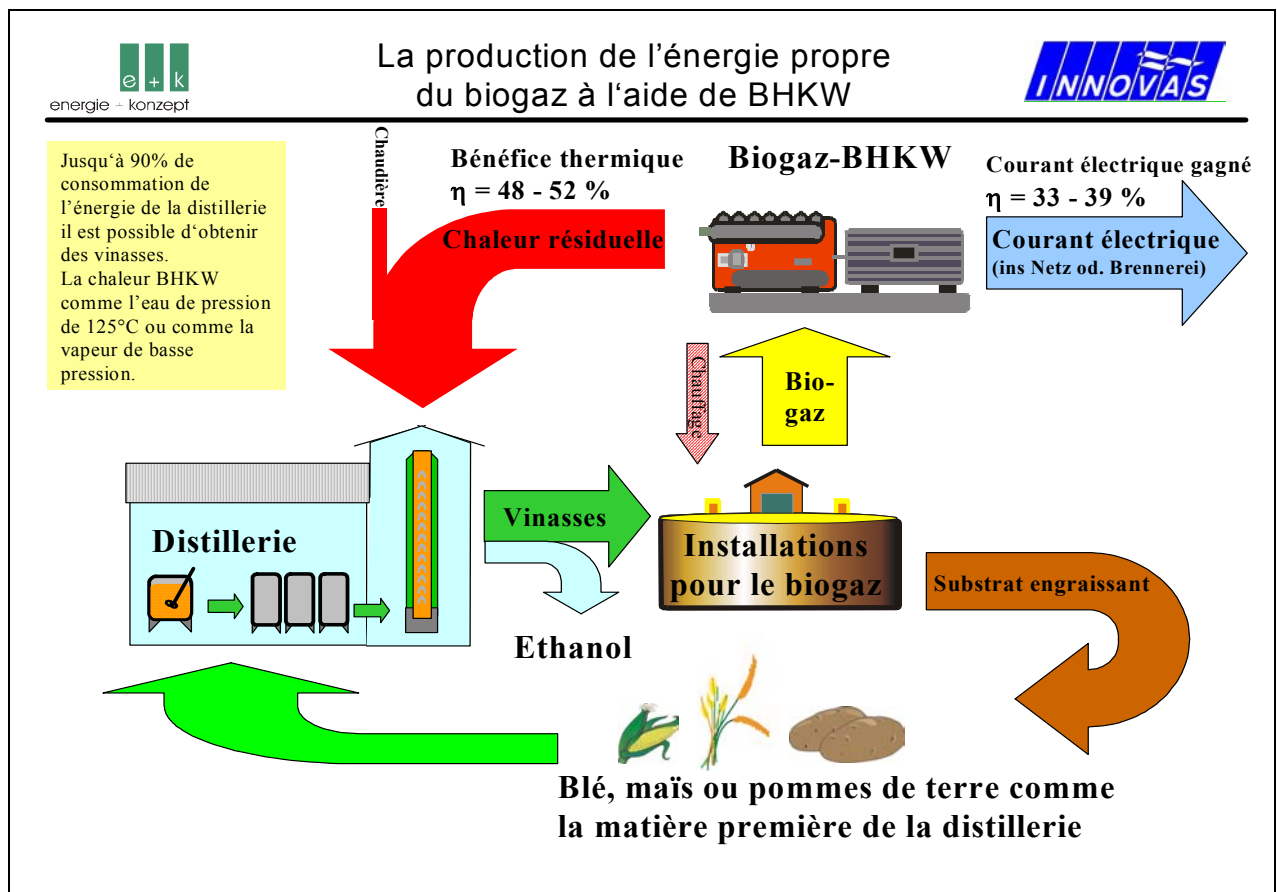


# La distillerie et le biogaz

## Introduction

Dans les distilleries, des installations pour la production du biogaz sont exploitées. Ces installations destinées aux vinasses des distilleries sont techniquement évoluées et fonctionnent parfaitement avec des vinasses comme monosubstrat. La fermentation anaérobie est un processus naturel et les microorganismes qui y participent font partie des créations les plus anciennes sur la Terre. Nous ne pouvons pas par principe changer ces processus, pourtant nous pouvons les soutenir positivement. Si nous suivons des règles de la nature, nous obtiendrons des installations hautement efficaces et sans problèmes.

