

Biogasanlage

Von Henning H.

Lerngebiet 12.17: Energieressourcen schonen

Index

- I. Energieproblematik
- II. Geschichte
- III. Definition Biogas
- IV. Ablauf der Biogasbildung
- V. Substrate
- VI. Schwinge / Trelder
Energiepark
- VII. Aufbau einer Biogasanlage
- VIII. Nutzungsvarianten und
Aufbereitungsschritte von
Biogas
- IX. Block-Heiz-Kraft-Werk
[BHKW]
- X. Ökologische Bewertung der
Biogaserzeugung
- XI. Wirtschaftlichkeit

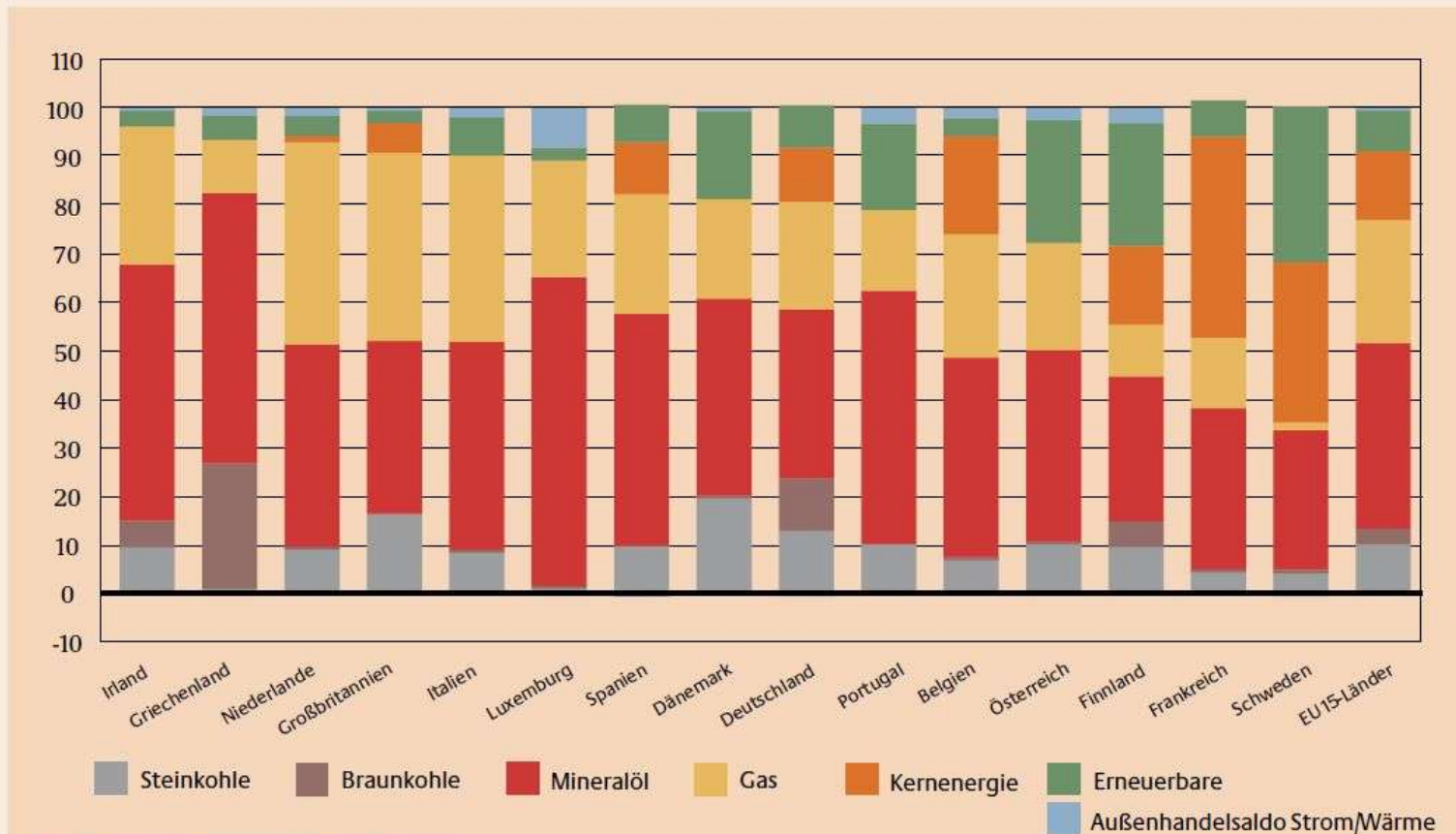
Energieproblematik

- Die Strompreise steigen stetig
- Energieverbrauch nimmt rasant zu
- fossile Energieträger sind endlich
- Umweltbelastungen (CO₂-Emissionen) von Kohle, Öl und Gas sowie die Endlagerung von Atommüll

Energieproblematik

Schaubild 37: Primärenergieträgerstruktur in der EU 15

2008, in %



Quelle: Berechnungen von EEFA nach Eurostat.

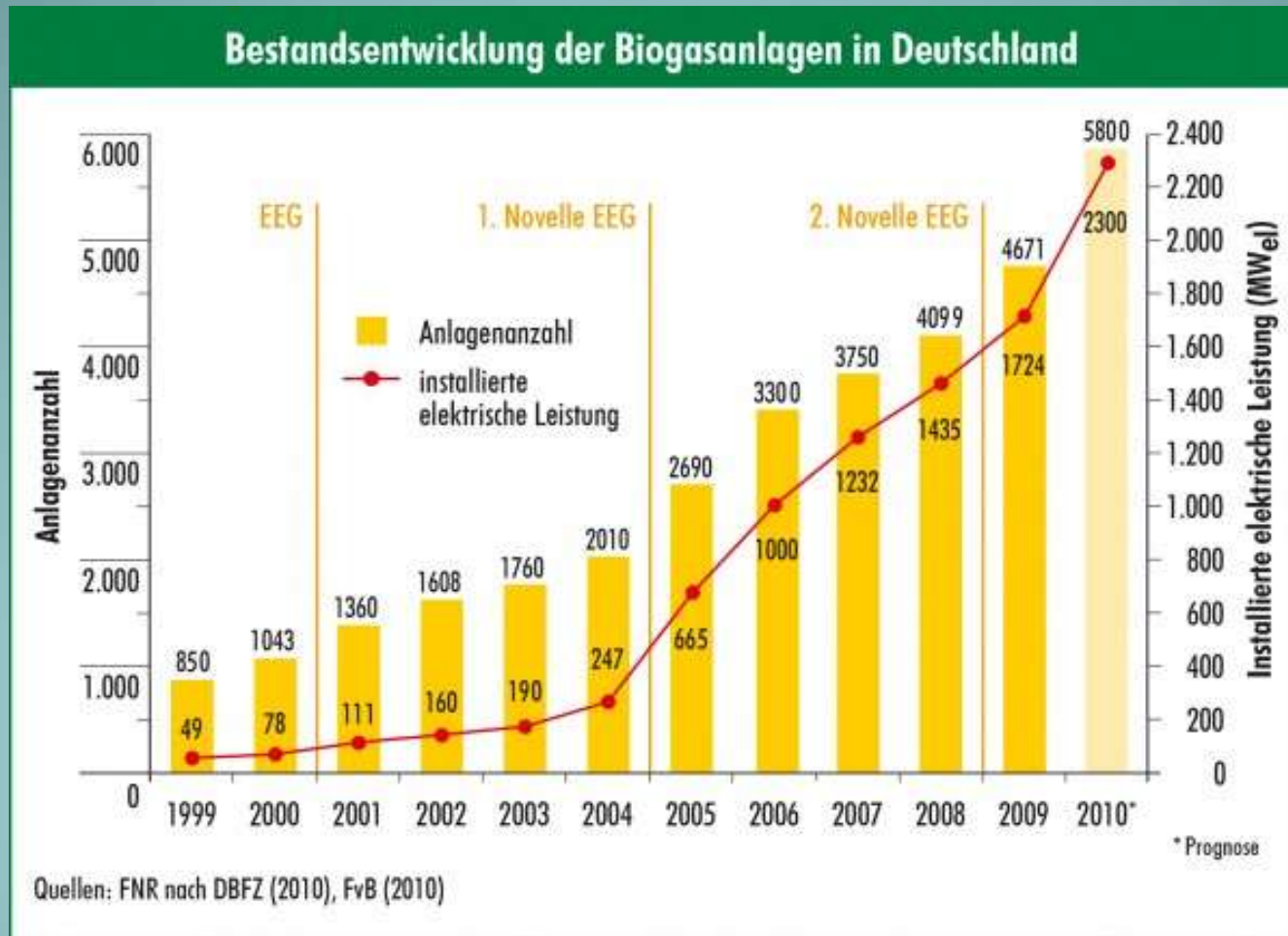
Die Biogasanlage?! Die Lösung!?!



