

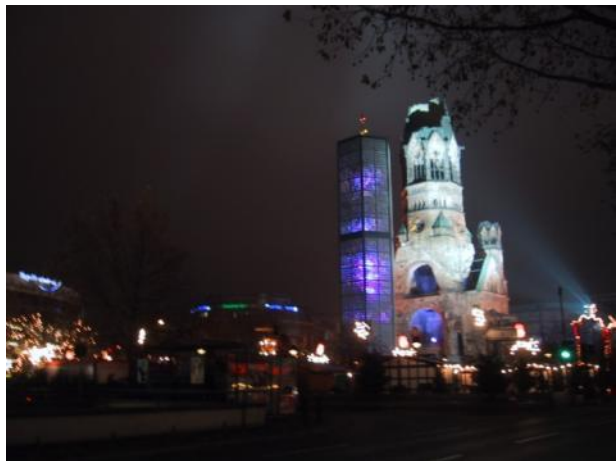
Передовые методы водопользования в г. Берлине

Д-р Матиас Эрнст

Берлинский технический университет
Руководитель Центра водного хозяйства в
городских зонах

Общий обзор

- Берлин и Берлинский технический университет
- Законодательная база
- Ситуация с водным хозяйством в г. Берлине
- Частично закрытые водные циклы
- Проблемы устойчивого водопользования
- Выводы



Берлинский технический университет (BTU)

- ▶ 7 факультетов, 322 преподавателя, 28000 студентов
- ▶ Высокий уровень подготовленности при проведении исследований в сфере водного хозяйства (≈ 9 млн. € в год)
- ▶ Междисциплинарное сотрудничество 23 учреждений (IZ-WIB)
- ▶ Тесное сотрудничество Берлинского технического университета в сфере исследований водного хозяйства с компанией Berliner Wasserbetriebe (BWB)

Площадь Берлина

Берлин

Около 900 км²



Париж (город) 105 км²

Лондон (город) 1579 км²

Москва 1080 км²

BWB, 2010

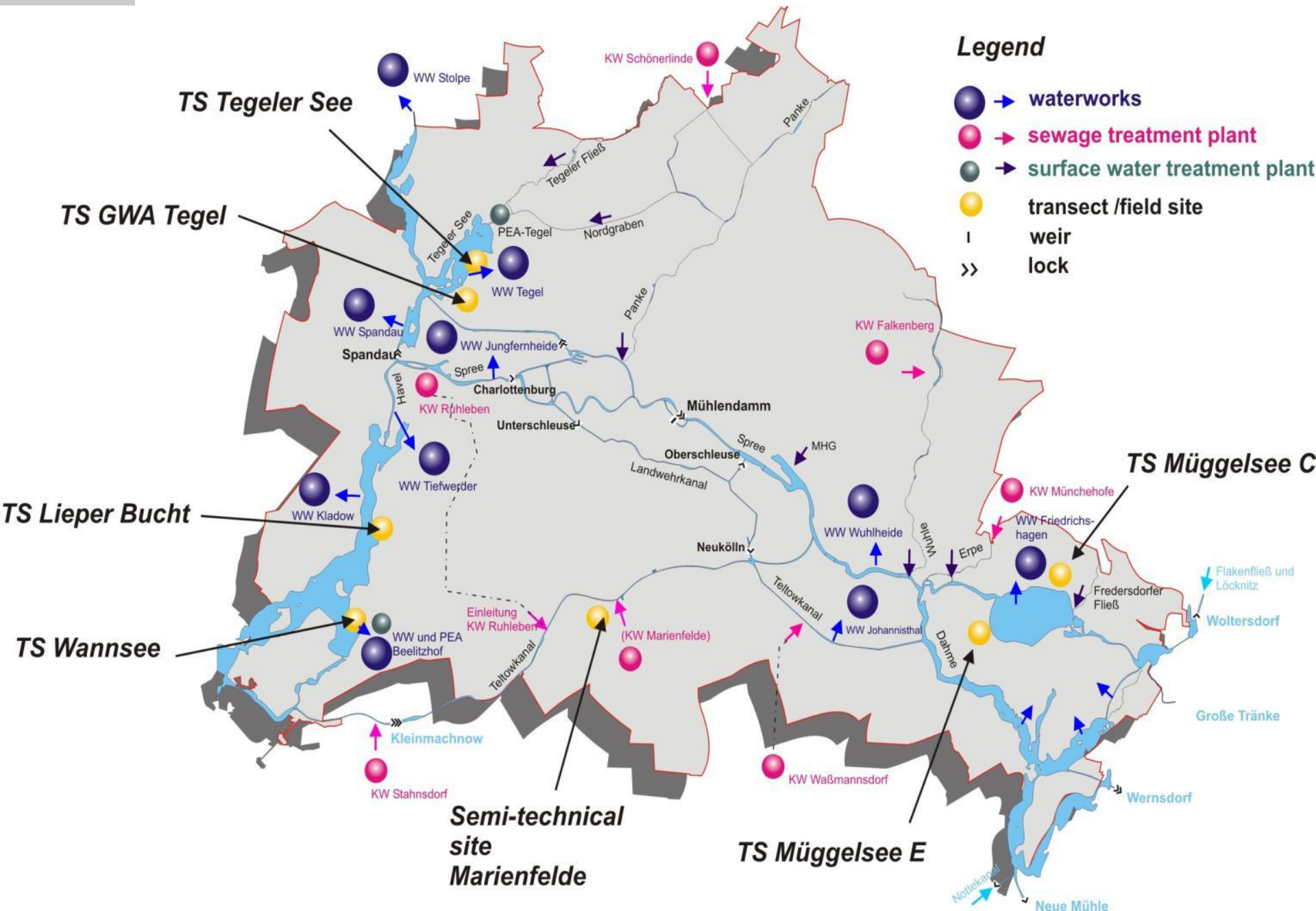


Директива ЕС по контролю качества питьевой воды

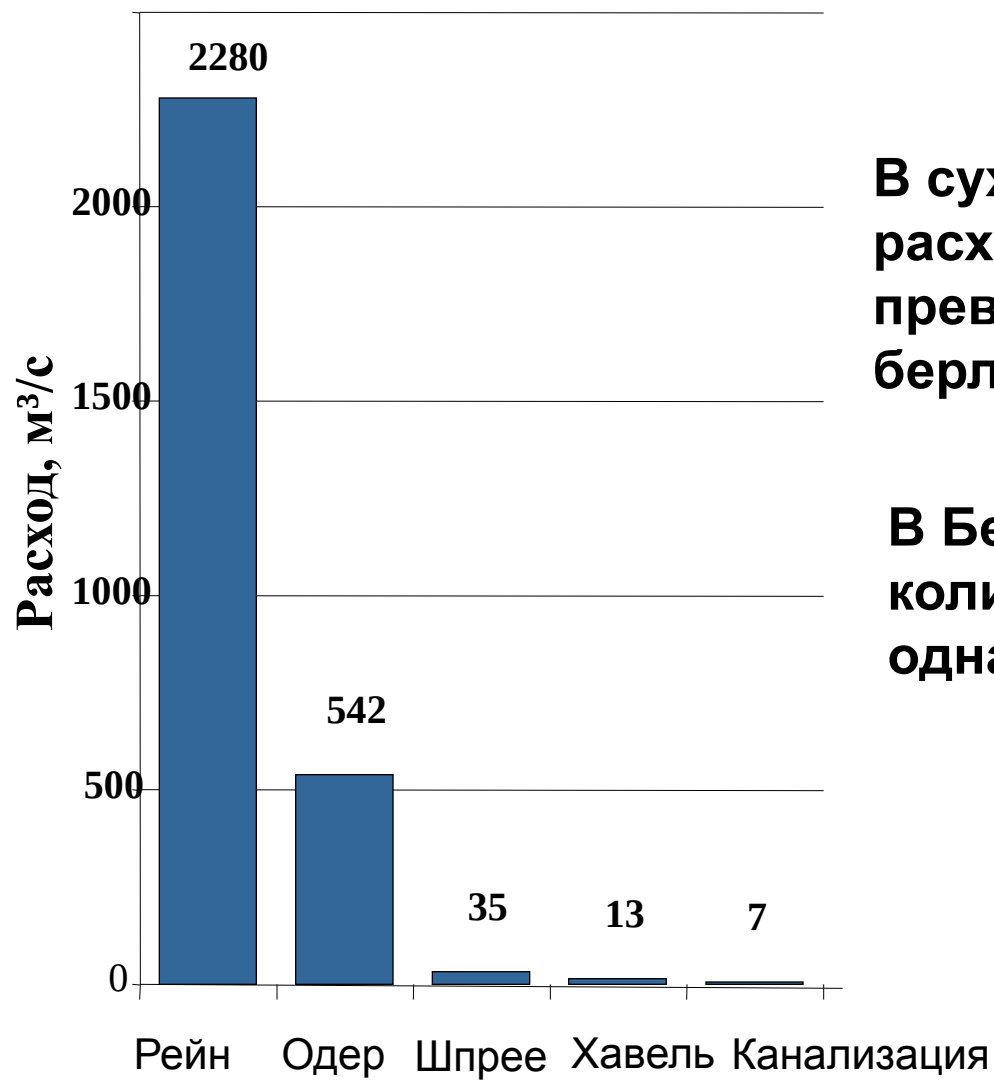
- Стандарты и показатели по различным составляющим
 - Патогенные микроорганизмы
 - Следовые органические соединения
 - Тяжелые металлы
- Государства-члены ЕС обязаны отслеживать качество воды, публиковать данные и информировать Европейскую Комиссию о нарушениях
- Вода должна соответствовать стандартам на выходе из крана потребителя (а не на выходе из водоочистных сооружений)
- Затраты по отношению к стоимости воды



