



**ЯРОСЛАВСКИЙ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ**

[WWW.YRENERGOFORUM.RF](http://WWW.YRENERGOFORUM.RF)

**2-3** ДЕКАБРЯ  
2015 года

**ПРОЕКТ**

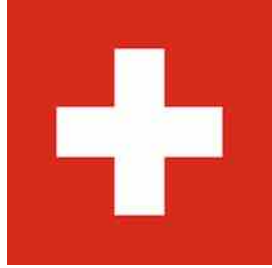
**ПРОГРАММА**

**молодежной конференции «Вклад молодежи в решение практических задач в области модернизации и развития энергетической инфраструктуры», проводимой в рамках VI Ярославского энергетического форума «Современная энергетическая инфраструктура. Новые условия, цели и масштабы»**

**3 декабря 2015 года, г. Ярославль**



# SMART RESOURCES



## **Доктор технических наук Виктор Хэфели:**

- Более 30 лет работы в сфере экологии;
- Генеральный директор и владелец компании Smart Resources;
- Член Совета директоров ТЭЦ на древесных отходах Aubrugg и ассоциации лесной промышленности Zürich Holz AG;
- Президент Международного Конгресса переработчиков электроники;
- Член Правления Швейцарского союза производителей экологической техники.
- Мандат Министерства экологии Швейцарии на разработку нормативно-правовой базы (Постановлений Правительства, справочников НДТ) и обучение сотрудников государственных контрольных органов



# Климатические изменения, энергопотребление и экономический рост: ответ Швейцарии

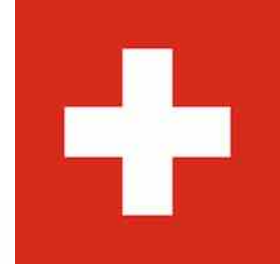
2 декабря 2015 г., Ярославль

Доктор Виктор Хефели  
Швейцария  
[www.smartresources.ch](http://www.smartresources.ch)