Geschichte

- der italienische Physiker Alessandro Volta gehört zu den Ersten, die Biogas untersucht haben.(1776)
- um 1900 entstanden die ersten kommunalen biologischen Abwasseranlagen
- In den 30er und 50er Jahren hat man Versucht Biogas nicht nur aus Abwasser zu gewinnen(Festmist, Gülle).
- Bis 2000 war es ein Hin und Her der Entwicklung der Biogasanlage (durch sinkende Ölpreise und Ölkrisen)
- Doch ab dem Erneuerbare-Energien-Gesetz 2000, 2004 & 2009 war die Biogasanlage wieder ein großes Thema zur Energie Gewinnung.

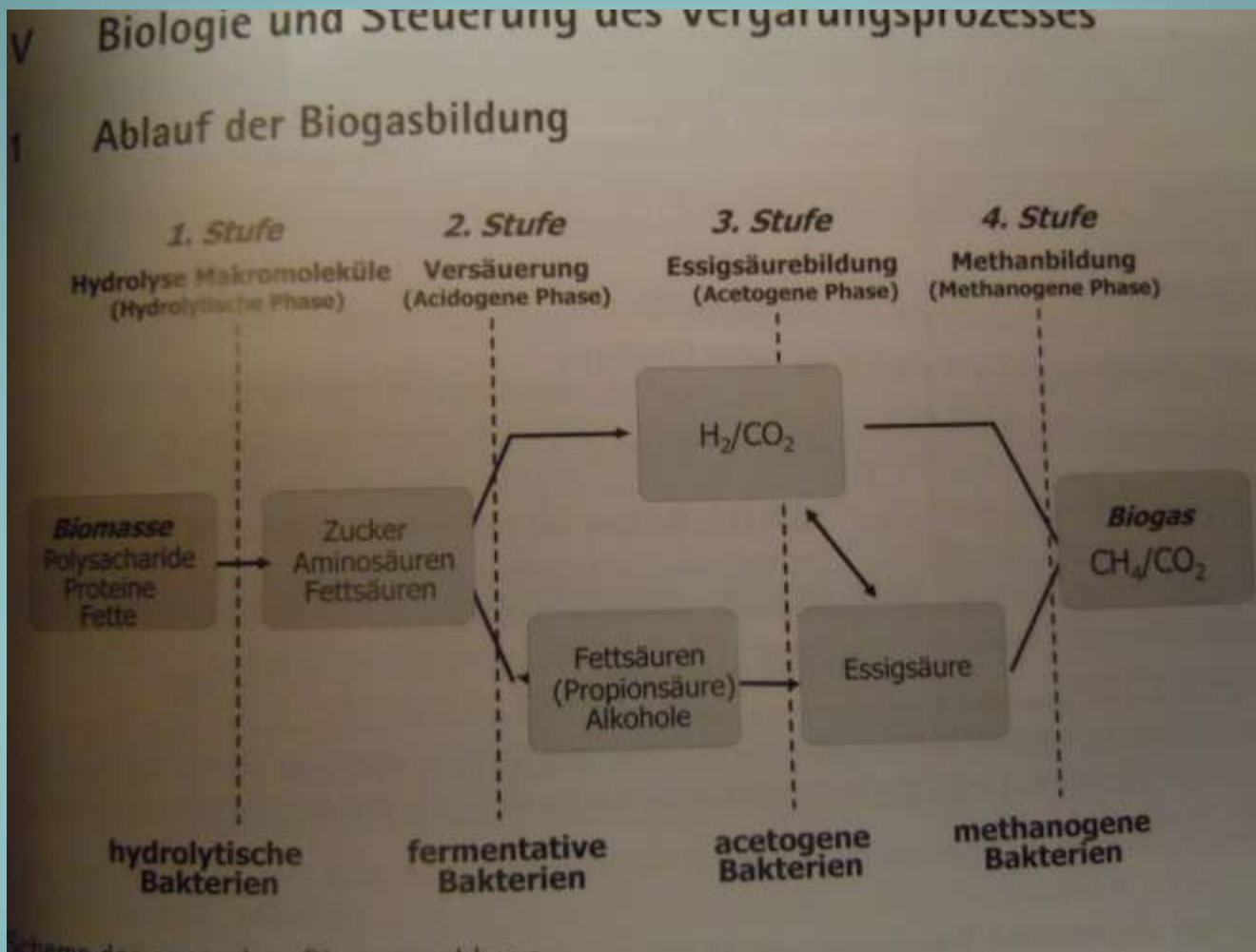
Entwicklung



Biogas

- Biogas ist ein aus Biomasse und/oder biologisch abbaubaren Teilen von Abfällen mittels Pyrolyse oder Gärung hergestelltes Gas.
- Methan (CH_4) : 50 - 75 Vol.-%
- Kohlendioxid (CO_2) : 25 - 45 Vol.-%
- Wasserdampf (H_2O) : 2 - 7 Vol.-%
- Sauerstoff (O_2) : < 2 Vol.-%
- Stickstoff (N_2) : < 2 Vol.-%
- Ammoniak (NH_3) : < 1 Vol.-%
- Wasserstoff (H_2) : < 1 Vol.-%
- Schwefelwasserstoff (H_2S) : 20 - 20.000 ppm

Ablauf der Biogasbildung



Die vier Phasen der Biogasherstellung

- 1. Verflüssigungsphase (Hydrolyse Phase):
- In dieser Phase werden die langkettigen organischen Verbindungen (Fette, Kohlenhydrate, Proteine) durch Bakterien in einfachere organische Verbindungen (Zucker, Aminosäuren, Fettsäuren) zerlegt.

