

Развитие системы утилизации осадков коммунальных сточных вод в Германии

Доклад панельной сессии «Утилизация и вторичное использование осадка сточных вод: от теории к практике»

Круглый стол РАВВ, 2 октября 2020 г. Москва

Дипл. геолог Роланд Кнички

Департамент образования и международного сотрудничества

DWA — Немецкий Союз водного хозяйства, сточных вод и отходов

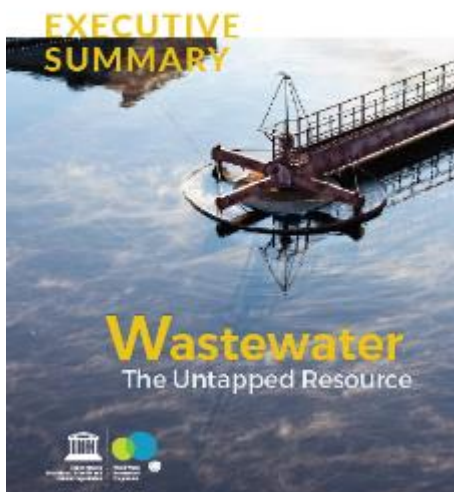
Хеннеф, Германия

+49-2242-872-214

Knitschky@dwa.de

www.DWA.de

«Осадок сточных вод» в Докладе ООН о состоянии водных ресурсов (WWDR) 2017



- Энергия может использоваться в виде биогаза для отопления/охлаждения и производства электроэнергии
- Извлечение азота (N) и фосфора (P) из сточных вод или осадка сточных вод требует использования передовых технологий
- Рекуперация энергии вне площадки предполагает сжигание осадков сточных вод на централизованных установках
- Увеличение потоков доходов за счет углеродных кредитов и программ торговли квотами на выбросы углерода
- Сбор и использование урины, которая содержит 88 % N и 66 % P в отходах человеческой жизнедеятельности
- Законодательство в сфере ТКО имеет большое значение для санитарии, не связанной с водой и для удаления осадков сточных вод
- Если сбор, транспортирование или переработка фекального шлама не осуществляются должным образом, это может иметь серьезные последствия для здоровья людей
- Фекальный шлам представляет относительно меньший риск химического загрязнения по сравнению с биологическими твердыми веществами сточных вод
- В прудах, куда поступают очищенные стоки или иловые осадки, можно выращивать рыбу, которая питается водорослями и другими организмами, растущими в воде, богатой питательными веществами.

DWA — Немецкий Союз водного хозяйства, сточных вод и отходов

https://en.dwa.de/en/The_DWA.html

[Информационный фильм DWA \(нем. язык\)](#)

Научно-техническая ассоциация - Неправительственная организация –
14 000 участников - 380 комитетов - 300 стандартов - 2800 почетных экспертов -
140 сотрудников в 7 региональных офисах - 35 000 участников программ
обучения <http://en.dwa.de>



Стандарты



Обучение



Информация



Участие



Сетевая
организация



Исследования



Сертификация



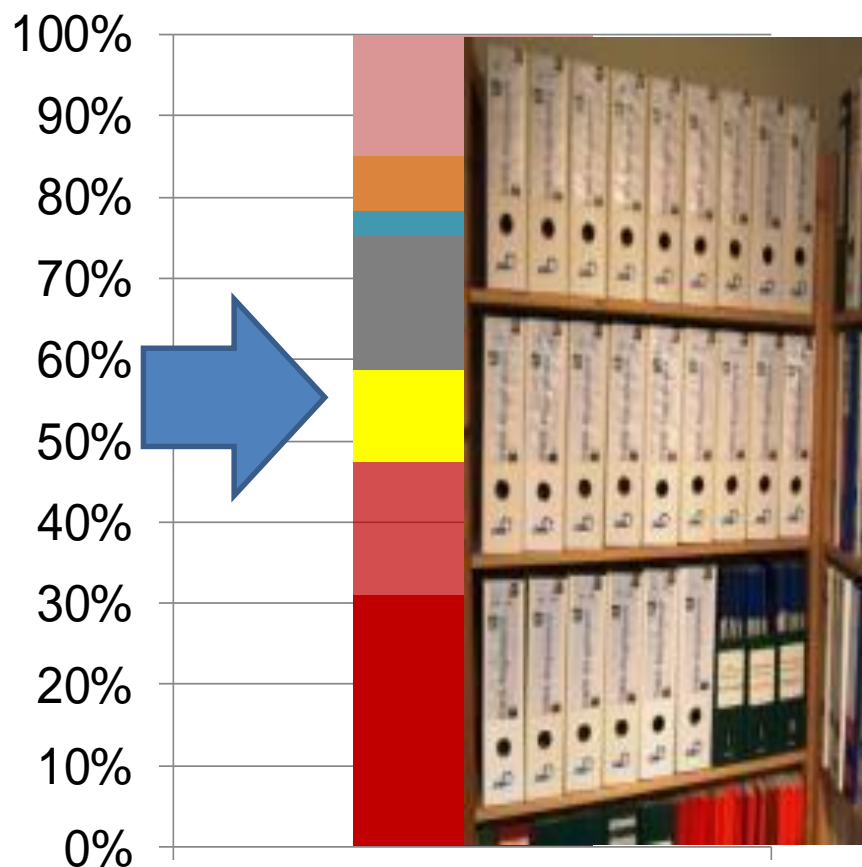
Международный
уровень

Деятельность DWA



- Обмен информацией
 - Публикация ежемесячных журналов KA и KW
 - Новостная рассылка
 - Обмен опытом
- Разработка правил и стандартов DWA
- Помощь в разработке стандартов DIN/CEN/ISO
- Обучение и повышение квалификации для 35 000 участников ежегодно
- Сертификация
- **Широкое распространение немецких ноу-хау**

Технические правила и стандарты DWA по обращению с осадком сточных вод (20)



Правила DWA по основным комитетам

- Гидротехника и гидроэнергетика
- Гидрология и управление водными ресурсами; поверхностные воды
- Экономика и право
- Промышленные сточные воды / борьба с системным загрязнением
- Управление вторичной переработкой, энергия и осадок сточных вод
- Обработка коммунальных сточных вод
- Дренажные и канализационные системы

351 стандарт = 15 173 страницы
Средний объем стандарта — 43 страницы
Всего: 1,21 м; 76 кг (январь 2015 г.)