Ситуация с водным хозяйством в г. Берлине



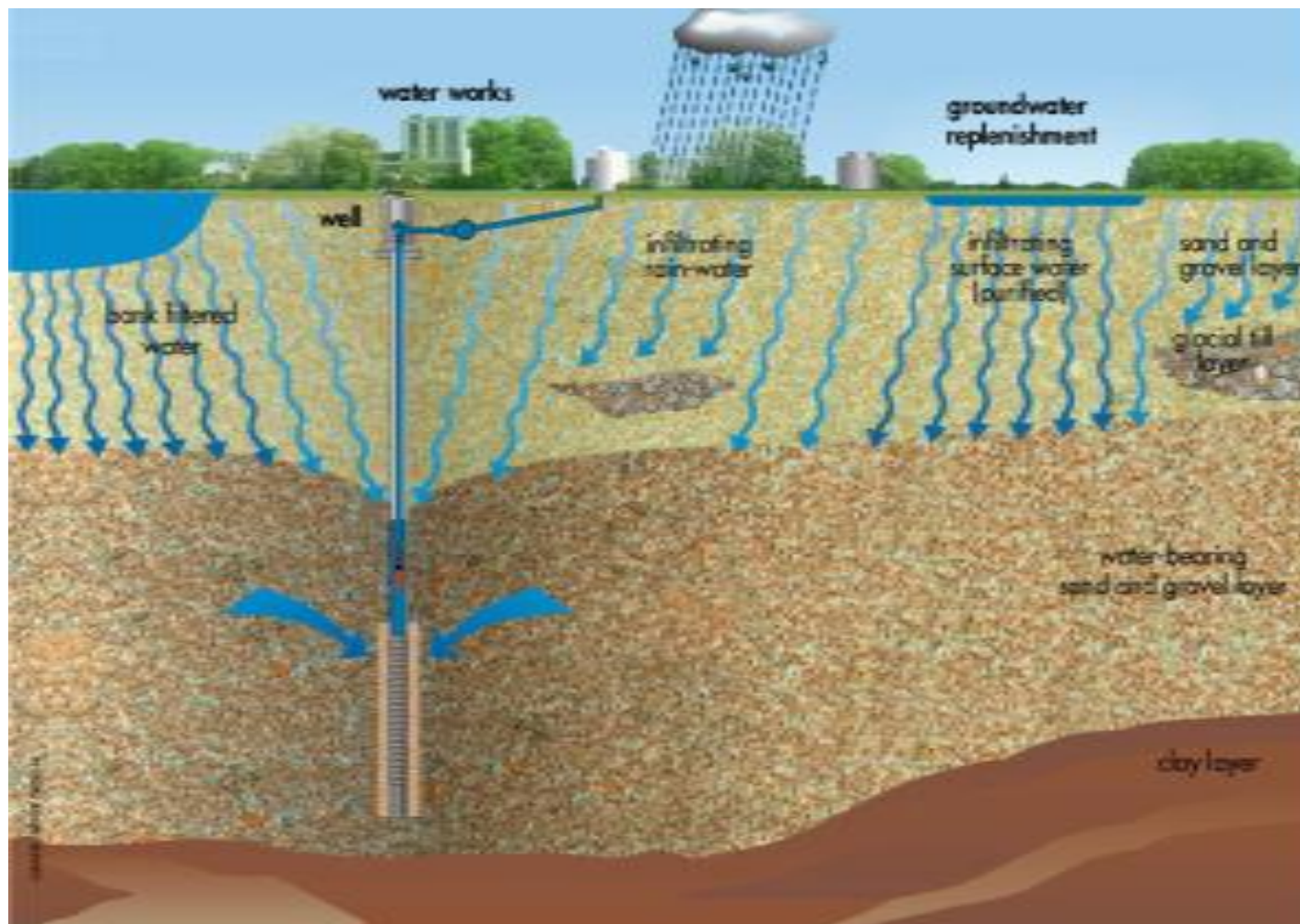
Средний расход вод в реках Германии



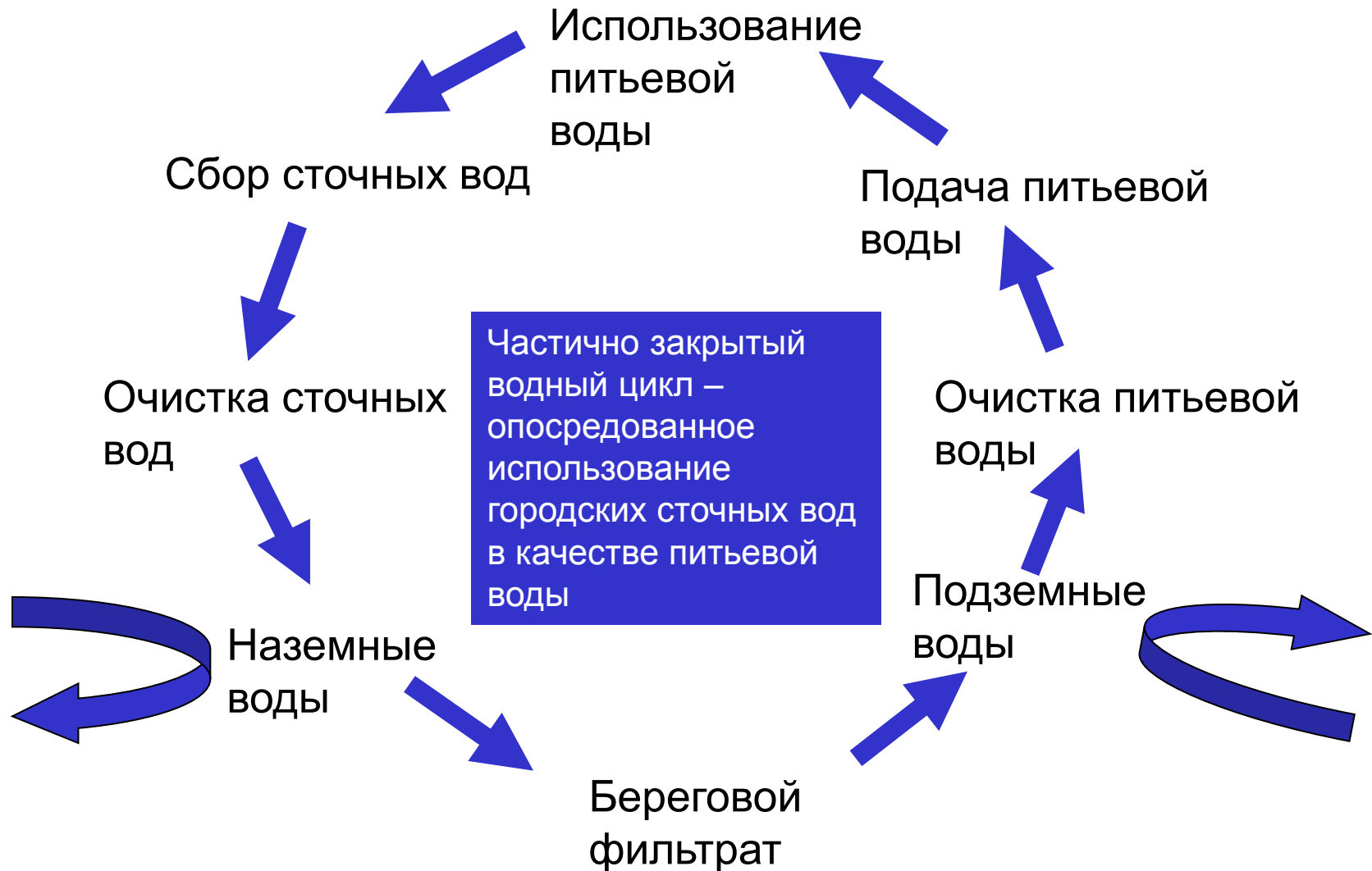
В сухие периоды суточный расход сточных вод превышает расход вод берлинских рек

В Берлине большое количество наземных вод, однако малый расход

Схема береговой фильтрации в г. Берлине



Гидрологический цикл в г. Берлине



Компания Berliner Wasserbetriebe

Питьевое водоснабжение

192,6 млн. м³/год
7875 км водопроводной сети
9 гидротехнических сооружений
700 скважин

Очистка сточных вод

205,4 млн. м³/год
9440 км канализационной сети
(1132 км напорных трубопроводов)
4 (6) очистных сооружений канализации
148 насосных станций

