



Bestimmung der Erntekosten von Silomais und deren Relevanz für die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen

2010-06-08



Prof. Dr. Thore Toews

Gliederung

- Kosten der Silomaisernte in Abh. von der Feldentfernung
- Kosten der Gärrestausbringung in Abh. von der Feldentfernung
- Ernte- und Logistikkosten
- „Thünensche Ringe“
- Rentabilität von Biogasdirekteinspeisungsanlagen

Silomaiserte

- Mengengerüste nach KTBL: Feldarbeitsrechner 2009
 - Maishäcksler, 10 reihig, 450 kW
 - Schlepper gezogene Häckselguttransportwagen, 50m³, 140 kW (190 PS)
- Veränderte Betriebsmittel- Faktorpreise:
 - Dieselpreis: 90 ct/l (Gasölverbilligung von 21,48 ct/l)
 - Lohnsatz: 20 €/h
 - Zinssatz: 5%



Foto: F. P. Schollen

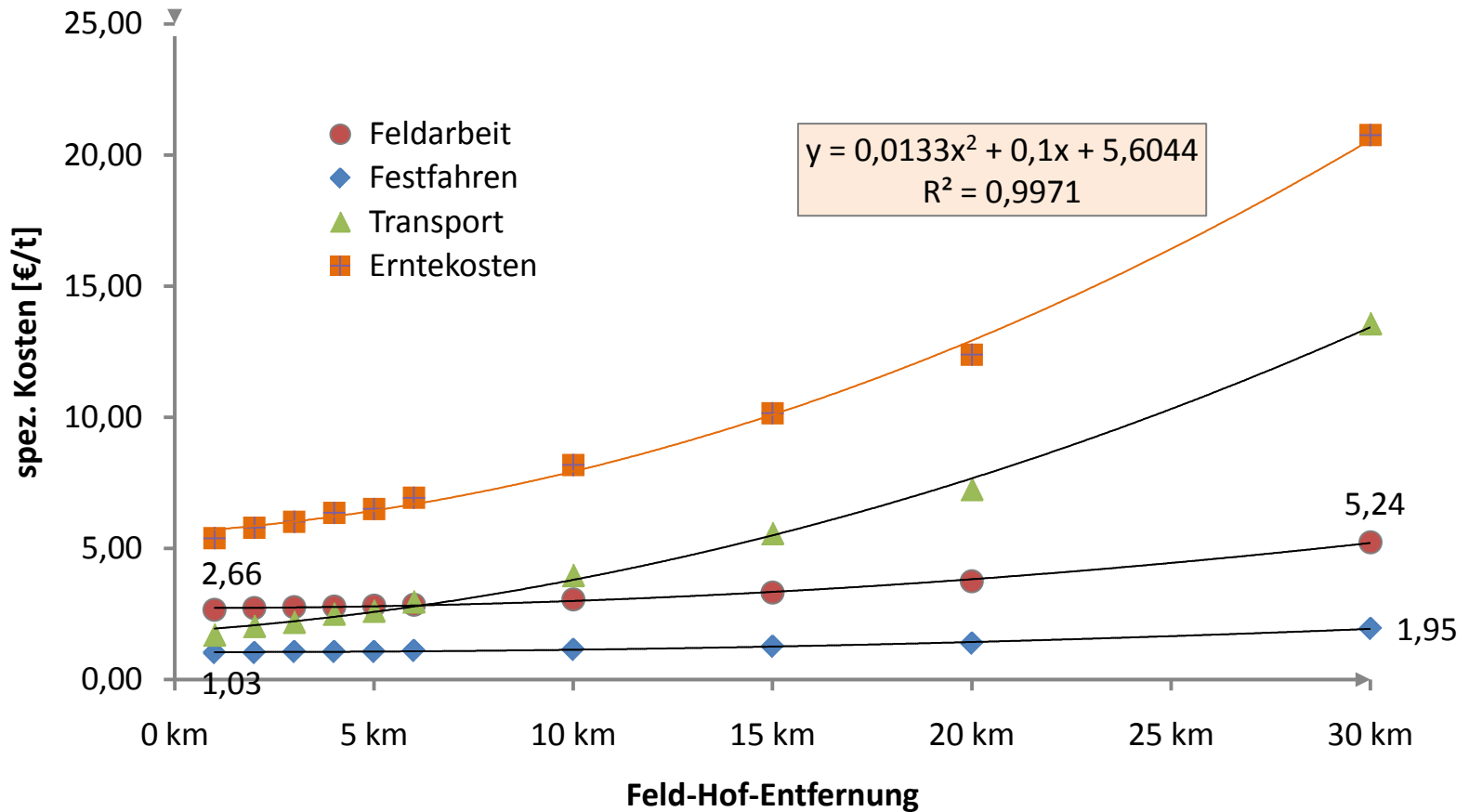
Maiserntekosten: Häckseln, Transport, Verdichten