Стандарты DWA по первичной обработке и утилизации осадков сточных вод



- ▶ DWA-A 280 — Осадок сточных вод малых установок (октябрь 2006 г.)
- ▶ DWA-M 302 — Разложение осадка сточных вод (декабрь 2016 г.)
- ▶ DWA-M 350 — Флокулянты (август 2014 г.)
- ▶ DWA-M 366 — Обезвоживание осадка сточных вод (февраль 2013 г.)
- ▶ DWA-M 368 — Стабилизация осадка сточных вод (июнь 2014 г.)
- ▶ DWA-M 379 — Сушка осадка сточных вод (проект, июнь 2019 г.) и ATV-DVWK-M 379 — Сушка осадка сточных вод (февраль 2004 г.)
- ▶ DWA-M 380 — Совместная ферментация (сентябрь 2020 г.)
- ▶ DWA-M 381 — Уплотнение осадка сточных вод (октябрь 2007 г.)
- ▶ DWA-M 383 — Обезвоживание осадка сточных вод (июль 2019 г.)
- ▶ Темы DWA — Осадки сточных вод (декабрь 2004 г.)
- ▶ Темы DWA — Сбраживание осадка сточных вод (февраль 2015 г.)
- ▶ DWA-M 212 — Бродильные установки (март 2020 г.)
- ▶ DWA-M 361 — Обработка биогаза. Планирование и экономическое обоснование (октябрь 2011 г.)
- ▶ DWA-M 363 — Обработка биогаза. Происхождение, подготовка и переработка (январь 2011 г.)
- ▶ DWA-A 216 — Энергетический контроль и анализ. Механизмы повышения энергоэффективности очистных сооружений (декабрь 2015 г.)
- ▶ DWA-M 386 — Термическая обработка. Сжигание илового осадка (декабрь 2011 г.)
- ▶ DWA-M 387 — Термическая обработка. Совместное сжигание илового осадка на угольных электростанциях (май 2012 г.)
- ▶ Темы DWA — Хозяйственные удобрения (май 2007 г.)
- ▶ Темы DWA — Удобрения (апрель 2009 г.)

Утилизация осадка сточных вод

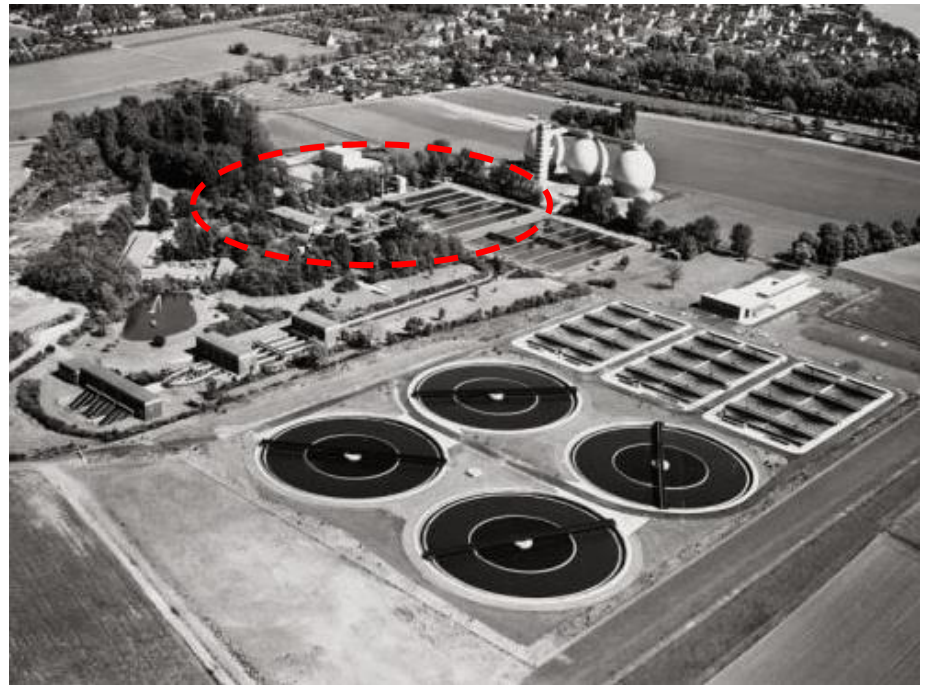
- ▶ Осадок сточных вод представляет собой побочный продукт очистки сточных вод
 - => Предотвращение образования отходов
 - => Утилизация отходов
 - => Захоронение/размещение
- ▶ Утилизация осадка сточных вод
 - => Стабилизация, уменьшение объема
 - => Энергия
 - => Питательные вещества, удобрения
 - => Оптимизация процесса
- ▶ Захоронение осадка сточных вод
 - => Предварительная очистка, термическая обработка и размещение на полигонах

Стабилизация осадка сточных вод

1953 г. — централизованные
механические КОС



1976 г. — биологические КОС, включающие
стабилизацию осадка



Коммунальные очистные сооружения в Кёльне (КОС Штаммхайм)