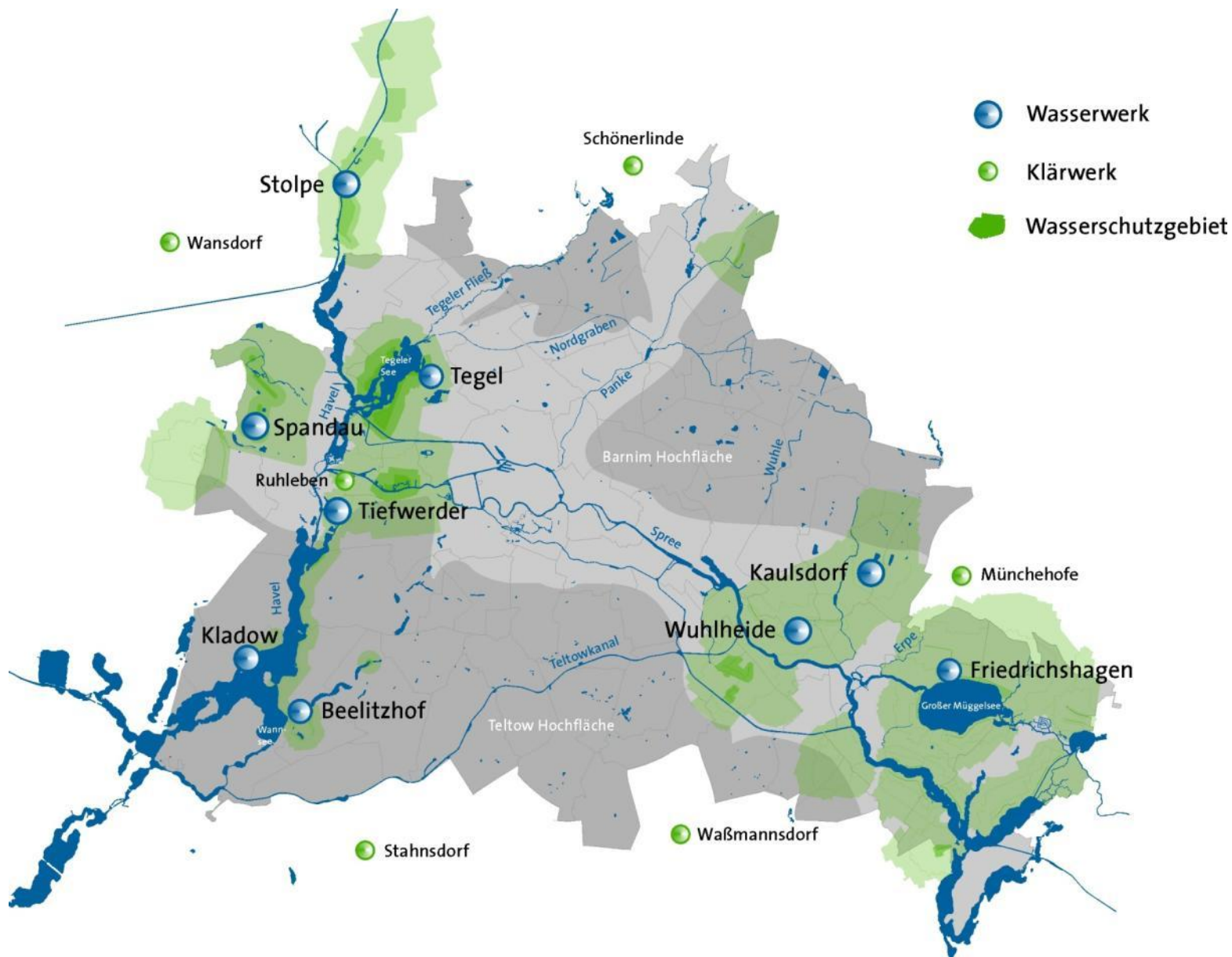
Данные по балансу

Оборот

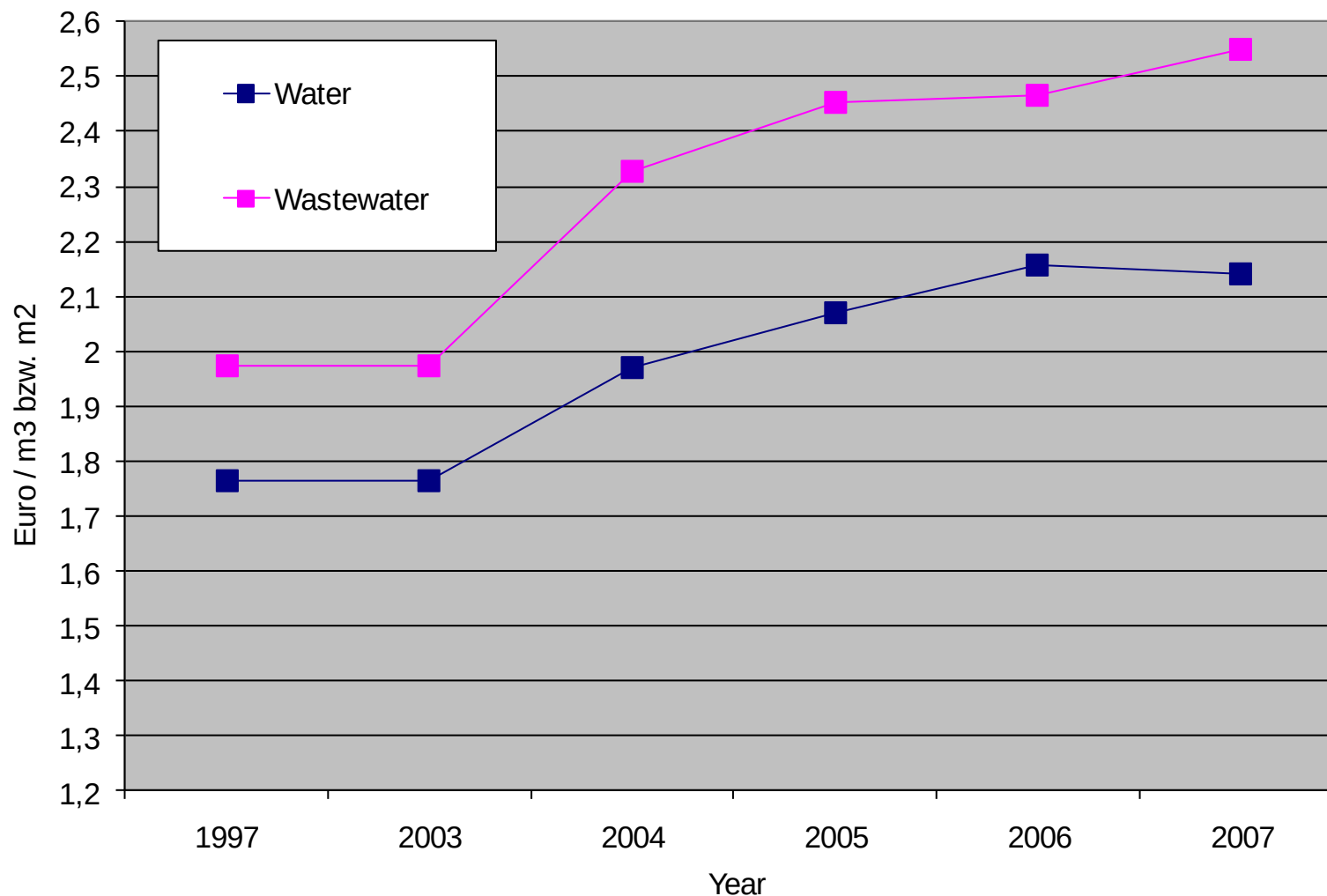
Водоснабжение	396 млн.€
Водоотведение	699 млн.€

4886 работников
Обслуживание населения 3,4 млн.человек

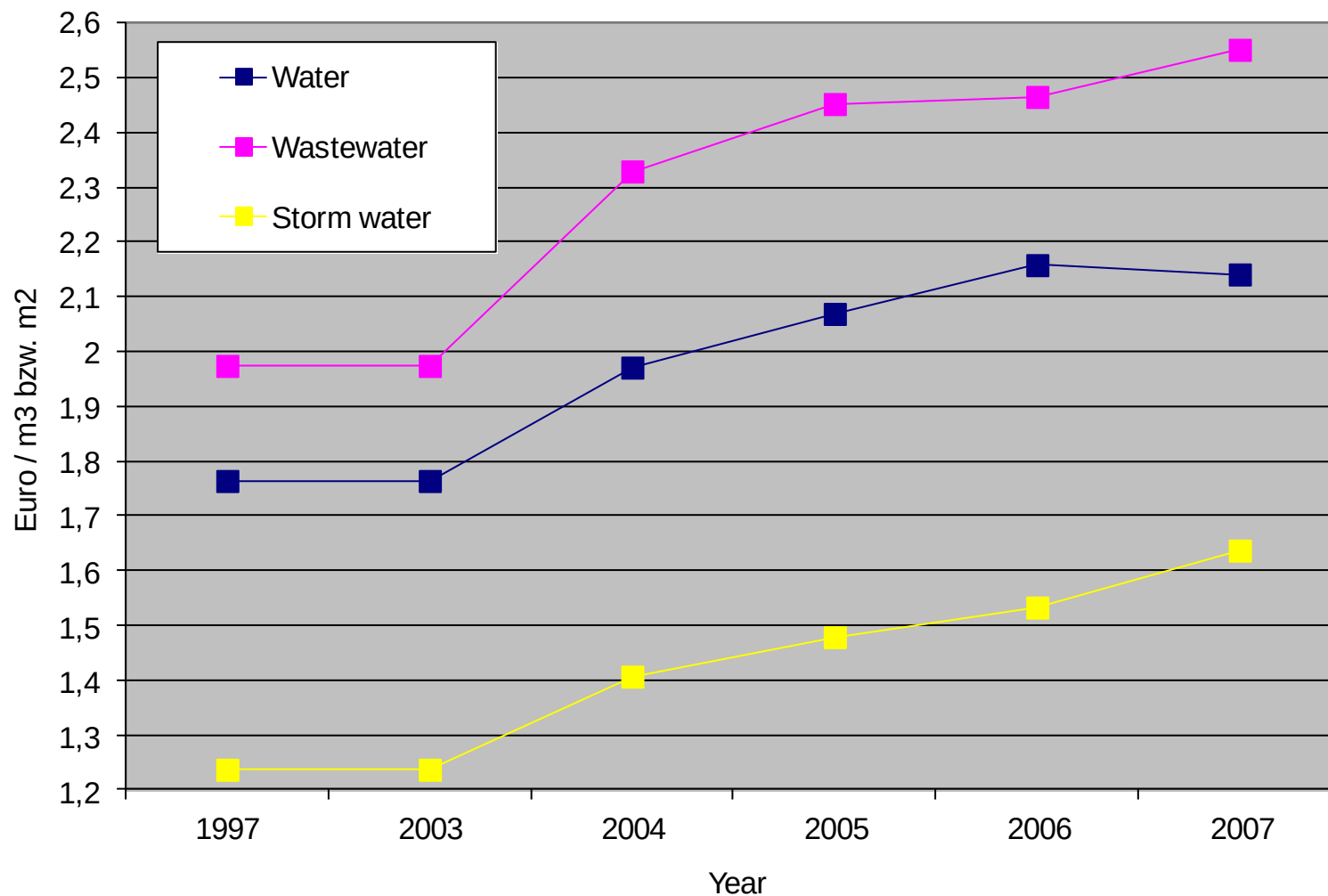
Санитарно-защитные зоны мест забора питьевой воды в г. Берлине



Цены на воду в г. Берлине

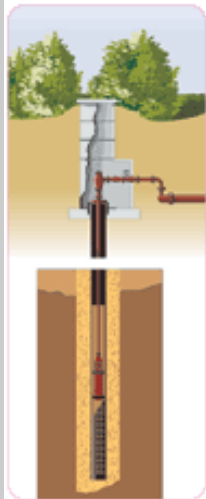


Цены на воду в г. Берлине

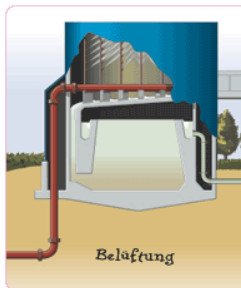


Обеспечение питьевой водой через береговую фильтрацию и искусственное подпитывание грунтовых вод

