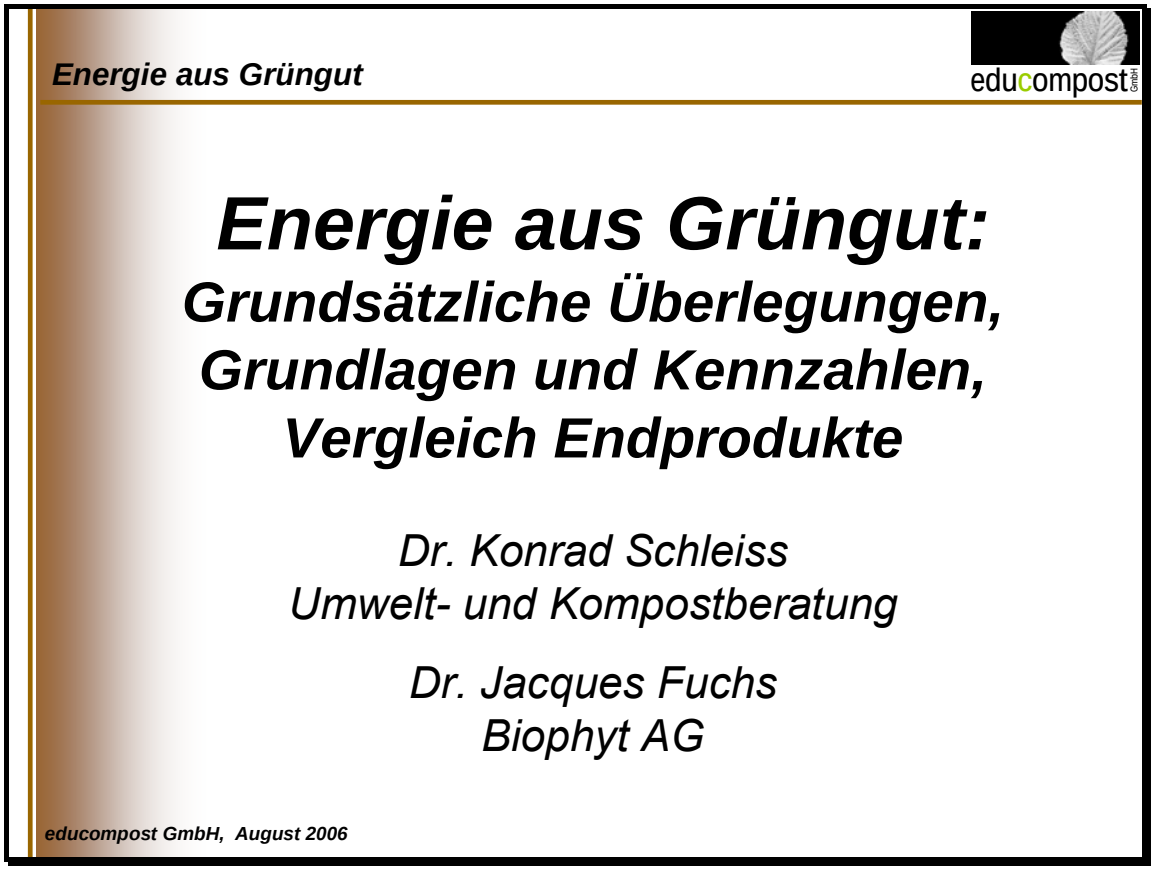
educompost GmbH, Ausbildungsinstitut zur Verwertung organischer Stoffe
Weinbergstrasse 46, CH-2540 Grenchen
Tel: +41 (0)32 653 29 21, Fax: +41 (0)32 653 29 22
E-Mail: info@educompost.ch, Homepage: www.educompost.ch



educompost-ERFA-Tag 2006

Hauptthema: Energie

31. August 2006

educompost GmbH, Ausbildungsinstitut zur Verwertung organischer Stoffe
Weinbergstrasse 46, CH-2540 Grenchen
Tel: +41 (0)32 653 29 21, Fax: +41 (0)32 653 29 22
E-Mail: info@educompost.ch, Homepage: www.educompost.ch

Energie aus Grüngut:
Grundsätzliche Überlegungen, Grundlagen und Kennzahlen, Vergleich Endprodukte

Dr. Konrad Schleiss
Umwelt- und Kompostberatung

Dr. Jacques Fuchs
Biophyt AG

Grundsätzliches

⇨ *Grüngut enthält ein beträchtliches Energiepotenzial*

⇨ *Je nach Verarbeitung kostet es oder gibt es unterschiedlich viel Energie*

⇨ *Je trockener Grüngut anfällt, umso leichter lässt sich Energie zur Verbrennung nutzen*

⇨ *Je nässer Grüngut umso eher Vergärung*

⇨ *Entscheidend für Energieeffizienz ist die Energienutzung, nicht die Bruttoproduktion*

Verfahren Verbrennung

⇨ *Verbrennung nutzt den ganzen Energieinhalt, mineralisiert komplett*

⇨ *Produkte nur mineralisch (oder eben Asche)*

⇨ *Energieinhalt wird beschrieben mit oberem Heizwert (Ho ohne Wasser) und unterem Heizwert (Hu)*