Активный ил



Обработка сырого осадка

Свойства осадка

- Консистенция и текучесть
- Способность к сбраживанию
- Энергоресурс
- Содержание питательных веществ

Обработка сырого осадка

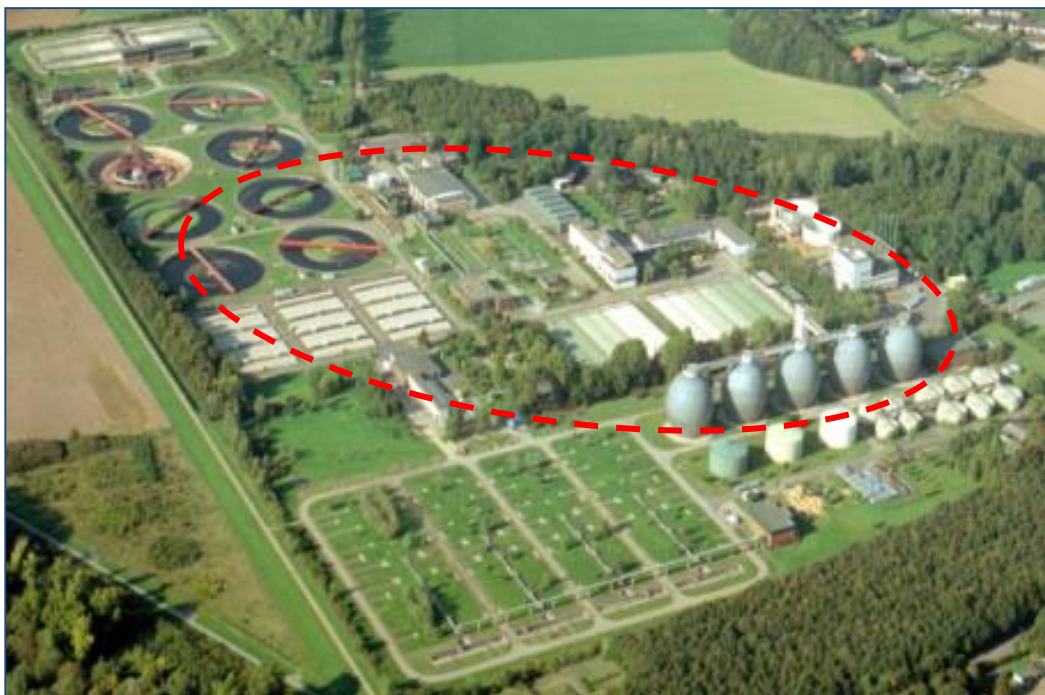
- **Стабилизация путем сбраживания = метан**
- Уменьшение объема путем обезвоживания
- Сушка
- Сжигание

ИЛИ

- Уплотнение
- **Использование в сельском хозяйстве**

Существующая практика извлечения азота и фосфора

КОС в Кёльне с 1993 г.



- 9100 публичных КОС (= 152 млн экв. населения)
- Обработка 9,9 млрд м³
- 1 млн децентрализованных КОС < 50 экв. населения
- Обычно без повторного использования воды на бытовые цели
- 65 000 сотрудников на крупных КОС (>20 сотрудников)

- Биологическая очистка сточных вод
- Извлечение питательных веществ и фосфора (83 % / 93%)
- Оптимизация энергопотребления

- Мониторинг
- Использование энергии для собственных нужд
- 0,39 цента на человека в день

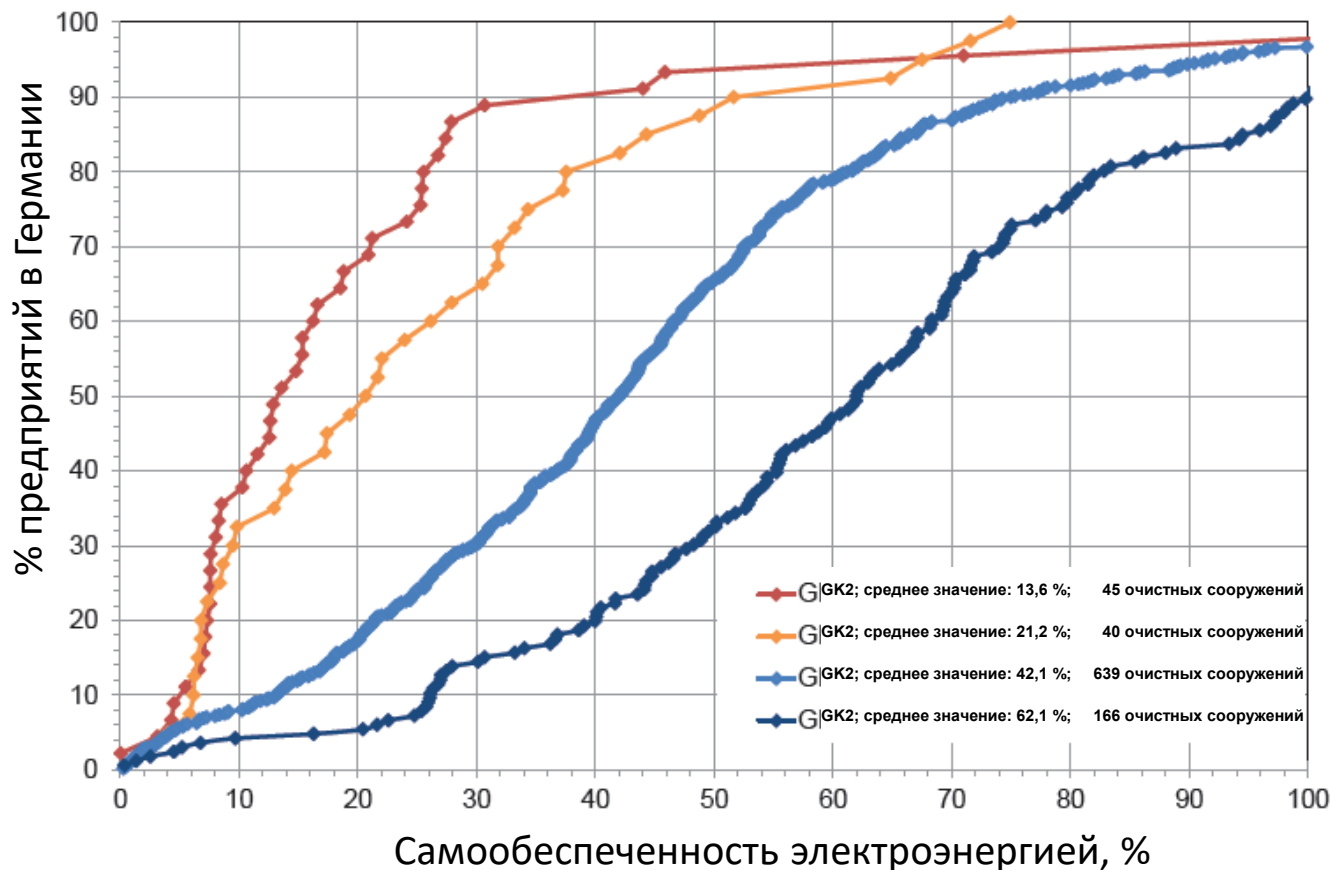
Количество осадка сточных вод увеличивается по мере процесса очистки

