

Énergie des déchets biodégradables



***Energie des déchets
biodégradables:
Réflexions fondamentales,
bases et chiffres clefs,
comparaison des produits résultants***

*Konrad Schleiss, Dr ès sciences
Conseil en environnement et compostage*

*Jacques Fuchs, Dr ès sciences
Biophyt SA*

educompost Sàrl, ks & jf, août

educompost – journée d'échange 2006

***Thème principal :
Energie***

31 août 2006

Energie des déchets biodégradables: Réflexions fondamentales, bases et chiffres clefs, comparaison des produits résultants

Konrad Schleiss, Dr ès sciences
Conseil en environnement et compostage

Jacques Fuchs, Dr ès sciences
Biophyt SA

Bases

- ⇒ Le potentiel énergétique des déchets biodégradables est considérable
- ⇒ Suivant leur traitement, cela coûte ou produit plus ou moins d'énergie
- ⇒ Plus les déchets sont secs, plus l'utilisation de l'énergie par combustion est facile
- ⇒ Plus les déchets sont secs, plus l'utilisation de l'énergie par méthanisation est facile
- ⇒ Déterminant pour l'efficacité énergétique est son utilisation, et non sa production brute

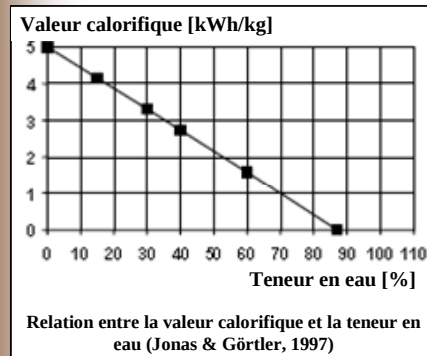
Traitement par incinération

- ⇒ L'incinération utilise tout le capital énergétique, minéralise complètement les déchets
- ⇒ Produits uniquement minéraux (cendres)
- ⇒ Le contenu énergétique est décrit par la valeur calorifique supérieure (Cs sans eau) et la valeur calorifique inférieure (Ci)
- ⇒ Les ordures ont une valeur calorifique moyenne de $Ci=3 \text{ kWh/kg}$
- ⇒ Les déchets biodégradables avec une matière sèche de 35 - 40% ont une Ci de 0,1-0,5 kWh/kg
- ⇒ C'est pourquoi les déchets biodégradables n'amènent pas beaucoup d'énergie dans les UIOM.

Énergie des déchets biodégradables



Valeur calorifique du bois et des déchets biodégradables



La contenu en énergie des déchets biodégradables correspond environ à celui du bois, si ne considère pas la part des cendres

Énergie des déchets biodégradables



Traitement par compostage

- ⇒ En général, dégradation d'environ 50% de la matière organique
- ⇒ Nécessite en moyenne 0,03 kWh/kg de déchets biodégradables
- ⇒ Selon Heller, le compost contient encore 2,6 kWh/kg MS = 1,3/kg MF = 0,78/lt MF = environ 50% de la Cs des intrants
- ⇒ Cs déchets biodégradables = 1,3 - 1,7 kWh/kg

Énergie des déchets biodégradables



Traitement par méthanisation

- ⇒ Lors de la méthanisation, 100 m³ de biogaz est en moyenne produit par tonne de déchets biodégradables
- ⇒ Cela correspond à environ 600 kWh
- ⇒ Si l'on en fait du carburant, environ 400 kWh en sont utilisables
- ⇒ Si l'on en fait du courant électrique et que la chaleur n'est pas vendue, on obtient environ 140 kWh/t ou 0,14 kWh/kg

Énergie des déchets biodégradables



Comparaison des bilans énergétiques

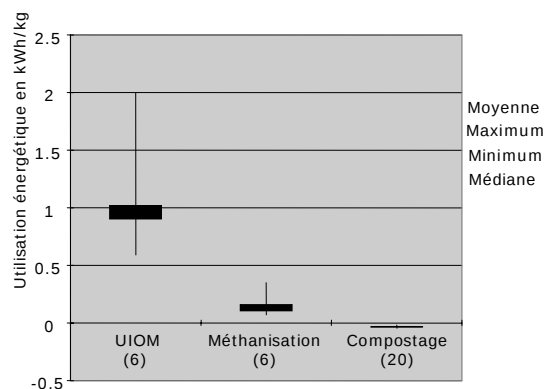
	Compostage	Méthanisation (matières solides)	Incinération plaquettes
Dépenses énergétiques	30	140 (40 électr. + 100 chaleur)	25
Rendement en énergie utilisable	0	600	2000
Bilan	-30	460 (140 électr. + 280 chaleur)	1975 (chaleur)
Utilisation usuelle	0	140	1975