Die vier Phasen der Biogasherstellung

- 2. Versäuerungsphase (Acidogenese Phase):
- Das Produkt der Verflüssigungsphase macht durch säurebildende Bakterien einen Stoffwechsel und wird zu organischen Säuren (Butter- und Essigsäure) abgebaut. Dabei entstehen Wasserstoff, Kohlendioxid und Acetat.

Die vier Phasen der Biogasherstellung

- 3. Essigsäurephase (Acetogene Phase):
- In diesem Schritt werden die organischen Säuren und Alkohole von Bakterien zu Kohlendioxid, Wasserstoff und Essigsäure abgebaut. Mikroorganismen benutzen den Wasserstoff nun zur Methanbildung.

Die vier Phasen der Biogasherstellung

- 4. Methanbildungsphase (Methanogene Phase):
- Durch Mikroorganismen wird das Produkt der Essigsäurephase zu Methan, Wasser und Kohlenstoffdioxid umgewandelt.

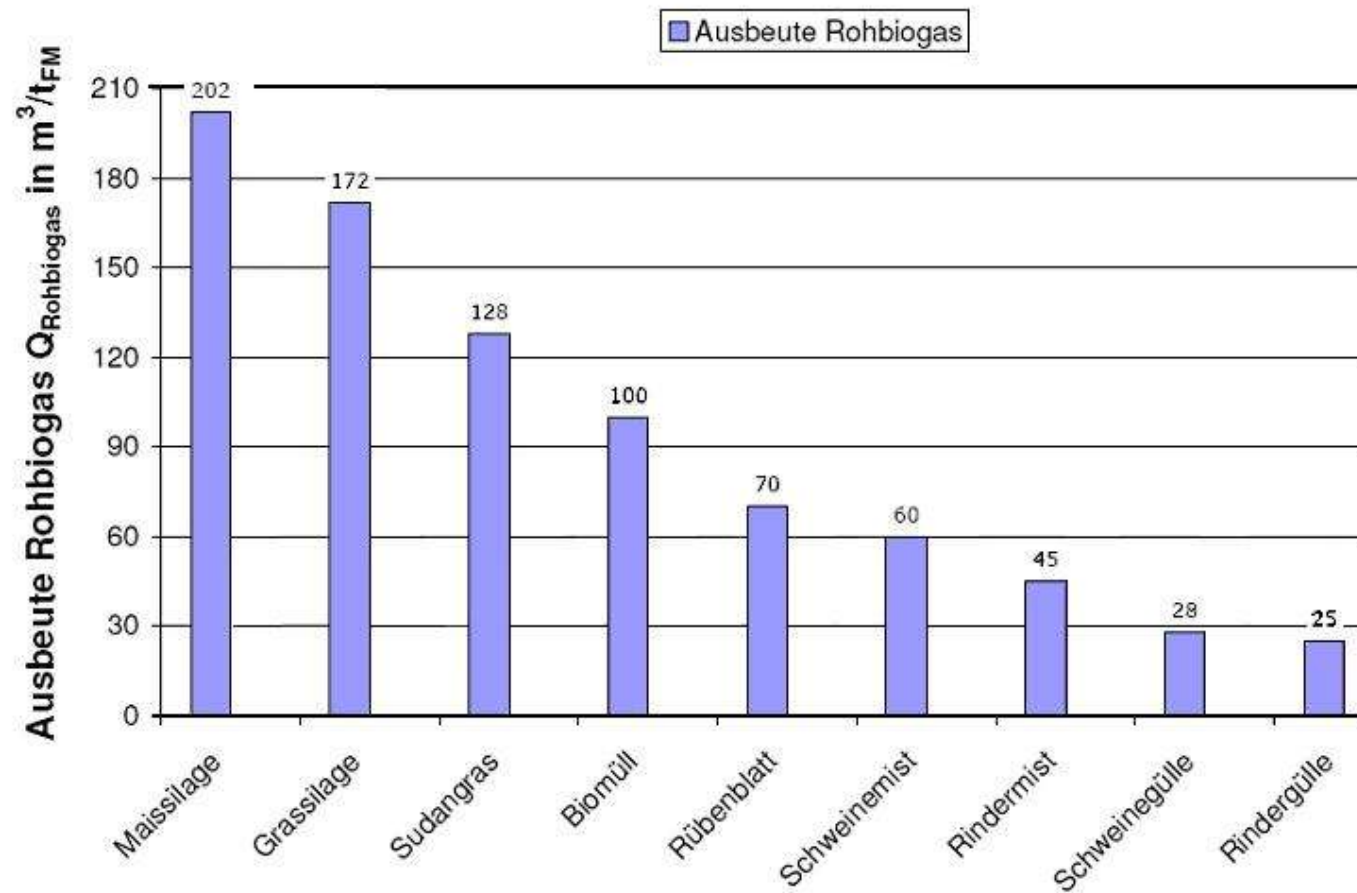
➤ Acetotroph (aus Essigsäure):



➤ Hydrogenotroph (aus Wasserstoff u. CO₂):



Verwendete Substrate



Quelle: EBI Karlsruhe / Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.

Durchschnittswerte

pro ha

Mais (Silomais) | Grünland

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------|
| • Ertrag: (TM 35%) | • 50 t FM | 28 t FM |
| • Lagerverlust: | • 12 % | 12% |
| • Methanhektarertrag: | • 4997 m ³ | 2344 m ³ |
| | • 180 GJ | 84 GJ |
| • Ertrag el. Strom (WG 37%) | • 18489 kWh | 8673 kWh |

Faustformel : 1 t Mais = 200 m³ Biogas

Biogasanlage in Schwinge



Biogasanlage in Schwinge



Biogasanlage in Schwinge

Fakten für März 2011 :

- Verweildauer : ca. 75-80 Tage
- Gasanalyse:
 - CH₄ 52% ; CO₂ 51% ; O₂ 0.1-0.2% ; H₂S 1 ppm
- BHKW1:
 - Gasmenge/Tag : 2200 m³
 - Wirkarbeit/Tag : 4500 kWh
 - Betriebsstunden Ges. : 2441

Biogasanlage Trelder Energiepark

Zum Vergleich :

