

Ressourceneffiziente Landwirtschaft – in Deutschland und weltweit?

Prof. Dr. Theodor Fock
Hochschule Neubrandenburg



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Einleitung

Warum ist Ressourceneffizienz wichtig?

- steigender Bedarf an Nahrungsmitteln weltweit (durch Bevölkerungswachstum und zunehmenden Wohlstand)
- Knappheit der Ressourcen, u.a. Land, Wasser, Energie
- Klimawandel (wird die Möglichkeiten der Lebensmittel-erzeugung möglicherweise zukünftig beschränken)



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Einleitung

(Ressourcen-) Effizienz:

- Verhältnis zwischen definiertem Nutzen und dadurch verursachtem Aufwand an natürlichen Ressourcen (z.B. VDI-Richtlinie 4800)
- natürliche Ressourcen sind
 - Boden/Fläche, Wasser, Luft
 - Energie
 - Biodiversität, Ökosystemleistungen
 - in der Landwirtschaft: Stickstoffeffizienz
 - in der Landwirtschaft zusätzlich auch: Tierwohl



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Einleitung

(Ressourcen-) Effizienz:

- Beispiele:
 - Welcher Aufwand ist erforderlich um eine Tonne Weizen zu erzeugen (Flächenbedarf, Energieaufwand, THG-Emissionen, Wasserverbrauch usw.)
 - Welcher Aufwand ist erforderlich um 1.000 kg Milch zu erzeugen (zusätzlich: wie hoch ist der Futterbedarf, importierte Futtermittel usw.)



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Einleitung

Nachhaltige Intensivierung (sustainable intensification): als Ansatz für eine ressourceneffiziente landwirtschaftliche Produktion

Niveau der Erträge (im Ackerbau dt/ha z.B. Getreide), in der Tierhaltung je Tier (Milchleistung je Tier) wichtiger Parameter für die Effizienz

in der Tierhaltung gibt es den Erhaltungsbedarf und den Leistungsbedarf (z.B. bei Milchkühen)

Einleitung

also: hohe Leistung bedeutet geringeren Flächenbedarf für die Nahrungsmittelerzeugung und dadurch Freiräume für andere Nutzungen (z.B. Naturschutz)

hohe Leistungen je Tier verringern den Einsatz von Futtermitteln für z.B. 1 kg Milch

allerdings: hohe Intensität kann Folgeeffekte haben, daher umfassende Betrachtung von gesamten Prozessen

Einleitung

Was ist effizienter: Low-Input-Systeme oder High-Input-Systeme?

Mit welchen Ansätzen kann eine Erhöhung der Ressourceneffizienz in der Landwirtschaft erreicht werden?

Was kann auf der Konsumseite getan werden?
also Anpassung der Ernährungsmuster
Effizienzerhöhung in der Lebensmittelverarbeitung, Handel und Zubereitung (Stichworte: Lagerverluste, „zu gut für die Tonne“ usw.)

Einleitung

Ressourceneffizienz also eine weitreichende und umfassende Fragestellung

Sehr unterschiedliche Methoden und Ansatzpunkte zur Messung

Messung von einzelnen Faktoren (Wasser, THG-Emissionen, Landnutzung) oder umfassender (Gesamteffekte)

Gliederung

1. Einleitung
2. Methoden zur Effizienzmessung
3. Wo gibt es Handlungsansätze?
4. Ausblick

Methoden: Ökobilanzen

Beispiele:

- **Haustiere: hier Hunde**
(Quelle: Yavor/Lehmann/Finkbeiner: Environmental Impacts of a Pet Dog: An LCA Case Study. In: Sustainability, 12, 3394, doi: 10.3390/su12083394)
- in D ca. 9,2 Mill Hunde, in der EU ca. 66 Mill Hunde
- **Umwelteffekte der Hundehaltung durch eine Ökobilanzierung erfassen**

Ökobilanzen

Beispiel – Hundehaltung:

- Methode: entsprechend ISO Normen 14040 und 14044
- Vier Phasen: Abgrenzung/Erfassung/Bewertung/Evaluation