⇨ *Durchschnittlicher Kehricht hat Heizwert Hu um 3 kWh/kg*

⇨ *Grüngut mit 35 - 40% Trockensubstanz hat Hu von 0,1-0,5 kWh/kg*

⇨ *Deshalb bringt Grüngut in KVA's nicht viel Energie.*

Energie aus Grüngut

Heizwert von Holz und Grüngut

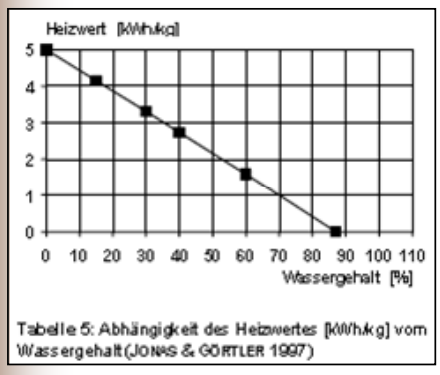


Tabelle 5: Abhängigkeit des Heizwertes [kWh/kg] vom Wassergehalt (JONAS & GÖRTLER 1997)

Der Energieinhalt in Grüngut entspricht in etwa dem von Holz, wenn der Ascheanteil weggelassen wird

Energie aus Grüngut

Verfahren Kompostierung

⇨ *baut in der Regel um 50% der organischen Substanz ab*

⇨ *Verbraucht im Durchschnitt 0,03 kWh/kg Grüngut*

⇨ *Kompost enthält nach Heller noch 2,6 kWh/kg TS = 1,3/kg FS = 0,78/lt FS = rund 50% des Input-Ho*

⇨ *Ho Grüngut = 1,3 - 1,7 kWh/kg*

Energie aus Grüngut

Verfahren Vergärung

⇨ *Bei der Vergärung entstehen im Mittel etwa 100 m^3 Biogas pro Tonne Grüngut*

⇨ *Das entspricht ca. 600 kWh*

⇨ *Wird daraus Treibstoff gemacht, werden knapp 400 kWh nutzbar*

⇨ *Wird daraus Strom gemacht und die Wärme nicht verkauft, gibt das ca. 140 kWh/t oder 0,14kWh/kg*

Energie aus Grüngut

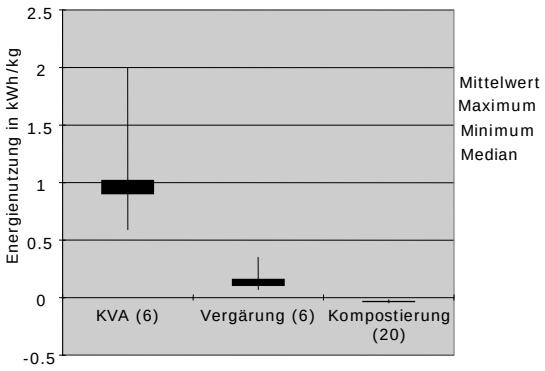
Vergleich Energiebilanzen

	Kompostierung	Vergärung (Feststoff)	Verbrennung Holzschnitzel
Energieaufwand	30	140 (40 elektr. + 100 Wärme)	25
Ertrag nutzbare Energie	0	600	2000
Bilanz	**-30**	**460 (140 elektr. + 280 Wärme)**	**1975 (Wärme)**
übliche Nutzung	0	140	1975

Quelle: Kompost und Energie aus biogenen Siedlungsabfällen ATAL (Amt für technische Anlagen und Lufthygiene) und AGW (Amt für Gewässerschutz und Wasserbau, Kz ZH) Nov 1997

Energie aus Grüngut

Vergleich (Kanton Zürich)



Energie aus Grüngut

Vergleich in Worten

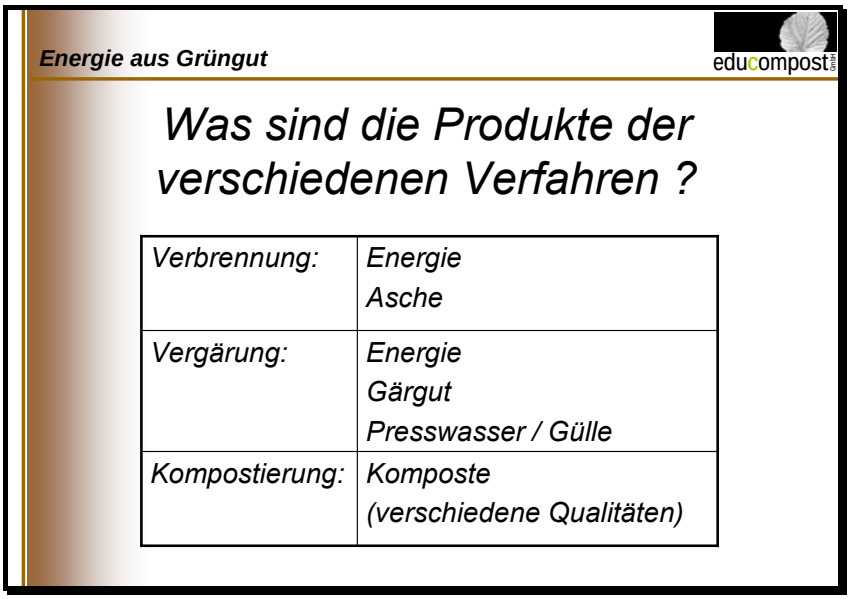
⇨ *KVA verbrennen meist Abfälle mit hohem Energieinhalt*

