

Plantas de tratamiento de gas pobre: ¿Negocio con certificados en rellenos sanitarios?

Autor: WOLFGANG H. STACHOWITZ

Traducción: Anja Wucke, Silvia Trevizán, personal de GTZ afectado al Proyecto Residuos Rosario

El programa europeo para la protección del clima quiere instalar el mercado de certificados como una columna portante para la protección eficiente del clima del punto de vista de los costos. Mientras se esta por preparar la implementación de la propuesta del reglamento europeo en la ley nacional en Alemania, hay varias preguntas abiertas como p.ej. con respecto a los proyectos nacionales de compensación. Aparte del CO₂ de la primera fase, la propuesta de reglamentación abarca también otros gases de efecto invernadero para el mercado de certificados, entre otros el metano (CH₄), que se emite en una cantidad importante con el gas de un relleno sanitario. Este artículo investiga, cuales son las condiciones bajo las cuales un negocio con certificados de gas de un relleno sanitario serían pensables.

El efecto invernadero se ve aumentado a través de gases relevantes para el clima, como p.ej. el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y los hidrocarburos fluorados o clorados, a través de los cuales se produce un aumento no deseado de la temperatura promedio de la tierra (efecto invernadero antropogénico). Este efecto constituye entre el 0,5 - 1,5 % del efecto invernadero total, del cual el aporte del metano (CH₄) es de 10 - 25 %. El 13 % de las emisiones de CH₄ no deseadas provienen de los rellenos sanitarios (en Alemania 380.000 toneladas)(1).

Efecto invernadero relativo a diferentes gases

El efecto de los gases antropogénicos relevantes para el clima es muy diferente y depende del caudal másico de las emisiones y del potencial de calentamiento GWP (Global Warming Potential). Además importa el periodo que se toma en consideración, dado que sustancias diferentes tienen tasas de degradación distintas en la atmósfera, se considera frecuentemente un periodo de cien años.

Según Wuebbles y Edmonds (2) y un informe editado en Gran Bretaña en 2001 (3) hay que considerar los GWP mencionados parcialmente en tabla 1.

En la definición del factor GWP se toma en consideración la absorción de la radiación térmica de la molécula correspondiente y su periodo de permanencia en la atmósfera.

¿Negocio de certificados para gas de rellenos sanitarios? Obligaciones para la protección del clima

Según el consejo de la Unión Europea (acuerdo del 11 de diciembre de 2002, acta 2001/0245) existe la propuesta revisada sobre un " reglamento del parlamento europeo y del consejo sobre un sistema para el mercado de derechos de emisiones de gases de efecto invernadero en la unión". Este reglamento abarca los gases de efecto invernadero dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), óxido nitroso (gas hilarante, N₂O) hidrocarburos parcialmente halogenado (HFC), hidrocarburos perfluorados (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Para lograr los objetivos de compromiso de la UE en Kyoto para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un 8% hasta el año 2012 referido al año 1990 y para implementar la decisión del gabinete nacional de noviembre de 1990: reducción del gas de efecto invernadero más importante, el CO₂, en un 25% hasta 2005 (año de referencia también 1990), se va a establecer un mercado de derechos de emisiones como instrumento para una protección eficiente del clima.

Las opiniones sobre el cumplimiento de los objetivos alemanes - la reducción de CO₂ de 25% hasta 2005 y la reducción deducida del protocolo de Kyoto del periodo entre 2008 y 2012 de 21% de los valores alcanzados en el año 1990- difieren, pero son sobre todo escépticas.

Según el informe semanal del Instituto Alemán de Investigación Económico (DIW) 6/01 la República Federal de Alemania logró en el año 2000 (un año caluroso) una reducción de CO₂, corregida por el efecto de temperatura, de alrededor de 15%.

Para lograr el objetivo apuntado para 2005 se debería reducir las emisiones de CO₂ de los próximos 5 años adicionalmente en aprox. 100 millones de toneladas - es decir casi un 12 %.

