

Die ökologischen Leistungen des Kulturpflanzenbaus und der Renaturierungsflächen

Demgegenüber werden die Leistungen der Kulturpflanzen – unter anderem streckenweise auch durch die Bio-Ideologie – herabgewürdigt. Der Kulturpflanzenbau ist aber ebenso „Natur“ wie jeder andere Biotop.

Der Kulturpflanzenbau erbringt durch die Optimierung der Wachstumsbedingungen einschließlich der Minimierung des Schädlingseinflusses nicht nur eine für den Menschen lebensnotwendige maximale biologische Stoff- und Energieproduktion, sondern zugleich standortabhängig mit die höchsten ökologischen Leistungen: Die ökologischen Leistungen des Kulturpflanzenbaus sind in erster Linie die Bindung von atmosphärischem Kohlendioxyd (CO₂) als „Rohstoff“ der Photosynthese, die Freisetzung von Sauerstoff in die Atmosphäre, die Transpiration von Wasser zur Aufrechterhaltung der Luftfeuchtigkeit und des Wasserkreislaufes (Transpiration, Kondensation, Niederschlag) sowie die Aufnahme, Akkumulation und Einbindung von Mineralstoffen. Gegenstand dieses Beitrages sind die CO₂-Bindung und Sauerstoffemission.

CO₂-Kreisläufe – das Lebenselixier

Das Leben auf der Erde und damit die Existenz der menschlichen Gesellschaft begründet sich auf die produktiven CO₂-Kreisläufe: Unter Nutzung der Sonnenenergie wird das atmosphärische CO₂ mit Wasser zu Kohlenhydraten assimiliert und der überschüssige Sauerstoff in die Atmosphäre abgegeben. Die produktive Nutzung der synthetisierten Biomasse als Nahrungs- und Futtermittel oder zur Rohstoff- und Energiegewinnung (Vergärung, Verbrennung) und sonstige Umsetzungen der Biomasse führen letztendlich wiederum zur Freisetzung von CO₂ und Wasser, wodurch sich der CO₂- und Wasserkreislauf schließt. Diese Kreisläufe sind ökologisch notwendig zur permanenten Regeneration der Atmosphäre, sind diesbezüglich ent- und nicht belastend, d.h. sie sind unabhängig vom Umfang klimaneutral. Klimarelevant wäre, wenn man CO₂ eine noch nicht hinreichend bewiesene „Treibhausgaswirkung“ zuschreibt, hingegen nur die Verbrennung fossilen Kohlenstoffs in Form von Kohle, Torf, Erdöl und Erdgas.

Kohlenstoffbindung (CO₂)

Da Pflanzen Kohlenstoff fast ausschließlich nur über atmosphärisches CO₂ aufnehmen und in Kohlenhydraten und diversen Kohlenstoffgerüsten anderer Pflanzenbestandteile (Eiweißmoleküle u.a. kohlenstoffhaltige Verbindungen) verbauen, können der Kohlenstoffgehalt bzw. die akkumulierten Kohlenstoffmengen in CO₂-Äquivalente (1 g Kohlenstoff = 3,67 g CO₂-Äquivalente) umgerechnet und bilanziert werden.

Desweiteren kennzeichnen die Bruttoenergieerträge der Kulturen das

Leistungspotential an regenerativer Energie. Dieses kann durch Umrechnung in Benzin-Äquivalente auf CO₂- und Energiebasis veranschaulicht werden.

Eine Übersicht der positiv klimarelevanten Leistungsfähigkeit landwirtschaftlicher Kulturen in der Kohlenstoffbindung (Kohlendioxidäquivalente – t/ha), Energieproduktion (GJ/ha) und Sauerstoffemission (t bzw. m³/ha) vermittelt Tabelle 1.