- Первичный осадок (взвешенные вещества из первичных отстойников)
 - выход при 5 % СМ: 0,9 л / чел.*д
- Вторичный осадок (прирост биомассы)
 - выход при 0,7 % СМ: 5,0 л / чел. * д
- Третичный осадок (материал после осаждения и фильтрации)
- Удельный вес на долю населения согласно DWA A 131
 - выход при 4,0 % СМ: 2,25 л/(чел. * д)
 - всего: 90 г СМ/(чел. * д)
- Выход осадка сточных вод в Германии снижается за счет оптимизации работы сооружений
 - общ. выход (сухая масса, СМ): 1,7 млн т/г = 22 кг СМ / (чел. * г)

Направление: энергоэффективность



Очистные сооружения покрывают собственные потребности в электроэнергии и отоплении за счет использования осадка сточных вод



Производство электроэнергии: до 33 кВт-ч / (чел. * г)
 Самообеспеченность энергией: **от 23–28 до 40 %**

www.dwa.de

DWA
Deutscher Verein für Abwasserbehandlung

28. Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen

Stromverbrauch und Stromerzeugung

С, N- und P-Elimination
 Reduzierung des CO₂-Ausstoßes
 Reduzierung des Energieverbrauchs

Stromverbrauch (kWh/1000 Einwohner/Tag):
 - 100 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 120 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 140 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 160 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 180 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 200 kWh/1000 Einwohner/Tag

Stromerzeugung (kWh/1000 Einwohner/Tag):
 - 10 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 20 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 30 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 40 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 50 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 60 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 70 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 80 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 90 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 100 kWh/1000 Einwohner/Tag

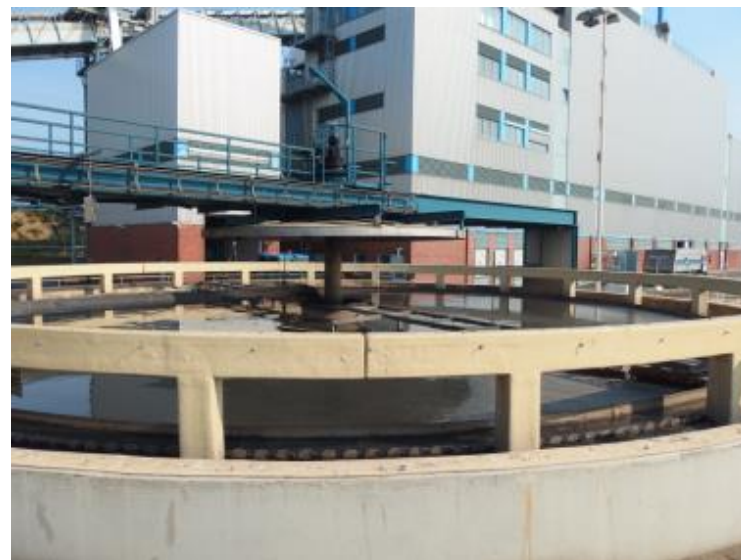
Stromerzeugung (kWh/1000 Einwohner/Tag):
 - 10 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 20 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 30 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 40 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 50 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 60 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 70 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 80 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 90 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 100 kWh/1000 Einwohner/Tag

Stromerzeugung (kWh/1000 Einwohner/Tag):
 - 10 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 20 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 30 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 40 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 50 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 60 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 70 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 80 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 90 kWh/1000 Einwohner/Tag
 - 100 kWh/1000 Einwohner/Tag

Ресурсы и компоненты



Совместная ферментация и контроль качества



Энергия от газа брожения также для
небольших предприятий (эквивалент
населения от 10 000)