Systemabgrenzung:

- Hundefutterherstellung/Transport/Handel
- Exkremate und deren Verbleib
- hier wurden einige Aspekte ausgeklammert: Tierarzt, Accessoires, „Rum fahren“ etc.
- „Durchschnitts-Hund“: 15 kg Gewicht, 13 Jahre Lebenszeit

Ökobilanzen

Beispiel – Hundehaltung:

- Erfassung von 15 Umweltwirkungen: u.a. Klimawandel (CO₂), Eutrophierung, Landnutzung, Wasserverbrauch, Ressourcenverbrauch
- Exkremate: Lebenszeit: 1.000 kg Kot, 2.000 l Urin => Modellierung der Umweltwirkungen: Verbleib und Wirkung (wieviel wird aufgesammelt, Plastikbeutel, wohin usw.)
- Hundefutter: 880 g nasses Hundefutter/Tag....

Ökobilanzen

Beispiel – Hundehaltung:

Ergebnisse:

- über die Lebenszeit dieses Hundes: 8.200 kg CO₂-Äq. bzw. 630 kg/Jahr
- Entspricht 7 % der Durchschnittsemissionen pro Kopf in D
- Frischwasser-Toxizität: entspricht Behandlung von 6,5 ha mit Glyphosat
- Frischwasser-Eutrophierung: Eintrag (P) entspricht der Herstellung von 21.900 l Bier



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Ökobilanzen

Beispiel – Hundehaltung:

Evaluation/Handlungsoptionen/Interpretation:

- Umwelteffekte im Durchschnitt
- einige Aspekte wurden ausgeklammert
- positive Gesundheitseffekte für Hundehalter
- Ansatzpunkte zur Verminderung von Umwelteffekten: verstärktes Sammeln des Hundekots, Optimierung der Futterproduktion
- in dieser Studie nicht berücksichtigt: Unterschiede Stadt/Land

=> Beispiel zeigt Komplexität des Ansatzes



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Ökobilanzen

Methodische Fragen und Probleme:

- Umweltbewertung: grundsätzliche Schwierigkeit in diesem Ansatz – wie sollen verschiedene Effekte gemeinsam bewertet werden: z.B. höherer Energieverbrauch durch bessere Abwasserklärung
- => Durchführung einer Ökobilanz fast immer sehr aufwändig – enormer Aufwand der Datenerfassung



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Weitere Methoden

- CO₂ Fußabdruck
- Wasserfußabdruck/virtuelles Wasser
- Treibhausgasemissionen



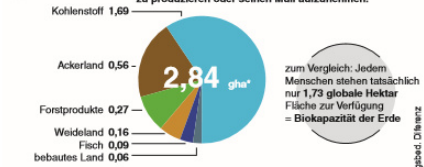
Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Der ökologische Fußabdruck

Der ökologische Fußabdruck berechnet anhand von 6 Indikatoren die Größe der Fläche, die der Mensch zum Leben braucht:



Im weltweiten Durchschnitt nimmt ein Mensch 2,84 ha Land in Anspruch, um von ihm verbrauchte Ressourcen zu produzieren oder seinen Müll aufzunehmen.



***Globaler Hektar (gha)** gemeinsame Einheit zum Vergleich von Flächen des Ökologischen Fußabdrucks und der Biokapazität
1 gha entspricht einem biologisch produktiven Hektar Land mit weltweit durchschnittlicher Produktivität.

Quelle: Global Footprint Network (Living Planet Report 2016)

© Globus 1198

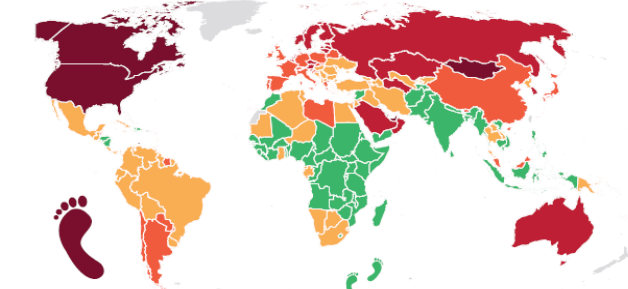


Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Der ökologische Fußabdruck der Länder

Der **ökologische Fußabdruck** misst den Verbrauch aller Ressourcen (u. a. Energie, Ernährung, Abfall), die ein Mensch für den Alltag benötigt. Er berechnet, wie viel Fläche dafür benötigt wird. Angegeben wird der Fußabdruck in globalem Hektar pro Kopf (gha).