Tabelle 1:

Kohlenstoffbindungskapazität, Energieproduktion und Sauerstoffproduktion landwirtschaftlicher Kulturen (brutto)

– Kohlendioxidbindungskapazität landwirtschaftlicher Kulturen

Fruchtart	Ertrag/ha		Kohlendioxid-Äquivalente			Benzin-CO ₂ Äquivalente l/ha
	Hauptprodukt Korn/Frucht dt/ha	Koppelprodukt Stroh/Blatt dt/ha	Hauptprodukt Korn/Frucht t/ha	Koppelprodukt Stroh/Blatt t/ha	Koppelprodukt gesamt t/ha	
Weizen	100	40	14,0	6,0	20,0	8483
	60	40	8,4	6,0	14,4	6104
Raps	40	30	6,5	4,5	11,1	4695
Kartoffeln	500		16,9	0,0	16,9	7182
	400		13,6	0,0	13,6	5745
Zuckerrüben	600	180	22,2	4,4	26,6	11266
Mais	600		30,3	0,0	30,3	12827
Weidelgras	600		18,6	0,0	18,6	7886

– Energieproduktion landwirtschaftlicher Kulturen (brutto)

Fruchtart	Ertrag/ha		Energie			Benzin-Energie	
	Hauptprodukt Korn/Frucht dt/ha	Koppelprodukt Stroh/Blatt dt/ha	Hauptprodukt Korn/Frucht GJ/ha	Koppelprodukt Stroh/Blatt GJ/ha	gesamt GJ/ha	Äquivalente l/ha	Rel. ¹⁾ %
Weizen	100	40	161	60	221	5129	60
	60	40	96	60	156	3635	60
Raps	40	30	101	45	147	3413	73
Kartoffeln	500		181	0	181	4220	59
	400		145	0	145	3376	59
Zuckerrüben	600	180	223	44	268	6222	55
Mais	600		347	0	347	8077	63
Weidelgras	600		199	0	199	4621	59

1) Benzin-Energie-Äquivalente in % der Benzin-CO₂-Äquivalente

– Sauerstoffproduktion landwirtschaftlicher Kulturen (brutto)

Fruchtart	Ertrag/ha		Glukose-		Sauerstoff		Emission ²⁾ kg/m ³ O ₂ /ha
	Hauptprodukt Korn/Frucht dt/ha	Koppelprodukt Stroh/Blatt dt/ha	Äquivalente t/ha	brutto t/ha	Atmung kg O ₂ /ha	Rel. %	

Weizen	100	40	13,61	14,57	102017260	49,8	7307/5117
	60	40	9,80	10,48	7340 5172	49,3	5310/3718
Raps	40	30	7,53	8,06	5646 3732	46,3	4330/3032
Kartoffeln	500		11,53	12,33	8636 6450	52,3	5882/4119
	400		9,22	9,87	6909 5160	52,3	4706/3295
Zuckerrüben	600	180	18,08	19,34	1354710080	52,1	9265/6488
Mais	600		20,58	22,03	1542411520	52,3	10506/7357
Weidelgras	600		12,66	13,54	9483 6480	47,9	7062/4945

2) Umrechnung in m³ = 1,428 kg O₂/ m³

So bindet Mais mit einem Ertrag von 600 dt/ha ca. 30 t CO₂-Äquivalente/ha, Zuckerrüben bei 600 dt/ha ca. 27 t CO₂-Äquivalente/ha, Getreide bei 60 – 100 dt/ha ca. 14 – 20 t CO₂-Äquivalente/ha!

Energieproduktion

Desgleichen offenbaren die Bruttoenergieerträge der Landwirtschaftlichen Hochleistungskulturen

das enorme Potential zur Gewinnung nachwachsender Energieträger. Auch hier stehen Mais (347 GJ/ha) und Zuckerrüben (268 GJ/ha bzw. ohne Blatt 223 GJ/ha) an der Spitze, Energieerträge die selbst bei hohen Erträgen mit Getreide (221 GJ/ha bzw. ohne Stroh 161 GJ/ha) und Kartoffeln (181 GJ/ha) nur etwa zu 2/3 erreicht werden können.

Die Relationen zu fossilen Energieträgern vermitteln die Benzinäquivalente, berechnet nach CO₂- (2,36 kg CO₂/l Benzin) und Energieäquivalenz (43 MJ/l Benzin). So kompensiert 1 ha Getreide die Verbrennung von 6100 – 8500 l Benzin, 1 ha Maisganzpflanze 12.800 l Benzin auf CO₂-Basis bzw. auf Energiebasis nur 3640 – 5130 l Benzin je ha Getreide und 8.100 l Benzin je ha Maisganzpflanze. Die Differenz zwischen CO₂- und Energieäquivalenz ist durch die chemische Zusammensetzung (Kohlenstoffgehalt) bedingt. Die Energieäquivalenz liegt zwischen 55 % bei Zuckerrüben und 73 % der CO₂-Äquivalenz bei Raps und bezeugt den niedrigeren Energiegehalt der Bioprodukte gegenüber den reinen Kohlenwasserstoffen.

