
Recuperación de Materiales en la Purificación de Biogas

Dr. M. Wecks

Lutherstadt Wittenberg, 27.10.2006

Simposio INNOGAS: Producción de Biometano de Biogas



Meta

Utilización de los subproductos en la producción de biogas

→ Conversión en recursos

Subproductos:

→ Componente principal CO_2 (p.ej. hielo seco)

→ Componentes secundarios H_2S (p.ej. fertilizante)

NH_3 (p.ej. fertilizante)

...



Presuposiciones

Componentes han que tener la forma pura

→ Separación / Purificación necesario

→ Posibilidades

antes de la producción de biometano

después de la producción de biometano



Producción de CO₂

Separación de las posibles componentes acompañantes

→ H₂S

→ NH₃

→ COS

→ Ácidos carbónicos

→ Componentes moleculares bajos y orgánicos (hidrocarburos)

→ H₂, N₂, O₂

→ H₂O



Comparación de los Procesos para la Producción de Biometano

Biogas ante tratado (CH_4 , CO_2)

Proceso para producción de CH_4

Fase de regeneración

PSA

CH_4 , CO_2

Depuración de agua

CH_4 , CO_2

Depuración de selexol

CH_4 , CO_2

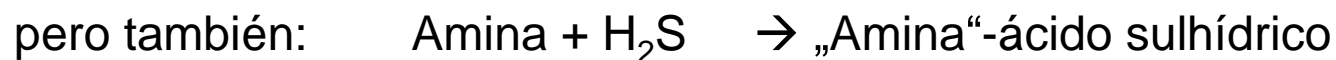
Depuración de amina

CO_2



Depuración de Amina

Depuración: reacción química (reversible!)



Condición necesaria: Biogas ante tratado (solo CH_4 y CO_2)

→ Regeneración de la solución de depuración de amina

tienen efecto en temperaturas de $> 100\text{ °C}$



Regeneración – Pruebas Laboratorias

Regeneración analizado en diferentes temperaturas/ presiones

Meta primaria: solución de depuración regenerada de alta capacidad

Meta secundaria: CO₂ de alta pureza

dependiente de la temperatura/ presión se puede ajustar la capacidad y con eso la cantidad del dióxido de carbono desorbido

Resultados: approx. 55 g/l CO₂ combinados

100 °C	14,5 g/l concentración residual	73,3 % desorbido
130 °C	7,3 g/l	86,7 %
160 °C	1,8 g/l	96,6 %

se obtiene CO₂ de alta pureza de > 99 %

Envejecimiento de la solución de depuración determinado (20 ciclos)



Regeneración – Pruebas Pilotos

La DGE construyó tanto una planta piloto trabajando discontinuo como una planta piloto trabajando continuo para la regeneración de amina

Los primeros resultados de pruebas ya no optimizados:

Cargar solución de depuración antes de regeneración: 38 g/l

Cargar solución de depuración después de regeneración: 14 g/l

Siguen analizar el envejecimiento de la solución de depuración bajo de condiciones reales

Se puede extraer CO₂ de una pureza de > 99 % de la solución de depuración de biogas ante tratado (CH₄ y CO₂).



Desulfurización

Física:

- Adsorción en carbón activado dotado (hasta capacidad de 200 %) o en el hierro respectivamente

Biológica:

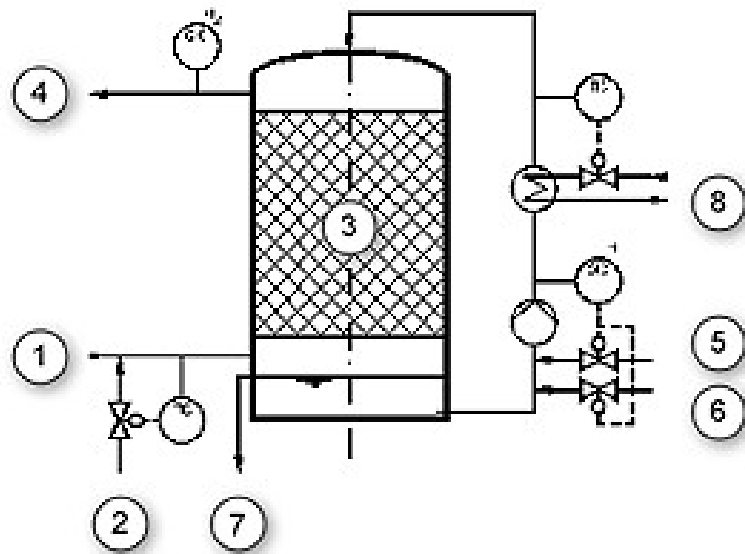
- Producción de azufre y sulfato

Química:

- Producción de azufre, ácido sulfuroso o sulfato



Desulfurización Biológica



Principio de proceso:

Gas y aire de contenido H_2S

Reactor \rightarrow sustrato con biología
(acidithiobacillus thiooxidans especial)

Oxidación a **S** (75 %) y **SO_4^{2-}** (25 %)

Lavar los productos de oxidación con
líquido de lavar \rightarrow descargar del reactor

250 – 1.250 m^3/h , hasta 10.000 ppm H_2S

Fuente: p.ej.: AAT Abwasser- und Abfalltechnik GmbH & Co
S&H GmbH & Co. Umweltengineering KG

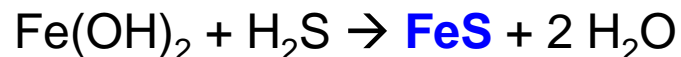


Desulfurización Química Húmeda

- con NaOCl:

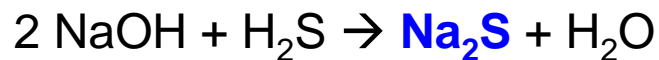


- con solución de Fe(II):

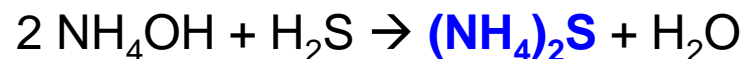


- con depuración alcalina:

NaOH:

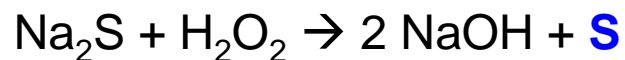


NH₃ agua:

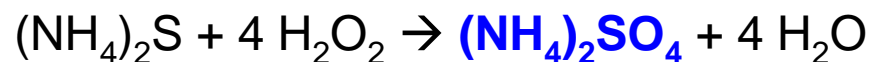
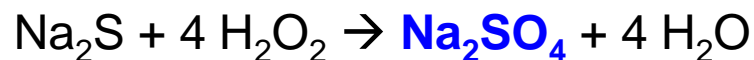


Oxidación del Sulfuro

con agua oxigenada:



2 kg 50% H_2O_2 / kg H_2S
max. 940 g azufre



8 kg 50 H_2O_2 / kg H_2S
max. 4,1 kg sulfato amónico
(3 kg de sulfato)



Pruebas Laboratorias – Desulfurización Química Húmeda

Depuración de biogas con concentración de H_2S de 100 ppm con soluciones diferentes con y sin la adición de H_2O_2
(tiempo de retención en el reactor approx. 10 minutos)

Solución de depuración	Eliminación completa de H_2S
Agua	no
Agua con H_2O_2	no
Sosa alcalina con H_2O_2	si
NH_3 agua con H_2O_2	si



Resultados – Desulfurización Química Húmeda

Depuración con solución alcalina (NaOH) H_2O_2



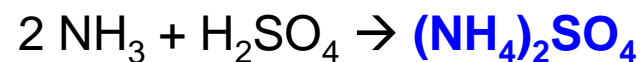
Azufre de la depuración
(concentración de azufre > 98 %)



Azufre adquirible comercialmente

Eliminación de Amoniaco

- Adsorción en carbón activado dotado
- Depuración ácida:



Prueba laboratoria:

Biogas modelado con 5 ppm NH_3 , depuración con ácido sulfuroso aguado

→ Eliminación completa de NH_3 con formación de sulfato amónico



Transcurso Posible del Proceso

→ Biogas

→ Desulfurización (tal vez multipaso)

→ Azufre, ...

CH_4 , CO_2 , N_2 , O_2 , H_2 , tal vez NH_3

→ tal vez eliminación de amoniaco → Fertilizante

CH_4 , CO_2 , N_2 , O_2 , H_2

→ Depuración de amina → CO_2

CH_4 , N_2 , O_2 , H_2

→ Biometano



Resultado

- Para biometano (> 98 % CH₄) purificación de biogas necesario
- Se puede minimizar los gastos adicionales en producción de biometano por producción de recursos, con eso la producción de recursos es razonable
- Se puede extraer CO₂ de alta pureza → utilización posible
- Utilización de H₂S en forma de azufre, ácido sulfuroso o sulfato como fertilizante (sulfato amónico) posible
- Tal vez posible utilización de NH₃ en forma de fertilizante (sulfato amónico)
- Según las condiciones, exigencias y posibilidades de aplicación el proceso hay que ser adaptado