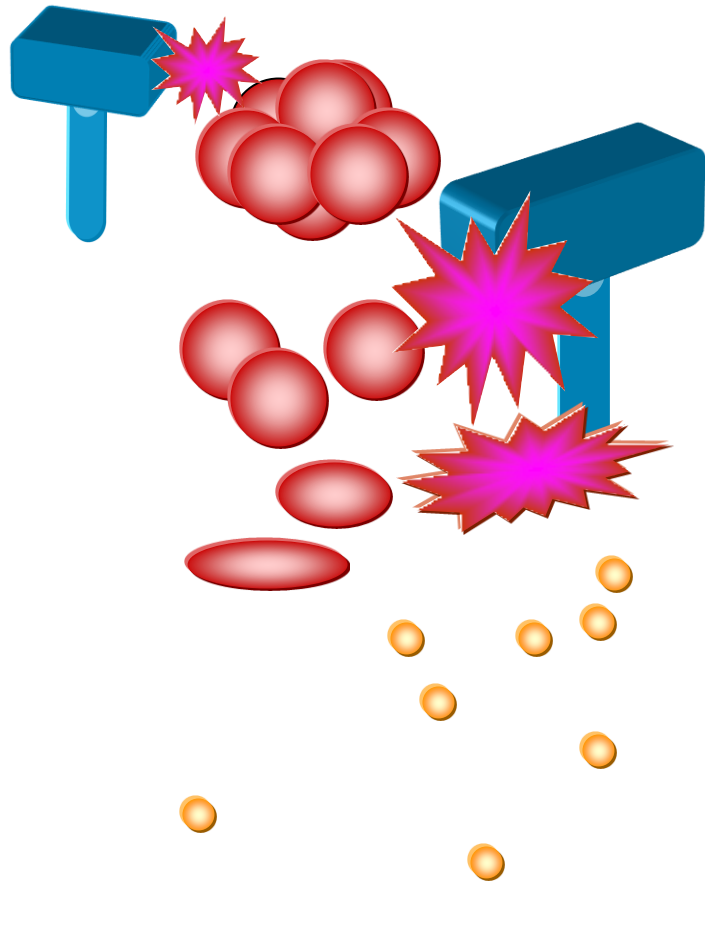
Микротурбина, Прец, Германия

Эффективная практика городского предприятия в Хеннефе

Эквивалент населения 50 000, 9000 м³/д



Разложение осадка сточных вод



разрушение хлопьев шлама

легко биоразлагаемые
соединения

Источник: Винтер, 2002

Инструмент финансирования Федерального министерства образования и науки Германии (BMBF)

Перспективные технологии и концепции энергоэффективного и экономичного управления водными ресурсами ERWAS



Спонсоры



Перспективные технологии и концепции энергоэффективного и экономичного управления водными ресурсами (ERWAS)



Рис. 3. Финансирован BMBF система ERWAS: местоположение организаций-участников

Взаимодействие водных и энергетических ресурсов

ERWAS предлагает решения и технологии для управления системой водоснабжения, ресурсов и энергии

Основные данные

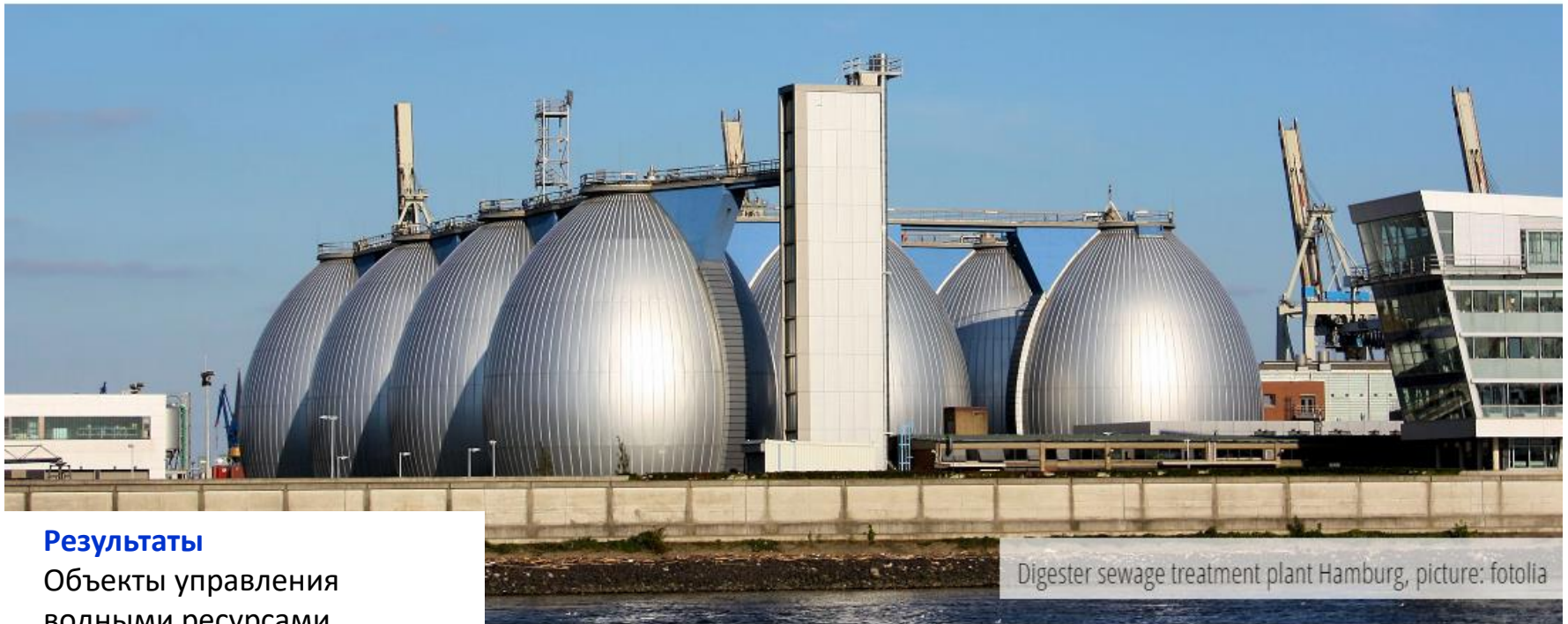
- 12 совместных исследовательских проектов
- 20 исследовательских объектов
- 27 млн. евро финансирования
- 81 проектный партнер
- Продолжительность: 3–4 года
- Период исследований: 2014–2018 гг.