Sauerstoffemission

Die Reproduktion von Biomasse erfolgt durch Aufnahme von atmosphärischem Kohlendioxyd und Wasser gemäß der allgemeinen Assimilationsformel

$6 \text{ CO}_2 (264 \text{ g}) + 6 \text{ H}_2\text{O} (108 \text{ g}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (180 \text{ g}) + 6 \text{ O}_2 (192 \text{ g}),$

d.h. aus 264 g CO₂ und 108 g H₂O werden unter Nutzung von Sonnenenergie 180 g Glukose erzeugt und 192 g Sauerstoff freigesetzt. Gravimetrisch gesehen wird mehr Sauerstoff (107 %) freigesetzt als Glukose synthetisiert!

Auf der Basis dieser Beziehungen lassen sich aus den in den Pflanzen akkumulierten Kohlenstoffmengen die Menge an Glukose-Äquivalenten (40 % C), die für die Biomasseproduktion synthetisiert werden mussten, als auch die

total freigesetzte Menge an Sauerstoff modellmäßig berechnen: Je 1 g Kohlenstoff sind dies $180/72 = 2,5$ g Glukose-Äquivalente bzw. $192/72 = 2,67$ g bzw. $= 1,87$ l Sauerstoff. Diese Werte korrespondieren selbstverständlich mit den CO₂-Bindungsäquivalenten und liegen zwischen 7,53 t/ha beim Raps und 20,58 t/ha beim Mais, 9,80 bis 13,61 T/ha bei Getreide. Diese im Vergleich zur produzierten Biomasse höheren Werte erklären sich daraus, dass der aufgenommene Kohlenstoff zu anderen Substraten mit wesentlich höherem C-Gehalt verbaut wurde. Der Kohlenstoffgehalt der Pflanzen liegt zwischen 43% bei kohlenhydratreichen und 49 % fettreichen Pflanzen wesentlich höher als bei Glukose (Zucker) mit 40 % C in der Trockensubstanz.

Die totale Freisetzung an Sauerstoff beläuft sich – gravimetrisch 7 % höher als CO₂-Äquivalente – auf 8,06 t/ha bzw. 5646 m³O₂/ha beim Raps bzw. entsprechend 22,03 t/ha bzw. 15424 m³/ha beim Mais. Diese Sauerstoffmengen kennzeichnen das theoretisch maximale Sauerstoffemissionspotential, das nur mit Licht (Sonnenstrahlung) als Energielieferant generiert werden kann.. Davon ist der Bedarf der lebenden Pflanzen an Sauerstoff für die Atmung zur Energiegewinnung (ATP) für die pflanzlichen Prozesse (Aufrechterhaltung der Potentiale) abzusetzen. Dieser Energiebedarf ist sowohl bei Lichteinstrahlung (tagsüber), wo der bei der Assimilation freigesetzte Sauerstoff verfügbar ist, als auch bei Dunkelheit (nachts) durch Sauerstoffaufnahme aus der Luft zu decken.

Es fehlt offensichtlich an systematischen Messungen des Sauerstoffbedarfs lebender (grüner) Pflanzen, da quantitative Angaben nicht recherchiert werden konnten. Sicher ist, dass der Sauerstoffbedarf der Pflanzen von verschiedenen externen und internen Faktoren abhängig ist. Lediglich Messungen an Wasserpflanzen wurden zitiert. In Anlehnung an diese Messungen wurde als Größenordnung für die vorliegenden Berechnungen ein Bedarf von 12 g/ kg Trockenmasse und Tag angenommen. Für diese Modellrechnung wurden zur Berücksichtigung des Wachstums 50 % der erzeugten Mengen an Trockensubstanz und 100 Vegetationstage unterstellt.

Die Ergebnisse dieser Modellrechnung zeigen, dass die Atmung einen Umfang von 3732 kgO₂/ha bei Raps und 11 520 kgO₂/ha bei Maisganzpflanzen, etwa 50 % der errechneten totalen Sauerstofffreisetzung, hat. Dementsprechend errechnet sich eine Sauerstoffemission von 4330 kg O₂/ha bzw. 3032 m³ O₂/ha bei Raps und 10506 kg O₂/ha bzw. 7357m³ O₂/ha (1,428 kg/m³) bei Maisganzpflanzen. Möglicherweise ist der Sauerstoffbedarf für die Atmung zu hoch angesetzt; ein Anteil von 20-30 % dürfte wahrscheinlicher sein. Diese Angaben sind bei Vorlage neuer Messergebnisse zu präzisieren.