in € pro Tonne Frischmasse

Ertragsniveau	Feld-Hof-Entfernung										Δ je km
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	6 km	10 km	15 km	20 km	30 km	
30 t/ha	7,2	7,7	7,8	8,4	8,6	8,9	10,5	12,3	15,2	24,3	0,59
40 t/ha	6,2	6,4	6,8	7,1	7,5	7,7	9,1	11,0	13,5	22,3	0,56
50 t/ha	5,4	5,8	6,0	6,4	6,5	6,9	8,2	10,2	12,4	20,8	0,53
60 t/ha	5,1	5,5	5,8	6,0	6,4	6,6	7,8	9,7	12,2	20,4	0,53

Quelle: eigene Berechnungen nach KTBL 2009; Schlaggröße: 5 ha, 10 Reihen (7,5 m)

KTBL geht von überproportional steigenden Kosten aus.



Quelle: verändert nach KTBL 2009, 5 ha Schlaggröße, Ertrag: 50 t FM/ha

Bis zu 10,5 m Arbeitsbreite (14 Reihen)

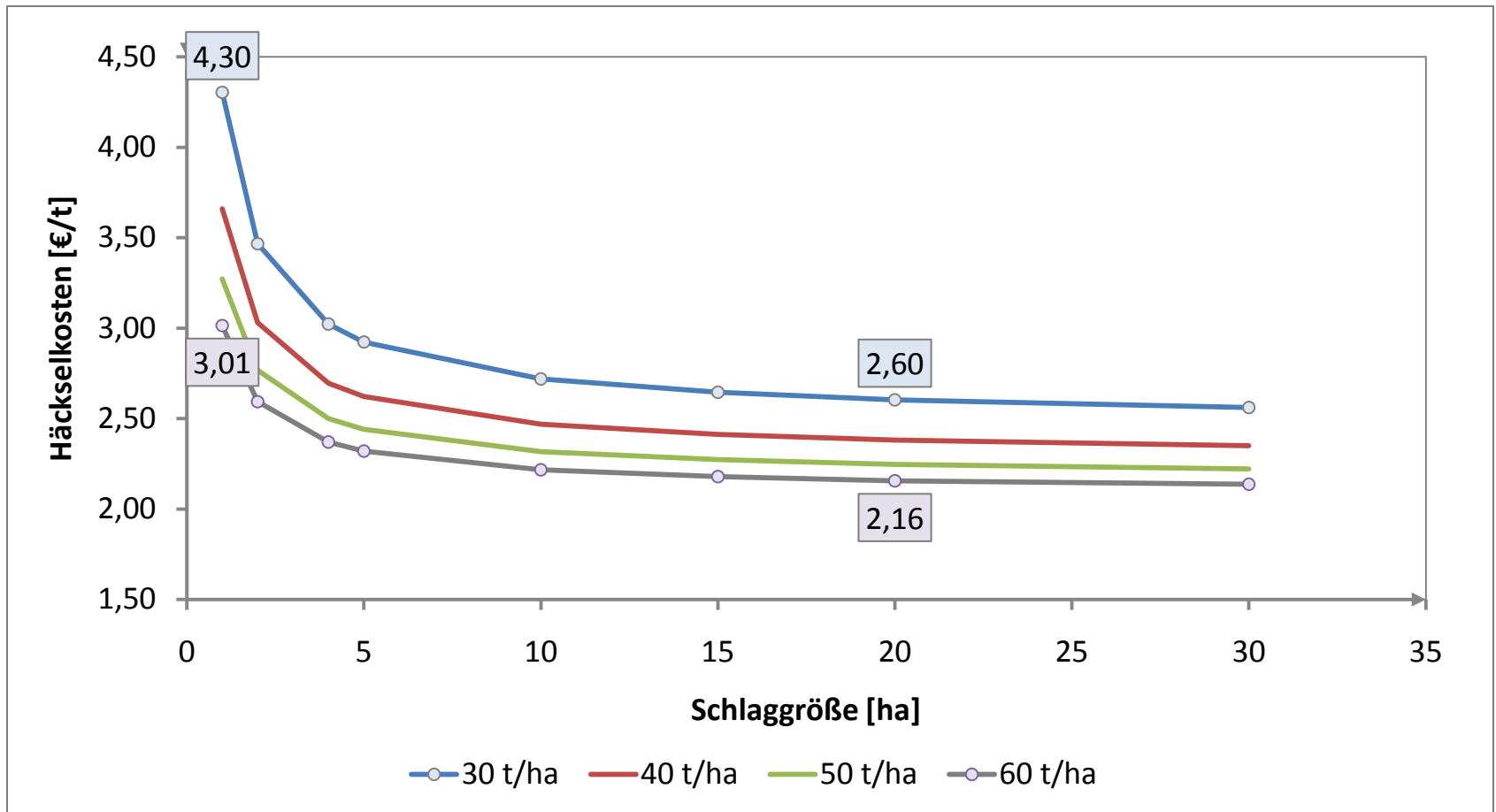