Направления исследований

- Новые способы использования энергетического потенциала сточных вод и питьевой воды
- Объединение водного и энергетического секторов

ARRIVEE

Wastewater treatment plants as control components in the energy grid.

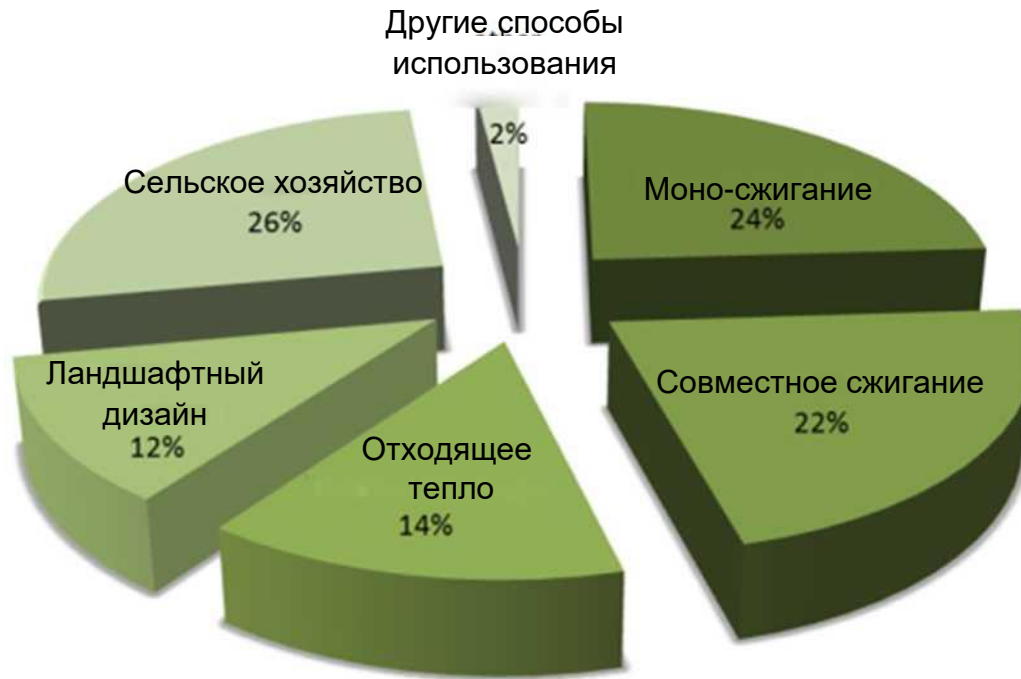


Результаты

Объекты управления
водными ресурсами
обеспечивают гибкость и
могут стать частью рынка
электроэнергии

Digester sewage treatment plant Hamburg, picture: fotolia

Сброс и использование осадка сточных вод в 2018 г.



Источник: Политический меморандум DWA за 2018 г.

Весь осадок утилизируется:

21 муниципальная установка для моно-сжигания иловых осадков

7 установок для промышленных иловых осадков

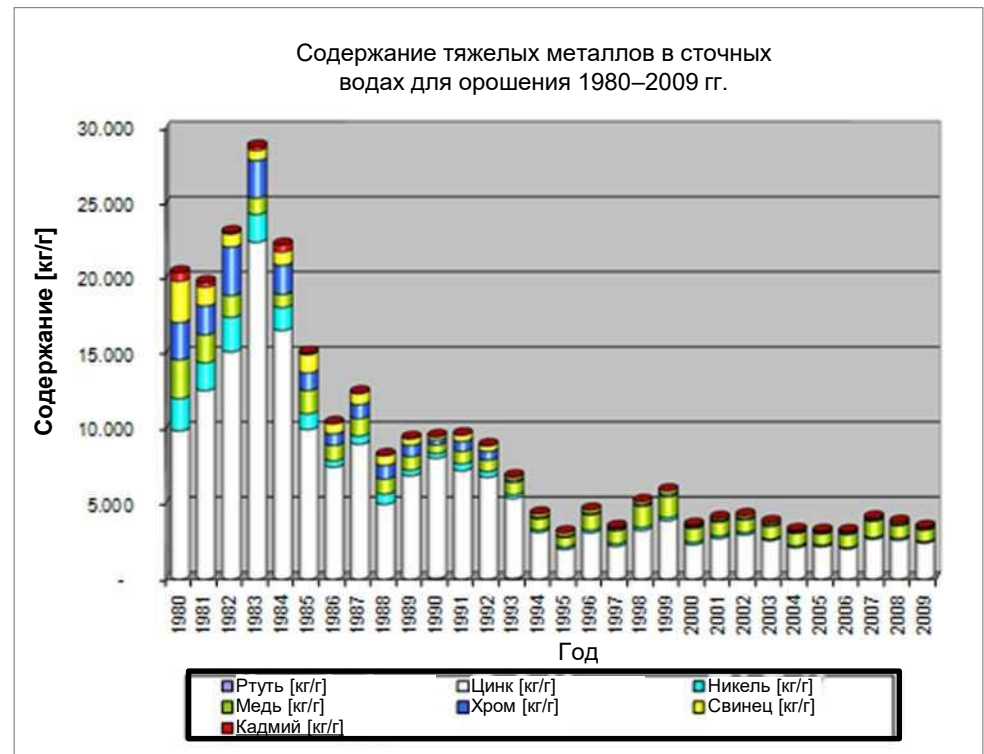
Совместное сжигание на других электростанциях / цементных заводах

Мощность: 1 340 000 т/г

Направление: качество осадка сточных вод для использования в сельском хозяйстве

Основные факторы безопасного использования осадка:

- Контроль сброса
- Предварительная очистка на уровне МСП / промышленных предприятий
- Удаление тяжелых металлов и прочих загрязняющих веществ вблизи источника
- Модель взаимодействия и координации для непрямого сброса
- Постановление о сточных водах для 53 отраслей (1997 г.)