La production de l'énergie des vinasses est une alternative très intéressante à côté de l'utilisation sous forme de fourrage et surtout quand le marché de fourrage n'apporte plus le profit suffisant.



La démonstration du principe de l'alimentation d'énergie propre dans la distillerie

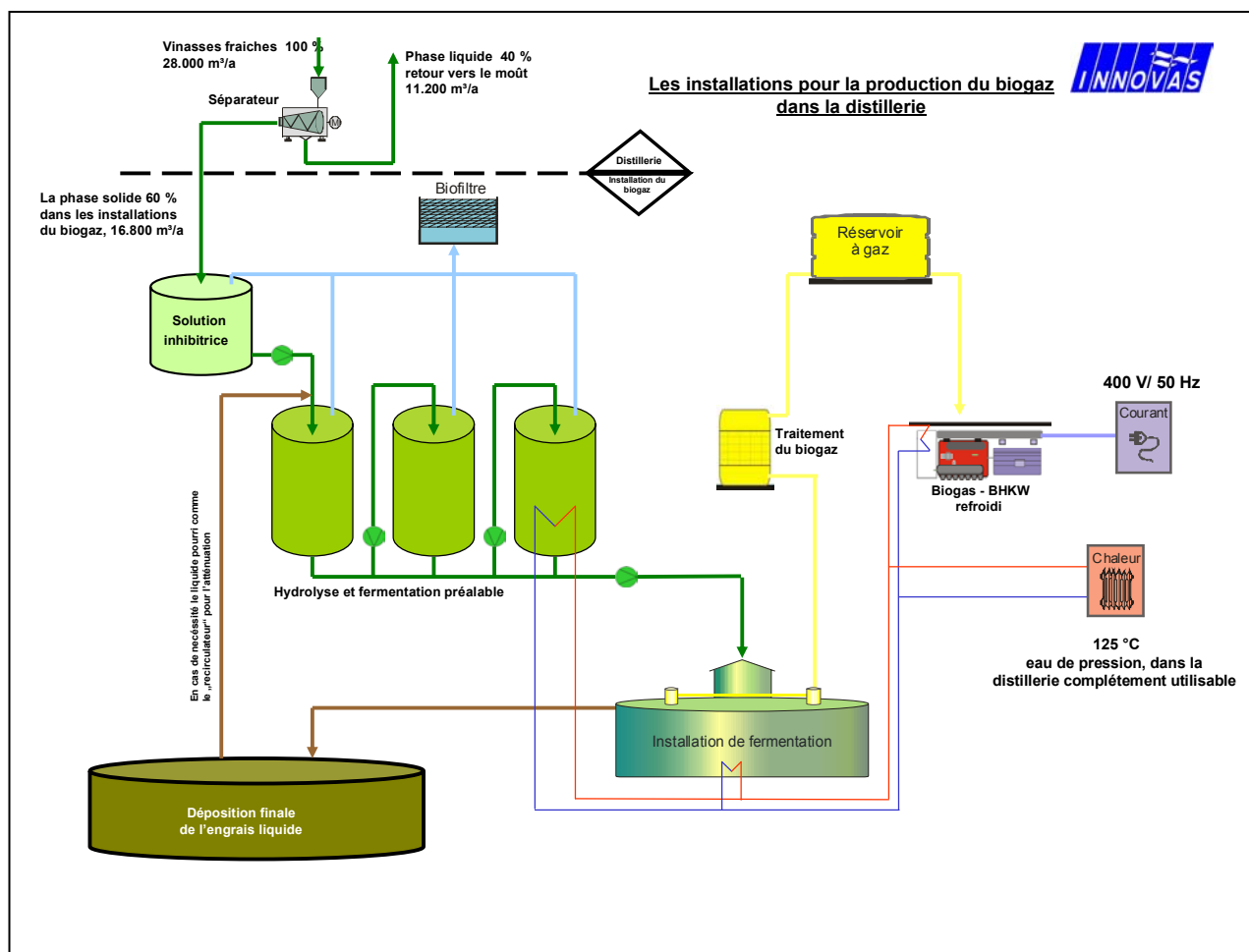
Surtout grâce à la nouvelle loi concernant les préférences des énergies récupérables (EEG) la production régénérée de l'énergie des vinasses a marqué des points et elle est appréciée par des avantages correspondants. Grâce aux nouvelles dispositions EEG la situation économique des installations pour la production du biogaz dans les distilleries s'est encore améliorée.