Aufteilung der Motorleistung auf Vorfahrt und Häckseln (Dieselverbrauch 133 l/h)

Leistung	kW	480	
Nebenleistung	kW	30	
Häckseln	kWh/t	1,73	
Fahren	km/h	5	10
	kW	40	80
verfüg. Häckselleistung	kW	410	370
max. Durchsatz	t/h	237	214

Ertrag	v bei AB von			maximaler Durchsatz [t/h] bei AB von			theoretische Flächenleistung [ha]		
	6 m	7,5 m	10,5 m	6 m	7,5 m	10,5 m	6 m	7,5 m	10,5 m
30 t/ha	11,49	9,58	7,19	207	216	227	6,89	7,18	7,55
40 t/ha	9,08	7,50	5,57	218	225	234	5,45	5,63	5,85
50 t/ha	7,50	6,17	4,55	225	231	239	4,50	4,63	4,78
60 t/ha	6,40	5,24	3,84	230	236	242	3,84	3,93	4,03

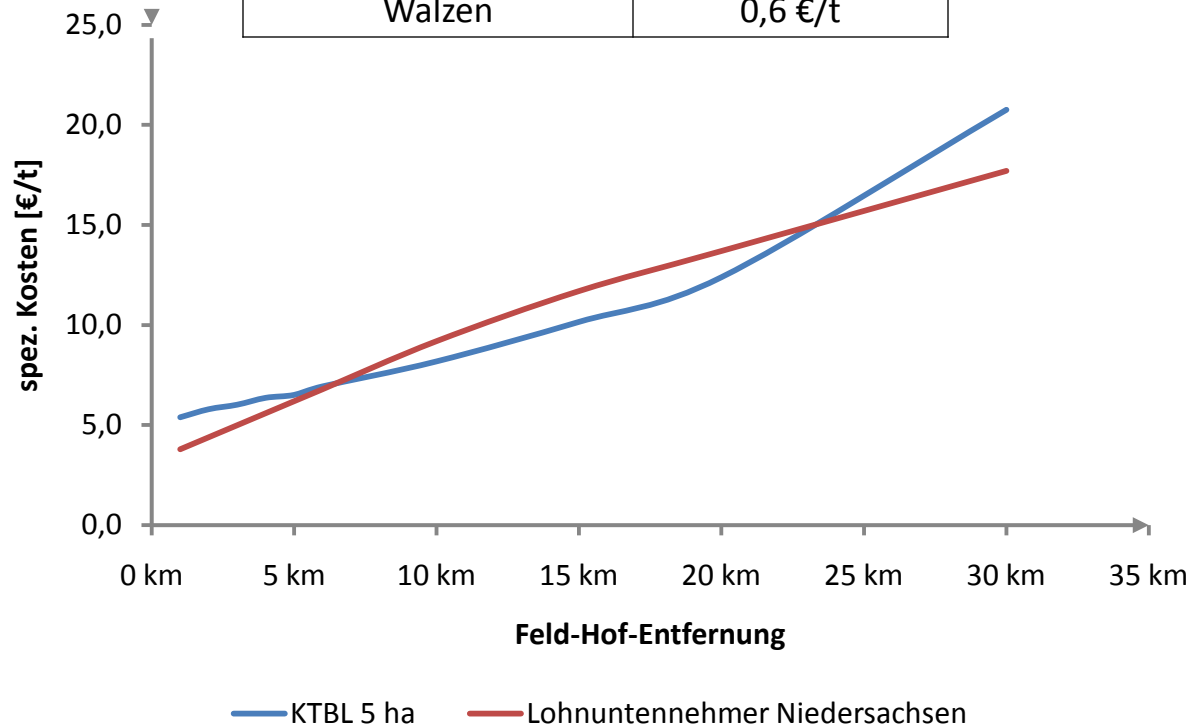
Spezifische Häckselkosten in Abh. von Ertrag und Schlaggröße