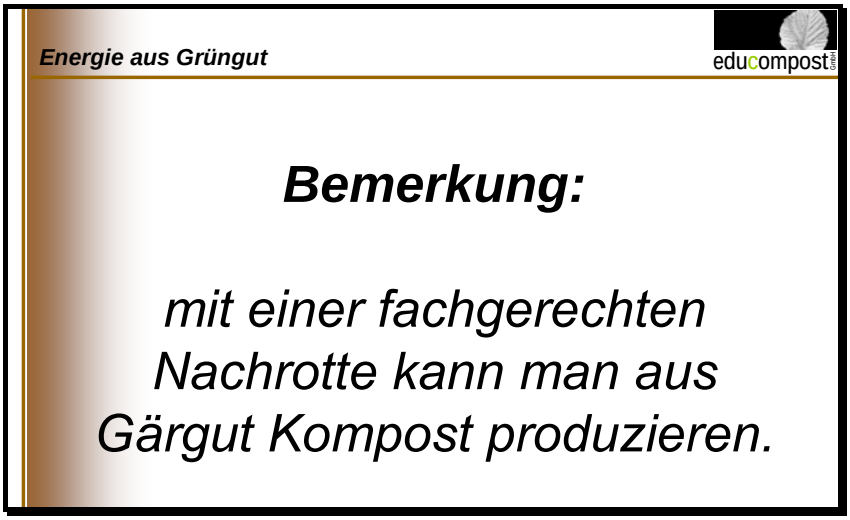
⇨ *KVA nutzen die Energie zum Teil sehr gut*

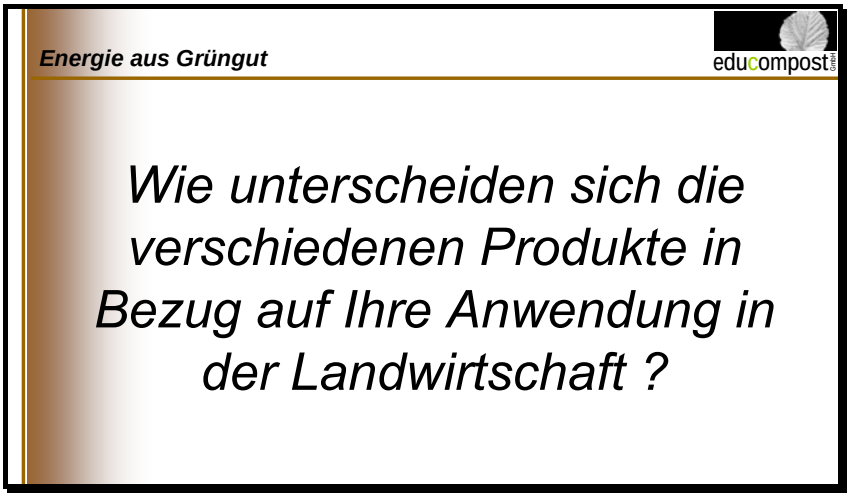
⇨ *Ist jedoch der Energieinhalt in Grüngut etwa halb so hoch wie in Kehricht, ist die nutzbare Energie immer noch doppelt so hoch wie in der Vergärung*

⇨ *Energie in der organischen Substanz in Kompost und Gärgut ist nicht berücksichtigt.*

⇨ *Unter Einbezug der OS kann es schon besser werden ...*


Energie aus Grüngut
educompost
Was sind die Produkte der verschiedenen Verfahren ?
Verbrennung:
Energie
Asche
Vergärung:
Energie
Gärgut
Presswasser / Gülle
Kompostierung:
Komposte
(verschiedene Qualitäten)


Energie aus Grüngut
educompost
Bemerkung:
mit einer fachgerechten Nachrotte kann man aus Gärgut Kompost produzieren.


Energie aus Grüngut
educompost
Wie unterscheiden sich die verschiedenen Produkte in Bezug auf Ihre Anwendung in der Landwirtschaft ?