Parce que l'industrie de distillateurs se trouve à un tournant nous avons développé une conception des installations qui comme partie indispensable assurera la capacité de la distillerie à produire du bioéthanol aux prix du marché.

## La Conception des installations

Notre conception part du constat que environ de 50 à 60 distilleries en Allemagne permettent, par le volume de leur exploitation, de traiter approximativement  $6 \text{ m}^3$  de moût par heure. Ensuite il a été pris en considération qu'une distillerie produit grâce au roulement de deux équipes, 6 jours par semaine et 50 semaines par an. La conception des distilleries élargies a été présentée et publiée en détail par les différents spécialistes, comme par ex. le Dr. Senn de l'Université de Hohenheim, c'est pourquoi il est inutile de donner plus d'explications. En abrégé nous avons mentionné seulement les données importantes pour la production du biogaz.

Pendant 300 jours de production on produit par an 28.00 hl d'alcool brut. En ce temps on produit 28.00 t/a de vinasses. Les vinasse sont séparées et environ 40% retournent dans le moût. Pour les installations pour la production de biogaz il reste environ 16.800t/a pour environ 11% de vinasses concentrées.



Le schéma de base pour la production du biogaz des vinasses

## Le potentiel énergétique

Pour le calcul de la quantité productible de biogaz, on part de l'idée que pour l'avenir, surtout en Bavière, on fera fermenter principalement des vinasses de maïs. Les installations fonctionneront évidemment remarquablement même avec des vinasses de blé, pommes de terre; la quantité réelle de biogaz différera naturellement suivant l'espèce de blé et la consistance des vinasses.

Pour éclaircir ces liaisons nous nous permettons de présenter quelque peu d'abord la théorie de la création du biogaz:

Pour la production du biogaz les groupes des matières contenant des matières grasses, albumines et des sucres sont utilisables. Le lignine n'est pas soluble de façon anaérobie. C'est pourquoi il n'est pas possible d'obtenir le biogaz de la fibre brute avec l'enveloppe stable de lignine.

La production du biogaz et la quantité CH<sub>4</sub> (qualité du gaz) dépend également de la composition du matériel. Si la composition est connue, il est possible à l'aide de la formule Buswell de calculer la quantité théoriquement atteinte de biogaz et son contenu CH<sub>4</sub> et CO<sub>2</sub>. Pour faciliter nous avons résumé la production possible du gaz et méthane dans le tableau suivant:

Matières contenues / matière de base	débit stoechiométrique du biogaz (litre de biogaz/kg OTS)	volume approximatif du méthane dans le biogaz (% dans le biogaz)
Matière grasse	1.400 l/kg (1,4 m <sup>3</sup> /kg)	80 .. 90 %
Albumines / protéines	600 .. 900 l/kg (0,6 .. 0,9 m <sup>3</sup> /kg)	75 .. 80 %
Sucres	700 .. 800 l/kg (0,7 .. 0,8 m <sup>3</sup> /kg)	50 .. 60 %

Tableau 1 – Débit du gaz des matières organiques fournies

Concernant les vinasses il est possible, à l'aide de ces chiffres et la composition connue, d'estimer la quantité de biogaz même la quantité exploitable de l'énergie.

Pour que la comparaison soit neutre, nous avons repris la composition des sortes des vinasses ci-dessous de „Tableau des valeurs nutritives DLG“.

Pour que les différentes espèces des vinasses soient comparables, le volume de TS a été établi unanimement à 70% même si le mode de la distillation utilisé peut osciller entre 5,5 et 12%.

Type de vinasse	TS/OTS (%)	Matière grasse brute (g/kg TS)	Protéines (g/kg TS)	Sucre (g/kg TS)	Fibre brute (g/kg TS)	Taux spéc. de la production du biogaz (m <sup>3</sup> /kgOTS)	Biogaz à 1 m <sup>3</sup> de vinasse (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Vinasses de pommes de terre	7,0 / 85 %	17 g	285 g	451 g	106 g	0,60 m <sup>3</sup> /kg	36 m <sup>3</sup>
Blé	7,0 / 88 %	67 g	362 g	416 g	97 g	0,65 m <sup>3</sup> /kg	38 m <sup>3</sup>
Orge	7,0 / 88 %	54 g	431 g	406 g	56 g	0,68 m <sup>3</sup> /kg	40 m <sup>3</sup>
Maïs	7,0 / 94 %	82 g	297 g	466 g	104 g	0,70 m <sup>3</sup> /kg	45 m <sup>3</sup>

Tableau 2 – Les gains typiques du biogaz des vinasses

Nous pouvons atteindre ces gains seulement à l'aide des installations de deux phases hautement puissantes pour la production du biogaz, dont les démarches seront soigneusement coordonnées. Les installations simples d'une phase pour la production du biogaz utilisées en agriculture avec la technique de déposition et de mélange ordinaire ne peuvent jamais atteindre un tel degré de décomposition et des gains du gaz des vinasses.

