



Deponie Georgswerder – Gasnutzung Aus Müll wird Energie

Полигон Георгсвердер – использование газа Мусор превращается в энергию

Maren Gätjens/Марен Гэтьенс

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Bodenschutz / Altlasten

Свободный и Ганзейский город Гамбург
Учреждение городского развития и охраны окружающей среды
Отдел охраны почв/загрязненные участки
29. Oktober 2014



Inhalt

Содержание

- Standort Deponie Georgswerder – Sanierung
- Gasfassung und -nutzung
- Deponie-Nachsorge
- Nachnutzung – Energieberg – Öffnung für Besucher
- Fazit / Ausblick

- Местоположение полигона Георгсвердер – санация
- Сбор данных о газе и его использование
- Последующее наблюдение
- Последующее использование: Энергетическая гора – открытие для посетителей
- Вывод / перспективы



Standort Deponie Georgswerder

Местоположение полигона Георгсвердер

Europas ehemals größte Sonderabfalldeponie
Когда-то один из крупнейших в Европе полигонов
для опасных отходов

Abfallablagerung

1948 bis 1979

ca. 7 Mio. t (konsolidiert)

davon

ca. 5 Mio. t Haus- und Sperrmüll

ca. 1,8 Mio. t Bodenaushub und Bauschutt

ca. 0,2 Mio. t flüssige und pastöse Sonderabfälle

Размещение отходов

С 1948 по 1979 гг.

ок. 7 млн. тонн (всего)

из них

ок. 5 млн. т бытовые и крупные отходы

ок. 1,8 млн. т. изъятый грунт и строительный мусор

ок. 0,2 млн. т. жидкие и пастообразные опасные отходы



Standort Deponie Georgswerder

Местоположение полигона Георгсвердер



1983



Standort Deponie Georgswerder

Местоположение полигона Георгсвердер

Ein hohes Gefährdungspotenzial besteht für Menschen und Tiere, Oberflächengewässer und Grundwasser durch

- Flüssigabfallbecken mit hochtoxischen Sonderabfällen
- Schadstoffmobilisierung im Staflüssigkeitskörper
- Deponiegasausbreitung

Высокий потенциал опасности для людей и животных, поверхностных и грунтовых вод представляют собой

- бассейны с жидкими высокотоксичными отходами
- мобилизация загрязняющих веществ в слое застоявшихся жидкостей внутри хранилища
- распространение свалочного газа



Standort Deponie Georgswerder

Местоположение полигона Георгсвердер

Das Sanierungskonzept sieht eine Kapselung des Deponiekörpers mit hydraulischen Maßnahmen vor:

- Vollständige Oberflächenabdichtung (Kombinationsdichtung) auf 45 ha mit Begrünung
- Ringdrainage für Sickerflüssigkeiten und mehrstufige Sickerflüssigkeitsaufbereitung
- Grundwasserförderung im Abstrom und Grundwasseraufbereitung mit thermischer Nutzung des Reinwassers
- Deponiegasförderung und industrielle Gasnutzung

Концепция санации предусматривает капсуляцию полигона посредством гидравлических мероприятий:

- Полная изоляция поверхности (комбинированная изоляция) на 45 га с озеленением
- Кольцевой дренаж для просачивающихся жидкостей и многоступенчатая очистка просачивающихся жидкостей
- Откачка грунтовых вод в оттоке и очистка грунтовых вод с термическим использованием очищенной воды
- Добыча свалочного газа и его промышленное использование



Standort Deponie Georgswerder

Местоположение полигона Георгсвердер

Vollständige
Oberflächenabdichtung
mit Begrünung
Полная изоляция поверхности
с озеленением



Aufbau der Abdeckung
2 Meter mächtig

- 75 cm Decksustrat
- Geotextilvlies
- 25 cm Mineralische Flächendränage für Oberflächenwasser
- HDPE-Folie 1,5 / 2 mm
- 60 cm Mineralische Dichtung
- 35 cm Kiespackung, Gasdränage
- alte Abdeckung 1-3 m
- Müllkörper