[Хартманн, 2010]

Постановление об иловых осадках от 1992 г.

Цель (AbfKlärV 1992) —
упорядоченное использование в
сельском хозяйстве

- Уровень применения и предельные показатели
- Регулярный анализ почвы и иловых осадков
- Сертификация и контроль со стороны лабораторий

Дополнение (AbfKlärV 2017)

Цель — защита почвы и экономика замкнутого цикла

- Включая компостирование, транспортирование и внесение в почву

Ссылка на Постановление об удобрениях (DüngV 2017)

- Применение удобрений на основе вторичного сырья
- Конкуренция с хозяйственными удобрениями животного происхождения



Контроль качества
Использование
отходов
в сельском
хозяйстве

Контроль качества
и технические требования

Сжигание осадка сточных вод в Гамбурге, Германия

Уровень переработки по региону — 42 %, сырой осадок — 20–30 %, остатки при просеивании, газ и отработанный пар => Преобразование в электроэнергию и технологический пар

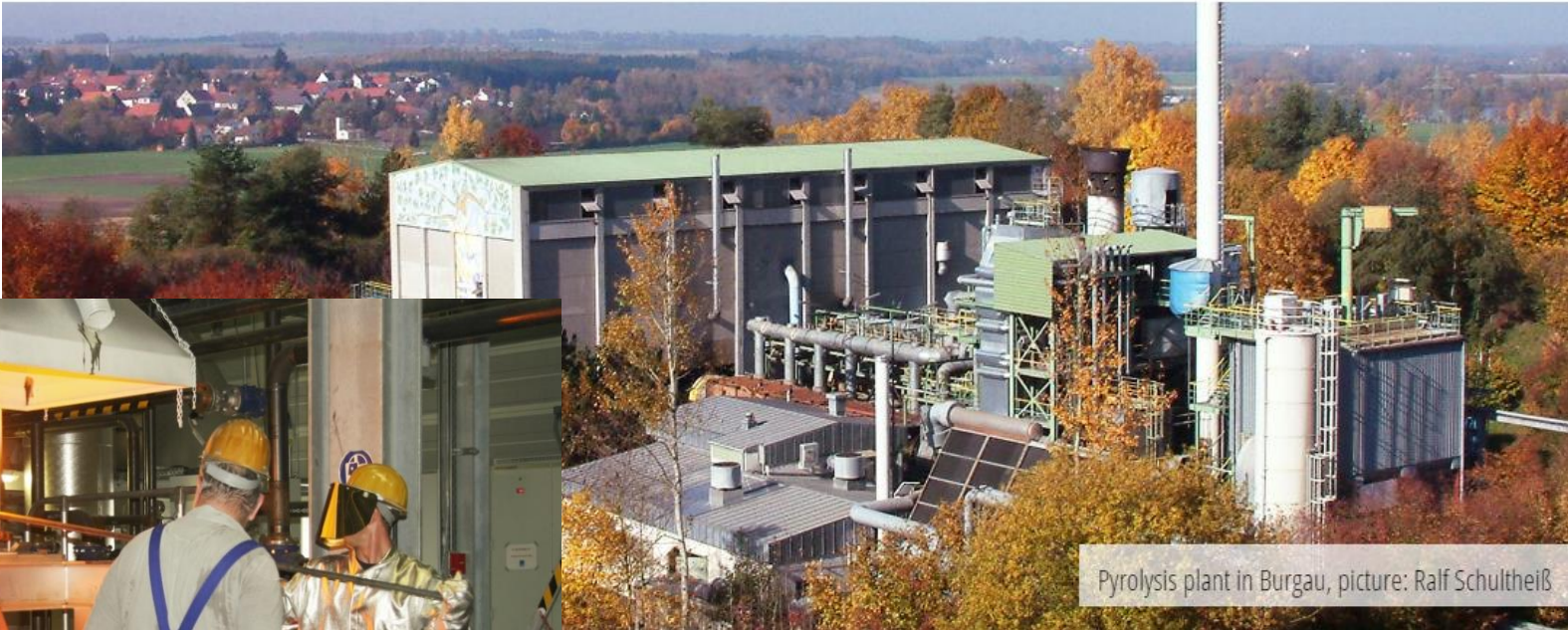


Направление: фосфаты 2019 г.

- ▶ «Необходимо повысить уровень защиты водоемов от попадания питательных и загрязняющих веществ для снижения негативного воздействия. <...> Прекратить использование иловых осадков в качестве удобрения и рекуперировать ... фосфор» (Коалиционный договор, 2017 г.)
- ▶ (AbfKlärV 2017/ 2019): **Операторы очистных сооружений обязаны обеспечивать рекуперацию фосфора.** Очистным сооружениям с эквивалентом населения более 50 000 даются 15 лет на техническое перевооружение для фильтрации фосфора с целью его повторного использования. Это позволит значительно ограничить или полностью прекратить использование иловых осадков в качестве почвенного удобрения. Переоснащение малых очистных сооружений не является обязательным.
- ▶ DWA поддерживает объединение операторов очистных сооружений в рамках «Северо-германской сети по обращению с осадком сточных вод» <https://www.dwa-nord.de/de/norddeutsches-netzwerk-kl%C3%A4rschlamm.html>
- ▶ Реализуется программа поддержки на средства BMBF «Региональная программа рекуперации фосфора» (RePhoR).