■ < 1,75 gha ■ 1,75 - 3,49 gha ■ 3,50 - 5,24 gha ■ 5,25 - 7,0 gha ■ > 7,0 gha ■ keine Angaben



Die größten Fußabdrücke		Die kleinsten Fußabdrücke	
Katar	15,7 gha	Eritrea	0,5 gha
Luxemburg	12,3	Osttimor	0,6
Ver. Arab. Emirate	9,8	Burundi	0,6
Bahrain	8,7	Haiti	0,7
USA	8,4	Dem. Rep. Kongo	0,8
Kanada	8,0	Afghanistan	0,8
Kuwait	7,6	Ruanda	0,8
Dänemark	7,1		

Rein rechnerisch stehen jedem Menschen 1,7 globale Hektar zur Verfügung. Das entspricht der **Biokapazität** der Erde.

zum Vergleich Deutschland: 5,0

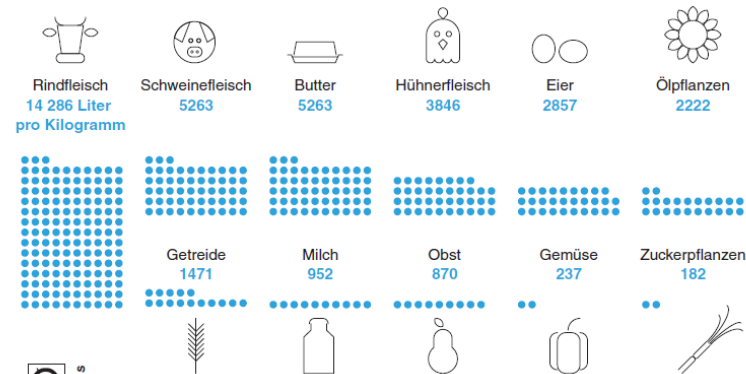
© Globus 12815



H | Quelle: Global Footprint Network (Living Planet Report 2018, Daten: Stand 2014)
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Wie viel Wasser steckt im Essen?

So viele Liter Wasser werden weltweit durchschnittlich benötigt, um ein Kilogramm dieser Lebensmittel herzustellen:



© Globus 14408

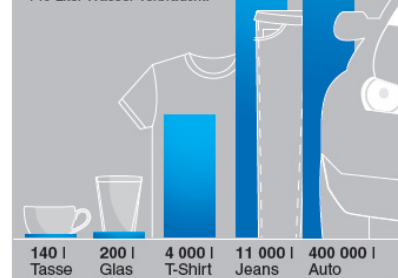
Quelle: Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (2020), eigene Berechnungen



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Virtueller Wasserverbrauch

Um zum Beispiel eine Tasse Kaffee herzustellen, werden entlang der Produktionskette 140 Liter Wasser verbraucht.



Quelle: Rat für Nachhaltige Entwicklung

© Globus 5645



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

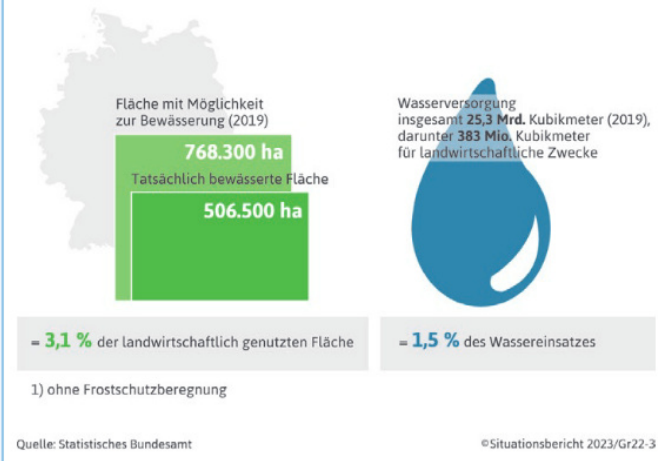


[Hoekstra & Chapagain, 2008]