Maintenant passons à notre calcul de type pour la distillerie de volume 28.000 hl.

Quantité supposée de vinasses (quantité séparée)	16.800 t/a
	48 t/d

(Rappel: A la différence de la distillerie les installations pour le biogaz sont fournies équitablement. La quantité des vinasses se divise en 7 jours ouvrables. Il en résulte 350 jours d'exploitation par an.)

La composition supposée des vinasses	11 % TS, de ca 89,5 % OTS
	ca. 4.885 kg OTS/d

Le volume du digesteur	1.700 m <sup>3</sup>
Chargement de l'espace dans la cuve de fermentation	2,92 kg OTS / m <sup>3</sup> x d

Taux spécifique de la production du gaz (avec la réserve de sécurité)	600 Liter Biogaz / kg OTS
--	---------------------------

Biogaz productible	ca. 2.950 m <sup>3</sup> /d
	ca. 1.032.500 m <sup>3</sup> /a

Qualité du biogaz	> 70 % CH <sub>4</sub>
-------------------	------------------------

Quantité primaire de l'énergie dans le biogaz	ca. 20.500 kWh <sub>prim.</sub> /d
	ca. 7.190.000 kWh <sub>prim.</sub> /a

### Le profit énergétique

Grâce à la réforme de la loi concernant les préférences des énergies récupérables quelques avantages importants des tarifs de la prise de l'énergie ont été atteints.

A côté des tarifs de base échelonnés on compte encore un bonus supplémentaire pour l'économie énergétique alliée et pour les matières récupérables. Les vinasses des distilleries agricoles sont selon EEG considérées comme des matières récupérables (NaWaRo).

Tarif pour l'énergie électrique	11,5 ct.€/kWh jusqu'à 150 kW
	9,9 ct.€/kWh plus que 150 kW
	10,6 ct.€/kWh prix composé

plus bonus pour les matières récupérables	6,0 ct.€/kWh
---	--------------

plus bonus pour l'économie énergétique alliée	2,0 ct.€/kWh
---	--------------

(Surtout les distilleries ont une bonne prémisse pour gagner le bonus pour l'économie énergétique alliée car les installations pour la production du biogaz n'ont pas besoin d'une chaleur importante. Les vinasses à la disposition sont déjà chaudes.)

Le tarif total pour la prise de l'énergie	18,6 ct.€/kWh
---	---------------

Le calcul mentionné ci-dessus s'adresse à la première année après la passation de la loi des préférences des énergies récupérables (EEG) en vigueur. Pour les installations qui seront mises en marche plus tard les paiements seront diminués de 1,5%.

Pour qu'il soit possible dans la distillerie d'exploiter même de la chaleur résiduelle BHKW, on utilise BHKW refroidi. La chaleur de ces agrégats est présente sous forme de l'eau de pression de 125 °C.

Grâce à la capacité annuelle de 8.000 heures d'exploitation, on peut exploiter BHKW à 330kW.

Puissance électrique BHKW	330 kW
Efficacité $\eta_{\text{elektr.}}$	36 %
Courant productible	ca. 7.380 kWh <sub>elektr./d</sub> ca. 2.583.000 kWh <sub>elektr./a</sub>

**Gain possible de la vente de l'énergie électrique** **ca. 480.000 €/a**  
(en utilisant tous les bonus)

puissance thermique BHKW	470 kW
Efficacité $\eta_{\text{therm.}}$	52 %
Énergie thermique productible	ca. 10.660 kWh <sub>therm./d</sub> ca. 3.731.000 kWh <sub>therm./a</sub>

Valeur totale de l'énergie thermique productible ca. 130.500 €/a  
(au prix du mazout 0,35 €/l)

Si on travaille grâce à un roulement de deux équipes dans la distillerie, il est possible de profiter efficacement de seulement 60% environ, Valeur ca. 78.000 €/a

Valeur théorique de l'énergie thermique non exploitée ca. 52.000 €/a  
(en outre on perd une partie proportionnelle du bonus pour l'économie énergétique allée)

C'est pourquoi il est nécessaire de juger l'exploitaton de la distillerie 24 heures par jour et 350 jours par an. Sinon il existe une possibilité de déposition du biogaz pendant la durée de 10 heures, mais cela signifie un besoin de place pour stocker et une augmentation importante des frais d'investissement.

