, CH₄, NH₃, N₂O, NO) und Hydrosphäre (DOC, NO₃⁻, NH₄⁺, DON, anorg. P > DOP sowie SO₄²⁻ >> DOS) (**Tab. 4**). Nachfolgend sind solche Anreicherungen an umsetzbarem (Nähr-)Humus insbesondere über das nachhaltig vertretbare Ausmaß hinaus nochmals chemische Zeitbomben (CTBs) für nachfolgende Generationen hinsichtlich der Emissionen der o.e. reaktiven Verbindungen von C, N, P, S und bewirken demzufolge Umweltbeeinträchtigungen durch Klimawandel, Versauerung, Eutrophierung und Verlust an Biodiversität.

2.5 Die OBS als chemische Zeitbombe (CTB) hinsichtlich C- und N-Emissionen durch Humusdegradierung infolge von Moorkultivierung sowie Umbruch von Grünland und Stilllegungsflächen auch bewirkt durch Energiepflanzenanbau.

Dies wird in extremer Weise verdeutlicht am Beispiel der Landwirtschaft Niedersachsens in **Tab. 5**. Die Humusdegradierung bewirkt, dass z.B. das aktuelle (2004/2008) N-Überschusssaldo der deutschen Landwirtschaft (Hoftorbilanz) sich von ca. 110 auf 160, also um ca. 50 kg N · ha⁻¹ · a⁻¹ erhöht, dementsprechend mit zusätzlich sehr hohen Emissionen an CO₂ bzw. N₂O, NO_x (→ Klimawandel / Versauerung, Eutrophierung) und NO₃⁻ (→ Eutrophierung)

2.6 Die temporäre Senken- und Quellenwirkung der OBS hinsichtlich C- und N infolge von Landnutzungsänderungen verdeutlicht nochmals zusammenfassend Tab. 6.

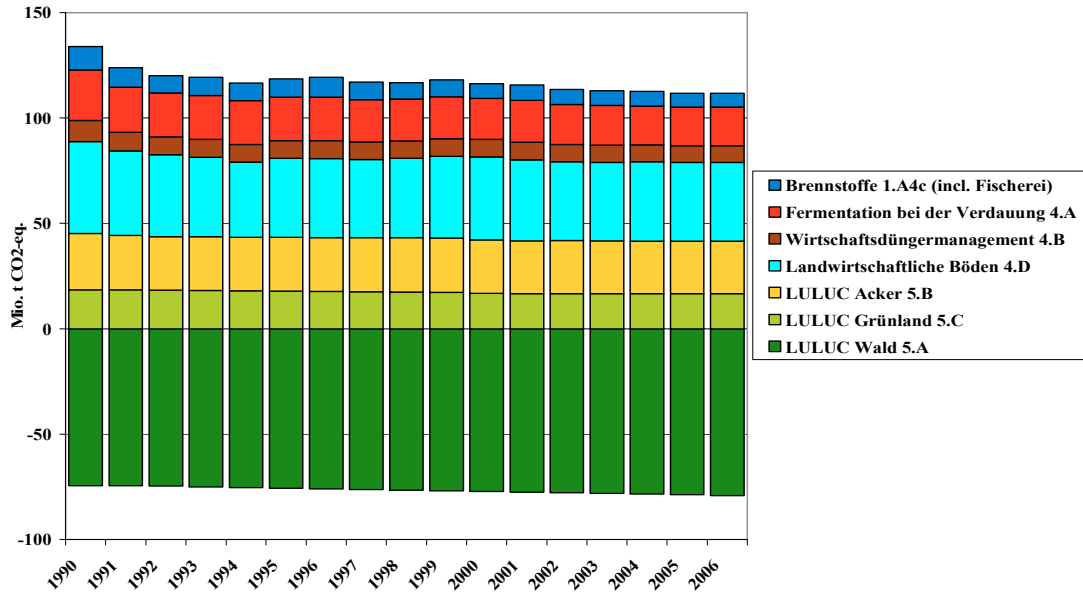
2.7 Auch die Abscheidung von CO₂ z.B. aus Kohlekraftwerken und dessen „End“-Lagerung in Salzstöcken, Öl-, Gas-Lagern und Kohleflößen (CCS) bringt enorme unabsehbare Risiken durch mangelhafte Dichtheit (> 1000 a), Versalzung und entsprechende Reaktion (erneute CO₂-Freisetzung) von Grundwasser, in Deutschland nur Speicherkapazität von 27 a, erhöhte Ausbeute = CO₂-Emissionen durch Öl und Gas (Schaffer 2010).

2.8 Geo-Engineering ist Planetenpfusch: So wie hier nur temporäre (Im-)Mobilisierung / Lagerung von CO₂ in Podo-, Bio- bzw. Lithosphäre, Injektion von Schwefelaerosolen in die Atmosphäre, Installation von Sonnensegeln im All, Eisendüngung der Meere (UBA aktuell 3/2011).