En el año 2002 (nuevamente un año caluroso) las emisiones de CO₂ se redujeron en un 0,2%, corregido por la temperatura, en comparación con el año 2001.

Para lograr el objetivo nacional las emisiones de CO₂ tendrían que ser reducidas en un 11 %, corregido por la temperatura, dentro del corriente año y los siguientes dos años, según el DIW. Aún el aporte alemán al protocolo de Kyoto puede ser difícil de cumplir, alerta el DIW según una nota de prensa de la agencia alemana de prensa (dpa) del 20 de febrero 2003.

Gas de un relleno sanitario y tecnologías opcionales de reducción de emisiones

En el ámbito de relleno sanitario se habla del metano (CH₄) mencionado en el anexo II del borrador de la reglamentación de la UE. Aquí se trata de reflexionar sobre la posibilidad de la participación en el mercado de certificados con la implementación de tecnologías de reducción de emisiones en un relleno sanitario.

Según los gráficos 1 y 2, el desarrollo actual de la tecnología, la ley de residuos y los fomentos a través de la ley de alimentación a la red de distribución de energía con energías renovables, se prevé que no habrá negocio con certificados para tecnologías para gases con un contenido superior al 25 % en volumen de CH₄ (incineración pura / oxidación) y para aprox. 35 - 38 % en volumen (aprovechamiento en motores de gas), porque se va a excluir un doble fomento. /1/

Tabla 1: Potencial de calentamiento de la tierra de varios gases antropogénicos

Gas de efecto invernadero	Vida útil estimada	20 años GWP	100 años GWP	500 años GWP
CO ₂	Variable	1	1	1
CH ₄	12	62	23	7
N ₂ O	114	275	296	156
Varios hidrocarburos clorados o fluorados				

Hay que reflexionar sobre la implementación de microturbinas (pro2-Anlagentechnik GmbH) en esta gama de potencia, es decir para un gas con 25 - 30 % en volumen de CH₄ con aprox. 95 kW_{el} y sobre el proceso de membrana para el aprovechamiento del gas de un relleno con bajas concentraciones de metano (S.T.E.P. Partnerschaft Aachen). Se pueden mostrar las primeras aplicaciones de la microturbina de gas de Pro2 desde 2001 con gas de un relleno y biogas. En el proceso de membrana de S.T.E.P. se disminuye el contenido de CO₂ del gas del relleno (20 - 35 % en volumen de CH₄). A través de este empobrecimiento en CO₂ (CO₂ como permeato) antes del uso en el motor, se "aumenta" la concentración del CH₄ en el gas del relleno. Actualmente solo se puede obtener un beneficio económico (sin negocio de certificados de CO₂) con una planta modular combinada para generar energía y calor en un relleno con más de 25 % en volumen de CH₄ y aprox. 300 m³/h de gas.

*1 Nota del traductor: En Alemania hay un beneficio para aquellos que alimentan la red de distribución de energía con energía renovable y un beneficio por la venta de los certificados, pero no se admite la suma de los beneficios

Según mi opinión en Alemania solo queda una opción para el negocio de certificados en el rango de operación bajo del límite de explosión, es decir para las tecnologías de filtro biológico (varios proveedores), VocsiBOS (Haase Energietechnik AG), Depotherm (UMAT-Deponietechnik GmbH) conocida como oxidación no catalítica y el tratamiento catalítico de gases pobres (Pro2-Anlagentechnik GmbH).