Устройство покрытия
толщиной 2 метра

- 75 см слой субстрата
- геотекстильный флис
- 25 см минеральный дренаж для поверхностных вод
- Полиэтиленовая пленка HDPE 1,5 / 2 мм
- 60 см минеральная гидроизоляция
- 35 см гравийная засыпка, газовый дренаж
- старое защитное покрытие 1-3 м
- слой отходов


Hamburg

Standort Deponie Georgswerder

Местоположение полигона Георгсвердер

1. Hydraulische Maßnahme: Ringdrainage für Sickerflüssigkeiten und mehrstufige Sickerflüssigkeitsaufbereitung

1. Гидравлическое мероприятие: кольцевой дренаж для просачивающихся жидкостей и многоступенчатая очистка просачивающихся жидкостей




Hamburg

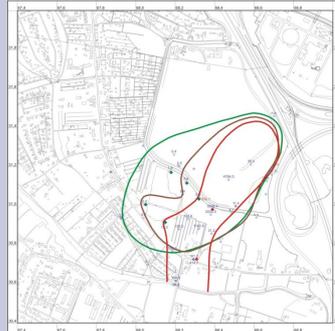
Standort Deponie Georgswerder

Местоположение полигона Георгсвердер

2. Hydraulische Maßnahme: Grundwasserförderung im Abstrom der Deponie und Grundwasseraufbereitung mit thermischer Nutzung des Reinwassers

2. Гидравлическое мероприятие: Откачка грунтовых вод в оттоке полигона и очистка грунтовых вод с термическим использованием очищенной воды

Deponie Georgswerder: LCKW-Schadstoffnahme im Grundwasser 2009



- Legende:
- 10⁴ Grundwassermessstelle mit Messwert in µg/l (Beprobung Herbst 2009)
 - 10⁴ Sanierungsbrunnen mit Messwert in µg/l (Okt. 2009)
 - 10 µg/l-Isokonze der LCKW-Summe 2009
 - 10 µg/l-Isokonze der LCKW-Summe 2002
 - 10 µg/l-Isokonze der LCKW-Summe 1997
 - Sanierungsbrunnen ALT




Hamburg

Gaserfassung und -nutzung

Сбор данных о газе и его использование

Gut zu erkennen:

Lage der eingebauten Gasleitungen 1986

Хорошо видно:

расположение установленных газопроводов, 1986 г.




Hamburg

Gaserfassung und -nutzung

11

Сбор данных о газе и его использование

Historie

- 1982 Versuchsanlage zur Ermittlung erzielbarer Gasmengen
- 1983 Bau und Inbetriebnahme Gasfassung mit 39 Gasbrunnen mit Gasfackel
- 1984 Beginn Herstellung der Deponieabdeckung
- 1986 Beginn der industriellen Nutzung des Deponiegases
- 1994 Förderausfall aufgrund des Umsetzens der Gasverdichterstation
- 1995 Fertigstellung der Deponieabdeckung
- 2011 Methanverlust durch Öffnung der Abdeckung bei Bau Windkraftanlage 5

История

- 1982 г. – опытная установка для определения возможных объемов газа
- 1983 г. – строительство и ввод в эксплуатацию установки по забору газа с 39 газовыми скважинами и газовым факелом
- 1984 г. – начало работ по устройству защитного покрытия полигона
- 1986 г. – начало промышленного использования свалочного газа
- 1994 г. – прекращение подачи из-за строительства газокompрессорной станции
- 1995 г. – завершение работ по устройству защитного покрытия полигона
- 2011 г. – утечка метана через отверстие в защитном покрытии при установке ветрогенератора № 5