Zeit zum Wechseln der Schläge einheitlich 10 min.

Vergleich der KTBL-Modellergebnisse mit einem Lohnunternehmersatz aus Niedersachsen

Transport	bis 10 km	0,6 €/(t × km)
	von 10 bis 15 km	0,5 €/(t × km)
	ab 15 km	0,4 €/(t × km)
Häckseln		2,6 €/t
Walzen		0,6 €/t



Quelle: eigene Berechnungen nach KTBL; Lohnunternehmerangaben: C. v. Lüttichau (LMR Niedersachsen)



Hohe Schlagkraft darf nicht zu höheren Lagerverlusten führen.

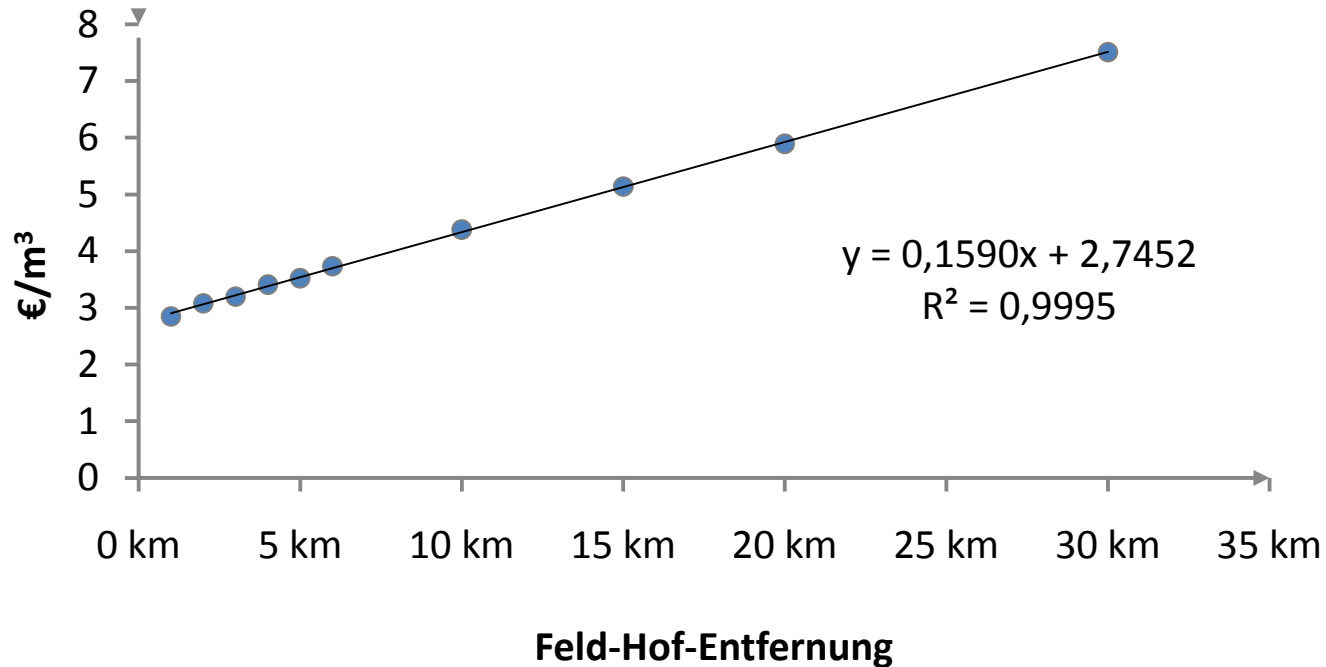
		W.Weizen	Maissilage		
Verluste			4%	10%	15%
Ernteertrag	t FM/ha	8,00	48,0	45,0	42,5
Preis	€/t	140	26,4	28,0	29,5
Leistung	€/ha	1120	1266	1259	1255
Saatgut	€/ha	62	160	160	160
Pflanzenschutz	€/ha	113	65	65	66
Dünger	€/ha	328	206	206	206
flächengebundene ArEr.-Kosten	€/ha	328	245	245	245
Erntekosten	€/ha	116	327	327	327
Lagerkosten	€/ha	120	100	100	100
Gärrestausbringungskosten	€/ha	-	110	104	98
Summe Kosten	€/ha	1068	1214	1207	1202
Deckungsbeitrag	€/ha	52	52	52	52
Gesamtkosten Mais + Deckungsbeitrag	€/ha		1266	1259	1255
Gleichgewichtspreis Silomais	€/t FM		26,4	28,0	29,5
Differenz	€/t FM		0	1,6	3,1