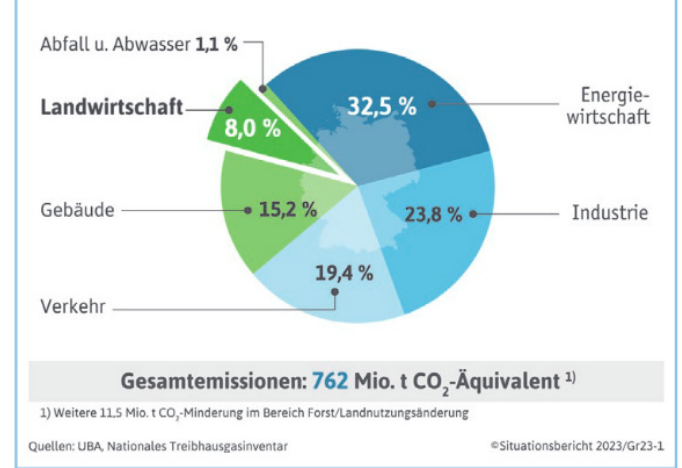


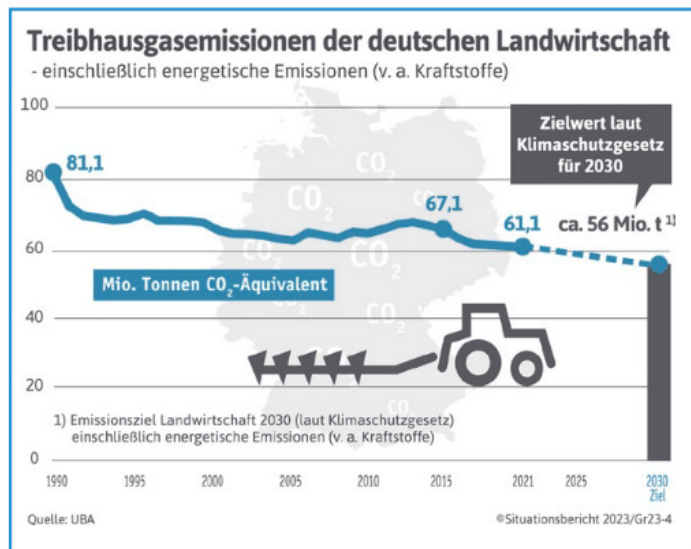
[Hoekstra & Chapagain, 2008]

Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen ¹⁾



Deutsche Treibhausgasemissionen nach Sektoren 2021

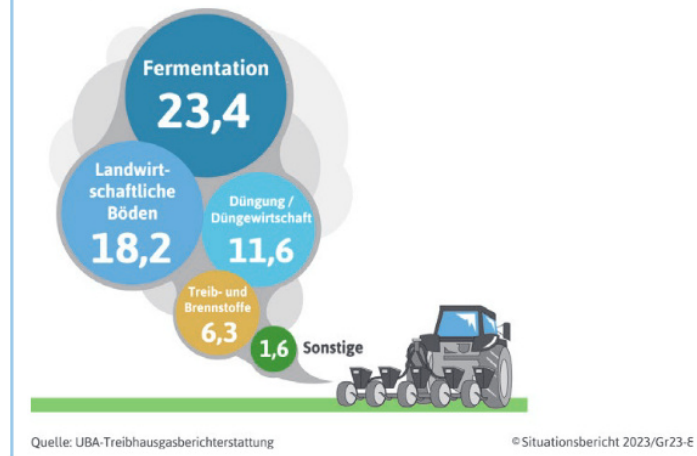




Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Klima-Emissionen der Landwirtschaft