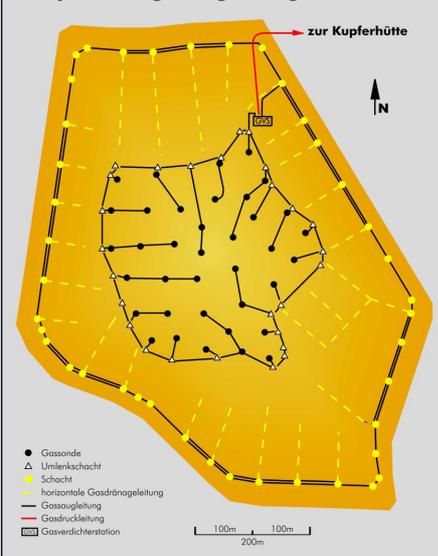


Gaserfassung und -nutzung

12

Сбор данных о газе и его использование

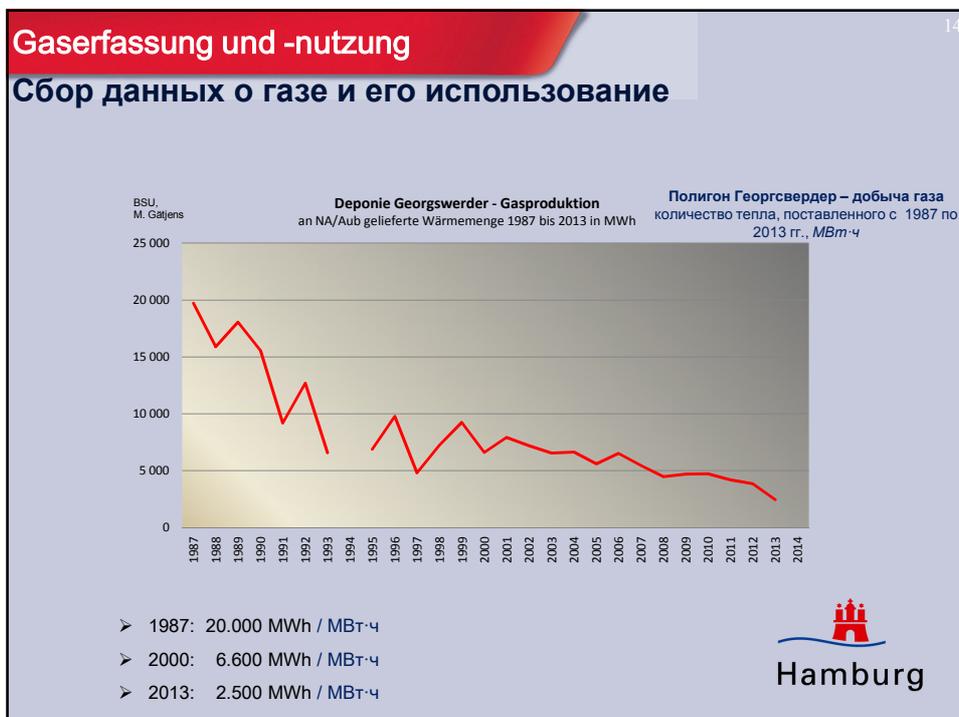
Дегазационная установка полигона Deponieentgasungsanlage



Deponiegasförderung
und industrielle
Gasnutzung

Добыча свалочного
газа и его
промышленное
использование





Gaserfassung und -nutzung

15

Сбор данных о газе и его использование

Entwicklung der abgesaugten Methanmenge

Количество извлеченного метана



- 1987: 2,5 Mio. m³ Methan
- 2000: 0,63 Mio. m³ Methan
- 2013: 0,22 Mio. m³ Methan

- 1987: 2,5 млн. м³ метана
- 2000: 0,63 млн. м³ метана
- 2013: 0,22 млн. м³ метана