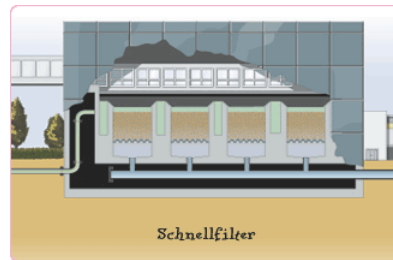
Скважина



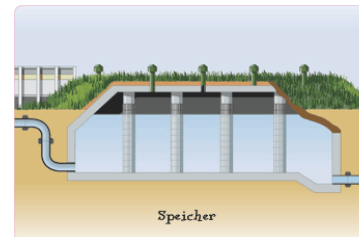
Аэрация



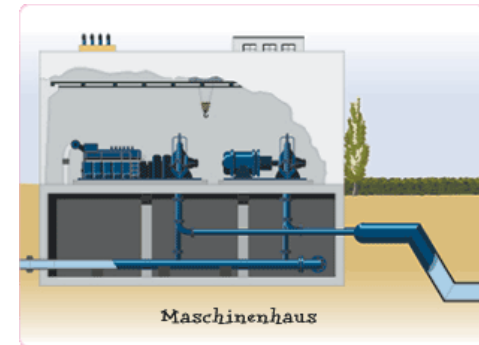
Фильтрация



Хранение

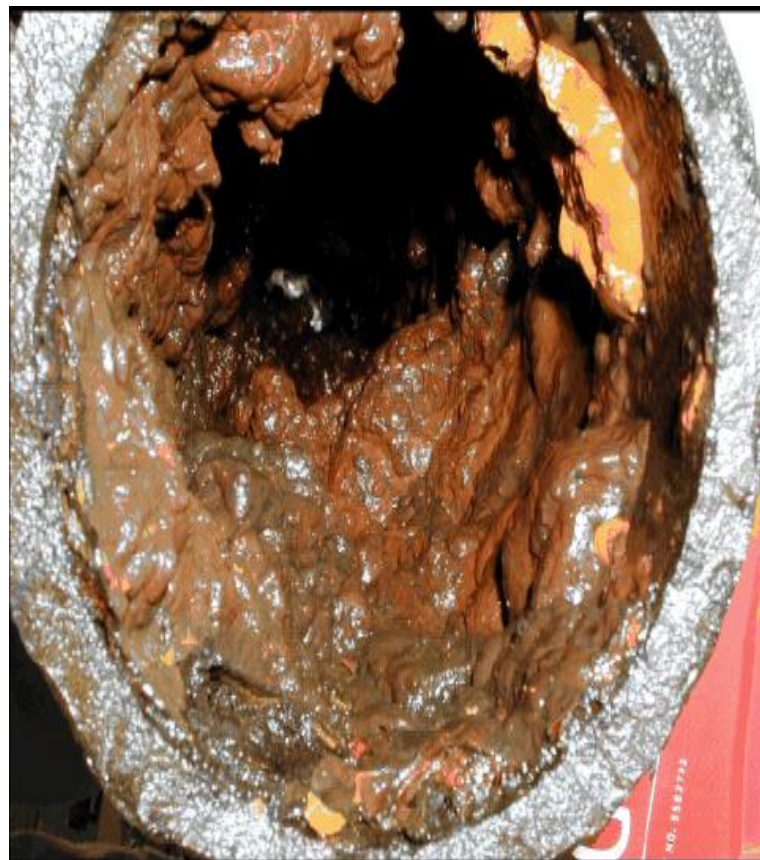


Распределение

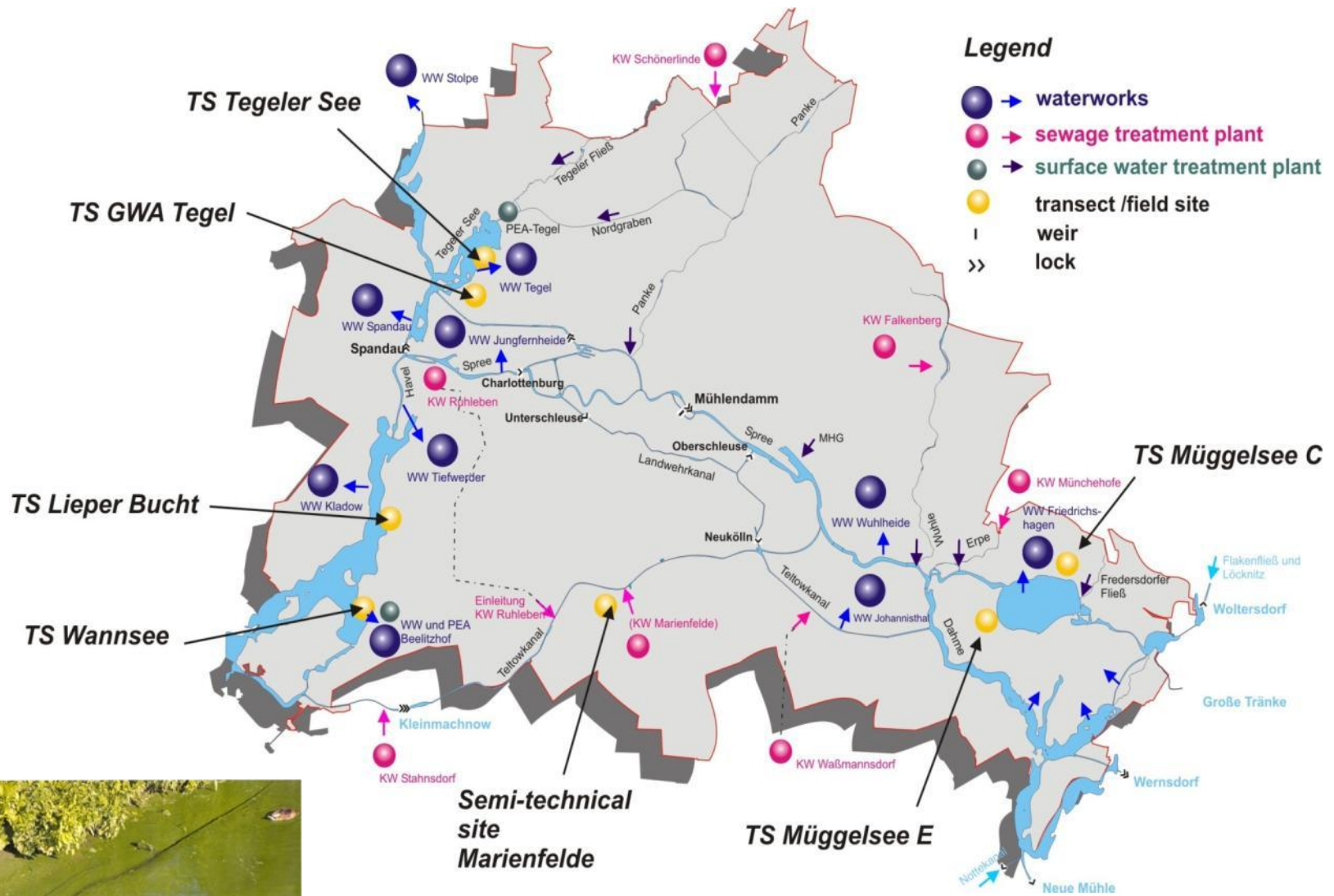


Простая очистка питьевой воды без добавления хлора

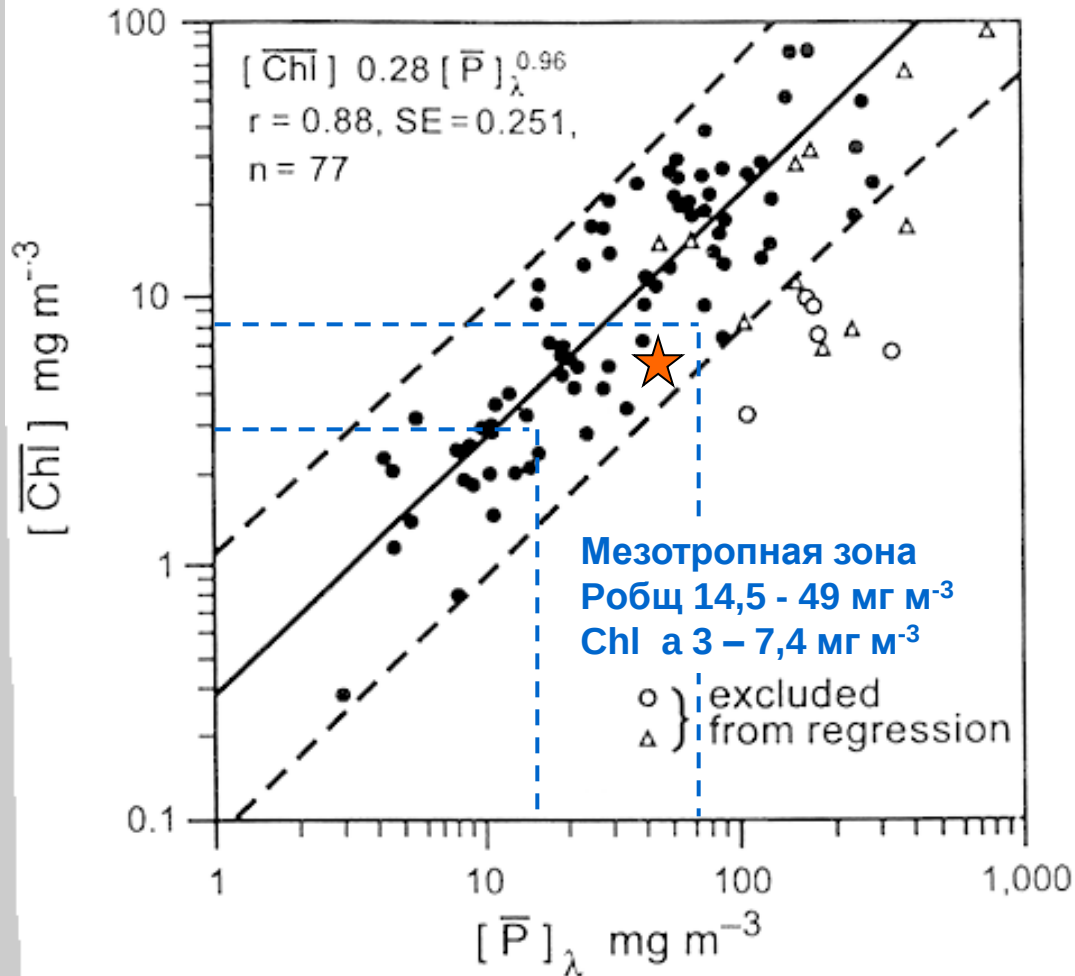
Железо и марганец в системах питьевого водоснабжения в анаэробных условиях