2021: gesamt 61,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Methoden: Ressourceneffizienz in der Landwirtschaft

Projekt mit insgesamt 65 Betrieben (32 Öko, 33 konventionell, Laufzeit 2009 – 2017)

- Messung von u.a.
 - Energiebilanzierung (Energienutzung vor allem fossiler Energieträger durch Düngemittel-, PSM Herstellung, Maschinen, Gebäude, Treibstoffe etc.)
 - Stickstoffbilanzierung: ausgeglichene Stickstoffbilanz oder – überschüsse: Stickstoffsalden, N-Effizienz usw.
 - Humusbilanz und C-Bilanz im Boden
 - Klimawirkungen insgesamt (CO₂, CH₄, N₂O)

(Quelle: Thünen-Report 92, 2022: Steigerung der Ressourceneffizienz durch Steigerung der gesamtbetrieblichen Optimierung der Pflanzen- und Milchproduktion....)



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Ressourceneffizienz in der Landwirtschaft

Einige Ergebnisse:

allerdings auch große Ertragsunterschiede zwischen Öko und konventionell:

Weizenertrag: 44 % der konventionellen Betriebe

Milchviehbetriebe („über alles“, gemessen in GJ): 49 % der konventionellen Betriebe

je Produkteinheit (zumindest bei CO₂-eq) liegen Öko und konventionell nicht soweit auseinander



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Ressourceneffizienz in der Landwirtschaft

Einige Ergebnisse:

N-Salden im Pflanzenbau:

Öko: Ackerbau 25 kg N/ha, Milchvieh: 11 kg/ha/Jahr
konventionell: Ackerbau: 55 kg, Milchvieh 58 kg

CO-2 eq. Emissionen:

Öko: 557 kg/ha/Jahr im Ackerbau, Milchvieh: 583
konventionell: 1.117 kg Ackerbau, 1.162 kg Milchvieh

Ressourceneffizienz in der Landwirtschaft

Einige Ergebnisse:

THG-Emissionen in der Milchviehhaltung:

bedingt vor allem durch stoffwechselbedingte
Methanemissionen (CH₄)

in Öko-Betrieben: 995 g CO-2 eq./kg Milch (aber auch C-
Bindung durch Humusaufbau)

in konventionellen Betrieben: 1.048 g CO-2 eq./kg Milch
(berücksichtigt auch negative LUC-Effekte durch
Sojaimporte)

Methoden: Ressourceneffizienz im internationalen Vergleich

Beispiele:

- für Milch
- für Rindfleisch

Rindfleischerzeugung in Argentinien - extensiv





Rinderhaltung auf natürlichem Weideland

Rindfleischerzeugung in Brasilien – sehr extensiv

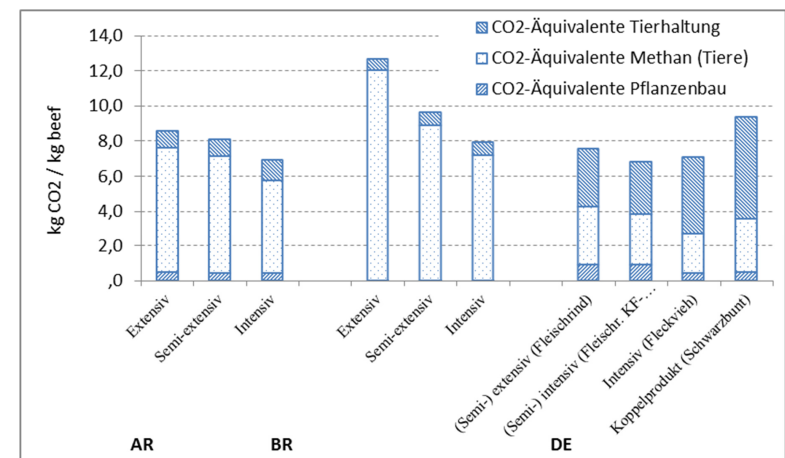


Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Rindfleischerzeugung in Deutschland (intensive Bullenmast)