2.9 Schlußfolgernd führt kein Weg – auch nicht jener der C-, N-, P-, S- (Im-)Mobilisierung in Böden und Biomassen und schon gar nicht der hinsichtlich Klima- und Umweltschutz kontraproduktive Anbau von Energiepflanzen und deren Nutzungsdaran vorbei, unverzüglich z.B. in Deutschland die Emissionen an THGs aller Verursacher der Wirtschaft, auch jene der Landwirtschaft/Ernährungswirtschaft / Bioenergiewirtschaft bis 2020 (und nicht bis 2050) um 80 % gesamthaft von ca. 10 t auf 2t CO₂ Eq E⁻¹ · a⁻¹ zu senken.

4. Literatur: kann bei den Autoren erbeten werden. [Berichte der DBG 2011 (Poster) DBGZIP2003]

Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgasemissionen und Senken in der Land- und Forstwirtschaft von 1990 bis 2006 Osterburg et al. (2009)



Quelle: NIR 2008. **Anmerkung Osterburg, 01.03.2010:** Die Senkenfunktion des Waldes wird auf Grundlage neuer Zahlen deutlich geringer eingeschätzt, daher empfehle ich eine aktualisierte Abbildung zu verwenden, mindestens aber auf diesen Umstand hinzuweisen.

Tab.1: Marine CO₂-(Im)Mobilisierung („CO₂-Aufnahme“: ca. 50% vs. vorindustriell) und ihre katastrophalen Folgen: Ozeanversauerung mit Auflösung (u.a. CO₂-Bildung) kalkbildender Organismen (z.B. Korallen) und Bedrohung von Artenvielfalt und Küstenschutz (Korallenriffe) (Latif 2011, WBGU 2006)

Zeit	CO ₂ -Konzentration der Atmosphäre [ppm]	Mittlerer pH-Wert der Ozeane			
		absolut		relativ	
		... davon anthropogener Effekt		absolut	relativ
1. Eiszeitlich: 20 000 Jahre vor heute	190	8.32	100	-	-
2. vorindustriell: 1775	280	8.18 (-0.14)	98,3 (-1,7)	0.0 (?)	100,0
3. Heute: 2 000	390	8.07 ¹⁾ (-0.11)	97,0 (-6.2)	-0.11	98,7 (-1,3)
4. Leitplanke: maximal tolerierbar (WBGU 2006)	ca. 400 [alle THGs : 450]	8.00 ¹⁾ (-0.07)	96,2	-0.18	97,8 (-2.2)
5. In 2100	750	7.80 ¹⁾ (-0.20)	93,8 (-6.2)	-0.38	95,4 (-4,6)

¹⁾ einmalig während der letzten 20 Millionen Jahre

• M. Latif (2011) : Die Zeit drängt. N.Green 03/11, 32-35

• WBGU (2006): Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. WBGU, Berlin, 114 S.

re1351

Tab. 2: Importance of Carbon dioxide (CO₂)-immobilization (sequestration¹⁾) by forests and grasslands and methane (CH₄)-emissions from feedstock and nitrous oxide (N₂O)-emissions from arable agriculture for Europe's terrestrial net greenhouse-gas (GHG) balance only between 2000 and 2005 (Schulze et al. 2009 / Nature Geoscience DOI.10.1038 / NGE0 686)

Ecosystems	Total Net Greenhouse Gas Balances: CO ₂ + CH ₄ + N ₂ O [g C · m ⁻² · yr ⁻¹]			
1. Forests (compare Krug 2009/re1161)	Short-term sinks: - 74 (± 22) (storage in wood over post decades: 70% of total NBP)			
2. Grasslands	Short-term sinks: - 14 (± 18)			
3. Croplands	Long-term sources: 40 (± 40)			
Atmosphere-based and land-based biological GHG fluxes	CO ₂ -, CH ₄ -, N ₂ O – GHG-Balances [TgC · yr ⁻¹]			
	Entire Continental Europe		Only EU-25	
	Flux	Uncertainty	Flux	Uncertainty
A) Atmosphere-based fluxes:				
1. Subtotal (industrial and geological)	[100] 1,782	115	[100] 1,158	63
...of them:				
- fossil fuel CO ₂ emissions	[89] 1,586 (100)	79	[91] 1,052 (100)	53
2. Biological fluxes:				
2.1 CO ₂ flux (sinks: forests, grasslands)	- 313 (-19)	164 / 300	-120 (-12)	73 / 150
2.2 N ₂ O flux (source: arable agriculture)	221	131 / 130	103	54 / 50
2.3 CH ₄ flux (source feedstock)	77	49 / 60	58	40 / 45
2.4 Subtotal (2.1+2.2+2.3)	- 15 (-1)	215 / 330	40 (4)	100 / 164
B) Atmosphere and land-based biological fluxes:				
1. only CO ₂ flux	-274 (100)	163	-111 (100)	84
2. Total GHG flux (CO ₂ +N ₂ O+CH ₄)	-29 (-11)	194	34 (31)	99