Chemische Eigenschaften von Komposten, Gärgut und Holzaschen

	Kompost **Median** (Max./ Min)	Gärgut **Median** (Max./ Min)	Presswasser **Median** (Max./ Min)	Holzasche **Median** (Max./ Min)
TS [% FS]	**47,9** (30,7 / 75,8)	**51,1** (41,8 / 68,5)	**11,1** (2,5 / 19,6)	**95**
OS [% TS]	**44,7** (17,0 / 72,2)	**44,9** (35,6 / 61,1)	**49,0** (38,9 / 64,5)	**0**
pH-Wert	**7,9** (7,0 / 8,6)	**7,8** (7,5 / 8,6)	**7,7** (7,5 / 8,1)	
Salzgehalt [mS]	**2,5** (0,9 / 6,6)	**2,7** (1,7 / 5,3)	**16,0** (7,3 / 22,9)	
NO_3-N [g N/t TS]	**284** (0 / 1506)	**455** (0 / 968)	**2554** (995 / 5458)	**0**
NH_4-N [g N/t TS]	**28** (0 / 482)	**913** (515 / 2001)	**13057** (1288 / 38710)	**0**
NO_3-N/NH_4-N	**6,6** (0,0 / 427,1)	**0,4** (0,0 / 1,2)	**0,25** (0,06 / 2,87)	
Ntot [kg N/t TS]	**13,0** (6,9 / 26,1)	**12,6** (8,8 / 26,0)	**35,3** (19,1 / 69,7)	**0**
P_2O_5 [kg/t TS]	**6,2** (3,7 / 12,9)	**7,2** (5,8 / 10,1)	**14,3** (9,9 / 24,3)	**24**
K_2O [kg/t TS]	**10,5** (5,6 / 25,5)	**10,3** (7,4 / 24,9)	**35,1** (18,1 / 90,8)	**70**
Ca [kg/t TS]	**53,9** (23,8 / 148,6)	**62,9** (42,2 / 154,9)	**36,5** (19,1 / 71,4)	**300**
Mg [kg/t TS]	**6,5** (3,5 / 15,2)	**6,3** (4,6 / 9,0)	**9,5** (7,5 / 11,6)	**25**
SO_4 [kg/t TS]	**4,5** (2,0 / 7,5)	**4,7** (3,3 / 7,0)	**8,0** (5,0 / 10,2)	
Cd [g/t TS] (GW: 1)	**0,32** (0,12 / 0,49)	**0,20** (0,12 / 0,62)	**0,52** (0,14 / 0,66)	**0,3-2,7**
Cu [g/t TS] (GW: 100)	**40,7** (19,1 / 724,3)	**38,7** (24,2 / 1504,0)	**75,3** (38,0 / 106,8)	**86-376**
Ni [g/t TS] (GW: 30)	**14,7** (5,9 / 29,7)	**10,9** (4,3 / 19,1)	**25,5** (9,8 / 38,5)	**36-140**
Pb [g/t TS] (GW: 120)	**32,1** (8,2 / 66,9)	**27,3** (17,4 / 55,2)	**41,9** (15,1 / 90,4)	**3,4-39,9**
Zn [g/t TS] (GW: 400)	**123,5** (71,9 / 316,9)	**90,5** (42,4 / 189,6)	**231,7** (153,6 / 355,4)	**81-522**

Datenquelle Kompost, Gärgut und Presswasser:: Konrad Schleiss, Analysen des Kanton Zürich, 2004
Datenquelle Holzasche: Risikoanalyse zur Abfalldüngerverwertung in der Landwirtschaft, FAL, 2001

educompost GmbH, Ausbildungsinstitut zur Verwertung organischer Stoffe
Weinbergstrasse 46, CH-2540 Grenchen
Tel: +41 (0)32 653 29 21, Fax: +41 (0)32 653 29 22
E-Mail: info@educompost.ch, Homepage: www.educompost.ch

Energie aus Grüngut

Hygienische Qualität der Produkten:

⇨ Holzaschen: OK

⇨ Kompost: OK

⇨ Gärgut, Presswasser und Gülle: ?

Energie aus Grüngut

Hygienische Qualität Gärgut:

Einfluss von Vergärung auf das Überleben von Kohlhernie

Test Nr.	*Temp. [°C]*	*Vergärungsdauer [Tag]*	*% kranke Pflanzen*	
			ohne Vergärung	*mit Vergärung*
1	*55*	*14*	*100*	*1*
2	*55*	*14*	*100*	*0*
3	*55*	*14*	*99*	*0*
4	*55*	*7*	*92*	*0*
5	*55*	*7*	*100*	*22*
6	*55*	*7*	*98*	*1*
7	*35*	*14*	*93*	*96*
8	*35*	*14*	*98*	*98*
9	*35*	*14*	*99*	*98*

Energie aus Grüngut

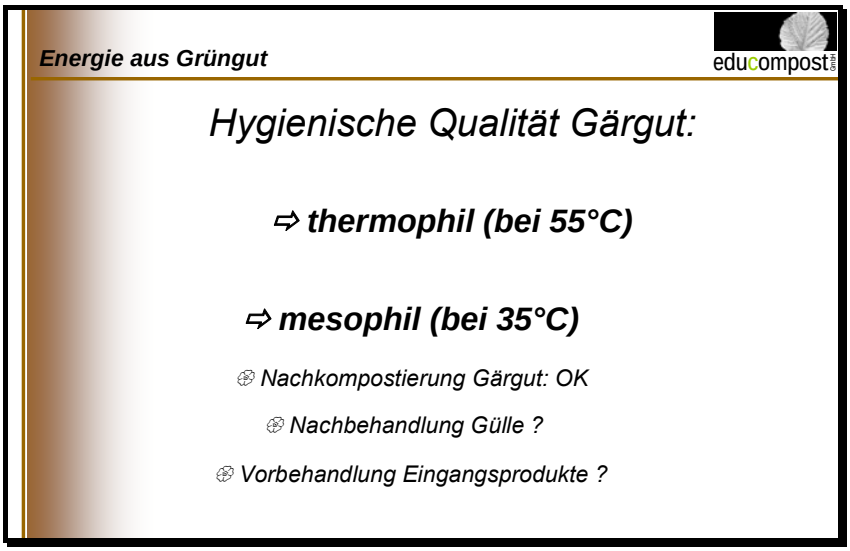
Hygienische Qualität Gärgut:

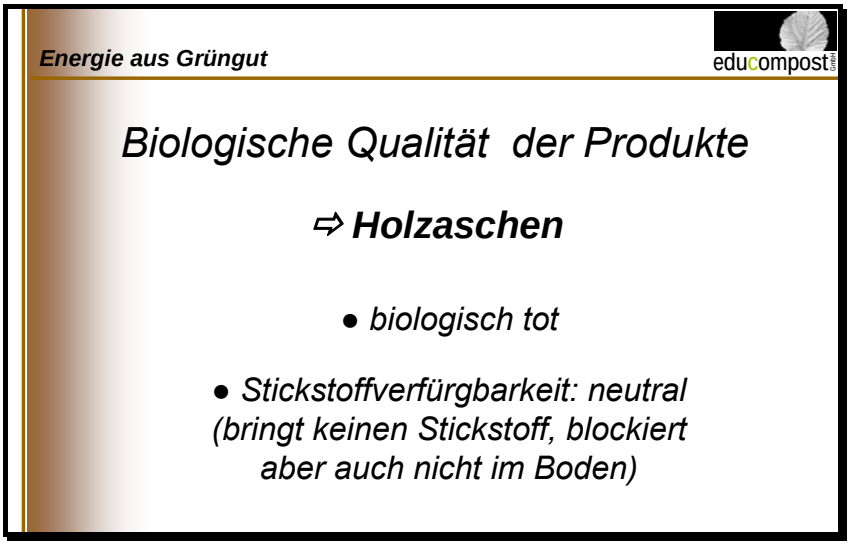
⇨ thermophil (bei 55°C)

OK

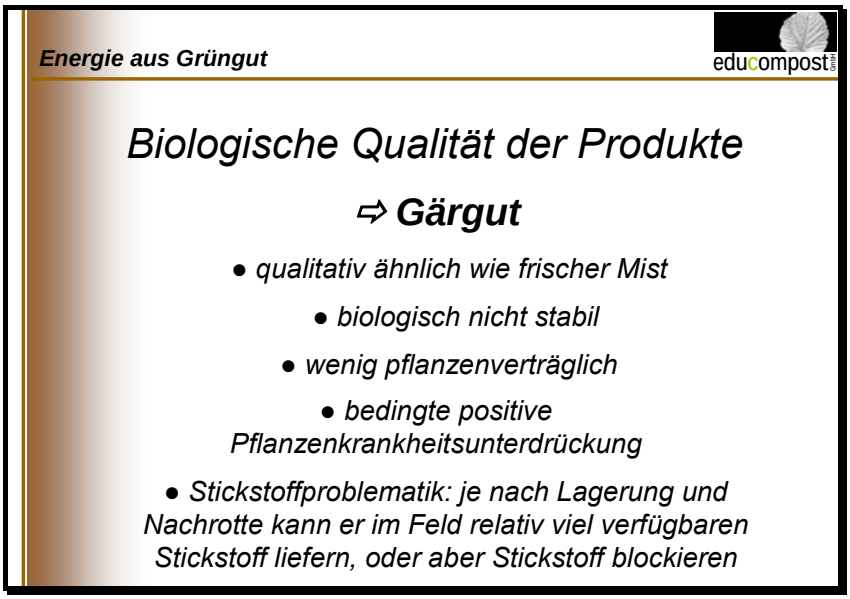
⇨ mesophil (bei 35°C)

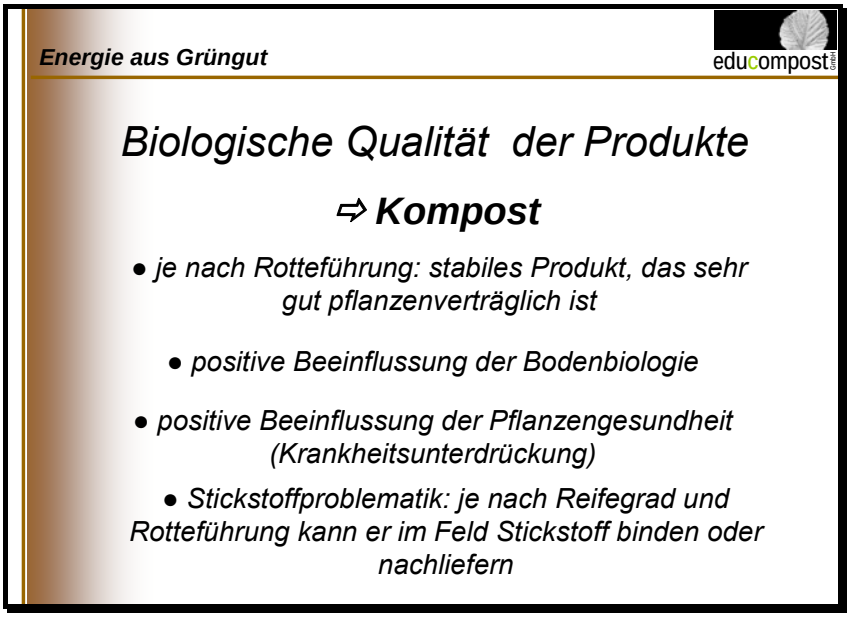
Vergärungstemperatur sichert nicht die Hygienisierung des Gärgutes: Zusatzmassnahmen nötig