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

Énergie des déchets biodégradables



Comparaison (canton Zurich)



Énergie des déchets biodégradables



Comparaison

- ⇒ UIOM brûlent en général des déchets avec hautes teneurs énergétiques
- ⇒ Certaines UIOM utilisent très bien l'énergie
- ⇒ Même si la teneur énergétique des déchets biodégradables correspond à la moitié de celle des ordures ménagères, l'énergie utilisable est quand même deux fois plus importante que lors de la méthanisation
- ⇒ L'énergie de la matière organique du compost et du digestat n'est pas considérée
- ⇒ En considérant la MO, la comparaison peut être meilleure...

Quels sont les produits des divers traitements ?

<i>Incinération:</i>	<i>Energie Cendres</i>
<i>Méthanisation:</i>	<i>Energie Digestat Eau de pressage / lisier</i>
<i>Compostage:</i>	<i>Composts (diverses qualités)</i>

Remarques:

Avec un compostage réalisé selon les règles de l'art, il est possible de produire du compost à partir de digestat.

Comment les divers produits se différencient-ils du point de vue de l'agriculture ?

Énergie des déchets biodégradables



Propriétés chimiques des composts, digestats et cendres de bois

	Compost Médiane (max./ min.)	Digestat Médiane (max./ min.)	Eau de pressage Médiane (max./ min.)	Cendres de bois Médiane (max./ min.)
MS [% MF]	47,9 (30,7 / 75,8)	51,1 (41,8 / 68,5)	11,1 (2,5 / 19,6)	95
MO [% MS]	44,7 (17,0 / 72,2)	44,9 (35,6 / 61,1)	49,0 (38,9 / 64,5)	0
Valeur pH	7,9 (7,0 / 8,6)	7,8 (7,5 / 8,6)	7,7 (7,5 / 8,1)	
Salinité [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)	0
Ntot [kg N/t TS]	13,0 (6,9 / 26,1)	12,6 (8,8 / 26,0)	35,3 (19,1 / 69,7)	24
P ₂ O ₅ [kg/t TS]	6,2 (3,7 / 12,9)	7,2 (5,8 / 10,1)	14,3 (9,9 / 24,3)	70
K ₂ O [kg/t TS]	10,5 (5,6 / 25,5)	10,3 (7,4 / 24,9)	35,1 (18,1 / 90,8)	300
Ca [kg/t TS]	53,9 (23,8 / 148,6)	62,9 (42,2 / 154,9)	36,5 (19,1 / 71,4)	25
Mg [kg/t TS]	6,5 (3,5 / 15,2)	6,3 (4,6 / 9,0)	9,5 (7,5 / 11,6)	
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

Source de données pour le compost, digestat et eau de pressage: Konrad Schleiss, Analysen des Kanton

Zürich, 2004

Source de données cendres: Risikoanalyse zur Abfalldüngerverwertung in der Landwirtschaft, FAL, 2001

Énergie des déchets biodégradables



Qualité hygiénique des produits:

⇒ Cendres: OK

⇒ Compost: OK

⇒ Digestats, eau de pressage, lisier: ?

Énergie des déchets biodégradables



Qualité hygiénique des digestats:

Influence de la méthanisation sur la survie de l'hernie du chou

Test No.	Temp. [°C]	Durée méthanisation [jours]	% plantes malades	
			sans méthanisation	avec méthanisation
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

Énergie des déchets biodégradables



Qualité hygiénique des digestats:

⇒ thermophile (55°C)

OK

⇒ mésophile (35°C)

La température de méthanisation ne garantit pas une hygiénisation du digestats: mesures supplémentaires nécessaires

Qualité hygiénique des digestats:

⇒ **thermophile (55°C)**

⇒ **mésophile (35°C)**

⊗ Post-compostage du digestat: OK

⊗ Post-traitement du lisier ?