THG – Emissionen in Abhängigkeit vom Produktionsverfahren



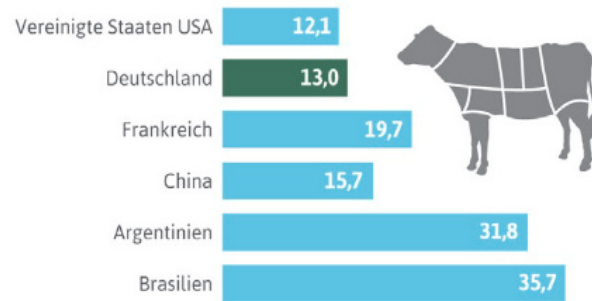
Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Treibhausgasemissionen der Rinderhaltung bezogen auf ein Kilogramm Rindfleisch

kg CO₂-Äquivalente/kg – Angaben für 2016



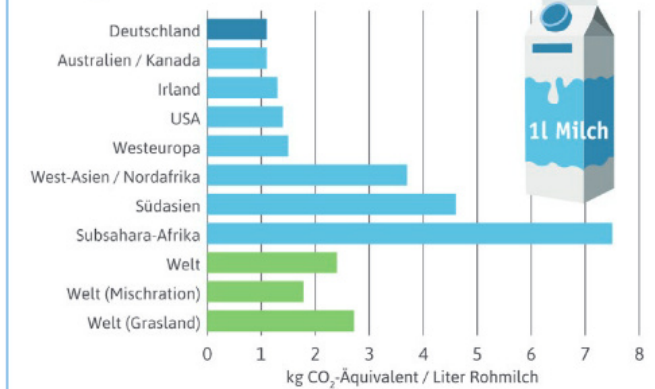
Quelle: FAO

©Situationsbericht 2023/Gr23-1C



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Treibhausgasemission der Milchkuhhaltung bezogen auf einen Liter Milch



Quellen: IFEU 2014, FAO 2010

©Situationsbericht 2023/Gr23-6



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Handlungsansätze

vier Beispiele:

- Ökologische Intensivierung
- Moornutzung
- Bio- vs konventionelle Landwirtschaft
- Sojaanbau in Argentinien



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Handlungsansätze

Ökologische Intensivierung (in Anlehnung an F. Taube et al., Uni Kiel)

- Stärkung der hofeigenen Futterbasis durch Kleegrasmischungen
- Anpassung der Milchleistungen bzw. Rassen
- Aufhebung der Spezialisierung von Ackerbau und Rinderhaltung
- dadurch u.a. erhöhte N-Effizienz, verringerter Kraftfuttereinsatz bei gleichbleibenden Methanemissionen



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023



Foto: Uni Kiel



Foto: Uni Kiel

Erosionsmanagement in Argentinien („terrazas“)



Handlungsansätze

Moornutzung

- entwässerte Moorböden verursachen hohe THG-Emissionen
- mit Wiedervernässung können diese deutlich reduziert werden oder auf „Null“
- volkswirtschaftlich auf jeden Fall effizient, aber Rahmenbedingungen dafür derzeit nicht gegeben
- allerdings Frage der zukünftigen Nutzungsoptionen



Handlungsansätze

Moornutzung

- entwässerte Moorböden verursachen hohe THG-Emissionen
- mit Wiedervernässung können diese deutlich reduziert werden oder auf „Null“
- volkswirtschaftlich auf jeden Fall effizient, aber Rahmenbedingungen dafür derzeit nicht gegeben
- allerdings Frage der zukünftigen Nutzungsoptionen