Valor calorífico	0	0,22	0,4	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	4,5	KWh/m3
Contenido de metano	0	2,2	4	5	10	15	20	25	35	45	% en volumen de CH4
	gas pobre				gas con concentraciones medias de CH4			as con concentraciones elevadas de CH4		gas rico	
Usos del gas					Limite superior de explosión			Limite técnico de la combustión de alta temperatu.		Operación rentable de plantas modulares para generar energía y calor combinados	
					Incineración en horno de lecho fluidizado fijo			Muflas, generación de vapor Combustión de alta temperatura (por límites de emisiones según GUV 17.4)			
					Limite inferior de explosión, 4,4% en vol. Según IEC 60079-20						
					Incineración en horno de lecho fluidizado fijo con precalentamiento						
	Biofiltro y sistemas de tratamiento de gases pobres 2,2% en volumen)										

1: Datos técnicos y opciones del tratamiento de gas de rellenos sanitarios

Tecnologías para el posible negocio con certificados en rellenos sanitarios

Biofiltro

Para la oxidación de metano la creación de condiciones físicas y químicas ideales es un requerimiento indispensable: Calor (aprox. 30°C de temperatura), humedad (30 hasta 70% de la capacidad de retención de agua máxima). pH neutro hasta ligeramente ácido, nutrientes dentro o encima del biofiltro, etc., que permitan a los microorganismos, que se encuentran dentro de la película de líquido, mantener su metabolismo. Esto requiere bastante soporte técnico y personal para regular la temperatura (también en el invierno), encontrar la humedad óptima, ajustar el pH, etc. Si estas condiciones no se pueden controlar, el rendimiento de degradación será influenciado de una manera negativa por daño irreversible de los microorganismos.

Como "buena" depuración biológica de CH4 se puede considerar aprox. 70% de reducción (5). Según ensayos en la práctica de (6) resulta una mala degradación del CH4 a través de una humidificación demasiado alta del biofiltro y una provisión insuficiente de oxígeno con la creación de zonas anaeróbicas en el filtro.

Según J.Streese, R.Stegmann "Oxidación microbiológica de metano en rellenos sanitarios viejos con biofiltros" se logra con un volumen del biofiltro de 415 m³ (es 20 m x 20 m x 1 m) cumpliendo con los requerimientos mencionados arriba (pH, T, humedad) con: 50m³/h de gas del relleno, CH₄ = 20 % en volumen, con 400 m³/h de gas sin tratar con 2,5 % en volumen de metano y un rendimiento de depuración deseado de 90 %. Para la practica se calculan volúmenes todavía mas grandes de biofiltros por las diferencias de temperaturas en el biofiltro y la desecación. En publicaciones más viejas resultaba un volumen de aprox. 276 m³ basado en ensayos del laboratorio.

Según la opinión del autor el uso de estos biofiltros serian excluidos para el mercado de certificados. (volumenes demasiado grandes para lograr oxidaciones de metano pequeñas y bajo condiciones difíciles de temperatura, humedad, pH, etc).

Oxidación catalítica y no catalítica

En las plantas de "oxidación no catalítica" el metano se transforma en CO₂ y H₂O a través de la oxidación térmica. Esta oxidación térmica es un proceso exotérmico y se desarrolla entre aprox. 850 °C y 1000°C (varía según proveedor) en reactores aislados.

La energía calorífica liberada se introduce al gas depurado y se usa para calentar el reactor. Una operación termicamente sustentable es factible a partir de 0,3 hasta 0,5 % en volumen de CH₄ (según proveedor), una operación sin dilución es factible hasta 1-1,5% en volumen de CH₄. Con concentraciones de CH₄ mas altas se produce un sobrecalentamiento del reactor que se evita a través de un agregado de aire. El arranque de la planta se hace de una manera eléctrica o con un quemador de gas piloto. Se trata de un proceso discontinuo porque se tiene que cambiar la dirección del flujo dentro del "reactor" con ayuda de una tapa de inversión por el perfil de la temperatura que se desarrolla.

La tecnología en vía de desarrollo de "oxidación catalítica" tiene como objetivo lograr trabajaren un rango de 5 hasta 25% en volumen de metano. Así se lograrían dos ventajas: No haría falta diluir el gas del relleno y se trataría de un proceso continuo.