⊗ Prétraitement des intrants ?

Qualité biologique des produits

⇒ **Cendres**

- *Biologiquement mortes*

- *Disponibilité de l'azote: neutre
(n'apporte pas d'azote, mais n'en
bloque pas non plus dans le sol)*

Qualité biologique des produits

⇒ **Eau de pressage**

- *Qualitativement semblable à du lisier*

- *Ne peut être épandu que quand les
plantes peuvent assimiler l'azote (à tenir
en compte pour calculer la capacité de
stockage nécessaire)*

- *Engrais concentré pour les plantes*

Qualité biologique des produits

⇒ Digestat

- Qualitativement semblable à du fumier frais
 - Biologiquement instable
 - Phytotoxique
- Action positive modérée de suppression des maladies
- Problématique de l'azote: suivant son stockage et son post-traitement, le digestat soit peut apporter relativement beaucoup d'azote minéral au sol, soit peut bloquer l'azote disponible du sol

Qualité biologique des produits

⇒ Compost

- Suivant son degré de maturité: produit stable, bien accepté par les plantes
 - Influence positive sur la biologie du sol
 - Influence positive sur la santé de la plante (suppression des maladies)
- Problématique de l'azote: suivant son degré de maturité et la conduite du processus, le compost peut soit bloquer soit libérer de l'azote aux champs

Et la matière organique ?

Rôle de la matière organique dans la fertilité du sol

⇒ Influence de la structure du sol

- Augmentation de la grosseur et de la stabilité des grumeaux de sol
- Augmentation des pores fins et grossiers
- Diminution de la densité du sol

Rôle de la matière organique dans la fertilité du sol

⇒ Influence de la gestion de l'eau

- Meilleure infiltration de l'eau en cas d'orages
- Meilleure capacité de rétention d'eau en cas de sécheresse

Rôle de la matière organique dans la fertilité du sol

⇒ Protection contre l'érosion

- L'érosion éolienne peut être réduite de moitié (Hartmann, 2002)
- L'érosion due à l'eau peut être, suivant la situation, pratiquement complètement éliminée par un apport de compost

Rôle de la matière organique dans la fertilité du sol

⇒ Amélioration de l'activité biologique du sol

- Grâce à l'amélioration de l'aération et de la régulation de l'eau, les microorganismes ont des meilleures conditions. Ils peuvent ainsi mieux travailler. Ceci amène d'une part une meilleure disponibilité des éléments fertilisants pour les plantes, et d'autre part une diminution de leur sensibilité aux maladies.

Rôle de la matière organique dans la fertilité du sol

⇒ Influence du climat

- De part l'amélioration de la structure du sol, moins de force est nécessaire pour travailler le sol (= moins d'énergie fossile)
- C-sink suite à l'augmentation de la matière organique du sol

Qualité de la matière organique des divers produits

⇒ Chaque matière organique apportée dans le sol n'a pas le même effet. De la matière organique facilement dégradable (comme de l'engrais vert) peut même influencer négativement le bilan de la matière organique du sol, car elle favorise trop les microorganismes dégradant la matière organique.

Énergie des déchets biodégradables



Qualité de la matière organique des divers produits

- ⇒ *Cendres: pas de matière organique*
- ⇒ *Eau de pressage: matière organique très rapidement dégradable*
- ⇒ *Digestat: matière organique facilement dégradable*
- ⇒ *Compost: suivant le degré de maturité, matière organique moyennement à très stable*

Énergie des déchets biodégradables



Influence à moyen et long termes des divers produits sur le taux d'humus du sol

- ⇒ *Cendres: neutre*
- ⇒ *Eau de pressage: neutre ou négative*
- ⇒ *Digestat: neutre ou légèrement positive*
- ⇒ *Compost: légèrement à fortement positive*

Énergie des déchets biodégradables



Conclusions:

Il y a plus que seulement de l'énergie dans les déchets biodégradables. Ces autres aspects doivent également être pris en compte lorsque l'on se décide pour un système

Mais combien de kilowatts contient selon vous un grumeau de sol ?