Conclusions:

1. CH₄ - and N₂O-emissions from agriculture cancel the biological CO₂sink fully in continental Europe and nearly fully in EU-25

2. The trends towards increased instead of formerly reduced forest harvesting and towards more intensive agriculture (also in bioenergy production and use) is likely to make Europe's land surface a significant source of GHGs

re1223

Netto Senkenleistung aus Waldbewirtschaftung in Deutschland

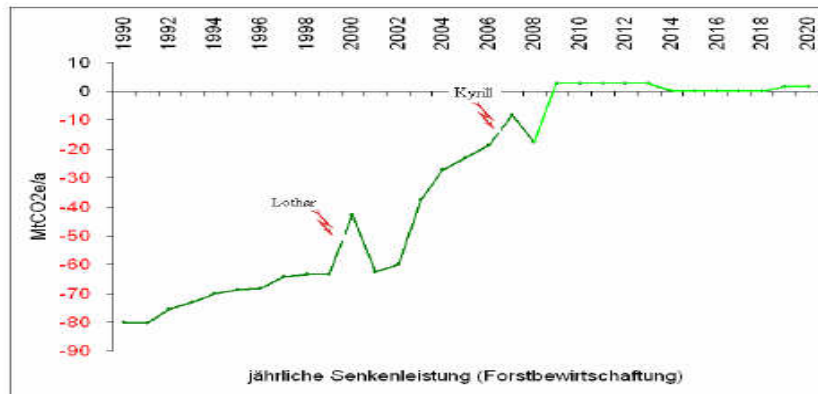
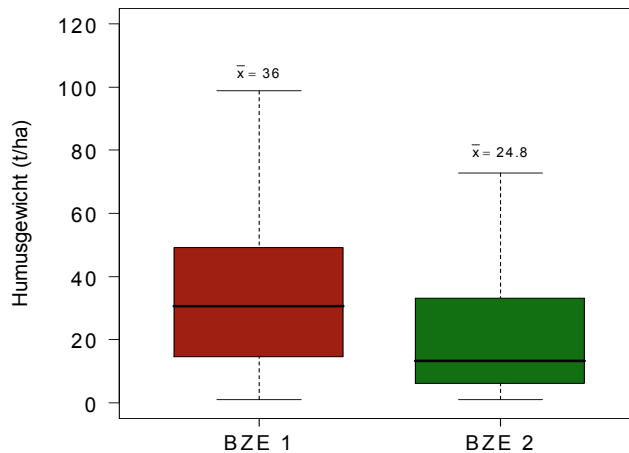


Abb. 2: Senkenleistung aus Waldbewirtschaftung in Deutschland (1990/2020) Krug (2010) re1161

Trend 1992-2006 Auflagehumus-Vorrat



Die Masse der Humusaufgabe hat im Mittel um ca. 30% abgenommen. Dies ist auf verstärkten mikrobiologischen Abbau zurückzuführen. Weitere Faktoren sind die Klimaerwärmung, die Stickstoffsättigung und die Zunahme von Laubholz.

Abb. 3 : Bodenentwicklung hier Trend Auflagehumus-Vorrat in Baden-Württemberg zwischen 1992 (BZE 1) und 2007 (BZE 2) [v. Wilpert und Schäffer (2010)]

re1237

Tabelle 3: Bewertung der Änderung von Nutzungs-/Bearbeitungssystemen im Hinblick auf die N-Mineralisations- und Immobilisationspotenziale (Nieder und Benbi, 2008)

Ergänzung: Für C und Mineralböden gelten etwa die 10fachen Werte (Isermann 2010)

re1222

Änderung der Nutzung/ Bearbeitung	Systemtyp	N-Mineralisationspotenzial kg N ha ⁻¹ · 30 cm ⁻¹ a ⁻¹	N-Immobilisationspotenzial kg N ha ⁻¹ · 30 cm ⁻¹ a ⁻¹	Dauer nach Einführung (Jahre)
1) Acker zu Grünland	Senke	-	50-100	bis zu 50
2) Hochmoor-Sandmischkultur	Senke	-	~200	~40
3) Dauer-Grünbrache	Senke	-	50-100	bis zu 50
4) Einführung von Mulchsystemen	Senke	-	0-50	5-10
5) Krumenvertiefung (10 cm)	Senke	-	~50	30
6) Konstante Bewirtschaftung	Gleichgewicht	±0	±0	
7) Grünland zu Acker (4.-20. Jahr)	Quelle	100-300	-	~20
8) Innutzungnahme von Grünbrachen	Quelle	ca. 50	-	?
9) Grünland zu Acker (1.-3. Jahr)	Quelle	1.000-5.000	-	~ 20
10) Entwässerte humusreiche Gleye / Anmoorgleye	Quelle	>500	-	?
11) Niedermoor (Grünland)	Quelle	ca. 500	-	bis zu 100
12) Niedermoor (Ackerland)	Quelle	ca. 1.000	-	bis zu 100