Posibles ganancias y costos

Por tratarse de gas de un relleno sanitario (con el gas conductor CH₄) se habla a continuación de certificados de CO₂, pero en un sentido más correcto se trata de "equivalentes de dióxido de carbono ", con un potencial equivalente de calentamiento de la tierra.

Los requerimientos del negocio con certificados son:

a) descripción del proyecto y línea de base

En este documento se define como se mide la reducción de CO₂, es decir con que tecnología y con que equivalencias de CO₂. Además se elabora un estudio de referencia.

b) Evaluación y Validación

En la validación se prueba y se fija el método que se va usar para definir la reducción de emisiones.

c) Supervisión y monitoreo

En este informe se documentan y se acompañan con comprobantes los datos relevantes para la reducción de emisiones. Se define el periodo de observación.

d) Certificación

Después de la aceptación del informe de monitoreo, en acuerdo con la validación, se certifica la reducción de emisiones de CO₂ dentro del periodo de observación (en general un año calendario).

Las fases b y d tienen que ser acompañadas y aprobadas por instituciones independientes, las fases a y c pueden ser implementadas por el proponente del proyecto mismo.

Plantas como ejemplos

Ejemplo para alta cantidad y poca carga

1500 m³/h gas mezclado, carga de 1 % en volumen de CH₄,
demanda energética aprox. 15 kW , Tiempo de operación : 8400 h/año
carga adicional de CO₂: 15 kW x 8400 h x 0,6 hasta 0,9 kg/kWh = 75,6 t/a hasta 113 ton/a
(no corresponde tenerlo en cuenta, si la empresa productora y distribuidora de energía tiene un permiso de emisión CO₂).

Mitigación de CO₂ por oxidación de metano: 15 m³/h x 8400 h x 23 GWP X 0,7 kh/m³ = 2030 ton/a

Reducción de CO₂: aprox. 1960 ton/a hasta 1920 ton/a

Valor de ahorro (ver tabla 2): 1920 ton/a hasta 1960 ton/a x 5 Euro/t hasta 100 Euro/t = 9.600 hasta 196.000 Euro/año

Inversiones adicionales en comparación con un biofiltro aprox. 50.000 hasta 75.000 Euro, según modelo y equipamiento.

Costos por tonelada reducida de CO₂ (10 años con un mantenimiento de 5000 Euro/año sin amortización ni intereses):

Inversión aprox. 110.000 Euro + 10 x 5.000 Euro = 160.000 Euro + 8400 h x 0,1 Euro/kWh x 15 kW x 10 años = 286.000 Euro

Ahorro de CO₂: 10 años x 1920 ton/año = 19200 ton

Costos en este ejemplo: aprox. 15 Euro/ton CO₂ equiv.

Precio en Euro por "t" CO ₂	"bolsa de comercio"	Fuente
6,58	Hessen Tender, 2003	Wlb 1-2/2003 www. Hessen-tender.de
5 hasta 30	Instituto Nacional de Medio Ambiente (UBA)	Email del 22.01.03 para el autor
40	Multa a partir de 2005 para empresas por tonelada CO ₂ no habilitada	Consejo de la Unión Europea - Decisión política del 11 de diciembre de 2002
100	Multa a partir de 2008 para empresas por tonelada CO ₂ no habilitada	Consejo de la Unión Europea - Decisión política del 11 de diciembre de 2002
5 -10	Oeko-Institut Freiburg	Informe corto para la fundación World Wild Fundation 9 de diciembre de 2002
3-5	Venta de un certificado de la empresa Schmack Biogas	Email del 10.02.03 para el autor
20 -33	IG-BCE pericia	Información del 10 de marzo del ministro de economía Werner Mueller del 27.01.2003
5,5 - 7 US\$	Die Zeit, diario	Basura en oferta, www.diezeit.de del 11.02.03
7 US \$	Pericia de la Asociación económica de Acero	Verein dt Eisenhuettenleute, Informe: mercado de certificados de reducción de emisiones, del 22.10.2002
20 - 40	Fraunhofer Institut	www.isi.fhg.de/u/planspiel(zsig.pdf del26.02.2003
15 libras esterlina	UK Trading Group	www.greenergy.com/our_company/media-centre/arc_april_2000_co2.html
5 - 7	Future Camp	Precio del mercado actual de los permisos de la UE