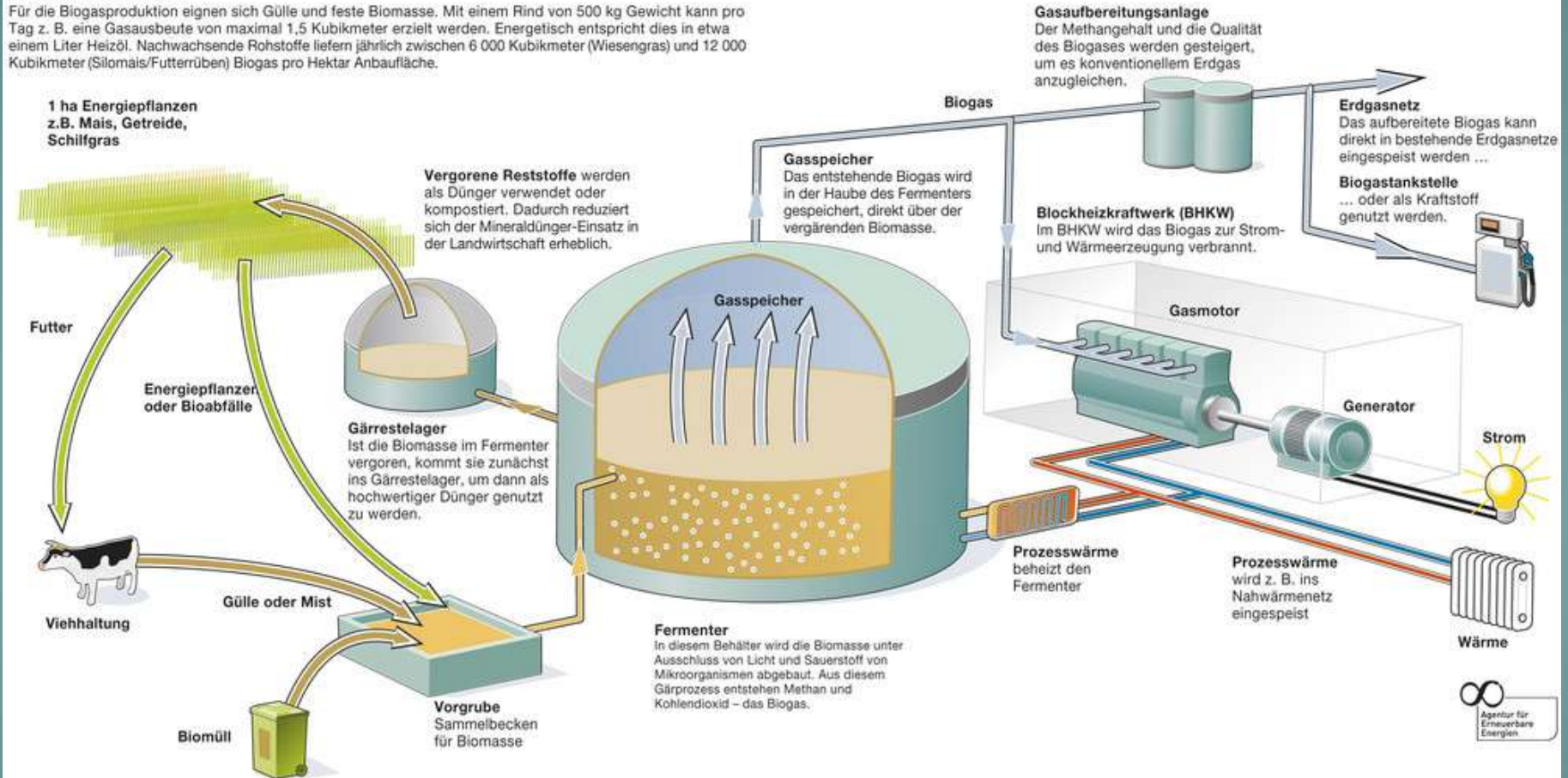
- Hat eine elektrischen Gesamtleistung von 5,1 MW
- liefert elektrischen Strom für etwa 10 000 Haushalte
- 90 000 Tonnen Substrat pro Jahr



Aufbau einer Biogasanlage

Biogas-Anlage

Für die Biogasproduktion eignen sich Gülle und feste Biomasse. Mit einem Rind von 500 kg Gewicht kann pro Tag z. B. eine Gasausbeute von maximal 1,5 Kubikmeter erzielt werden. Energetisch entspricht dies in etwa einem Liter Heizöl. Nachwachsende Rohstoffe liefern jährlich zwischen 6 000 Kubikmeter (Wiesengras) und 12 000 Kubikmeter (Silomais/Futterrüben) Biogas pro Hektar Anbaufläche.



Anlagenarten

- Nassvergärung:
- Trockenvergärung:
- Pumpfähige Mischung aus Substrat und Gärrest
- Stapelbares Substrat

Anlagenarten

Einstufig:

- Ein Fermenter
- Hydrolyse und Methanbildung in einem Behälter

Mehrstufig:

- Zwei oder mehr Fermenter, in Reihe geschaltet
- Hydrolyse und Methanbildung räumlich getrennt

Substratlager

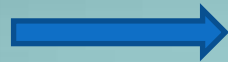
Mais & Mist in Schwinge



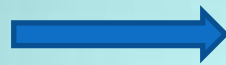
Silage Einlagerung in ein Flachsilo

Substratlager

Filtersystem

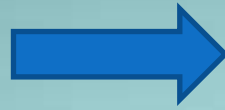


Frischwasser



Substratlager

Fahrzeugwaage
(400-50.000kg)



Vorgrube

- Ist ein Zwischenlager für Gülle und Kosubstrate
- Kann auch zur Nutzung von zerkleinern, vermischen und verdünnen des Substrates verwendet werden.



Vorgrube in Schwinge

- Volumen 200 m³
- Pumpt jeden Tag 8 m³ in den Fermenter (30% Klausel)
- Wird ca. alle 3 Wochen aufgefüllt

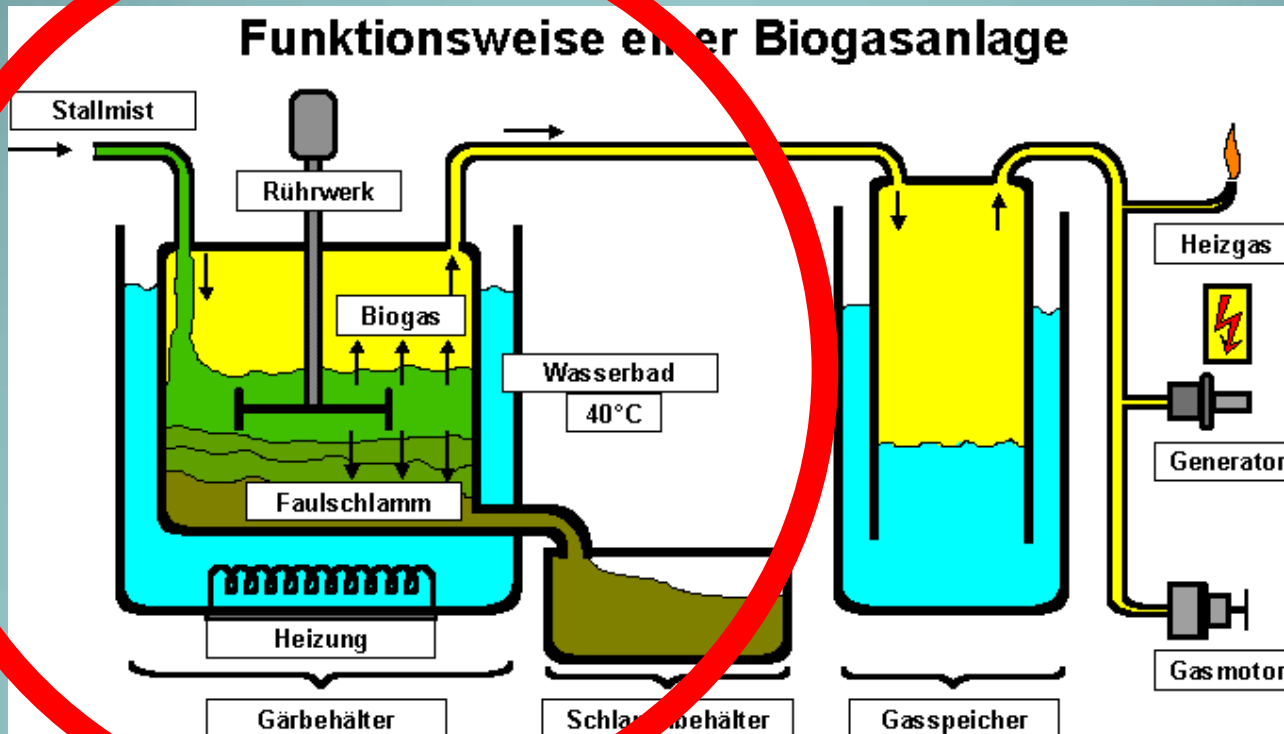


Feststoffeintrag

- Tägliche Befüllung
- Mit ca. 19-20 t
Mais / Mist
- Schneckenpumpe
befördert das
Gemisch in den
Fermenter



Fermenter



Fermenter in Schwinge

➤ Hat ein Volumen von 1800 m³

➤ Es herrscht eine Temperatur von ca. 39-41 Grad.