Ungeachtet dessen, dass es sich bezüglich des Sauerstoffbedarfs um grobe Schätzwerte handelt, belegen die Modellrechnungen, dass die landwirtschaftliche Hochleistungskulturen mit Ihren hohen für produktive Zwecke nutzbaren CO₂-Bindungskapazitäten und die mit der Stoffproduktion verbundenen hohen Sauerstoffemissionen den größten Beitrag zur Stabilität der Luftzusammensetzung und zum Erhalt des Klimas, d.h. insgesamt zum Umweltschutz leisten. Ihre ökologische Bilanz ist uneingeschränkt positiv.

Der forcierte Anbau landwirtschaftlicher Hochleistungskulturen und die Aufforstung aller übrigen Standorte haben demzufolge im Kampf gegen den

Klimawandel eine tragende Bedeutung.

Moore und renaturierte Niedermoorstandorte versus Kulturgrasbau

In diesem Kontext ist auch die maßlose Überschätzung der ökologischen Leistungen von „intakten“ und wiedervernässten meliorierten („renaturierten“) Mooren, wie sie von den „Moorschützern“ mit Medienverstärkung suggeriert wird, kritisch zu hinterfragen. Ist die Aussage, Moore sind Kohlenstoffsinken, berechtigt oder eine Zwecklüge?

Unsere fossilen Moore waren entstehungsgeschichtlich einst „Kohlenstoffsinken“. Sie sind nacheiszeitlich unter völlig anderen ökologischen Bedingungen entstanden. Hohe Feuchtigkeit, Wärme und hohe CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre bewirkten einen extrem hohen Anfall an Biomasse, die nicht mehr durch Verrottung umgesetzt werden konnte. Die dadurch entstandenen Biomasseablagerungen (Kissen“) führten durch Inkohlung, d.h. durch Reduzierung des organisch gebundenen Kohlenstoffes zu amorphem Kohlenstoff, zu den heutigen fossilen Moorkohlenstofflagerstätten (Torf). Demgegenüber kann unter unseren ökologischen Bedingungen amorpher Moorkohlenstoff mangels der dazu notwendigen Redox-Potentiale nicht generiert werden.

Hierzulande sind „intakte Moore“ und wiedervernässte Renaturierungsflächen (Flachwasserseen) natürliche „Biogasreaktoren“ mit in relativ geringen Mengen anfallenden nachwachsenden Rohstoffen (Biomasse) und einer Morastablagerung der unvergärbaren kieselensäure- und ligninhaltigen Zellwandbestandteile (Gärungsrückstände). Das gebildete Methan (Biogas) entweicht als „Treibhausgas“ mit einer gegenüber CO₂ 23-fachen klimaschädigenden Wirkung kontraproduktiv in die Atmosphäre. Wie sieht die ökologische Bewertung der Moorstandorte im Vergleich zum Kulturgrasbau (Grünlandnutzung) auf meliorierten und wasserstandsregulierten Niedermoorstandorten aus?

Eine Antwort geben die Ergebnisse von Modellrechnungen mit unterschiedlichen Erträgen bzw. unterschiedlichem Anfall an Biomasse auf den Moorstandorten in Tabelle 2.

Der Kulturgrasanbau auf meliorierten wasserstandsregulierten Niedermoorflächen bindet ertragsabhängig zwischen 12,4 bis 24,8 t CO₂-Äquivalente/ha in der erzeugten Biomasse, die ein Biogaserzeugungspotential von 2100 bis 4250 m³ Methan/ha verkörpert, und emittiert als willkommene ökologisch bedeutsame Sekundärleistung der Assimilation 3.300 bis 6.500 m³ Sauerstoff/ha in die Atmosphäre. Als ökologische Kohlenstoffbilanz stehen je ha + 6.300 bis +12.650 m³ produktiv nutzbare CO₂-Äquivalente auf der Habenseite zu buche.