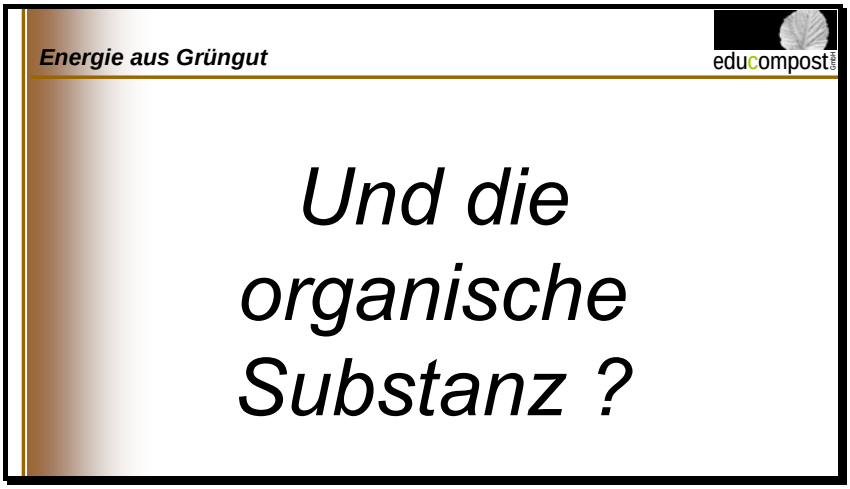

Energie aus Grüngut
educompost
Hygienische Qualität Gärgut:
⇨ thermophil (bei 55°C)
⇨ mesophil (bei 35°C)
Nachkompostierung Gärgut: OK
Nachbehandlung Gülle ?
Vorbehandlung Eingangsprodukte ?

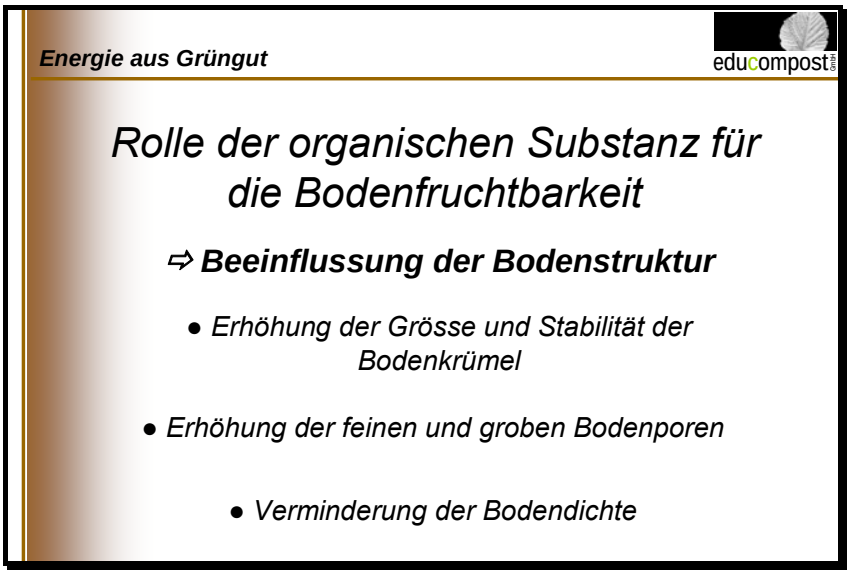

Energie aus Grüngut
educompost
Biologische Qualität der Produkte
⇨ Holzaschen
● biologisch tot
● Stickstoffverfürgbarkeit: neutral
(bringt keinen Stickstoff, blockiert
aber auch nicht im Boden)