Gärrestausbringung

- Mengengerüste nach KTBL: Feldarbeitsrechner 2009
 - 24 m³ Pumptankwagen mit 18 m Schleppschlauchverteiler
 - Schlepper: 200 kW
 - Ausbringmenge: 20 m³/ha



Gärrestausbringungskosten (5 ha Schlag)



Lohnunternehmer aus Niedersachsen: zwischen 2 und 7 €/m³ je nach Entfernung

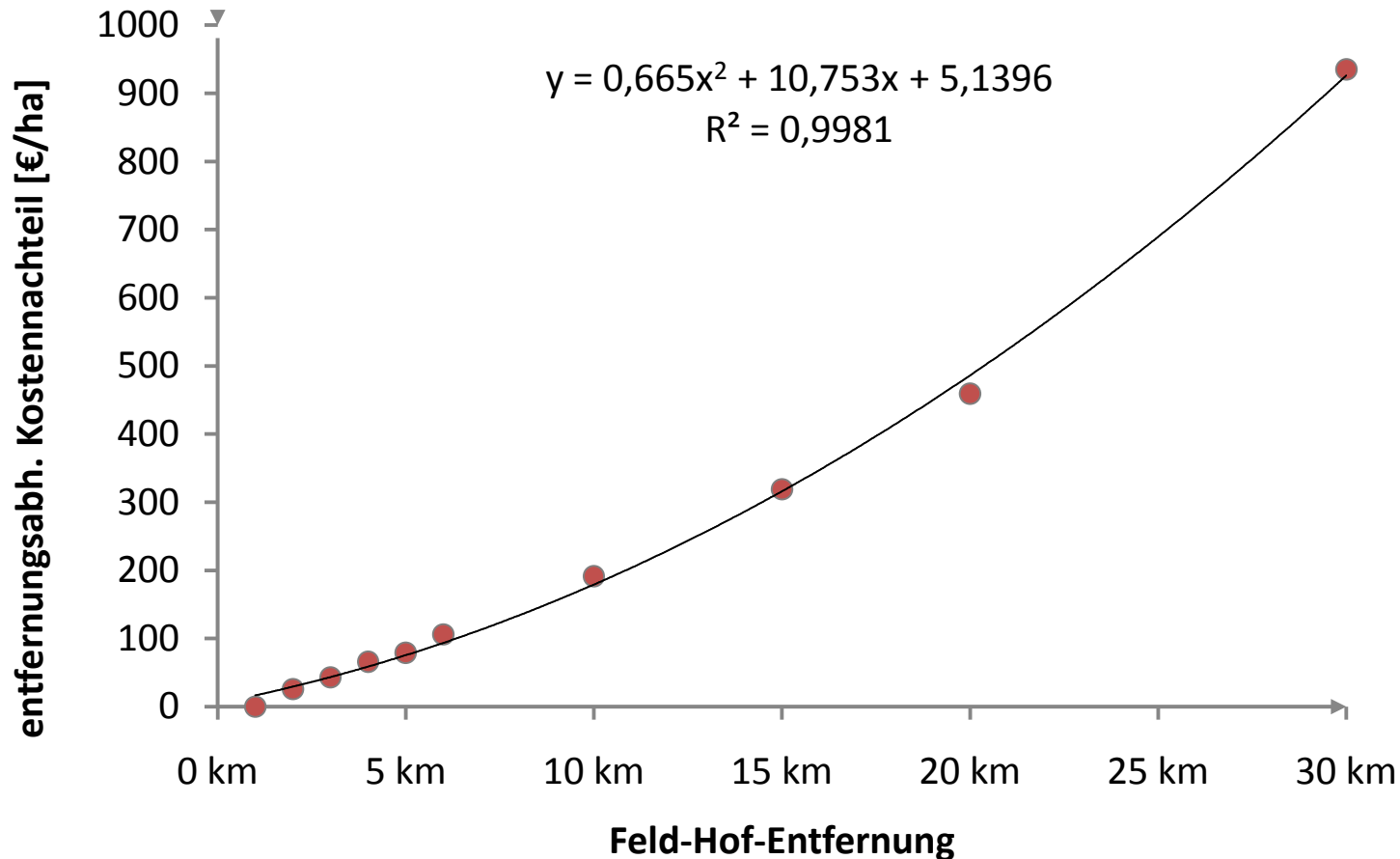
Quelle: eigene Berechnungen nach KTBL; Lohnunternehmerangaben: C. v. Lüttichau (LMR Niedersachsen)