Проблема эвтрофикации



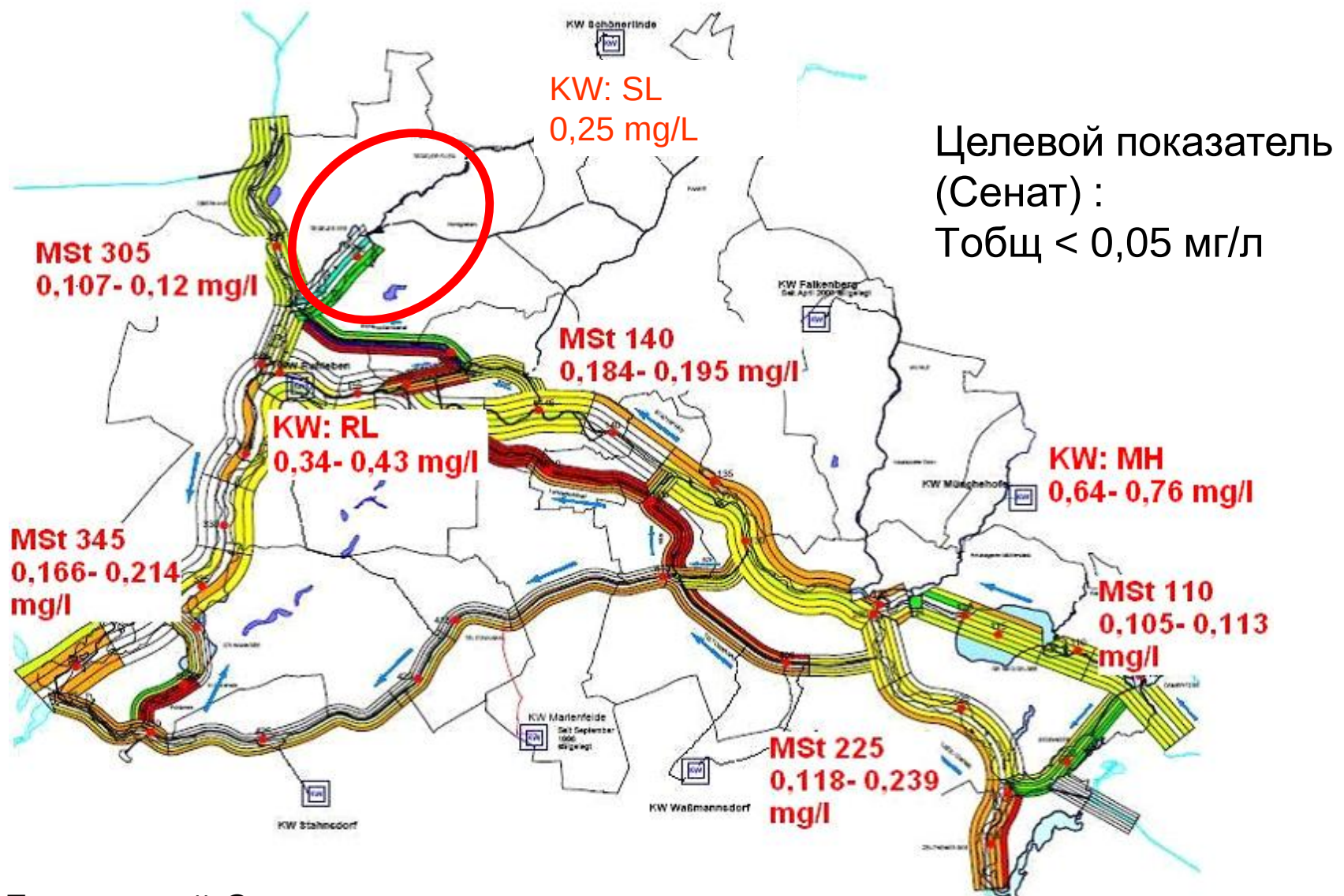
Трофическое состояние



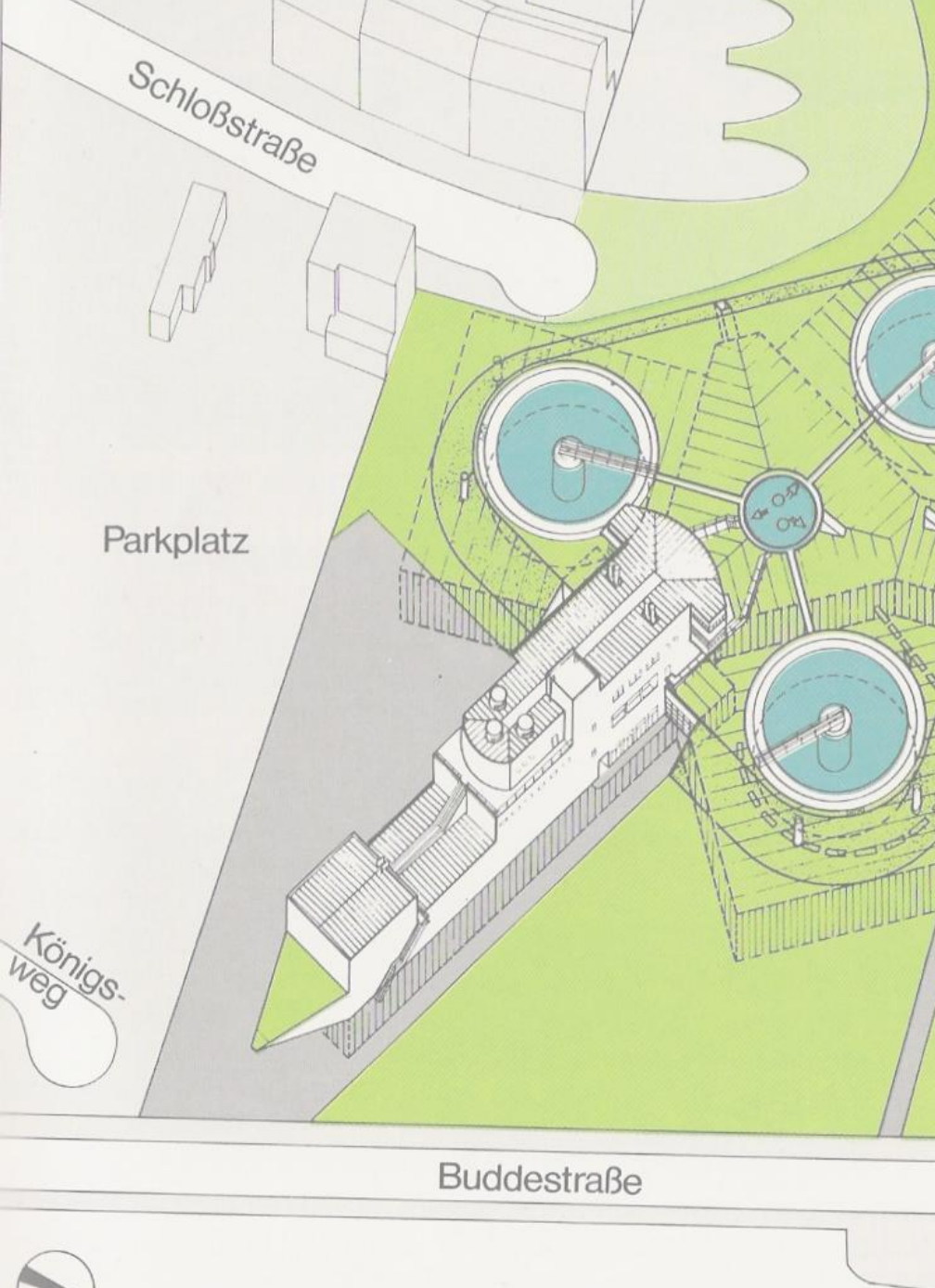
⇒ Робщ < 0,05 мг/л !!

[Vollenweider, 1982]
[Chorus, 1999]