Möglichkeiten der Entschwefelung

- Adsorption an eisenhaltiger Masse oder die Adsorption an Zinkoxiden
- Zugabe von schwefelbindenden Reagenzien in den Vergärungsprozess
- Entschwefelung im Fermenter durch Lufteinblasung

Möglichkeiten der Entschwefelung



Lufteinblasung

Nachgärer

≙ Fermenter

Fermenter, Nachgärer
sowie Gärrestlager sind
verbunden



Gärrestlager

- Hat ein Volumen von 3200 m³
- Temperatur von ca. 20 Grad
- Hier kühlt das Gas runter



Fermenter, Nachgärer & Gärrestlager



Gasvolumen

Probehahn



Kondensatschacht



Gasfackel

Was ist der Grund
einer Gasfackel ?



mobilen Fackelanlage

Gasfackel

Die Gas Produktion hat kein Not-Aus Schalter und somit muss es eine Möglichkeit der Entweichung geben.

Durch den Verbrennungsvorgang wird das Gas für die Umwelt und den Menschen weitgehend unschädlich gemacht.



Gastrocknung

Adsorptive Gastrocknungsverfahren:

- in einen Festbettadsorber werden Granulat wie z. B. Kieselgele oder Aluminiumoxide eingebracht und vom Biogas umströmt. Dabei fällt das Wasser aus.

Kondensationsverfahren:

- Bei diesem Verfahren wird das Biogas gekühlt, wodurch das darin enthaltene Wasser auskondensiert. Das Wasser wird dem Prozess entnommen und abgeführt.

Gasspeicher

Der integrierte Biogasspeicher

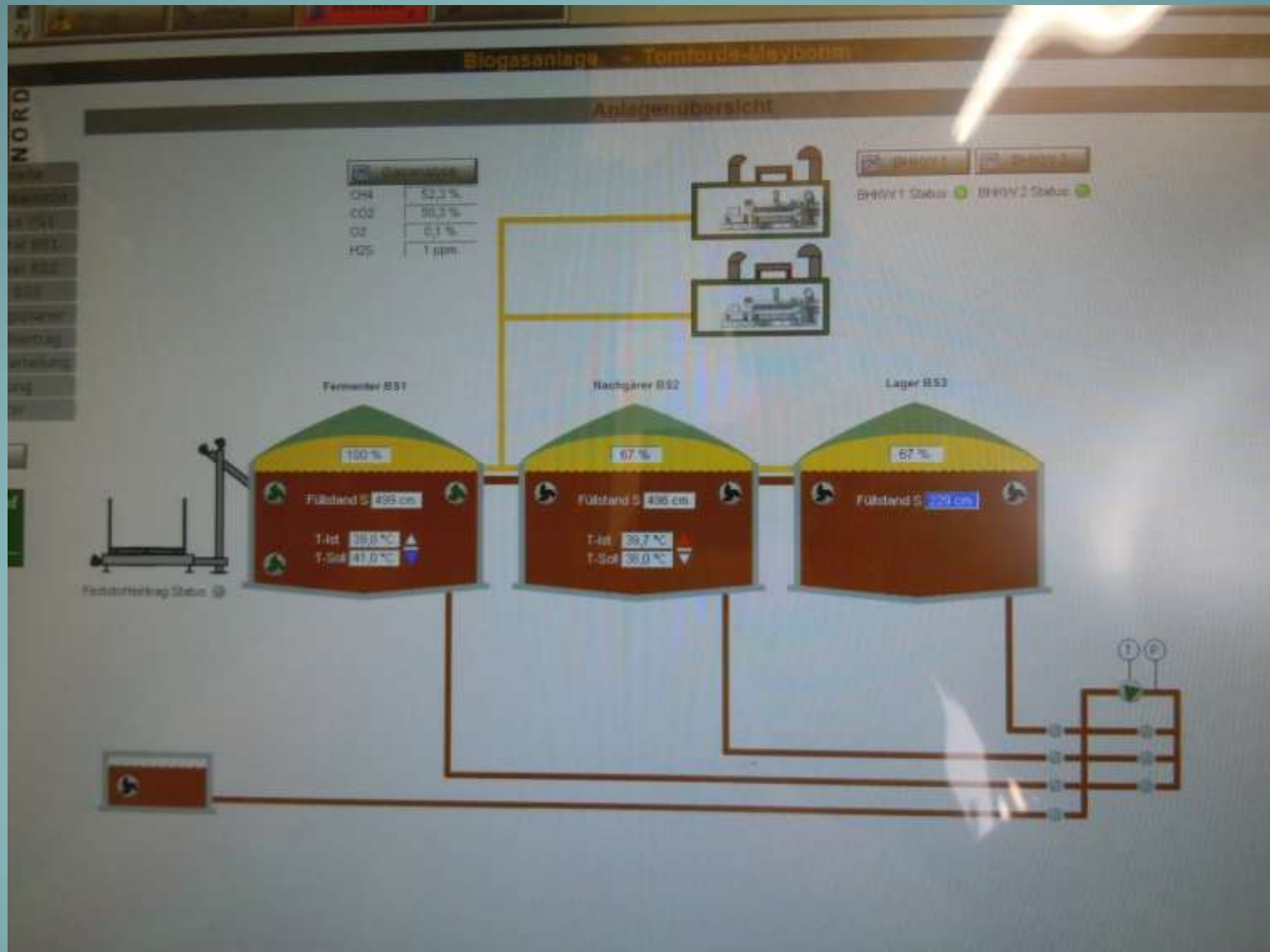
- Verwendet beim Fermenter, Nachgärer und Gärrestlager
- gasdichten Folienhaube
- eine zweite Folie über der eigentlichen Dichtungsfolie als Witterungsschutz
- In den Zwischenraum wird Luft eingeblasen
- Reißfestigkeit mind. 500 N/5cm.
- Zugfestigkeit mind. 250 N/5cm
- Temperaturbeständig von -40 bis +100 Grad