Ernte- und Transportkosten je Tonne Silomais in Abh. von der Entfernung (5 ha Schlag)

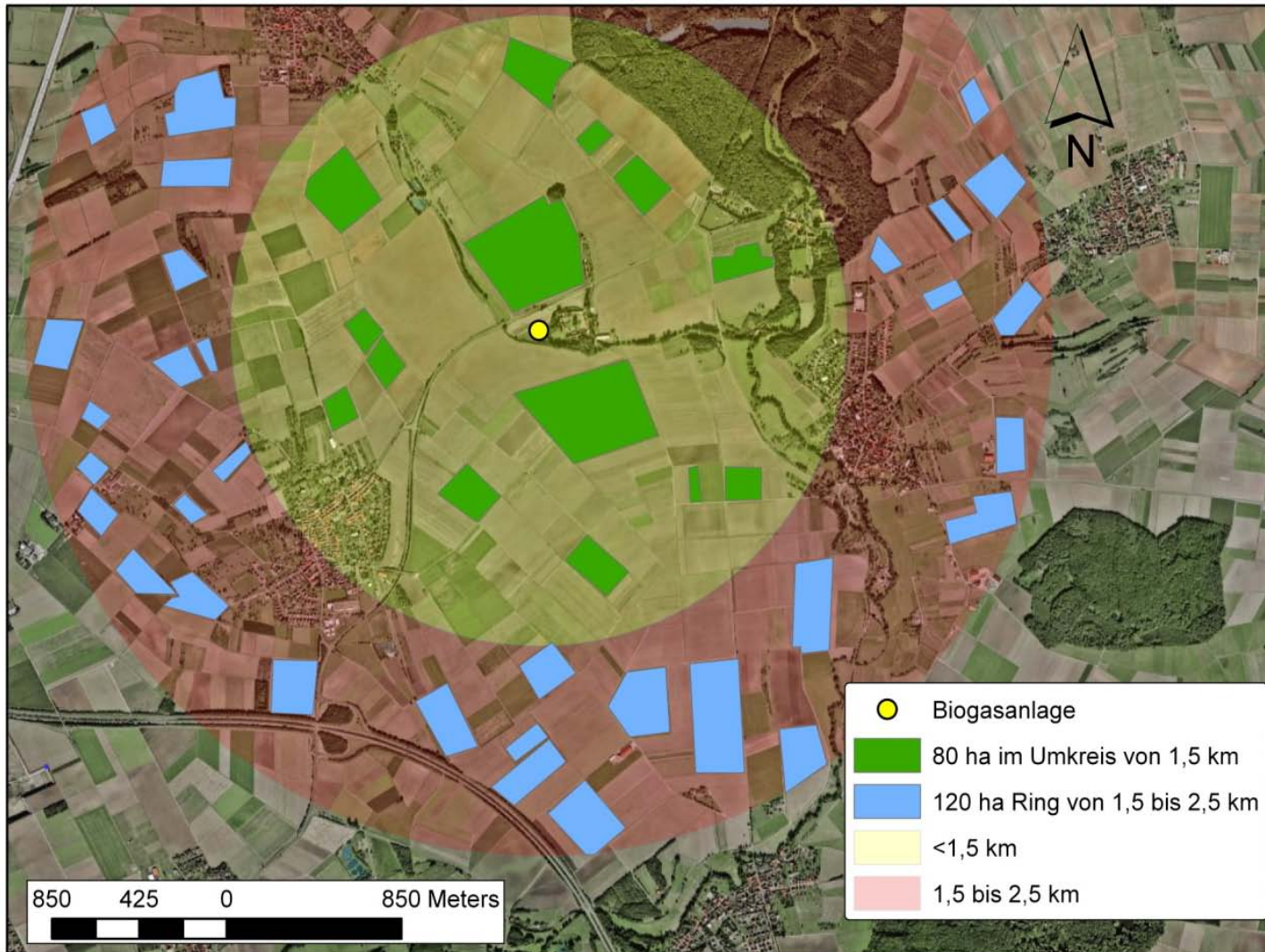
		1 km	5 km	10 km	15 km	20 km	30 km
Ernte	€/t	5,72	6,44	7,93	10,10	12,92	20,57
Gärrestausbringung	€/t	2,10	2,56	3,14	3,71	4,29	5,44
Logistikkosten	€/t	7,82	9,00	11,07	13,81	17,21	26,02
Transportkosten	ct/m ³ CH ₄	6,98	8,04	9,89	12,33	15,37	23,23
Transportkosten	ct/kWh _{el}	1,84	2,11	2,60	3,25	4,04	6,11

*Ausbringungskosten beziehen sich auf die Gärrestmenge, die aus einer Tonne Silomais entsteht (720 kg).

Kostennachteil einer 10 ha Fläche mit steigender Entfernung (Angaben in €/ha)



„Thünensche Ringe“ einer Biogasanlage



Quelle: eigene Darstellung, Luftbild: Google Earth

Potenzielle Anlagenleistung und Logistikkosten in Abh. vom Einzugsradius

Radius	1,0 km	1,5 km	2,5 km	6,0 km	8,0 km	12,0 km
Fläche je Ring [ha]	314	393	1.257	9.346	8.796	25.133
nutzbare Fläche je Ring [ha]	31	39	126	935	880	2.513