Tabelle 2: Ökologische Bilanz der Moor-/Renaturierungsstandorte im Vergleich zu melioriertem Grasland

Fruchtart	Ertrag	Kohlendioxid-bindung		Sauerstoff	Methan	Ökologische C-Bilanz	
	Frischmasse	CO ₂ Äquivalente		Emission (netto)		atmo-sphärische Wirkung	CO ₂ -Äquivalente
	dt/ha	t/ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
Melioriertes Grasland					Potential		
Wiesengras	400	12,408	6318	3297	2120	0	+6318
	650	20,163	10266	5358	3444	0	+10266
	800	24,816	12635	6594	4239	0	+12635
Renaturierungsflächen und Moore					Emission		
Minderwertige	50	1,485	756	378	253	5829	-5073
Gräser	100	2,970	1512	757	507	11658	-10146
Binsen/Seggen	200	5,940	3024	1514	1014	23316	-20292
	300	8,910	4537	2271	1521	34975	-30438

Die Renaturierungsflächen hingegen weisen laut Modellrechnung bei einem Anfall an Biomasse von 50 bis 300 dt/ha zunächst eine Kohlenstoffbindung von 1,5 bis 8,9 t CO₂-Äquivalenten aus, die jedoch nicht produktiv genutzt werden kann. Die Biomasse verfällt der anaeroben Vergärung anheim. Laut „Richtwerte für die Gasausbeuten“ in „Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen“. KTBL-Heft 88, 2. überarbeitete Auflage, 2010, S. 18-19, Herausgeber: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, kann mit einer Methanemission von 320 Normlitern (0°C und 1013 mbar) je kg organischer (aschefreier) Trockensubstanz (oTS), d.h. im Modell mit 250 bis 1500 Nl Methan/ha, gerechnet werden. Diese entweicht mit einem Wirkungsfaktor von 23 l CO₂-Äquivalenten/ l Methan in die Atmosphäre und entspricht einer atmosphärischen Wirkung von 5.800 bis 35.000 m³ CO₂-Äquivalenten. Dies führt ungeachtet der C-Bindung und Sauerstoffemission bei der Bildung der Biomasse zu einer negativen ökologischen C-Bilanz, im Modell linear zum Biomasseanfall ansteigend von -5000 bis - 30.500 m³ CO₂-Äquivalenten/ha, = -101,46 m³CO₂-Äquivalente/dt Biomasseertrag. Moore sind keine Kohlenstoffsinken und die Renaturierung (Wiedervernässung) von meliorierten Niedermoorflächen ist gegenüber dem Kulturgrasanbau (Grünlandnutzung) sowohl ökologisch als auch ökonomisch, wie z.B. im Hinblick auf regenerative Energieerzeugung, ein Desaster, das die Politik zu verantworten hat. Auf Mecklenburg-Vorpommern bezogen wurden mit mehr als 40 Millionen Steuergeldern aus EU- und Landesmitteln mit der Renaturierung von bisher 30.000 ha ein Potential für regenerative Energiegewinnung von 105 Millionen m³ Methan vernichtet und ein ökologischer Schaden von etwa 300 bis 600 Millionen m³ CO₂-Äquivalenten angerichtet.

Diese Fehlorientierung in der Umweltpolitik ist ebenfalls von den wissenschaftlichen Einrichtungen, die für Moorschutz verantwortlich zeichnen und die exorbitant hohen CO₂-Emissionen meliorierter Grünlandflächen (siehe „Die Folgen einer Fiktion, BZ 30, 2013) propagieren, zu verantworten.

Es hat niemand etwas einzuwenden gegen Moore als flächenbegrenzte Naturschutzgebiete in angemessenen Größenordnungen, wie wir sie früher Jahrzehnte lang hatten. Eine weitere Vernichtung von Kulturlandschaft und landwirtschaftlicher Nutzfläche durch Renaturierung (Wiedervernässung) von z.B. 70.000 ha, wie sie u.a. das Landwirtschaftsministerium Mecklenburg-Vorpommerns vorsieht, ist kulturgeschichtlicher Frevel und ökonomischer sowie ökologischer Schaden; sie muss untersagt werden. Die allgemeine Erkenntnis lautet:

Das dichtbesiedelte und an Nutzfläche relativ arme Deutschland im Besonderen und die Welt im Allgemeinen brauchen weder "intakte" noch "renaturierte" Moore.

Dr. agr. Arthur Chudy

Warsow 11

17154 Neukalen

arthur.chudy@t-online.de

Tel.: 039956 20590

Lebensraum Peenetal e.V.