Gaserfassung und -nutzung

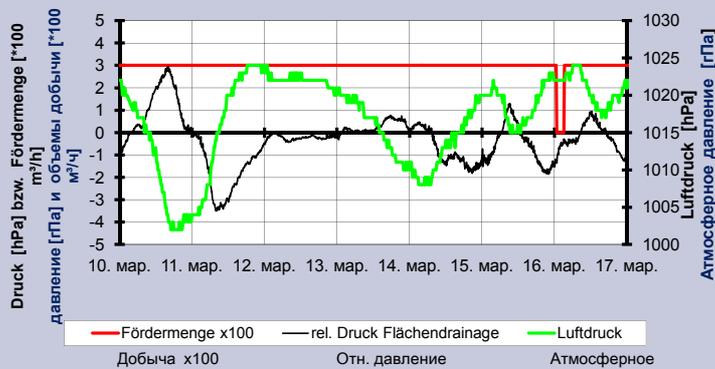
16

Сбор данных о газе и его использование

Einfluss der Luftdruckänderung auf die Gasentnahme

Влияние атмосферного давления на забор газа

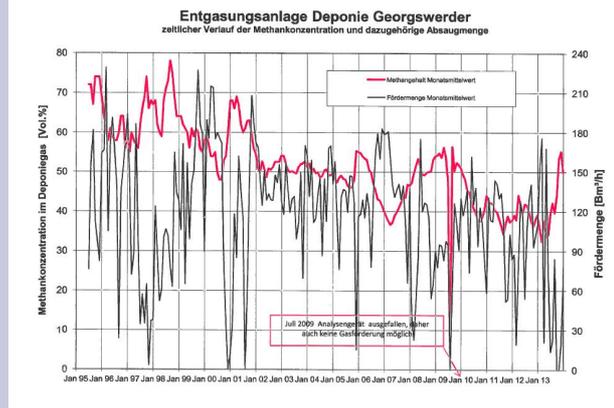
Gasflächendrainage - Schacht A -
Газовый плоскостной дренаж - шахта А -



Сбор данных о газе и его использование

Zusammenhang zwischen Fördermenge und Methankonzentration
Взаимосвязь между добываемым количеством и концентрацией метана

Дегазационная установка полигона Георгсвердер
Изменение концентрации метана и соответствующего объема забираемого газа



Сбор данных о газе и его использование

Beobachtungen und Randbedingungen für den Gas-Förderbetrieb

- Optimale Absaugung mit einer Förderrate, die der Gasbildungsrate in der Deponie nahekommt
- Bei steigendem Luftdruck wird sich leichter Unterdruck im Deponiekörper einstellen → Gefahr von Sauerstoffeinbruch an undichten Stellen im Anlagenbetrieb → aber guter Zeitpunkt für z. B. Baumaßnahmen
- Sinkender Luftdruck bewirkt in der Deponie gegenüber der freien Atmosphäre einen Gasüberdruck → Austritt von Deponiegas möglich
- Sauerstoffeinträge in den Deponiekörper (z. B. durch Übersaugung oder Baumaßnahmen) bewirken eine Veränderung des Methan-produzierenden Milieus hin zum aeroben Milieu.

Наблюдения и условия для добычи газа:

- Оптимальный забор со скоростью, близкой к скорости образования газа на полигоне
- При повышении атмосферного давления в теле полигона будет возникать небольшое разрежение → опасность просачивания кислорода в негерметичных местах установки → но подходящее время, например, для строительных работ
- Пониженное атмосферное давление приводит к возникновению в теле полигона повышенного давления газа по отношению к свободной атмосфере → возможен выход свалочного газа
- Поступление кислорода в тело полигона (например, вследствие строительных работ) изменяет метан-производящую среду на аэробную среду.



Deponie-Nachsorge
Последующее наблюдение за полигоном

20

**Sanierungs- und
Kontrolleinrichtungen
Приборы и установки
по санации и контролю**

Hamburg

Deponie-Nachsorge

21

Последующее наблюдение за полигоном

- Langzeitbetrieb
der Entnahme- und Behandlungsanlagen
(Sickerflüssigkeiten, Grundwasser, Deponiegas)
- Langzeit-Unterhaltung
und -Erhaltung des Sicherungsbauwerks, der
Betriebs- und Überwachungseinrichtungen
- Langzeit-Funktionskontrolle
des Sicherungsbauwerks und der Betriebsanlagen
- Langzeit-Überwachung der Wirkungspfade
- Долговременная эксплуатация
установки по забору и обработке
(просачивающиеся жидкости, грунтовые воды, свалочный газ)
- Долговременное техобслуживание
и сохранение защитного сооружения, установок
по эксплуатации и контролю
- Долговременный контроль исправности
защитного сооружения и производственного оборудования
- Долговременный контроль путей воздействия