Концентрация Тобщ в наземных водах



Берлинский Сенат городского развития



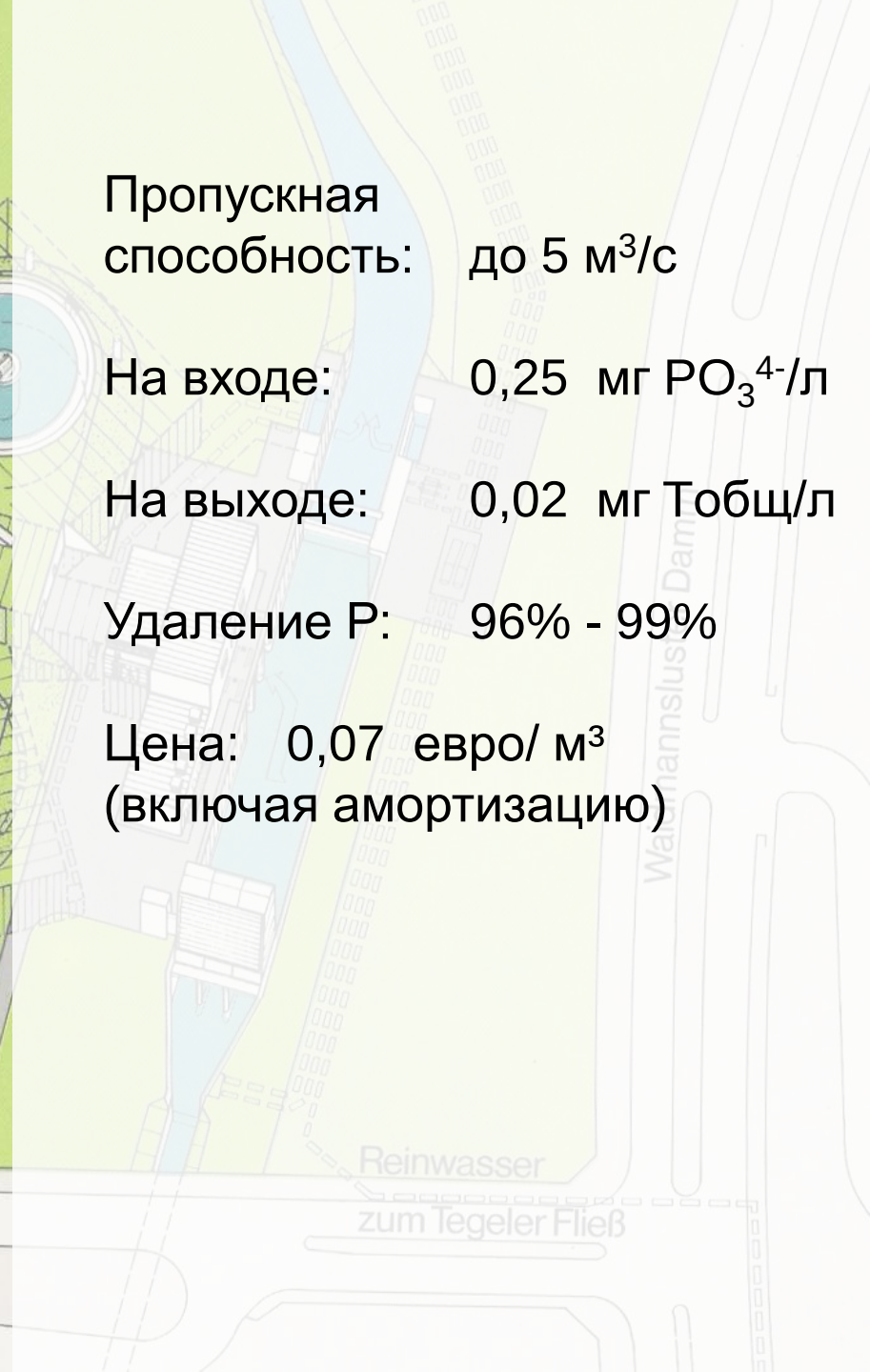
Пропускная
способность: до 5 м³/с

На входе: 0,25 мг PO₃⁴⁻/л

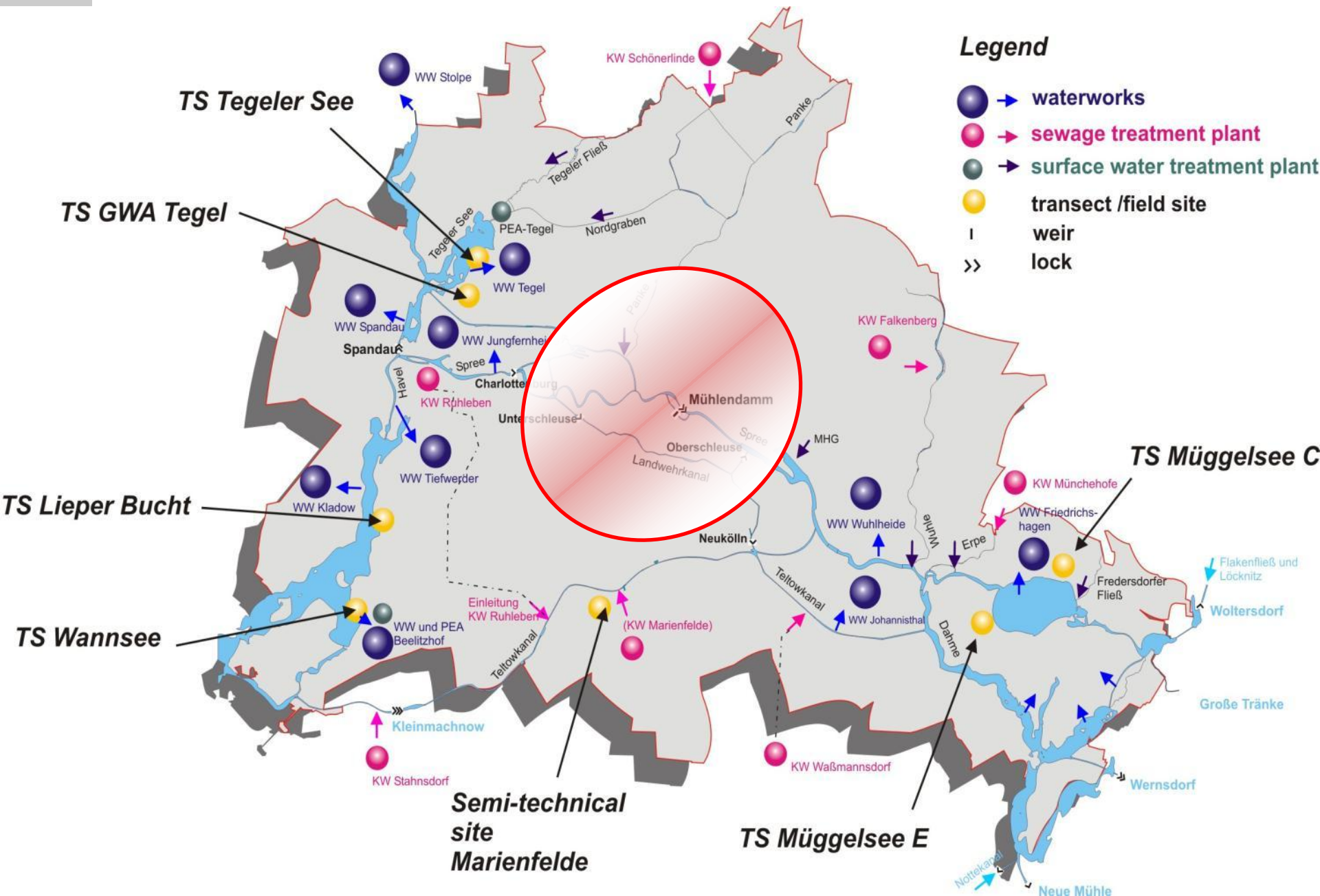
На выходе: 0,02 мг Тобщ/л

Удаление Р: 96% - 99%

Цена: 0,07 евро/ м³
(включая амортизацию)

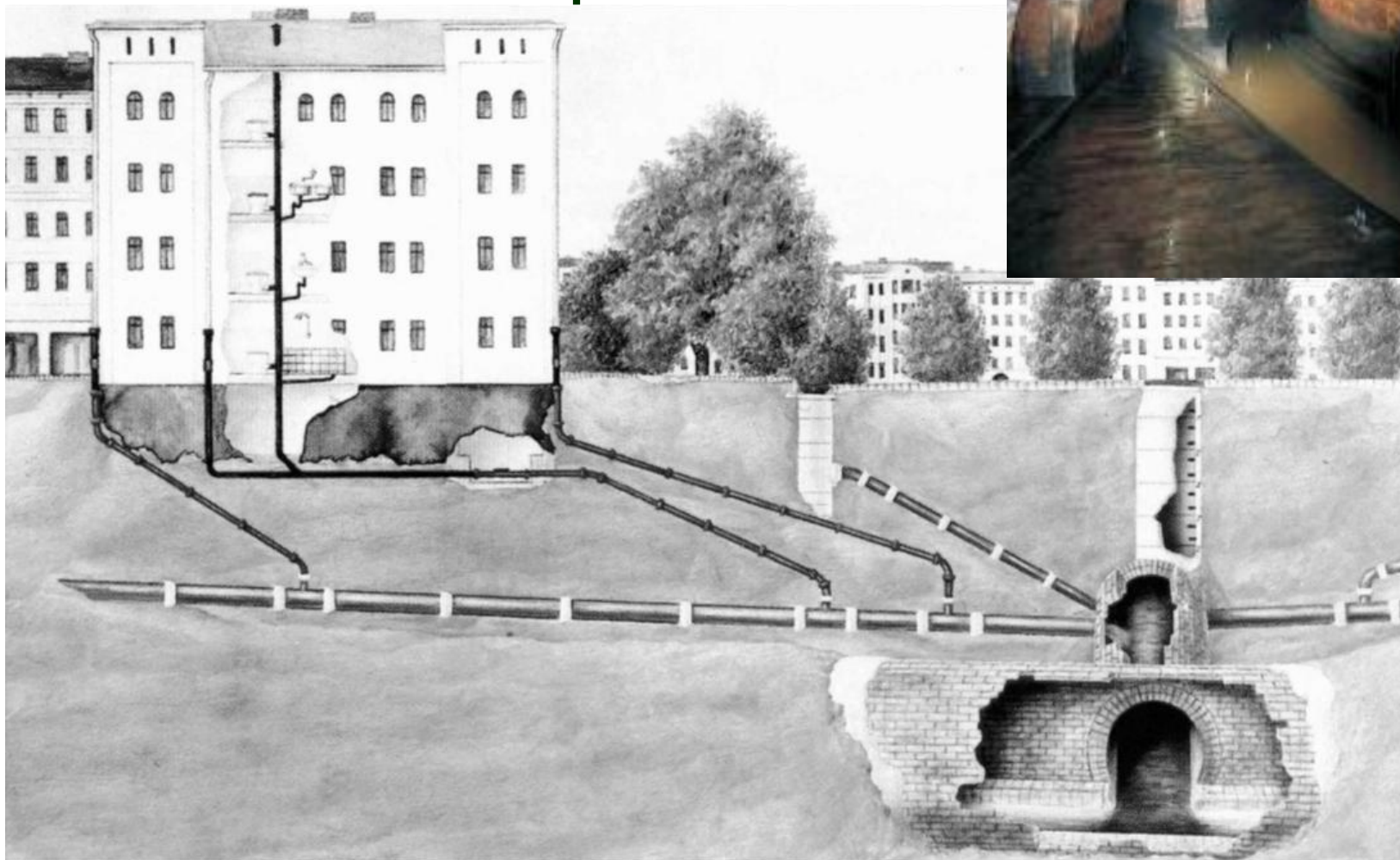


Комбинированная система канализации (CSF)