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

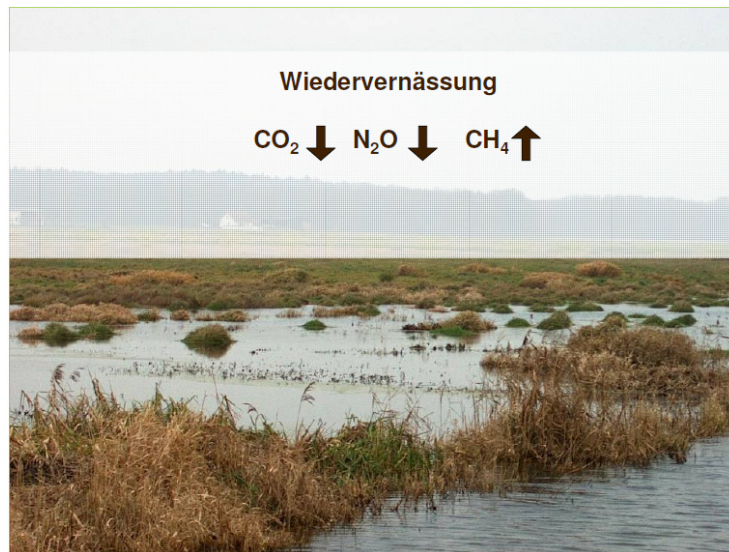
Klimawirkung Grasland-Niedermoor



GW bis 100 cm unter Flur



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
Foto: Uni Greifswald
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
Foto: Uni Greifswald
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Wiederbesiedlung verfüllter Grabenabschnitt (August 2014)



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences
For Future – Umwelt und Wandel: SS 2023

Nutzung von Biomasse von Feucht-/Moorgrünland



Handlungsansätze

Sojaanbau in Argentinien

- Produktionssystem berücksichtigt verschiedene Umwelteffekte
- Erosionsvermeidung, Nährstoffeffizienz
- Landnutzung differenziert (Pamparegion, Nordwesten/Cerrado)
- Frage des europäischen Einflusses?

Handlungsansätze

Sojaanbau in Argentinien

- Produktionssystem berücksichtigt verschiedene Umwelteffekte
- Erosionsvermeidung, Nährstoffeffizienz
- Landnutzung differenziert (Pamparegion, Nordwesten/Cerrado)
- Frage des europäischen Einflusses?





Handlungsansätze

Bio- vs. ökologische Landwirtschaft

- Untersuchungen zur Ressourceneffizienz auf der Basis von 40 Bio- und 40 konventionellen Betrieben
- ausgewählte Ergebnisse:
 - Reduzierung N-Einsatz um ca. 100 kg/ha und N-Überschuss auf < 20 kg/ha/Jahr
 - Halbierung des Energieeinsatzes je ha
 - Halbierung der THG-Emissionen je ha (um 1.750 kg CO-2 eq.
 - Erhöhung des Humusgehalts und der Biodiversität

(Quelle: Hülsbergen et al.: Umwelt- und Klimawirkungen des ökologischen Landbaus, Weihenstephaner Schriften, Band 19, 2023 – Studie im Auftrag des BMEL)

Handlungsansätze

Bio- vs. ökologische Landwirtschaft

- Effizienzunterschiede je Produkteinheit deutlich niedriger durch unterschiedliches Ertragsniveau je ha
- Fragen von leakage-Effekten (höherer Flächenbedarf und mehr Importe) ?
- Fragen zur gesellschaftlichen Akzeptanz höherer Nahrungsmittelpreise
- Wurden in dieser Studie nicht explizit untersucht

Ausblick

- agrarpolitische Ansätze:
 - eine veränderte Förderung durch die EU: z.B. Gemeinwohlprämie (DVL und andere)
- in der internationalen Zusammenarbeit:
 - Produktionsverlagerungen und leakage Effekte
 - Handelsabkommen (z.B. mit den Mercosur-Staaten)
- Änderungen im Konsum:
 - als individuelle Entscheidungen
 - Versuche der staatlichen Lenkung (MwSt.-Differenzierung, Gemeinschaftsverpflegung usw.)

Ausblick und Fazit

- Erzeugung von Nahrungsmitteln wird nicht vollkommen klimaneutral möglich sein
- viele Ansätze zur Steigerung der Ressourceneffizienz möglich
- Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz und Förderung „mitdenken“