KRN-MEPHREC

Transforming sewage sludge to energy and phosphoric fertiliser



Затраты

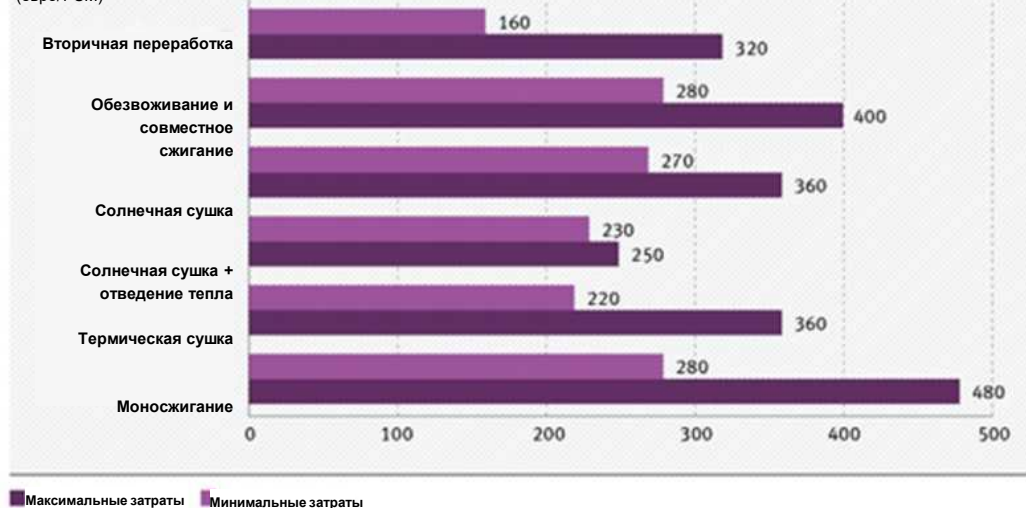
- ▶ Плата за водоотведение на условиях полного покрытия расходов составляет в зависимости от муниципалитета 2,50–5,00 евро/м³.
- ▶ Стоимость обработки и утилизации осадка сточных вод составляет около 5% от этой суммы
- ▶ Стоимость рекуперации фосфора составляет около 3–11 евро на человека в год.

«Рис. 16.

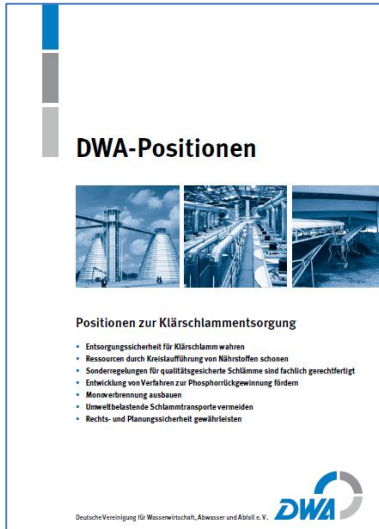
Итоговые затраты на утилизацию осадка сточных вод

Итоговые минимальные и максимальные затраты на переработку

(евро/т СМ)



Изменение позиции DWA относительно утилизации осадка сточных вод



Позиция DWA в 2015 г.

- Обеспечение безопасной утилизации осадка сточных вод
- Ресурсы необходимо экономить путем рециркуляции питательных веществ, сельскохозяйственное применение является важнейшим направлением рекуперации фосфора
- Особые правила для шламов, качество которых подтверждено, являются технически обоснованными
- Стимулирование разработки методов рекуперации фосфора, отказ от моносжигания
- Отказ от неэкологичной транспортировки осадка сточных вод на большие расстояния
- Обеспечение правового порядка и надежности планирования

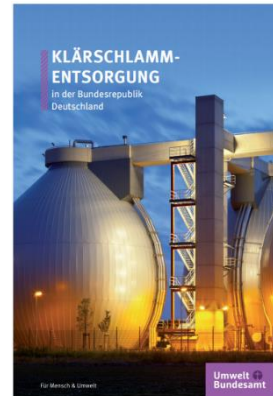


Позиция DWA в 2019 г.

- Устойчивая, экономически целесообразная и безопасная утилизация осадка сточных вод
- Государство должно поддерживать водохозяйственный сектор в процессе преобразования методов утилизации
- Четкая регламентация порядка финансирования рекуперации фосфора (Программа стимулирования BMBF «Региональная программа рекуперации фосфора» (RePhoR))

Литература и материалы по теме

- ▶ Федеральное ведомство по охране ОС Германии (UBA) 2018



- ▶ Учебные материалы DWA «Биогаз»

- ▶ BREF 2019 Сжигание ОТХОДОВ



- ▶ Информационный пакет DWA «Осадок сточных вод»



Infopaket Klärschlamm



Digitales Portal, 2019

Das Infopaket Klärschlamm ist ein rein digitales Portal, auf dem Sie wesentliche DWA-Veröffentlichungen zum Thema Klärschlamm als PDF-Datei finden. Außerdem kuratieren wir für Sie an dieser Stelle Links zu den wichtigsten Gesetzen, Verordnungen, Statistiken sowie zu weiterführenden Klärschlamm-Netzwerken.

Inhalte: Arbeitsberichte der DWA-Gremien aus den letzten drei Jahren; Autorenbeiträge aus KA; Beiträge der KlärschlammTage 2019; 2 Themenbände; DWA-Leistungsnachweis und weitere Zahlen und Statistiken zum Thema; Entwurf LAGA-Vollzugshilfe; Verlinkungen zu den wichtigsten Gesetzen und Verordnungen wie z.B. AbfKlärV, DüV; Verlinkungen zu Klärschlamm-Netzwerken.

45,00 €
36,00 €

Neu