**SMART RESOURCES**



# Ключевые компетенции компании Smart Resources:



**Энергия  
биомассы**



**Переработка**



**Водоподготовка**

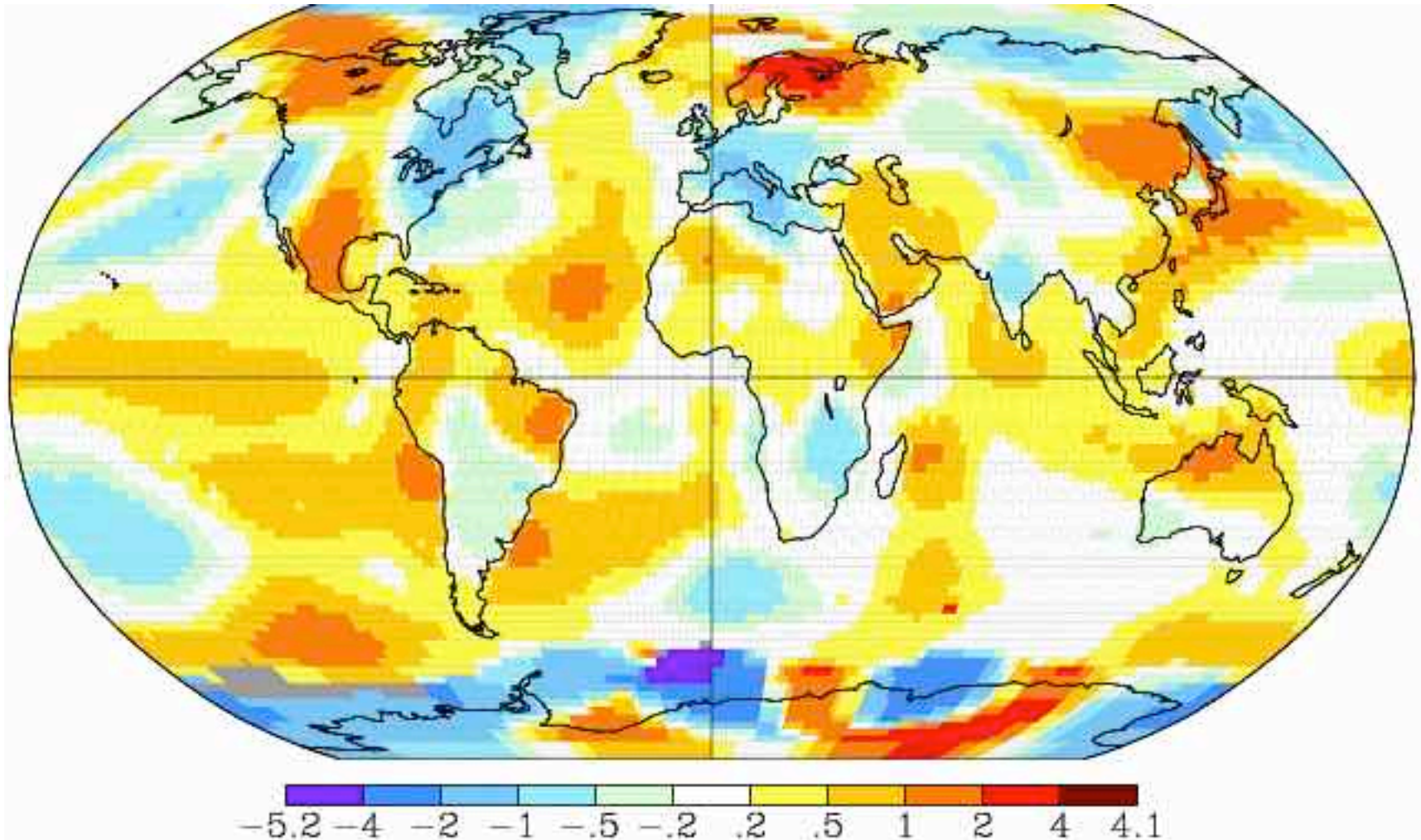
**Управление  
полигонами**



**Независимая экспертиза**

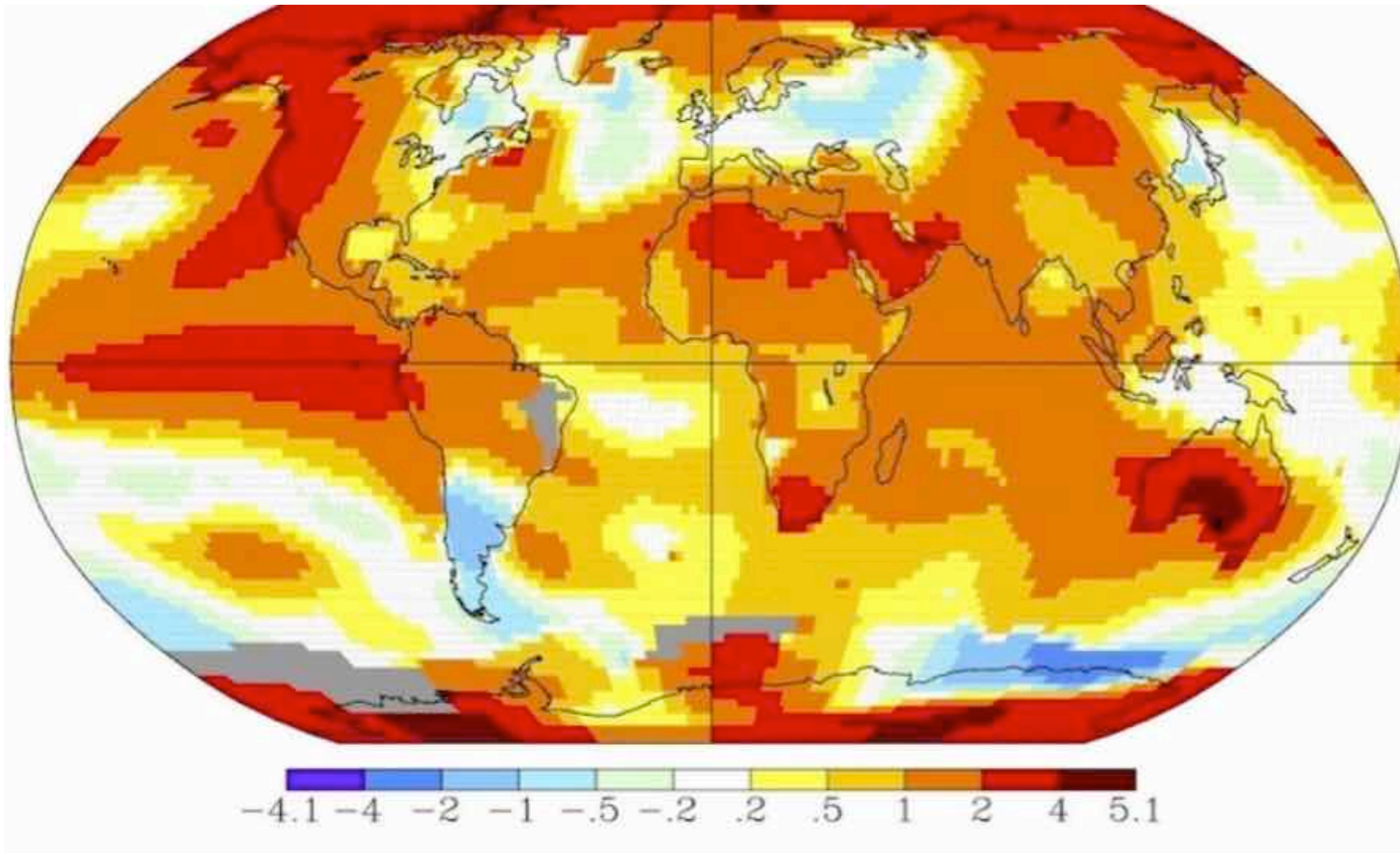


# Потепление на Земле с 1951 по 1980 гг.



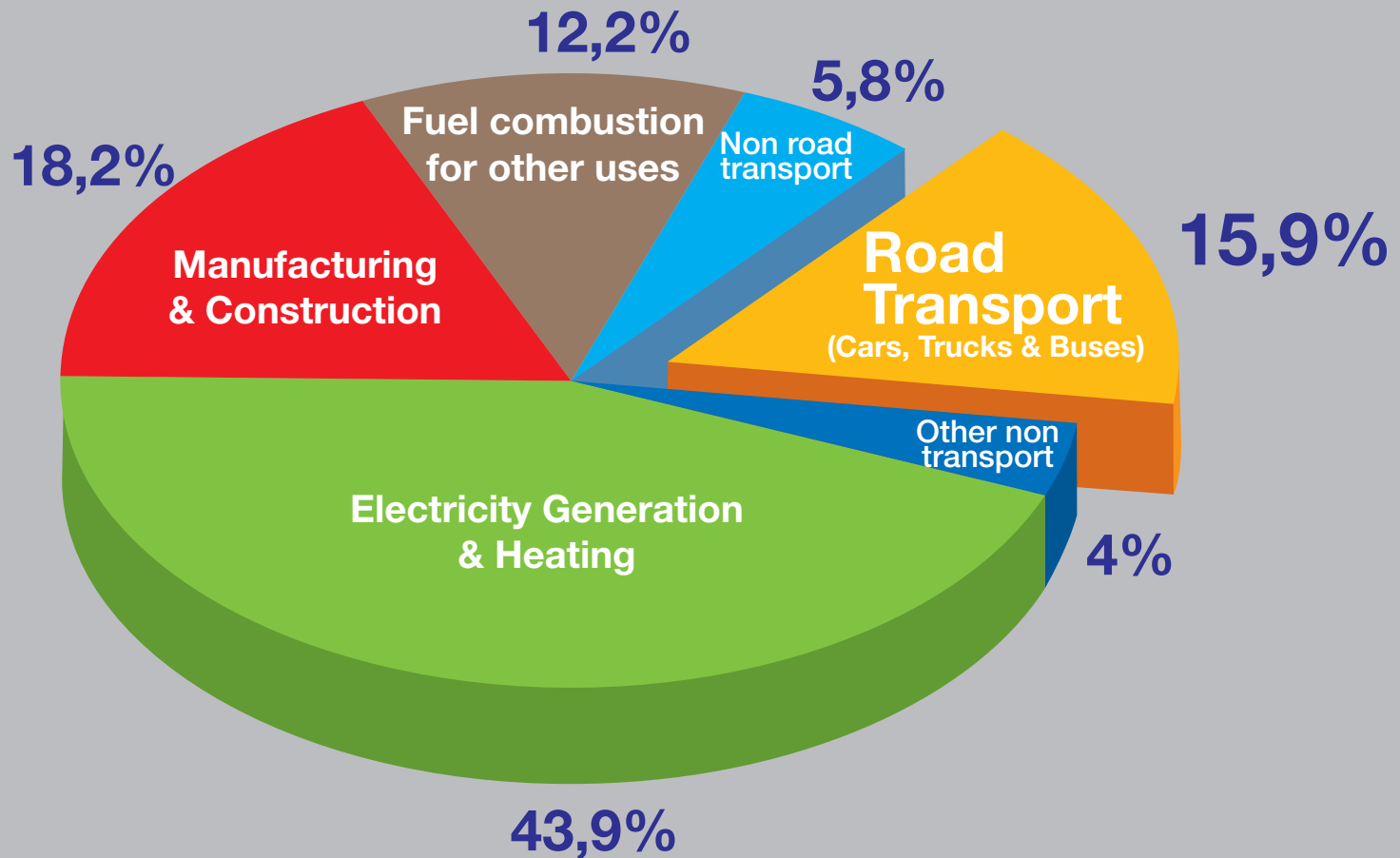


# Потепление на Земле с 1951 по 2015 гг.





# Откуда берется CO<sub>2</sub>?





# Что предпринимает Швейцария? Слагаемые успеха

сокращение CO<sub>2</sub>

Избежание  
нецелевого  
энерго-  
потребления

Эффективное  
применение  
энергии

Поддержание  
производства и  
потребления  
возобновляемой  
энергии

Стратегия Швейцарии  
по сокращению выбросов парниковых газов.