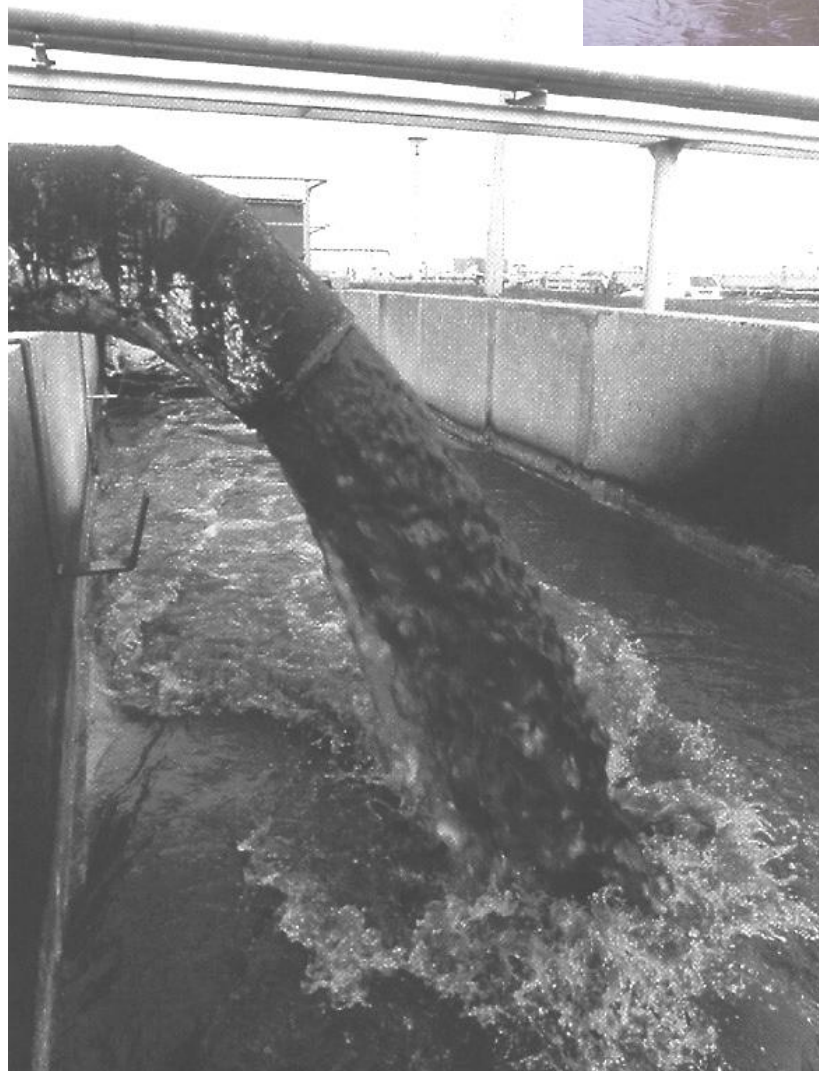


Комбинированная система канализации



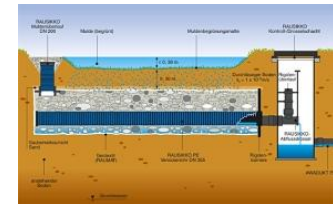


- ⇒ Цветение воды
- ⇒ Гибель рыбы
- ⇒ Следы органических веществ
- ⇒ Патогенные микроорганизмы



Возможные контрмеры

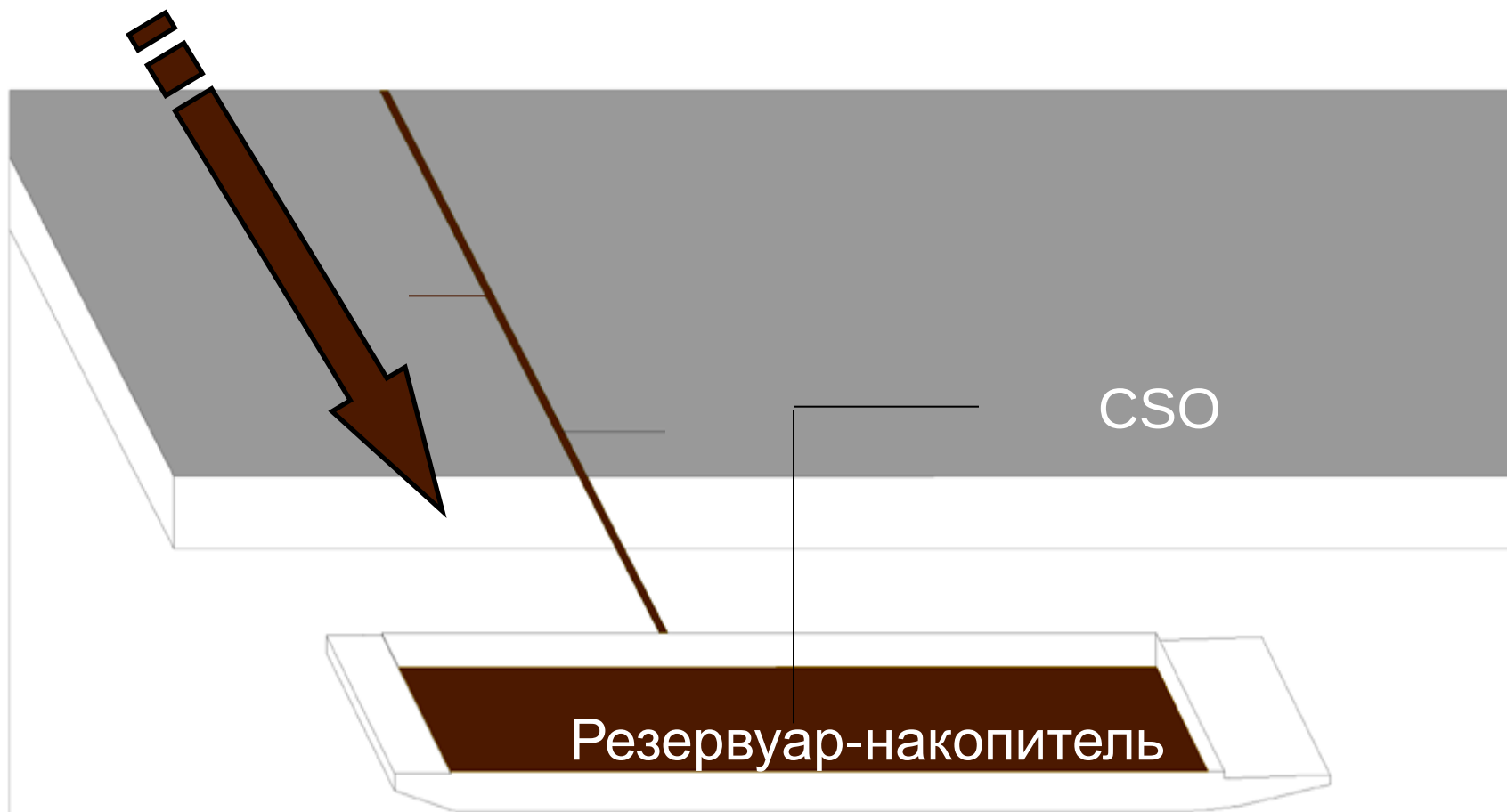
- Резервуары-накопители
- Децентрализованная инфильтрация ливневого стока
- Раздельный сбор мочи
 - N ~ 80%, P ~ 45%



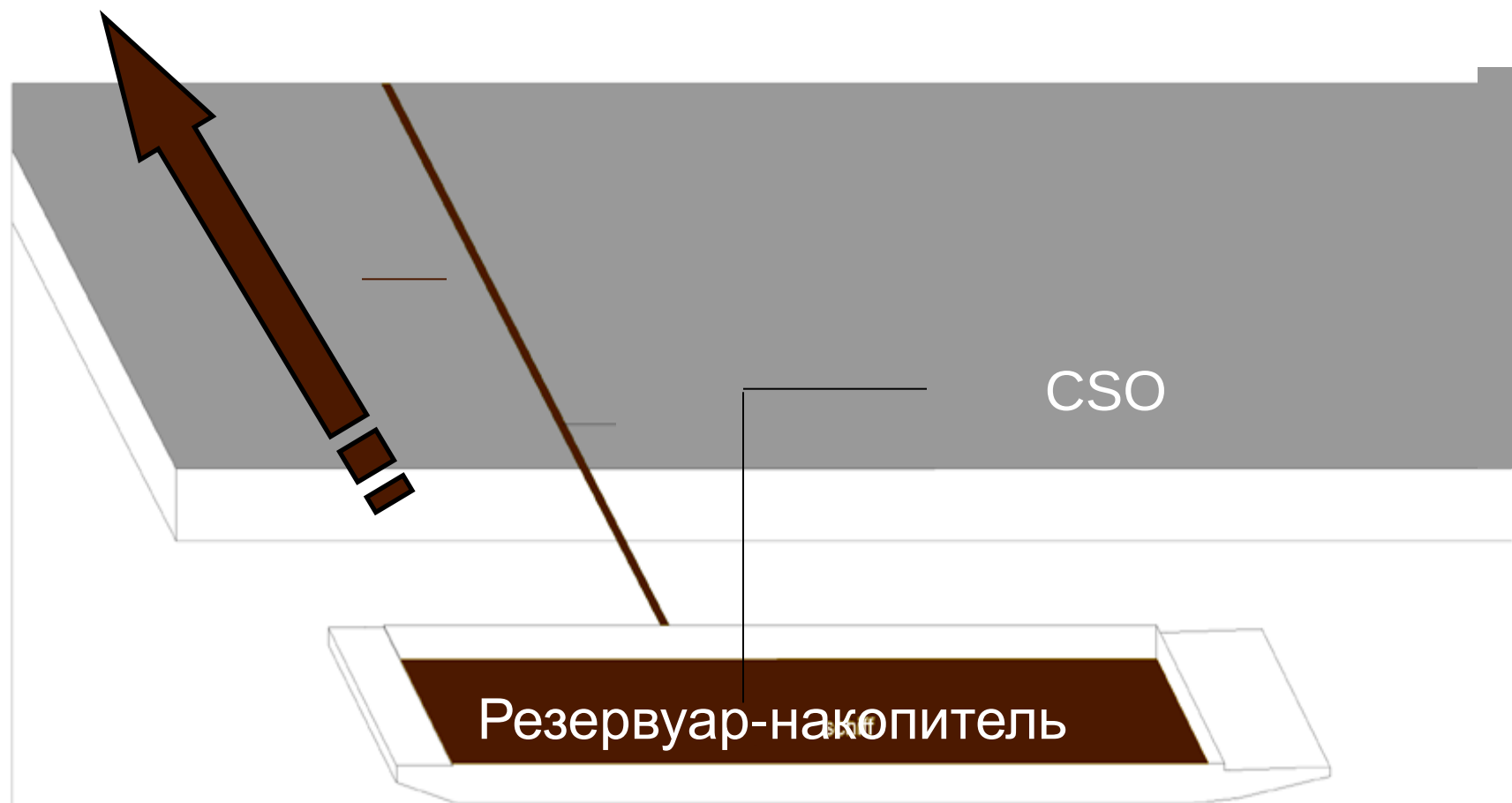
**Одно из решений
проблемы
сбросов
из комбинированной
системы
канализации (CSO)**