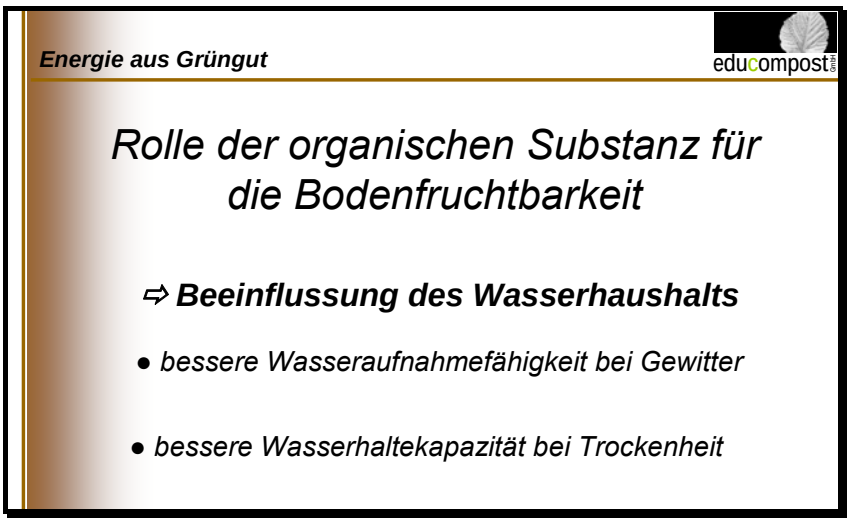
Energie aus Grüngut
educompost
Biologische Qualität der Produkte
⇨ Presswasser
● qualitativ ähnlich wie Gülle
● kann erst ausgebracht werden wenn
Pflanzen Stickstoff aufnehmen können (auf
Lagerkapazität achten)
● für die Pflanzen stark düngend

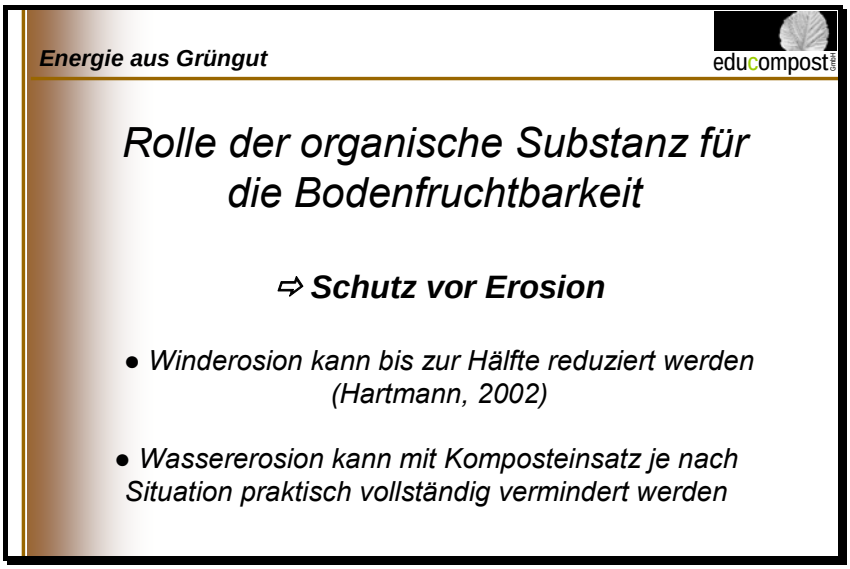

Energie aus Grüngut
educompost
Biologische Qualität der Produkte
⇨ Gärgut
● qualitativ ähnlich wie frischer Mist
● biologisch nicht stabil
● wenig pflanzenverträglich
● bedingte positive Pflanzenkrankheitsunterdrückung
● Stickstoffproblematik: je nach Lagerung und Nachrotte kann er im Feld relativ viel verfügbaren Stickstoff liefern, oder aber Stickstoff blockieren

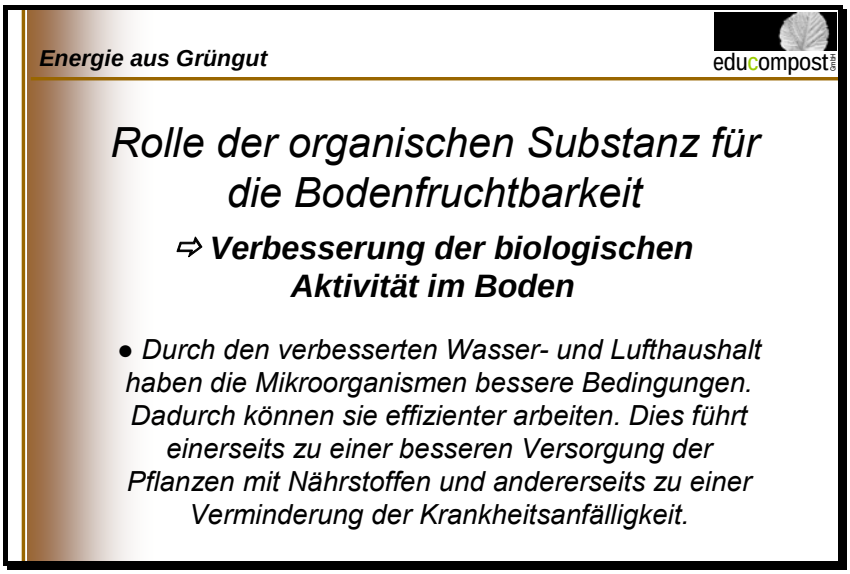

Energie aus Grüngut
educompost
Biologische Qualität der Produkte
⇨ Kompost
● je nach Rotteführung: stabiles Produkt, das sehr gut pflanzenverträglich ist
● positive Beeinflussung der Bodenbiologie
● positive Beeinflussung der Pflanzengesundheit (Krankheitsunterdrückung)
● Stickstoffproblematik: je nach Reifegrad und Rotteführung kann er im Feld Stickstoff binden oder nachliefern


Energie aus Grüngut
educompost
Und die organische Substanz ?