SMART RESOURCES



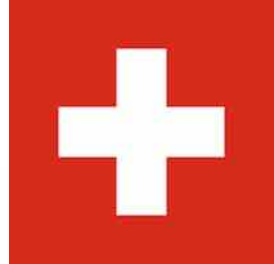
# Что такое отходы?

**! Ценные материалы и  
энергия на неправильном  
месте!**

**SMART RESOURCES**



# Получение выгоды из отходов в Швейцарии



**Переработка  
в ценные материалы**

**Использование  
энергии отходов**



2'200 ГВт/ч

3'400 ГВт/ч

**SMART RESOURCES**



# Важность утилизации ХФУ-холодильников

ХФУ – разрушитель озона №1  
1 холодильник = 1 автомобиль за год



2800 кг в эквивал. CO<sub>2</sub>

2832 кг CO<sub>2</sub>\*

Выбросы от 1 холодильника соответствуют 2800 кг CO<sub>2</sub>. Такой же объем поглощается 233 березами в год.



# Пилотный проект: Умная утилизация холодильников в России

1-й этап утилизации – на оборудованном пункте сбора



70-300 г Фреона-12 / 35-70 г ЛОВ в системе охлаждения и компрессоре (предутилизация)



1-й этап в 20-футовом контейнере



# Пилотный проект: Умная утилизация холодильников в России

**2-й этап – разбор корпуса. Мобильная установка перемещается от пункта к пункту и перерабатывает корпуса холодильников. Гибкая и эффективная система.**

200-800 г Фреона-11 / 100-400 г  
ЛФУ в полиуретановой  
изоляционной пене (доутилизация)