Planta realizada cerca de la cancha en Lampertheim

Periodo de observación: Mayo 2000 hasta diciembre 2002 (datos del Magistrado del municipio de Lampertheim, dirección de protección de suelo y ITD Birkenmeyer).

Metano oxidado: 146.631,1 m³ (documentación recién desde mayo 2000)

Demanda energética: 5765 kWh.

Inversión en el año 1999: Costos de ingeniería, costos de planificación, habilitación, costos adicionales (fundación, cerco) compresor y planta de VocsiBox: 173.000 Euro

Costos de mantenimiento por año hasta 2001: 5000 Euro, a partir de 2002: 6400 Euro

Carga adicional de CO₂: 65765 kWh x 0,6 hasta 0,9 kg/kWh = 39,5 t hasta 59,2 t (no corresponde tenerlo en cuenta, si la empresa productora y distribuidora de energía tiene un permiso de emisión de CO₂)

Reducción de CO₂ por oxidación de metano: 146.631,1 m³ x 23 GWP x 0,7 kg/m³ = 2.361 t

Ahorro de CO₂: aprox. 2300 t

Valor del ahorro hasta fin de 2002: 2300 t x 5 Euro/ton = 11500 Euro hasta 230.000 Euro

Costos por tonelada de CO₂ reducida: (10 años de mantenimiento sin amortización ni intereses): Inversión y costos de operación: 174.000 Euro + 3 x 5000 Euro = 174.000 Euro + 65.765 kWh x 0,1 Euro/kWh = 196.000 Euro

Ahorro de CO₂ hasta fin de 2002: 2.300 toneladas

Costos dentro de este periodo (32 meses): aprox. 85 Euro/t CO₂

Referido a un calculo de 10 años (120 meses): aprox. 30 Euro/t CO₂ equival.

Observación de los costos marginales para la obtención de energía eléctrica

Aquí se puede elegir un planteo bastante simple para una comparación:

El ingreso a través del fomento para la alimentación de la energía renovable a la red por año:

$X \text{ kW}_{el} \times 0,0767 \text{ Euro/kWh} \times \text{horas anuales de operación} = \text{ganancia anual}$

Esto se compara con la posible ganancia por la reducción de CO₂ (ahorro de CO₂ en una planta de producción energética promedio en Alemania):

$X \text{ kW}_{el} \times 0,6 - 0,9 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} \times \text{Valor del certificado de CO}_2 \text{ equival} = \text{ganancia anual}$

De ahí resultan los costos marginales de:

Valor del Certificado de CO₂ = $(0,0767 \text{ Euro/kWh}) / (0,6 - 0,9 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}) = 9 - 13 \text{ Euro/t CO}_2$

Esto implica que la alimentación a la red energética con electricidad generada a partir del gas del relleno ya no es rentable a partir de una ganancia de aprox. 9. - 13 Euro/t de CO₂, en comparación con un negocio de certificados.

Hay que destacar que después se puede vender la "energía verde" (el bien en kWh) como ingreso adicional (p.ej. en una bolsa de comercio de energía ecológica) y quizás también la energía térmica producida por el motor y el gas de salida como otros certificados de CO₂.

Costos de la reducción de CO₂ a través de otras medidas

Los costos de las otras tecnologías de reducción se citan de los estudios del FhG Karlsruhe, Prognos Basel, BMFT-Projekt N: 0326630 de 1991 y en Jochen (7) y varían entre 163 euro y 205 Euro por tonelada CO₂. En concordancia con la autoridad nacional de medio ambiente se usan los costos de 205 Euro por tonelada de CO₂ para la actualización del plan nacional de rutas 2003 (Secretaría nacional de Transito y Obras Públicas).