Der integrierte Biogasspeicher

Föhn für die
zweite Folie



Der integrierte Biogasspeicher



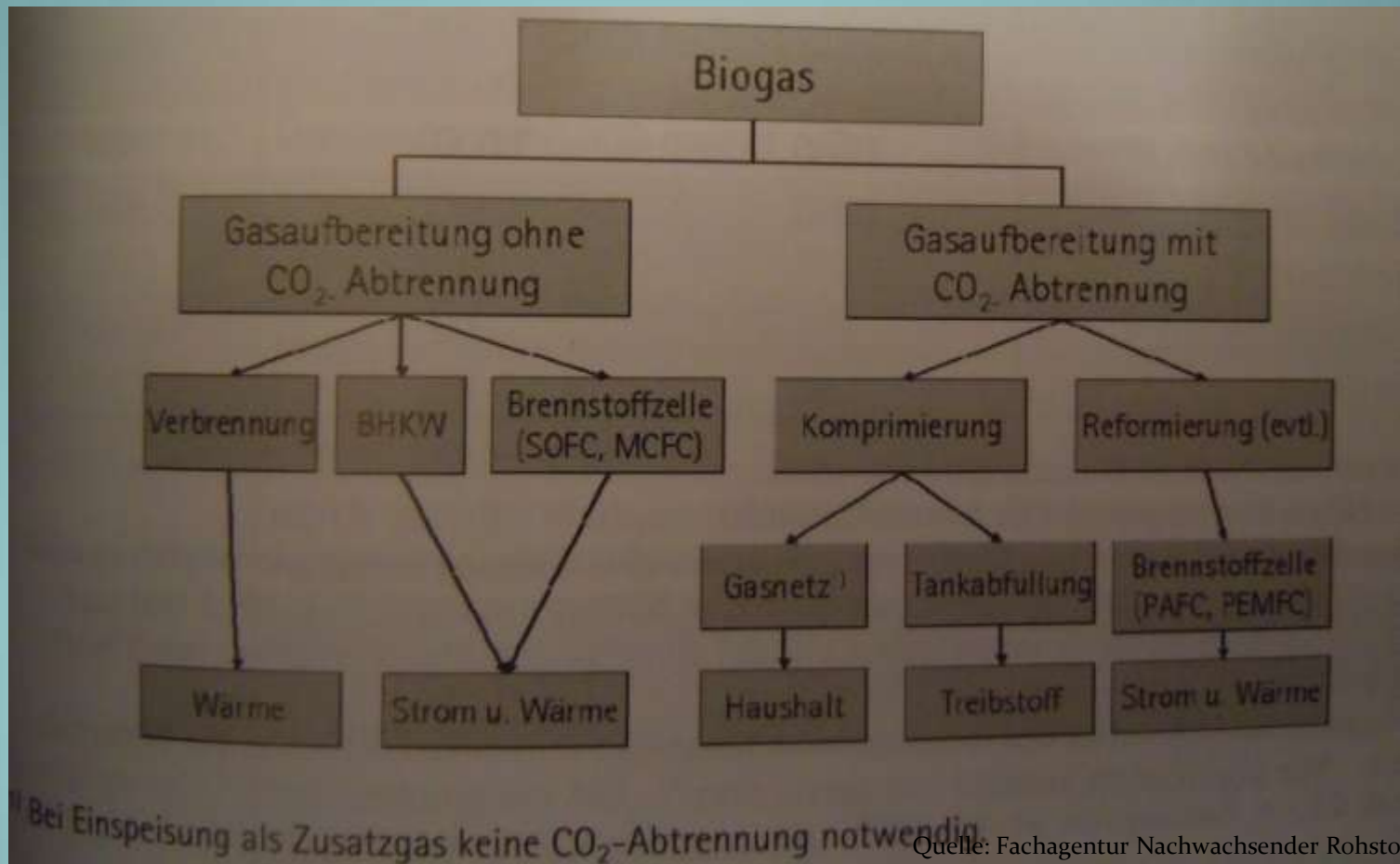
Gasspeicher

Der Externe Biogasspeicher

- Arbeitet genauso wie der interne Biogasspeicher
- Benötigt neues Gebäude
- Gut geeignet für Forschungszwecke



Nutzungsvarianten und Aufbereitungsschritte von Biogas



Quelle: Fachagentur Nachwachsender Rohstoffe e.V.

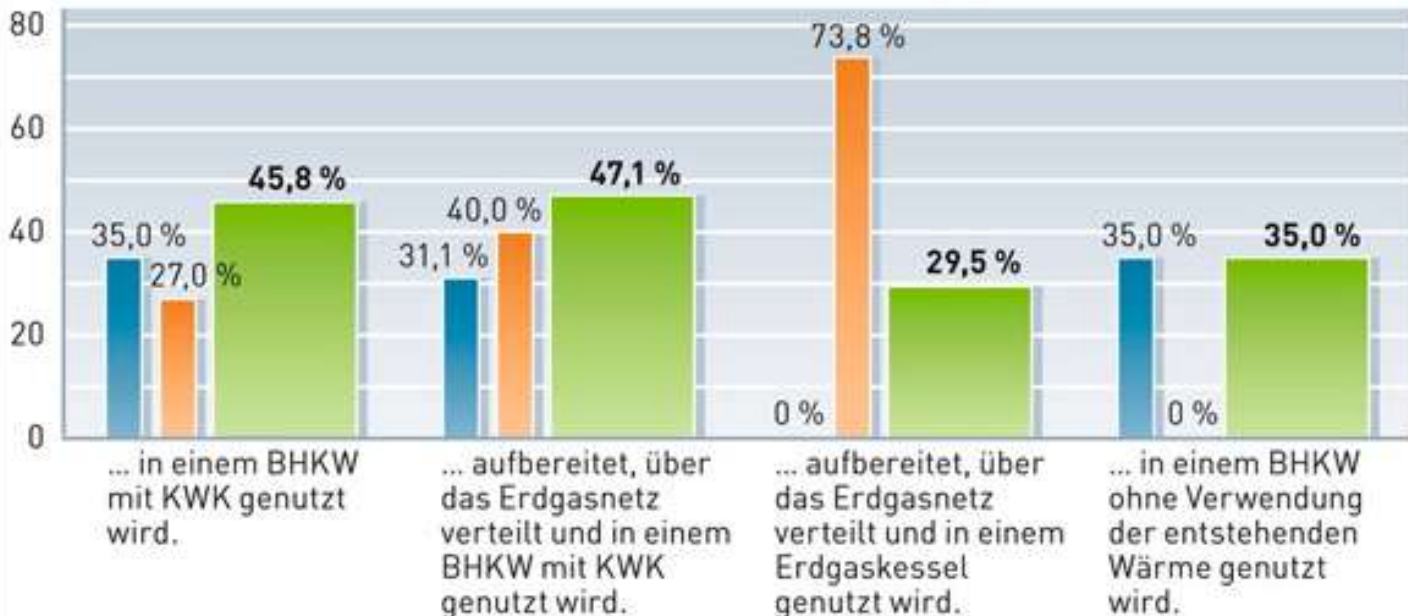
Wirkungsgrad der Nutzungsvarianten

Nutzungspfade für Biogas: Wirkungsgrade im Vergleich

■ Wirkungsgrad Strom
 ■ Wirkungsgrad Wärme
 ■ gewichteter Gesamtwirkungsgrad*

Unterschiedliche Wirkungsgrade, wenn Biogas ...

* Der gewichtete Gesamtwirkungsgrad bringt den energetischen Mehrwert von Strom gegenüber Wärme zum Ausdruck.