nutzbare Gesamtfläche [ha]	31	71	196	1.131	2.011	4.524
Silomaisproduktion je Ring [t/a]	1.414	1.767	5.655	42.058	39.584	113.097
Silomaisproduktion [t/a]	1.414	3.181	8.836	50.894	90.478	203.575
elektrische Leistung [kW]	75	169	470	2.708	4.813	10.830
Methanproduktion [m³/h]	18	41	113	651	1.157	2.603
Stromproduktion [MWh]	602	1.354	3.760	21.660	38.507	86.642
Feld-Hof-Entfernung [km]	1,50	2,25	3,75	9,00	12	18
Kosten Maisernte je Ring [€/t]	5,78	5,90	6,17	7,58	8,72	11,71
Gärrestausbringung je Ring [€/t]	2,98	3,10	3,34	4,18	4,65	5,61
Logistikkosten je Ring [1000 €/a]	11	14	49	446	479	1.784
Gesamtlogistikkosten [1000 €/a]	11	26	74	520	999	2.783
durch. Logistikkosten [€-ct/kWh]	1,9	1,9	2,0	2,4	2,6	3,2
CH ₄ -Produktion [tausend m ³ /a]	158	356	990	5.700	10.134	22.800
Logistikkosten [€-ct je kW Methan]	0,71	0,72	0,75	0,91	0,99	1,22

Nach Abzug aller Kosten bleibt ein Unternehmernergewinn von über 2 ct/kWh. Was bedeutet das?