Conclusiones

Un balance ecológico como ayuda para la decisión para continuar o parar el tratamiento del gas pobre para el negocio con certificados es mas que necesario, porque con estas plantas se reducen de una manera económica las emisiones de CO₂ del gas de los rellenos, con bajo poder calorífico.

Un negocio con certificados de CO2 motivará a los operadores de rellenos sanitarios más antiguos para instalar plantas de tratamiento de gas pobre. De otra manera se instalarán supuestamente pocas plantas por posibles razones de protección contra explosiones y se preferiría la tecnología del biofiltro, que reduce olores, con poca influencia en la reducción de emisiones de CH4.

Bajo ninguna condición se puede aceptar la definición "política" o la opinión, que defiende la siguiente tesis:

Residuos, que se generaron y depositaron en el año "X", causan emisiones en el año "X", que después (hoy y en el futuro) van a ser emitidas. En consecuencia a partir del año 2005 solo va a haber residuos pretratados sin emisiones o ya por definición emisiones de CH4/CO2 reducidas de la basura vieja.

Con este argumento tenemos en el año base para el negocio con certificados, emisiones de CO2 mayores, que sin necesidad de ninguna acción por definición ya estarían reducidas.

Nos permitimos hacer una pregunta:

¿Esto también es válido para carbón, petróleo y gas natural? Estos combustibles fósiles se formaron hace millones de años y sus emisiones también se generan más tarde.

Según la opinión de la autoridad nacional de medio ambiente de Alemania (señores Buth y Kuehleis del 5 de marzo 2003) el ordenamiento temporal de las emisiones de rellenos sanitarios no necesariamente es una condición de exclusión para el negocio de emisiones.

Hasta ahora no está claro si y como las actividades (p.ej. el tratamiento de gas pobre) pueden ser consideradas en el mercado de certificados. Se está elaborando una guía.

El protocolo de Kioto además prevé la reducción de gases de efecto invernadero a través de proyectos del sector privado, siempre que estén de acuerdo con los mecanismos flexibles de implementación conjunta (IC) o de desarrollo limpio (MDL). La implementación conjunta (IC) implica proyectos de protección del clima entre empresas de países industrializados mientras que el MDL implica proyectos ambientales de estas empresas en países en vía de desarrollo.

El principio de base de IC y MDL es idéntico: Un inversor implementa un proyecto que reduce emisiones (p.ej. la construcción de una planta de tratamiento de gas en un relleno sanitario o aprovechamiento de gas) y recibe bonos/creditos de emisiones. Páginas web a bajar en: <http://www.bmu.de/fset1024.php>, fecha de 5 de marzo de 2003

La situación actual (conversación a mitad de marzo de 2003) solo considera proyectos de IC con un inversor extranjero en Alemania o proyectos nacionales de compensación, p.ej. a través del banco KfW. La coordinación está en manos del Ministerio de Medio Ambiente de la Nación (BMU) - Sr. Forth de Berlín. Una guía para complementar la reglamentación se está elaborando en forma de borrador de un reglamento. Esta revista WLB va a informar sobre el tema en su próxima edición.

El BMU (dirección responsable de protección de clima) es la autoridad que aprueba los proyectos IC. Los operadores de rellenos sanitarios tendrían que hacer lobby para lograr una consideración de proyectos para el negocio con certificados, porque todavía no hay movimiento. En el extranjero ya existen proyectos de gas de rellenos sanitarios y de explotaciones mineras.

Por eso cada futuro operador de un equipo para generar electricidad a partir del gas de un relleno sanitario se tendría que preguntar cual es la situación de ganancia más rentable (alimentación a la red de energía ó venta de certificados de CO2 más venta libre de la energía), porque hoy en día ya existen empresas que compran certificados de CO2 por razones de imagen.