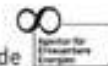


Eingesetzte Primärenergie: Biogas aus der Vergärung von Mais (Ertrag von 1 ha/Jahr)

BHKW: Blockheizkraftwerk, KWK: Kraft-Wärme-Kopplung

Quelle: FNR, IFEU, eigene Berechnungen; Stand: 1/2011

www.unendlich-viel-energie.de



Weitere Nutzungsvarianten

- Stirlingmotor (Ges. WG: 90%)
- Mikrogasturbine (el. WG: 26% bis 32%)
- Brennstoffzelle (el. WG: bis 47%)

Block-Heiz-Kraft-Werk [BHKW]



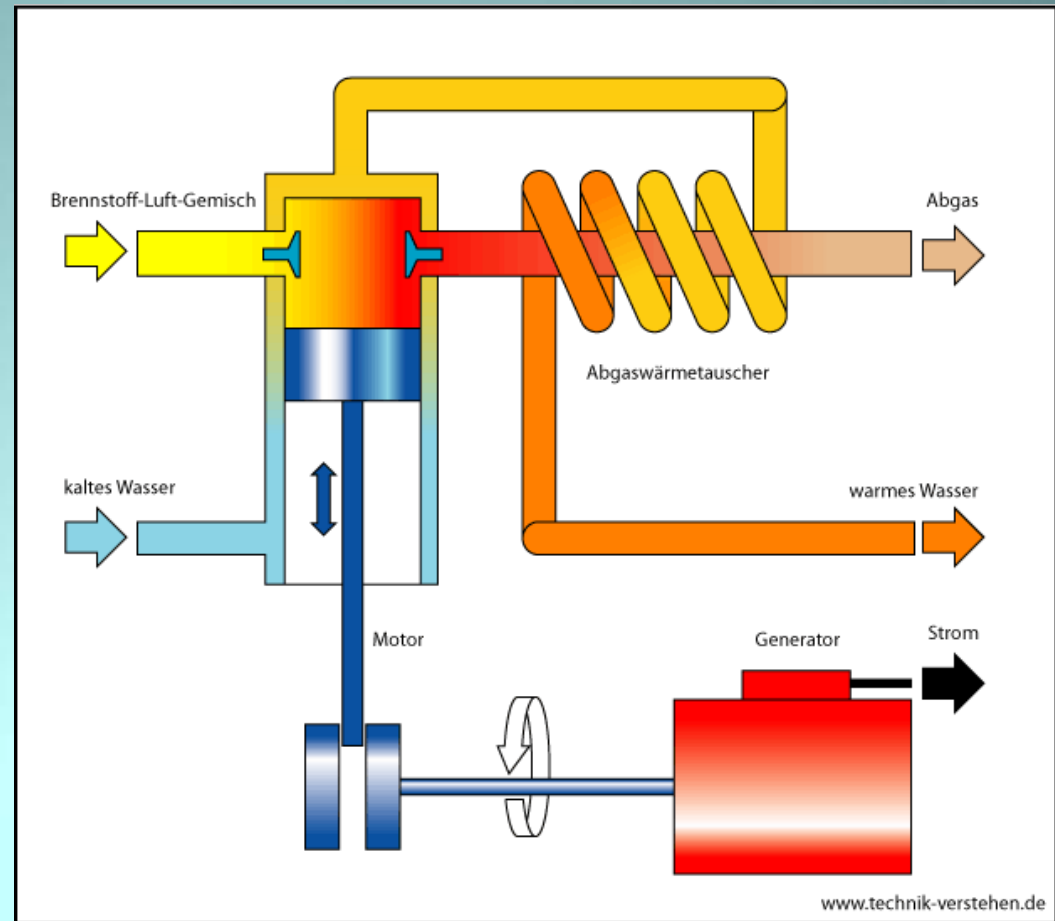
Block-Heiz-Kraft-Werk [BHKW]

Generator



Block-Heiz-Kraft-Werk [BHKW]

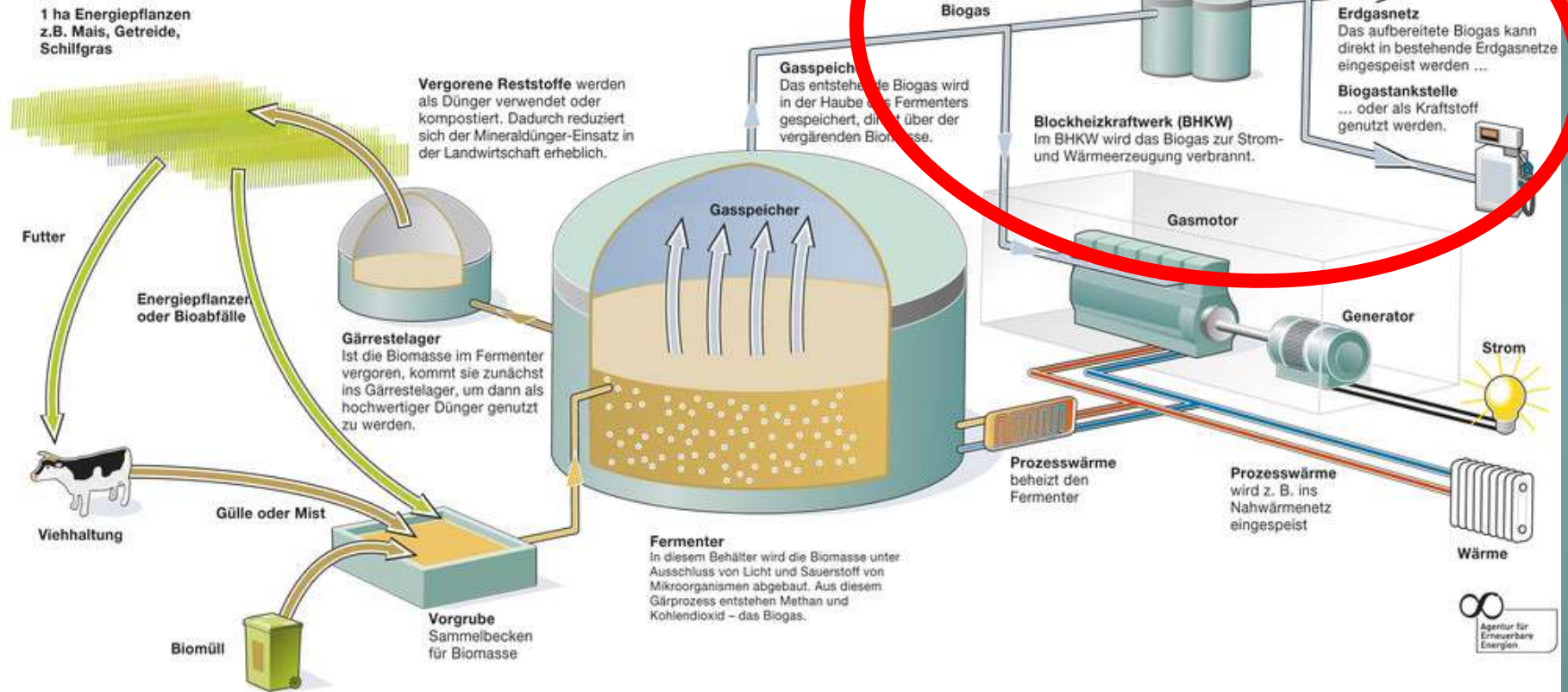
- Mind. Methan-
gehalt von 45%
- Wirkungsgrad:
 - el. ca. 33-42 %
 - th. ca. 35-56 %