### **La consommation de l'énergie propre, les frais d'exploitation**

La consommation de l'énergie propre, pour les installations de la production du biogaz des vinasses est relativement basse.

La consommation de l'énergie propre des installations pour le biogaz ca. 200.000 kWh<sub>elektr./a</sub>  
compté avec la somme de 10 ct.€/kWh ca. 20.000 €/a

La consommation de l'énergie thermique sera négligeable car les vinasses sont fournies à la température de 40 à 50 °C.

L'exploitation du personnel pour le fonctionnement des installations pour la production du biogaz est à un niveau possible grâce à l'automatisation très réduite. Pourtant nous comptons sur 2 heures par jour de contrôle des installations. Le personnel de la distillerie reprend ces tâches de contrôle.

Dépense proportionnel de salaire 700 h/a, à 20,- €/h	ca. 14.000 €/a
Frais du maintien et réserves pour les réparations	ca. 50.000 €/a
D'autres moyens d'exploitation, etc.	ca. 5.000 €/a

En plus il faut ajouter des frais capitaux pour les ressources d'un tiers et les amortissements des installations.

Les frais pour la préparation des vinasses et pour l'enlèvement des résidus de fermentation n'y sont pas calculés car ces frais font partie de la production de la matière pour la distillerie.

### **L'utilisation des résidus de fermentation**

Les résidus de fermentation des installations pour la production du biogaz sont utilisés comme engrais liquide de qualité dans les entreprises des fournisseurs des matières premières.

Comme engrais il y a à la disposition ca. 15.300 t/a  
environ avec 2 % TS

Avec préméditation nous abandonnons l'évaluation des matières contenues dans l'engrais (valeur de l'engrais) parce que selon cette conception les résidus de fermentation devraient être rendus sur les champs d'où la matière a été récolté et ces matières almes enlevées préalablement.

### **Les frais d'investissement**

Si les installations pour la production du biogaz sont projetées et construites comme une installation indépendante, les frais d'investissement suivants s'engagent probablement:

Traitement des vinasses, hydrolyse, etc.	ca.	284.000 €
Cuve de fermentation, digesteur de 1.700 m <sup>3</sup>	ca.	193.000 €
Traitement du biogaz, déposition, etc.	ca.	173.000 €
Enlèvement du substrat, déposition finale pour 130 jours	ca.	132.000 €
Biofiltre	ca.	21.000 €
Technique de contrôle, électricité	ca.	50.000 €
BHKW, courant électrique et arrivée de la chaleur compris	ca.	250.000 €
Construction, bâtiments d'exploitation et de protection (constructions simples)	ca.	125.000 €
Montage principal, mise en marche, etc.	ca.	29.000 €
Frais de construction supplémentaire, frais imprévisibles	ca.	86.000 €
<b>Frais du projet</b>	<b>ca.</b>	<b>132.000 €</b>

Investissement total pour les installations pour le biogaz (projet individuel) ca. 1.475.000 €