Standort Deponie Georgswerder

22

Местоположение полигона Георгсвердер

	Kosten
Fläche 45 ha	Höhe 40 m
Bauzeit Abdeckung	1984 bis 1995
Sanierungskosten	ca. 100 Mio. €
Nachsorgekosten	ca. 0,7 Mio. €/a
Sanierungsdauer	?
Einnahmen durch Gasverkauf	ca. 0,08 Mio. €/a
Einnahmen durch Pacht (Windenergie / Photovoltaik)	0,04 Mio. €/a

Der Ertrag aus Windenergie und Photovoltaik geht an die Investoren
REpower Systems AG und HAMBURG ENERGIE GmbH

	Расходы	
Площадь 45 га		Высота 40 м
Срок строительства защитного покрытия		с 1984 по 1995 гг.
Расходы по санации		ок. 100 млн. €
Расходы по последующему наблюдению		ок. 0,7 млн. €/год
Продолжительность санации		?
Доходы от продажи газа		ок. 0,08 млн. €/год
Доходы от аренды (ветровая энергия/фотовольтаика)		0,04 млн. €/год
Доход от ветровой энергии и фотовольтаики направляется инвесторам REpower Systems AG и HAMBURG ENERGIE GmbH		



23

Nachnutzung – Energieberg

Последующее использование – энергетическая гора

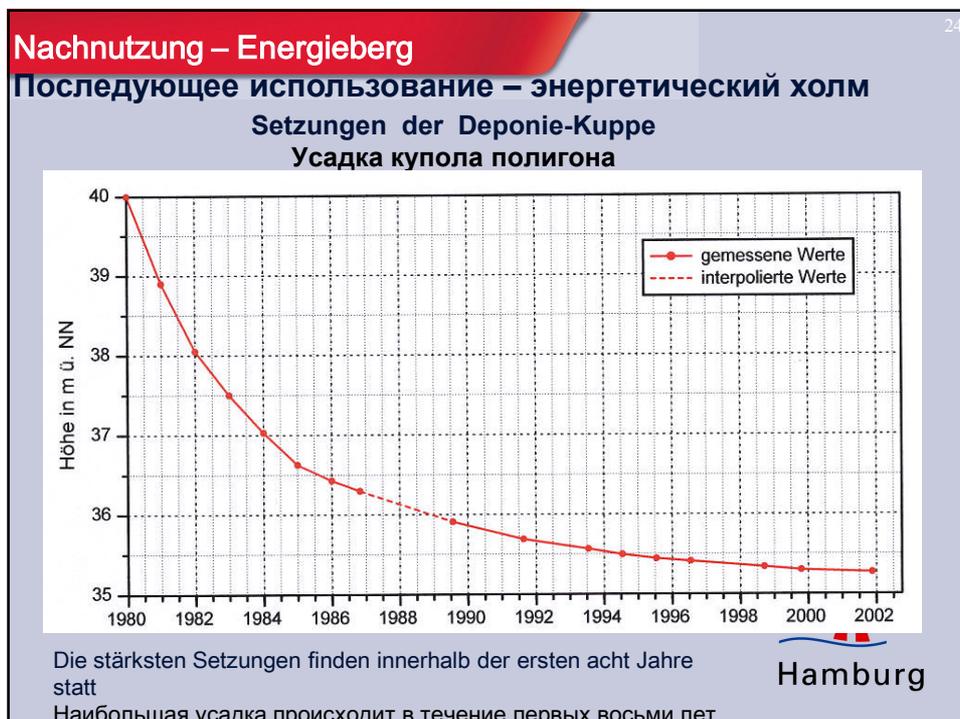
- Deponiegas seit 1984
- Windkraft seit 1992
- Photovoltaik seit 2009
- Geothermie seit 2011
- Biomasse wird geprüft

- Свалочный газ – с 1984 г.
- Ветровая энергия – с 1992 г.
- Фотовольтаика – с 2009 г.
- Геотермальная энергия – с 2011 г.
- Биомасса – проверяется





Hamburg



Nachnutzung – Energieberg

25

Последующее использование – энергетический холм

Vorgaben zur Erstellung von Windkraftanlagen auf der Deponie

- Windgutachten → wirtschaftlicher Betrieb möglich
 - inhomogener Untergrund → unterschiedliche Setzungen
 - Keine Tiefgründung aufgrund des aggressiven Müllkörpers
 - Flachgründung mit möglichst großer Fundamentplatte
 - Aufbringen einer Vorbelastung oder Gewichtsausgleich
- Unerlässlich sind langjährige Setzungsmessungen an Kontrollpunkten an der Windkraftanlage**