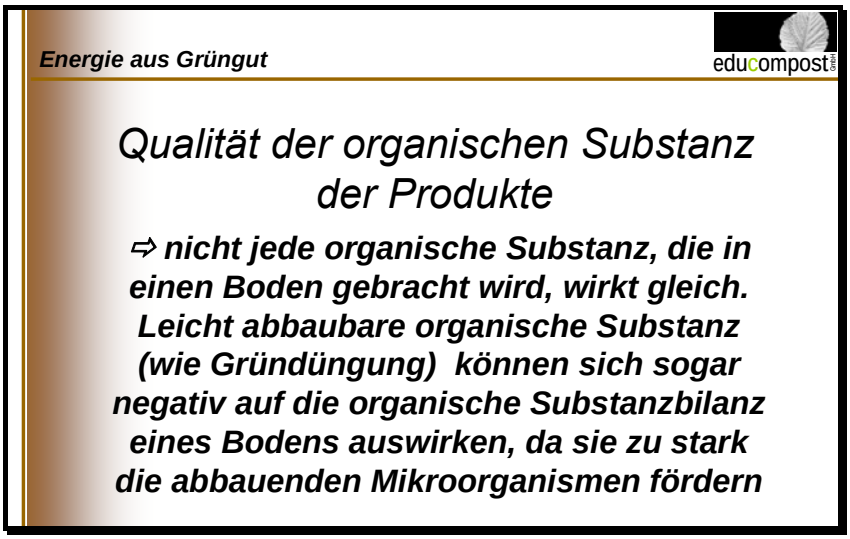

Energie aus Grüngut
educompost
Rolle der organischen Substanz für die Bodenfruchtbarkeit
⇨ Beeinflussung der Bodenstruktur
● Erhöhung der Grösse und Stabilität der Bodenkrümel
● Erhöhung der feinen und groben Bodenporen
● Verminderung der Bodendichte


Energie aus Grüngut
educompost
Rolle der organischen Substanz für die Bodenfruchtbarkeit
⇨ Beeinflussung des Wasserhaushalts
● bessere Wasseraufnahmefähigkeit bei Gewitter
● bessere Wasserhaltekapazität bei Trockenheit


Energie aus Grüngut
educompost
Rolle der organische Substanz für die Bodenfruchtbarkeit
⇨ Schutz vor Erosion
● Winderosion kann bis zur Hälfte reduziert werden (Hartmann, 2002)
● Wassererosion kann mit Komposteinsatz je nach Situation praktisch vollständig vermindert werden


Energie aus Grüngut
educompost
Rolle der organischen Substanz für die Bodenfruchtbarkeit
⇨ Verbesserung der biologischen Aktivität im Boden
● Durch den verbesserten Wasser- und Lufthaushalt haben die Mikroorganismen bessere Bedingungen. Dadurch können sie effizienter arbeiten. Dies führt einerseits zu einer besseren Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen und andererseits zu einer Verminderung der Krankheitsanfälligkeit.

Energie aus Grüngut
educompost
Rolle der organischen Substanz für die Bodenfruchtbarkeit
⇨ Beeinflussung des Klimas
● Durch die verbesserte Bodenstruktur wird messbar weniger Kraft (= weniger fossilen Energie) gebraucht, um den Boden zu bearbeiten
● C-Sink durch Erhöhung der organischen Substanz im Boden


Energie aus Grüngut
educompost
Qualität der organischen Substanz der Produkte
⇨ nicht jede organische Substanz, die in einen Boden gebracht wird, wirkt gleich. Leicht abbaubare organische Substanz (wie Gründüngung) können sich sogar negativ auf die organische Substanzbilanz eines Bodens auswirken, da sie zu stark die abbauenden Mikroorganismen fördern

Energie aus Grüngut

Qualität der organischen Substanz der Produkten

⇨ Holzaschen: keine organische Substanz

⇨Presswasser: sehr schnell abbaubare organische Substanz

⇨ Gärgut: schnell abbaubare organische Substanz

⇨ Kompost: je nach Reifezustand mittel stabile bis sehr stabile organische Substanz

Energie aus Grüngut

Mittel- und langfristige Auswirkung der Produkte auf den Humusgehalt des Bodens

⇨ Holzaschen: neutral

⇨Presswasser: neutral bis negativ

⇨ Gärgut: neutral bis schwach positiv

⇨ Kompost: schwach positiv bis stark positiv

Energie aus Grüngut

Schlussfolgerung:

In Grüngut steckt mehr als nur Energie. Diese anderen Aspekte sollen auch gewichtet werden, wenn man sich für ein System entscheidet.

Aber wie viel Kilowatt ist Euch ein stabiler Bodenkrümel wert ?