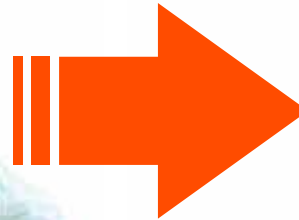
# Отходы как источник энергии

Та же выходная мощность при меньшем объеме топлива



1 т отходов

1 пакет для мусора Züri



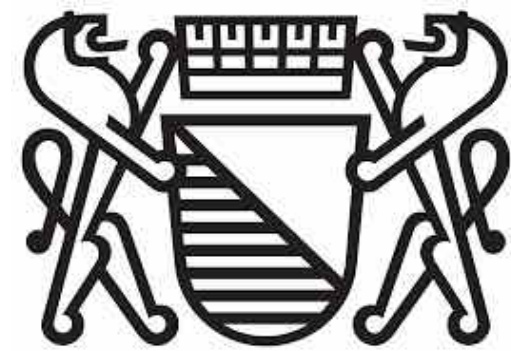
300 л жидкого бытового топлива

≈1,7 л жидкого топлива

Source: ERZ

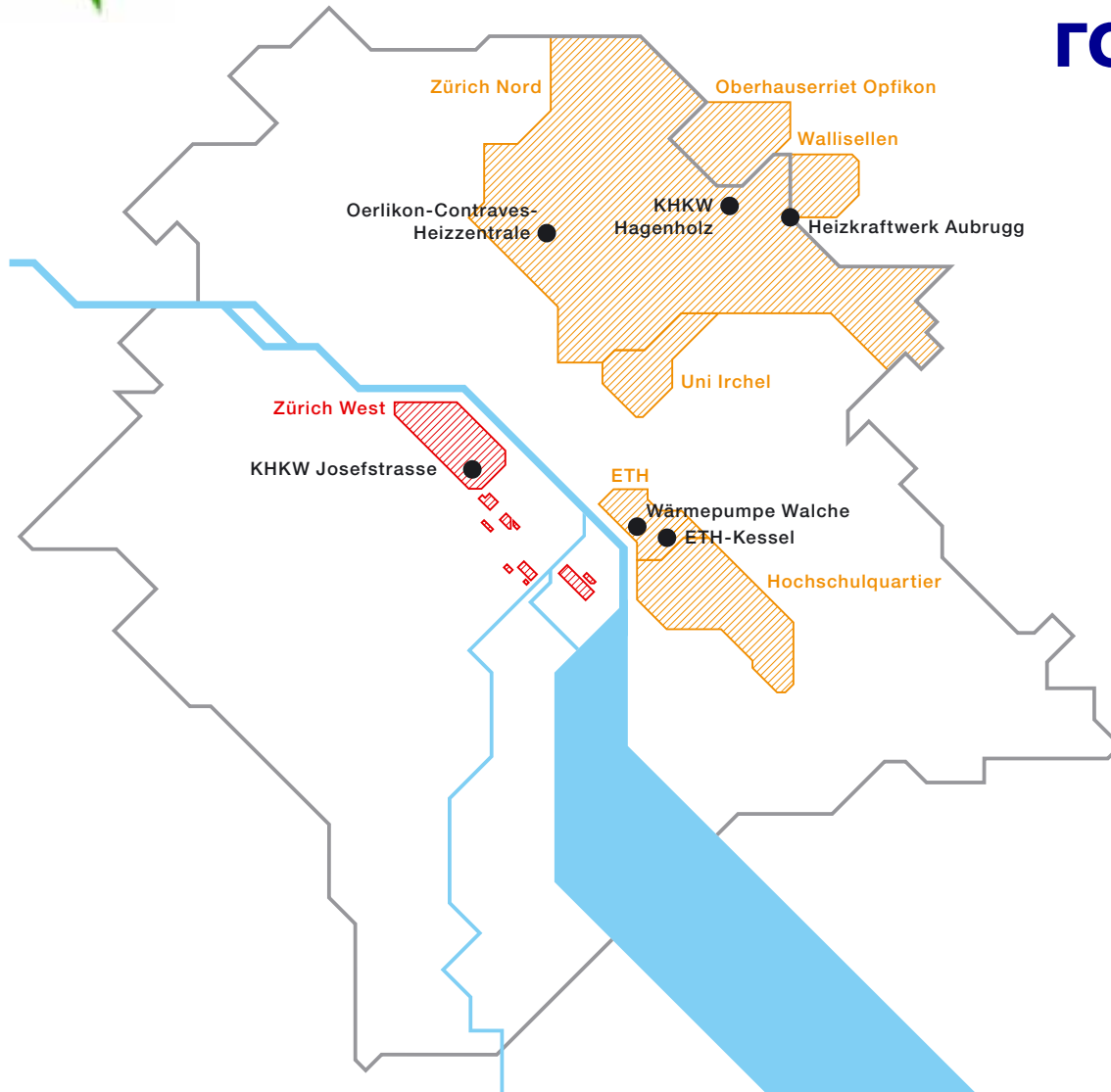


# Меры, принятые швейцарским городом Цюрихом





# Централизованное теплоснабжение города Цюриха



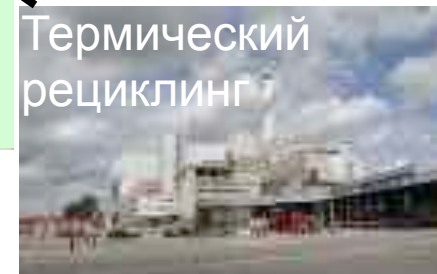
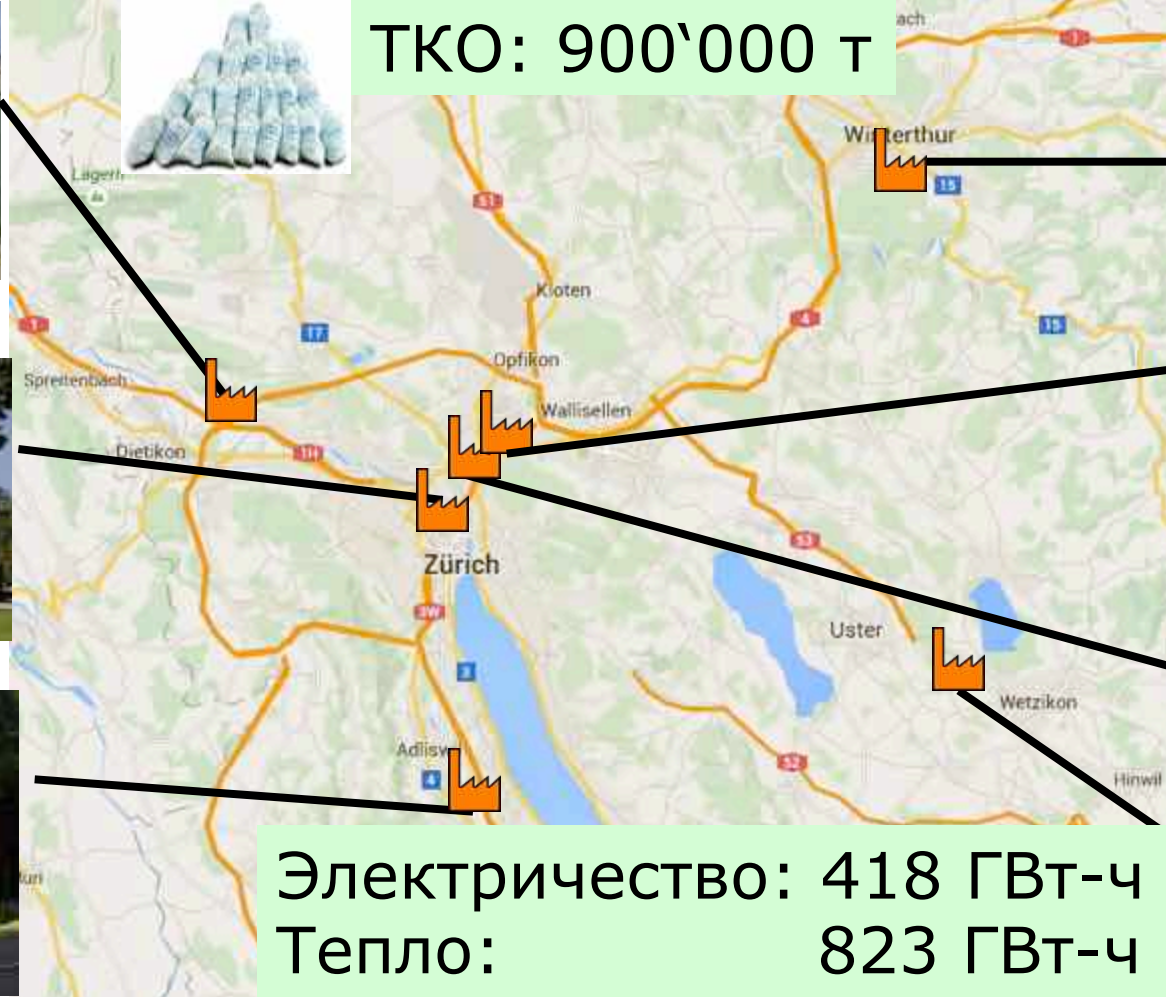
Население города:  
600'000 жителей  
(включая  
агломерацию)

площадь: 100'000 км<sup>2</sup>

Общая длина сети  
тепломагистралей:  
150 км



# Пример производства энергии из отходов в регионе Цюрих, 2014 г.





# Сжигание ТКО вместо использования ископаемых топлив:

Отходы кантона Цюрих в 2014 г.: 50% ТКО => 0,9 млн т ТКО

Полученная вторичная энергия => 1128 ГВт-ч => 99264 тонн топлива  
=> 3008 ж/д цистерн, наполненных нефтью (33 т)

Источник:  
министерство  
энергетики Швейцарии

**1х «Люцерн – Цюрих»**



Оценка потенциала **России** в 2014 г.: 50% ТКО => 35 млн т ТКО  
Потенциальный объем энергии => 59230 ГВт-ч => 5'212'240 тонн  
топлива => 160000 ж/д цистерн, наполненных нефтью (33 т)