	Anlagendurchsatz (Biogas)	Nm ³ /h	1000	1500	1400*
Kosten	Biogaserzeugung	ct/kWh	5,8	5,64	5,67
	CO ₂ -Abtrennung	ct/kWh	1,25	1,23	1,23
	Netzanschlusskosten	ct/kWh	0,12	0,13	0,13
	vermiedene Netznutzungsentgelte	ct/kWh	-0,18	-0,18	-0,18
	BHKW	ct/kWh	0,86	0,86	0,86
	gesamte Kosten	ct/kWh	7,85	7,68	7,71
Leistung	Erlös	ct/kWh	9,89	9,52	9,89
Differenz	kalk. Ergebnis	ct/kWh	2,04	1,84	2,18

Quelle: Urban et al. 2009: http://www.biogaseinspeisung.de/download/2008_UMSICHT_Technologien_und_Kosten_der_Biogasaufbereitung_und_Einspeisung_in_das_Erdgasnetz.pdf, Abrufdatum: 2009-08-27;

* aus Daten interpoliert

Mit einer Gesamtkapitalrendite von ca. 35% kann man gut leben!

	Anlagendurchsatz (Biogas)	Nm ³ /h	1000	1500	1400
	Energieproduktion	kWh/a	41.976.000	62.964.000	58.766.400
	Unternehmergewinn (UG)	€/a	856.310	1.158.538	1.278.757
Kapital	∅ gebundenes Kapital	€	3.467.900	4.708.223	4.460.158
	UG + Zinsansatz	€/a	1.064.384	1.441.031	1.546.366
	Gesamtkapitalrentabilität		31%	31%	35%
Arbeit	UG + Arbeitsansatz	€	991.310	1.319.038	1.434.157
	Arbeitseinsatz	€/a	3.857	4.586	4.440
	Arbeitsertrag	€/h	257	288	323
Mais	UG + Substratkosten	€	2.371.510	3.431.238	3.399.957
	Silomaisbedarf	€/a	43.291	64.934	60.606
	Veredelungswert Maissilage	€/t	54,8	53	56,1
	Veredelungswert Silomais zum Erntezeitpunkt (2b)	€/t	46,6	45	47,8

Annahmen der Studie

- Methanausbeute je t Silomais: 97 m³ (Nach neueren Ergebnissen sind 112 m³/t realistischer.)
- Zinsansatz: 6%
- Lohnansatz: 35 €/h
- Silomais: 35 €/t
- ⇔ insgesamt kann also vermutet werden, dass die ausgewiesenen Rentabilitäten der Direkteinspeisungsanlagen **nicht** zu optimistisch angesetzt wurden.
- Bei entsprechend höherem Methanertrag je t Mais steigt der Veredelungswert von Mais auf über 54 €/t und die Gesamtkapitalrendite auf über 40%.

Zusammenfassung

- Bei 1 km Feldentfernung betragen die Erntekosten von Silomais zwischen 5 und 7 €/t.
- Mit jedem weiteren km Entfernung steigen die Kosten um ca. 55 ct/t.
- Die „Fixkosten“ bei der Gärrestausbringung (Befüllen, Entleeren) betragen etwa 2,7 €/m³.
- Mit jedem weiteren km steigen die Kosten um 16 ct/t.

Zusammenfassung

- Einzugsradien von 6 km ermöglichen bereits BGA mit einer Methanproduktion von 650 m³/h. Logistikkosten betragen dann 0,91 ct/kWh Methan.
- Flächen in der Nähe der BGA haben einen deutlich höheren Wert, so dass hierfür mehr Pacht geboten werden sollte.
- Biogasdirekteinspeisungsanlagen haben gegenwärtig eine herausragende Wettbewerbsfähigkeit.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