Biogas Aufbereitung

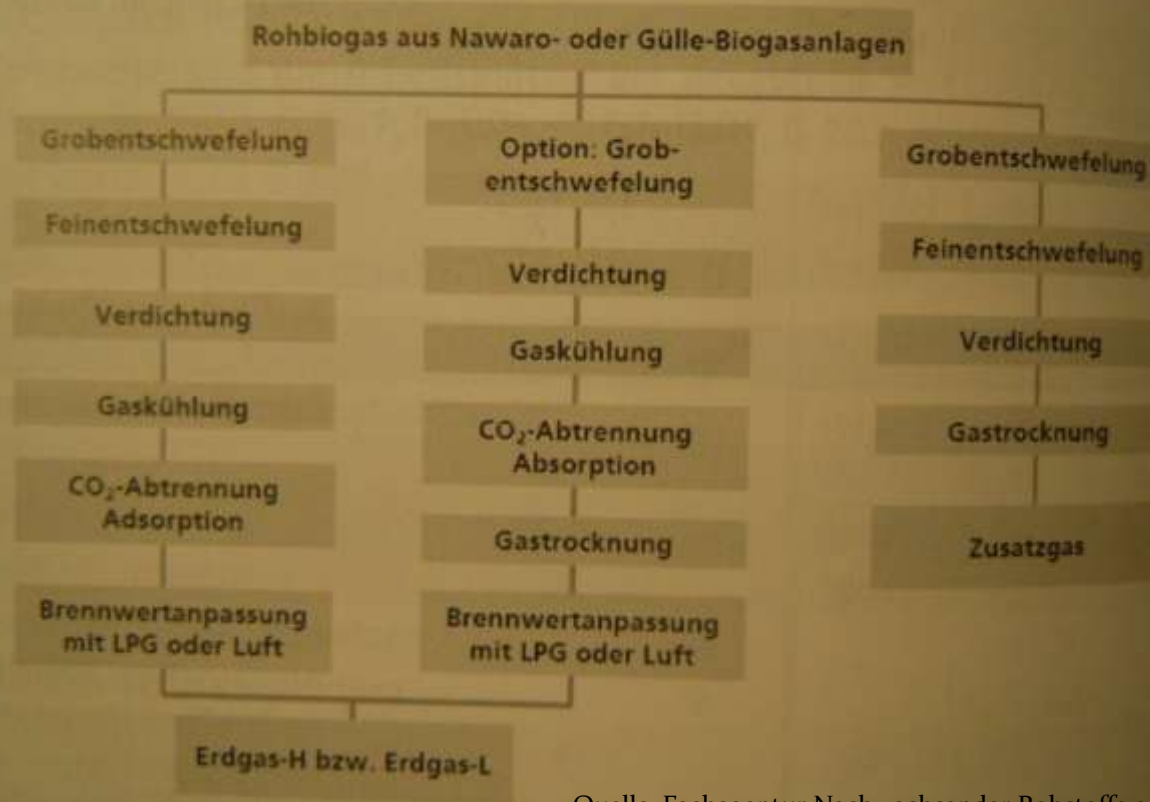
Biogas-Anlage

Für die Biogasproduktion eignen sich Gülle und feste Biomasse. Mit einem Rind von 500 kg Gewicht kann pro Tag z. B. eine Gasausbeute von maximal 1,5 Kubikmeter erzielt werden. Energetisch entspricht dies in etwa einem Liter Heizöl. Nachwachsende Rohstoffe liefern jährlich zwischen 6 000 Kubikmeter (Wiesengras) und 12 000 Kubikmeter (Silomais/Futterrüben) Biogas pro Hektar Anbaufläche.



Biogas Aufbereitung

ngungen miteinander verknüpft und an die konkrete Biogaszusammensetzung
den örtlichen Gegebenheiten angepasst und optimiert werden.



Quelle: Fachagentur Nachwachsender Rohstoffe e.V.

Ökologische Bewertung der Biogaserzeugung

Vorteil:

- Einsparung fossiler Energieträger
- CO₂-Ausstoß ist fast neutral
- Viele Nutzungsmöglichkeiten
- wetterunabhängiger, speicherbarer Energieträger
- Einsparung von Kunstdünger

Nachteil:

- Explosion, Erstickung oder Vergiftungsgefahr
- Methan hat pro Masse einen 25-fach höheren Treibhauseffekt als Kohlendioxid
- Monokulturen, Artenrückgang

Wirtschaftlichkeit

	Einheit	Elektrische installierte Leistung kW _{el}	
		150	500
Gesamtinvestition	€	751.018	1.637.319
Spezifische Investition	€/kW _{el}	4.992	3.264
Leistungen			
Einspeisevergütung gem. EEG bei Inbetriebnahme 2009	ct/kWh _{el}	23,57	18,90
Ertrag aus Stromverkauf	€/a	283.675	758.351
Ertrag aus Wärmeverkauf (2 ct/kWh _{th}) ¹⁾	€/a	8.457	27.525
Summe Leistungen	€/a	292.132	785.875
Variable Kosten			
Summe variable Kosten	€/a	143.566	468.045
Deckungsbeitrag (= Leistungen - variable Kosten)	€/a	148.566	317.830
Fixe Kosten			
Summe fixe Kosten	€/a	115.031	215.893
Einzelkostenfreie Leistungen (= Leistungen - variable und fixe Kosten)	€/a	33.535	101.938
Gemeinkosten	€/a	1.500	5.000
Gesamtkosten	€/a	260.097	688.937
Stromerzeugungskosten	ct/kWh	20,91	16,48
Jahresüberschuss (Gewinn) vor Steuern	€/a	32.035	96.938
Gesamtkapitalrentabilität	%	12,5	15,8

¹⁾ 30 % Wärmenutzung.

Quelle: Fachagentur Nachwachsender Rohstoffe e.V.

Fazit



Quellenangabe

- <http://www.energie-verstehen.de/Dateien/Energieportal/PDF/energie-in-deutschland.property-pdf.bereich-energieportal.sprache-de.rwb=true.pdf>
- <http://www.envitec-biogas.de/biogas/energie-aus-biogas.html>
- <http://www.bioventa.de/service/interessantes-wissenswertes/chemische-prozesse.html>
- <http://www.dvgw.de/angebote-leistungen/forschung/technologie-report/aufbereitung/ausgabe-309/>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Mikro-Kraft-W%C3%A4rme-Kopplung#Stirlingmotor>
- <http://www.hems-renewables.de/renewable-energies/biogas.html#c487>
- <http://stromerzeugung-stromverbrauch.de/Stromerzeugung/CO2-Vergleich-Stromerzeugung.html>
- <http://www.bioconstruct.de/technologie/theorie-grundlagen/einsatzmoeglichkeiten.html>
- <http://www.biogas-netzeinspeisung.at/technische-planung/aufbereitung/reinigung/adsorption-an-eisenhaltiger-masse.html>
- <http://www.bioventa.de/service/interessantes-wissenswertes/chemische-prozesse.html>
- http://www.energieportal24.de/fachberichte_artikel_56.htm
- <http://www.envitec-biogas.de/biogas/energie-aus-biogas.html>
- <http://www.idw-online.de/pages/de/news416528>
- http://vollgas-bioenergie.de/files/2011/03/Abb27_2010_300dpi-599x434.jpg

**Danke für ihre
Aufmerksamkeit!**