Хранение ливневого стока

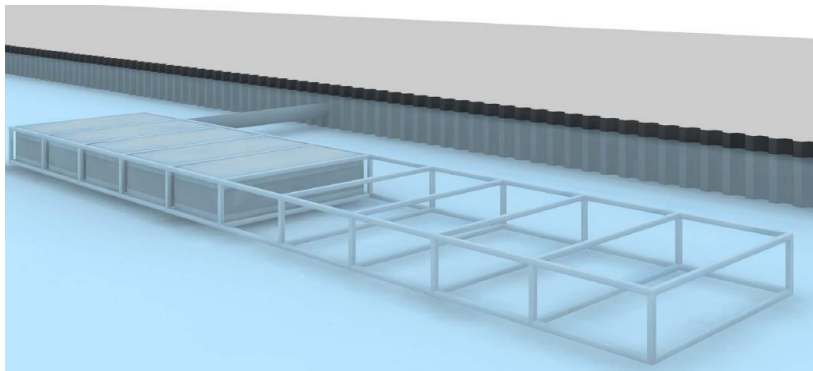


Контролируемая повторная подача

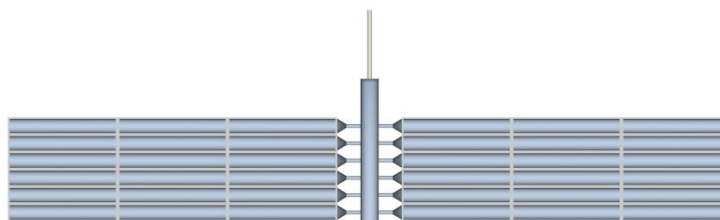


Варианты: перекачка, очистка, инфильтрация

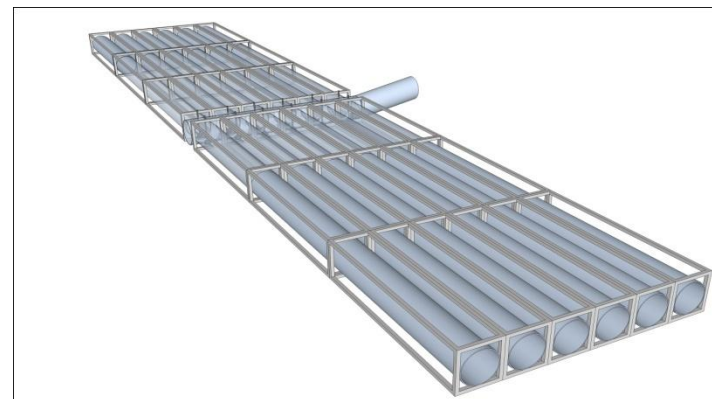
Проектирование резервуара-накопителя



Гибкие модули



Объем хранения



Готовая система

Пилотная установка (Остхафен)



Другие возможности использования



Исследования:

- материалы
- эксплуатация
- децентрализованная очистка

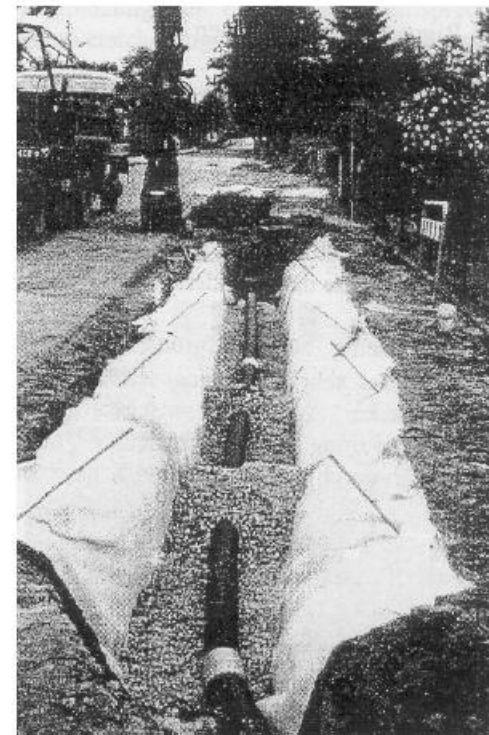


Система монтажа и трубозаглубления

Berlin-Karow:
Versickerungsmulde im Innenhof
bei mehrgeschossiger Bebauung



Schönnow bei Berlin:
Erstellung von Rigolen im
Straßenseitenraum





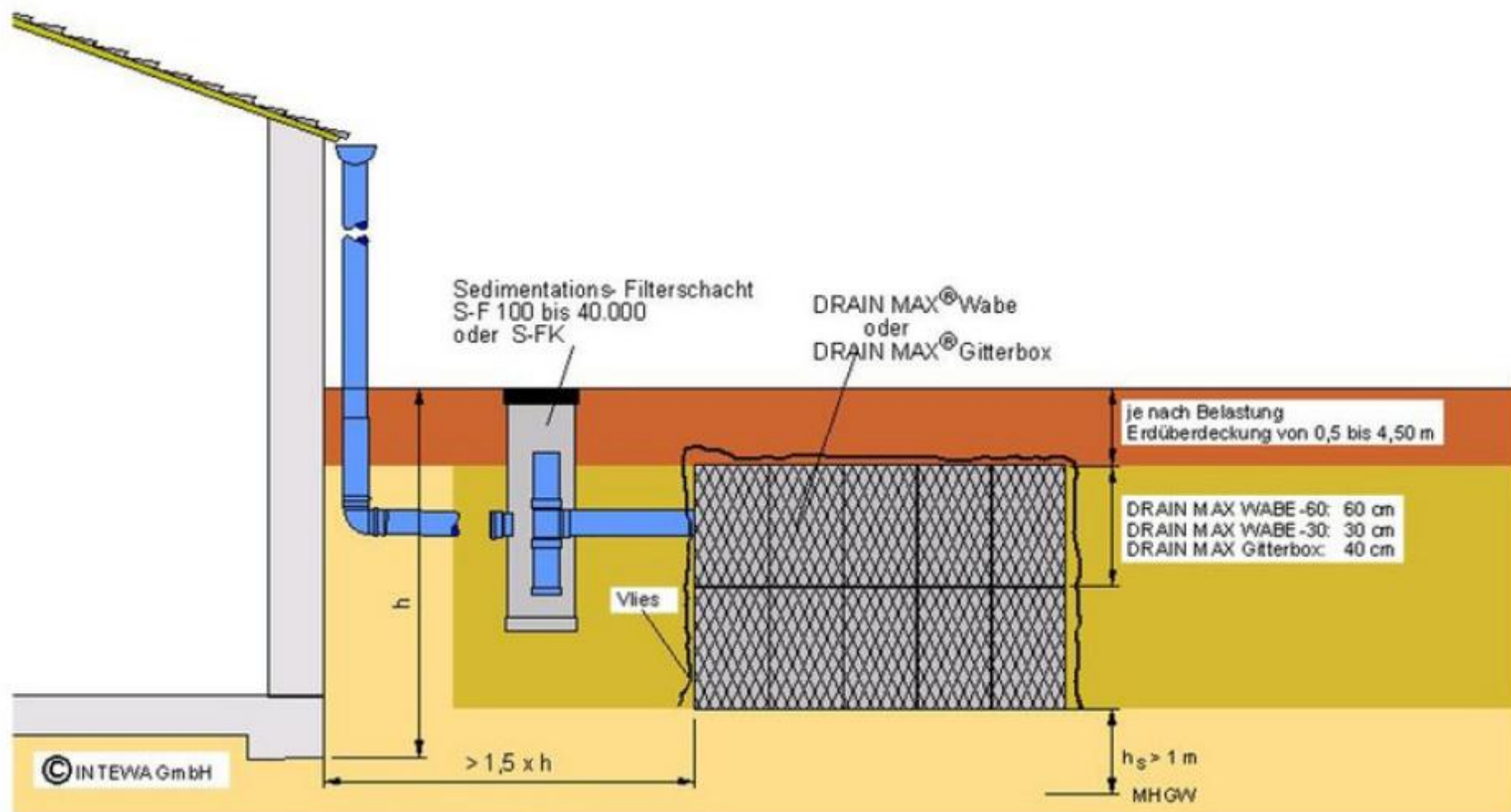
Пластиковая система трубозаглубления



Использование в Нортхэмптоне



Система трубозаглубления для частного домовладения



- Городской гидрологический цикл – водоснабжение и очистка сточных вод осуществляется одной организацией (интегрированное водопользование, IWRM)
- Использование природного потенциала для очистки (береговая фильтрация, очистка водоносных слоев почвы)
- Учет интересов различных заинтересованных сторон
- Хранение ливневого стока, очистка ливневого стока, децентрализованная инфильтрация, использование ливневого стока
- Контроль эвтрофикации путем очистки сточных вод и контроля фосфора (централизованный и децентрализованный методы)

Выводы (II)

- Хорошее состояние труб питьевого водоснабжения, сокращение потерь неучтенной воды $\Rightarrow$ сокращение потребности в хлоре и побочных продуктов дезинфекции
- Хорошее состояние канализационной системы (отсутствие утечки в подземные воды) $\Rightarrow$ сокращение стоимости очистки
- Затраты на очистку по сравнению с ценой на воду
- Контроль за использованием ресурсов, устройства экономии воды, цена на воду, двойная подача воды
- Поддержка рециркулирования очищенных сточных вод для различного назначения, также для искусственного подпитывания подземных вод

Выражаю благодарность за помощь следующим лицам:

Регина Гнирс (BWB)

Маттиас Барьенбрух, Катрин Гантнер (TUB)

Хейко Сикер, Кристиан Петерс (IPS)

Благодарю за внимание!

Mathias.ernst@tu-berlin.de