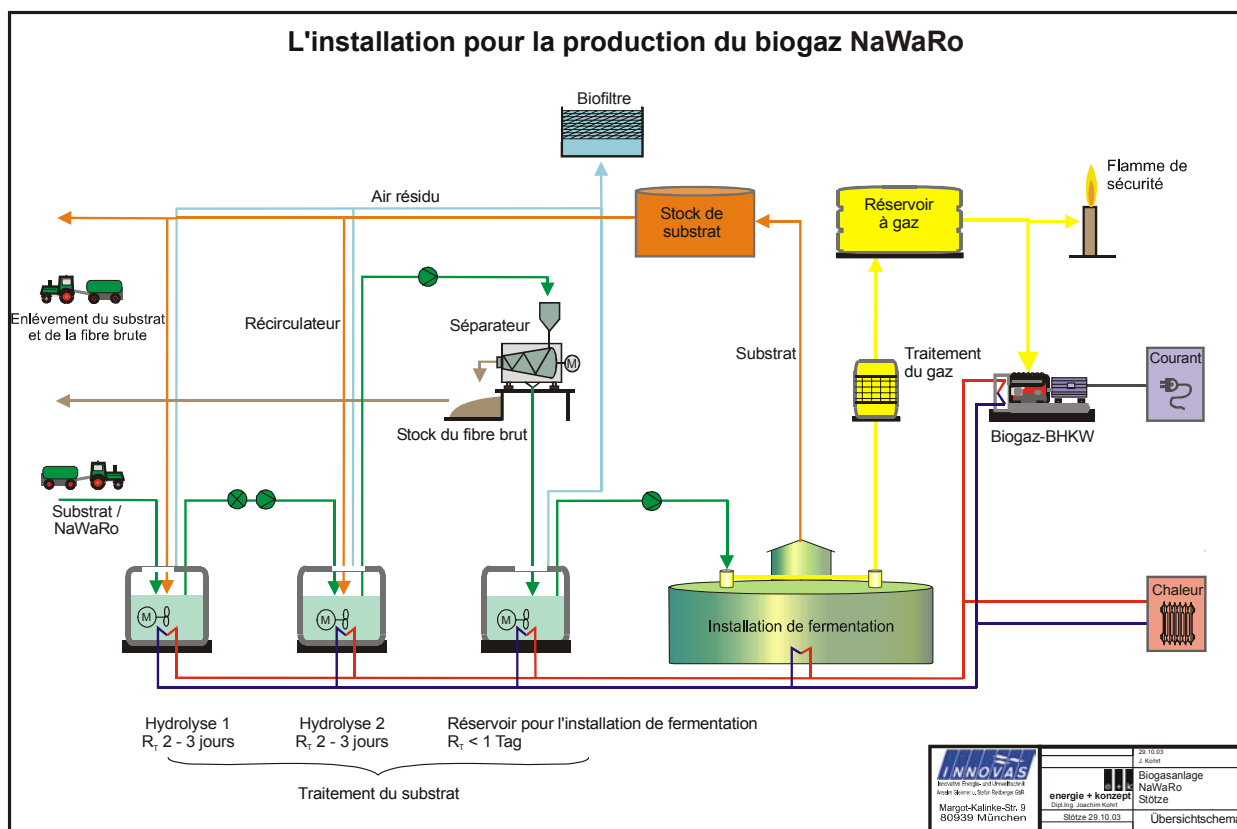
Si on arrive à construire dans un délai assez court un plus grand nombre (par ex. 30) d'installations pour la production du biogaz de la même construction, les frais peuvent diminuer de 15% grâce aux effets de rationalisation. Mais on doit savoir qu'il faut assurer pendant l'accomplissement des commandes une organisation bien fonctionnelle.

Pour faciliter nous comptons dans notre conception avec la réduction des frais forfaitairement de 10% et nous arrondissons au 1.000 € supérieur ou inférieur.

Traitement des vinasses, hydrolyse, etc.	ca.	256.000 €
Cuve de fermentation, digesteur de 1.700 m <sup>3</sup>	ca.	173.000 €
Traitement du biogaz, déposition, etc.	ca.	156.000 €
Enlèvement du substrat, déposition finale pour 130 jours	ca.	119.000 €
Biofiltre	ca.	18.000 €
Technique de contrôle, électricité	ca.	45.000 €
BHKW, courant électrique et arrivée de la chaleur compris	ca.	225.000 €
Construction (constructions simples)	ca.	113.000 €
Montage principal, mise en marche, etc.	ca.	26.000 €
Frais de construction supplémentaire, frais imprévisibles	ca.	74.000 €
Frais du projet pour les installations standards, compté pour 30 installations	ca.	8.000 €
L'assistance individuelle pendant la réalisation de la construction et la direction du projet	ca.	35.000 €
<b>Investissement total pour les installations standards pour le biogaz</b>	<b>ca.</b>	<b>1.248.000 €</b>

### La comparaison avec la fermentation de l'ensilage de maïs

Il est intéressant de comparer avec une installation de la même taille pour la production du biogaz qu'on remplit par l'ensilage de maïs.



Le critère pour la détermination des dimensions est le chargement maximal dans l'espace en hauteur  $3,0 \text{ kgOTS/m}^3\text{j}$ , évent.  $4.900 \text{ kg}$  de substance organique (OTS) par jour.