Критерии для установки ветрогенераторов на полигоне:

- Экспертиза ветровых условий → экономическая эксплуатация возможна
 - Неоднородный грунт → различная степень усадки
 - Невозможность глубокого фундамента из-за агрессивности мусорного слоя
 - Фундамент мелкого заложения с максимально большой фундаментной плитой
 - Обеспечение предварительной нагрузки или балансировки
- Необходимы многолетние замеры усадки в контрольных точках на ветрогенераторах.**



Nachnutzung – Energieberg

26

Последующее использование – энергетический холм

Einbindung des Fundamentes in die bestehende Abdeckung
Устройство фундамента в существующем защитном покрытии



Bewetterung der Baugrube
Вентилирование
строительного котлована



Deponiegasnutzung	2,5	Mio. kWh in 2013
Windenergie	12	Mio. kWh/a
Photovoltaik	0,8	Mio. kWh/a
Geothermie	0,05	Mio. kWh/a
Использование свалочного газа	2,5	млн. кВт·ч в 2013 г.
Ветровая энергия	12	млн. кВт·ч/год
Фотовольтаика	0,8	млн. кВт·ч/год
Геотермическая энергия	0,05	млн. кВт·ч/год



Nachnutzung – Öffnung für Besucher

30

Последующее использование – открытие для посетителей

Anstoß zur Öffnung durch IGS Internationale Gartenschau und IBA Internationale Bauausstellung 2013 in Hamburg

Umgestaltung zum „Energieberg“ und Öffnung von Teilbereichen des Deponiegeländes für Besucher mit

- Informationsgebäude mit Ausstellung
- Horizontweg
- Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz der Besucher

Повод для открытия – Международная садовая выставка IGS-2013 и Международная строительная выставка IBA-2013 в Гамбурге

Переоснащение в «энергетическую гору» и открытие отдельных участков территории полигона для посетителей, в том числе

- информационный центр с выставкой
- высотная прогулочная дорожка
- меры безопасности для защиты посетителей



Nachnutzung – Öffnung für Besucher

31

Последующее использование – открытие для посетителей



Nachnutzung – Öffnung für Besucher

32

Последующее использование – открытие для посетителей

Sicherheit der Besucher

- Absperrung bestimmter Bereiche
- Einhausung Schachtbauwerke
- Warnschilder

Безопасность посетителей

- Ограждение определенных участков
- Установка защитных ограждений для шахт
- Предупредительные таблички



Nachnutzung – Öffnung für Besucher

33

Последующее использование – открытие для посетителей

Informations-Gebäude 2013
Информационный центр 2013



Horizontweg
Высотная прогулочная
дорожка



Ausstellung
Выставка

„Nacht der Museen“
«Ночь музеев»



Fazit / Ausblick

34

Вывод/перспективы

- Pionierprojekt Sanierung Deponie Georgswerder 1984 – 1995
- Gasnutzung lohnt sich über Jahrzehnte
- Umfangreiche Umgestaltungen zum „Energieberg“ mit Informationszentrum für Besucher
- „Energieberg“ leistet einen lokalen Beitrag zur Energieversorgung in Hamburg - Wilhelmsburg
- Trotz Umgestaltung und Öffnung bleibt die Deponie Georgswerder eine gesicherte Deponie in der Nachsorge für mindestens 100 Jahre
- Пионерный проект по санации полигона Георгсвердер в 1984–1995 г.
- Использование газа выгодно в течение нескольких десятилетий
- Переоснащение в «энергетический холм» с информационным центром для посетителей
- «Энергетический холм» вносит свой вклад в местное энергоснабжение гамбургского района Вильгельмсбурга
- Несмотря на переоснащение и открытие для посещения, полигон Георгсвердер остается безопасным полигоном, последующее наблюдение за которым будет осуществляться минимум 100 лет.