Pour la production d'environ  $1.032.500 \text{ m}^3$  de biogaz il faut environ  $5.500$  à  $5.700 \text{ t}$  d'ensilage du maïs (fin de la maturité cireuse, environ  $35 \%$  TS).

Si nous partons d'un gain moyen de  $50\text{t/ha}$ , il faut tout au moins  $110 \text{ ha}$  de surface emblavée.

La qualité du biogaz d'ensilage du maïs sera un peu plus mauvaise que le gaz des vinasses du maïs. Il est possible de compter avec le contenu du méthane environ  $65 \%$   $\text{CH}_4$ .

Cela signifie que la quantité de l'énergie primaire dans le biogaz

ca. $19.175 \text{ kWh}_{\text{prim.}}/\text{d}$
ca. $6.711.250 \text{ kWh}_{\text{prim.}}/\text{a}$

Avec le même BHKW et le même degré d'efficacité il est possible de produire

ca. $6.900 \text{ kWh}_{\text{elektr.}}/\text{d}$
ca. $2.415.000 \text{ kWh}_{\text{elektr.}}/\text{a}$

**La vente possible du courant électrique obtenu de l'ensilage du maïs ca.  $400.890 \text{ €/a}$**   
 (Le tarif de base  $10,6 \text{ ct.€/kWh}$ ,  $+6,0 \text{ ct.€/kWh}$  bonus pour les matières récupérables, sans bonus pour l'économie énergétique allié)

En cas d'installation indépendante pour la production du biogaz des matières récupérables on doit prendre en considération les frais d'exploitation en comparaison avec l'installation pour les vinasses.

Les frais d'investissement augmenteront à cause de la technique de maintien supplémentaire et du silo mobile de  $80.000$  à  $150.000 \text{ €}$ .

Consommation propre d'énergie est grâce à la modification nécessaire plus haute

ca. $300.000 \text{ kWh}_{\text{elektr.}}/\text{a}$
comptée avec la somme de $10 \text{ ct.€/kWh}$ ca. $30.000 \text{ €/a}$

Concernant la consommation de la chaleur il faut compter tout au moins avec  $20 \%$  de chaleur productible. Dans notre modèle nous ne comptons pas avec l'utilisation supplémentaire de la chaleur.

L'exploitation du personnel pour le fonctionnement des installations pour la production du biogaz des matières récupérables est expressivement plus grande que pour les pour le fonctionnement des installations pour la production du biogaz dans les distilleries. Par jour nous devons compter avec  $4$  heures pour le chargement, tdu substrat, contrôle, etc. Pour effectuer ces activités il faut prendre du personnel supplémentaire.

Dépense proportionnelle de salaire  $1.400 \text{ h/a}$ , à  $20,- \text{ €/h}$  ca.  $28.000 \text{ €/a}$

Frais du maintien et réserve pour les réparations, moyens d'exploitation, analytique (comme installation de distillateurs) ca.  $55.000 \text{ €/a}$

Pour finir il faut calculer le traitement de la matière. Si nous comptons un prix de production de  $20\text{€ /t}$ , le frais pour les matières représentent ca.  $110.000 \text{ €/a}$



## Résumé

Si nous comparons l'exploitation économique des installations pour la production du biogaz des matières récupérables avec les installations pour les vinasses de la distillerie, nous constatons que la production des valeurs des installations des distillateurs est de 4 à 5 fois plus grande que des installations simples pour les matières récupérables (NaWaRo).

Mais il est possible grâce aux revenus plus hauts de la vente de l'énergie électrique de compenser les revenus plus bas de la vente de l'alcool brut, grâce à cela la distillerie devient viable.

Au total, l'installation pour la production du biogaz atteint en combinaison avec la distillerie même avec l'installation projetée indépendamment, une contribution positive pour la couverture de l'exploitation. Grâce à l'amélioration des tarifs pour l'alimentation en énergie les délais de remboursabilitésont plus courts que 4-5 ans.

Pour les installations pour les matières récupérables il est vrai que malgré les tarifs pour l'alimentation en énergie améliorés on atteint une certaine efficacité économique, s'il est possible de façon lucrative d'utiliser la chaleur provenant de la production de l'énergie électrique. Le deuxième point c'est l'optimisation de toute la conquête des matières et de logistique de contrôle.