**1х «Цюрих – ЯРОСЛАВЛЬ!»**

**SMART RESOURCES**



# Получение энергии и биогаза на очистных сооружениях

Очистные сооружения  
Werdhölzli



Biogas Zürich AG

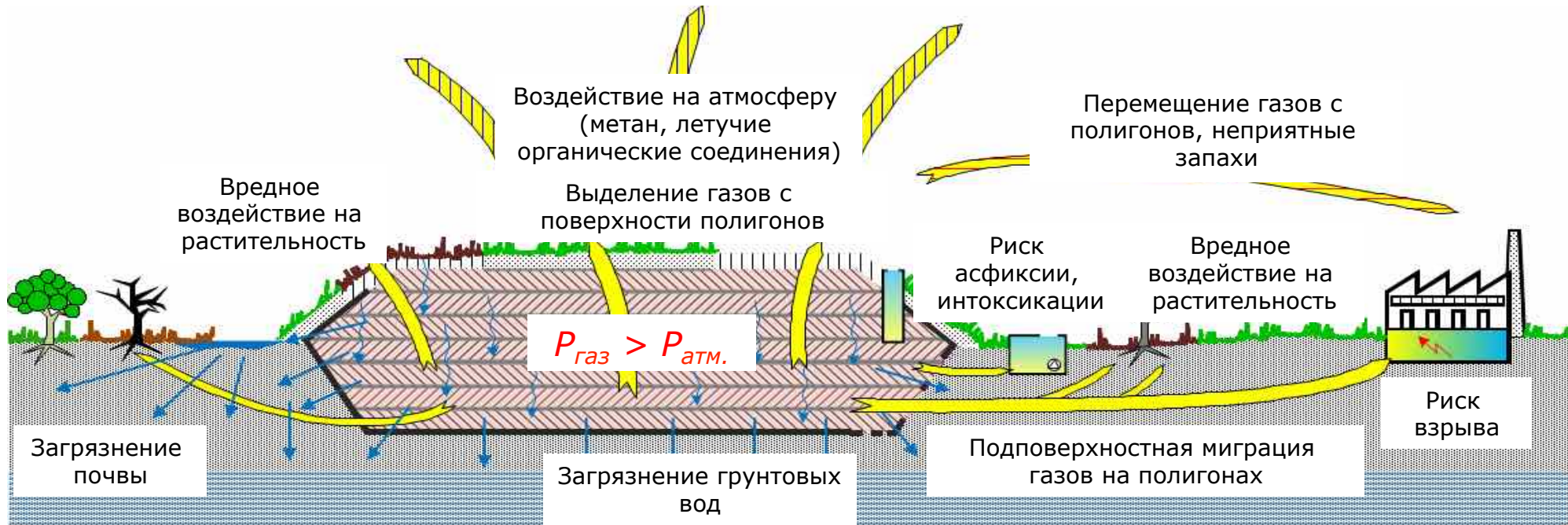


Завод по утилизации  
шлама сточных вод





# Можно ли получать биогаз и энергию на полигонах?



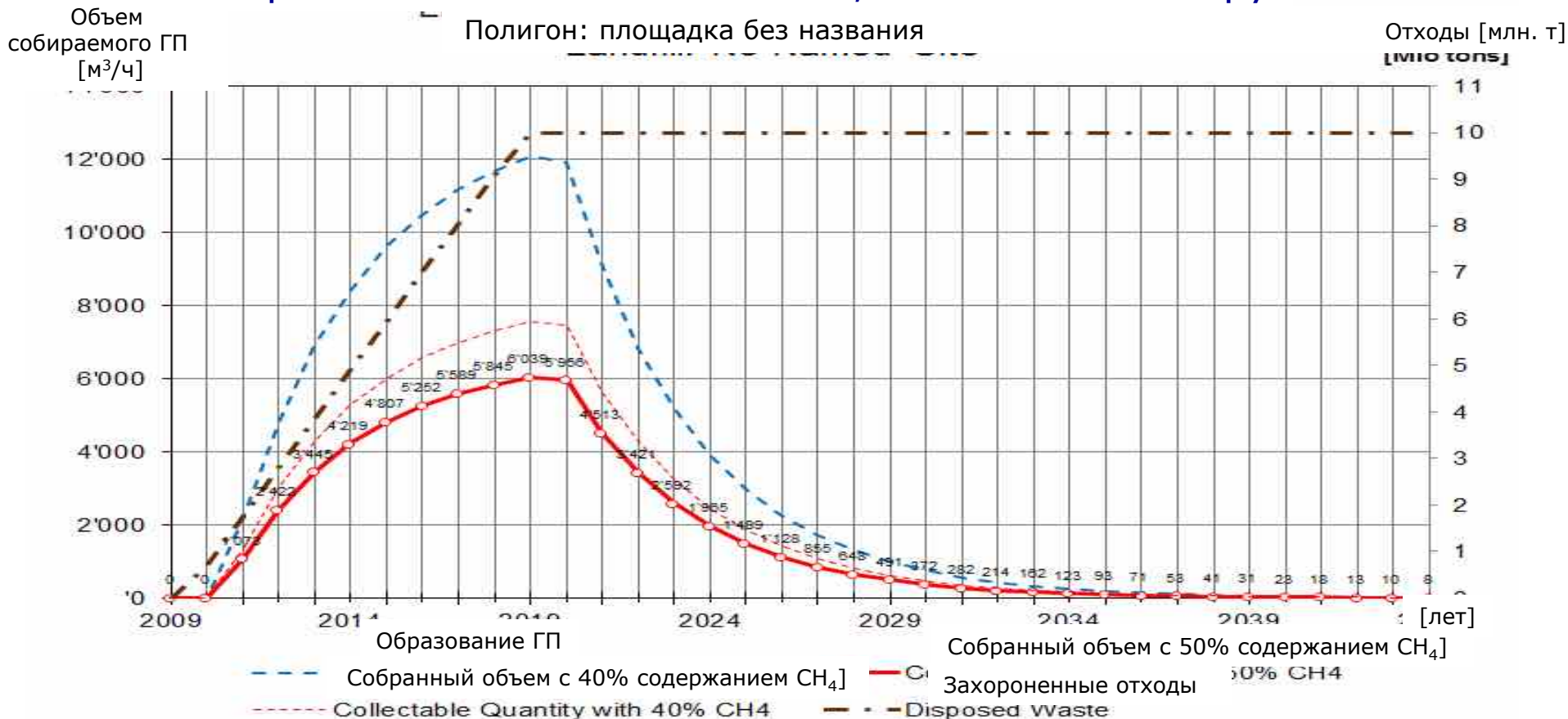
## Что происходит на полигоне ТКО:

- Газ на полигонах (ГП) образуется постоянно, 24 часа в день, 365 дней в году, на протяжении многих лет, и так же происходит его выделение с полигонов
- ГП представляет опасность для окружающей среды (загрязнение атмосферы, парниковый эффект, вредное воздействие на растительность, риск асфиксии и взрыва)
- Продукты выщелачивания выделяются из отходов и попадают в подземный слой, загрязняя подземные воды



# Образование газа на полигонах

## Образование ГП и объемы газа, подлежащие сбору



➤ Пример полигона на 10 млн т. ТКО, прим. 50 га (1000 м × 500 м), высота 30 м и угол откоса макс. 1:3



# Рациональное использование биомассы



- Использование биомассы нейтрально с точки зрения образования  $\text{CO}_2$
- Биомасса – самовосстанавливающийся (возобновляемый) источник энергии
- Биомассу можно включить в экологический благоприятный и устойчивый экономический оборот

**SMART RESOURCES**



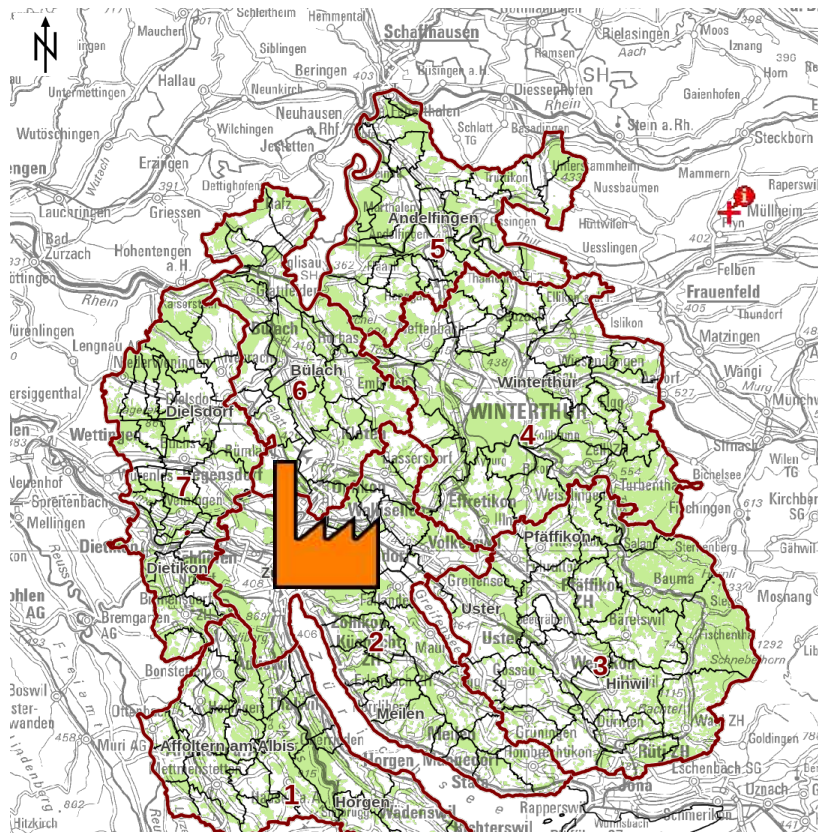
# Использование древесной биомассы на примере города Цюрих и региона



Kanton Zürich  
<http://maps.zh.ch>

**Waldentwicklungsplan Kanton Zürich 2010:  
Planungsgrundlagen (Festgesetzt am 7.  
September 2010)**

GIS-ZH / GIS-Browser



Площадь леса 50'000 га

1. Устойчивое лесопользование
2. Лесосклад
3. Передвижная установка по производству щепы и транспортировка
4. Бункер для щепы на ТЭЦ



**SMART RESOURCES**



# Использование древесной биомассы на примере города Цюрих и региона, 2013 г.



## Показатели ТЭЦ Aubrugg

Мощность котлов: 42 МВт

Тип: горение в кипящем слое

Подаваемый материал:  
древесная щепа

Отдача в сеть:

38'266 МВт (эл.), 93'904 МВт (тепл.)

Щепа: 191'776 ст. м<sup>3</sup>

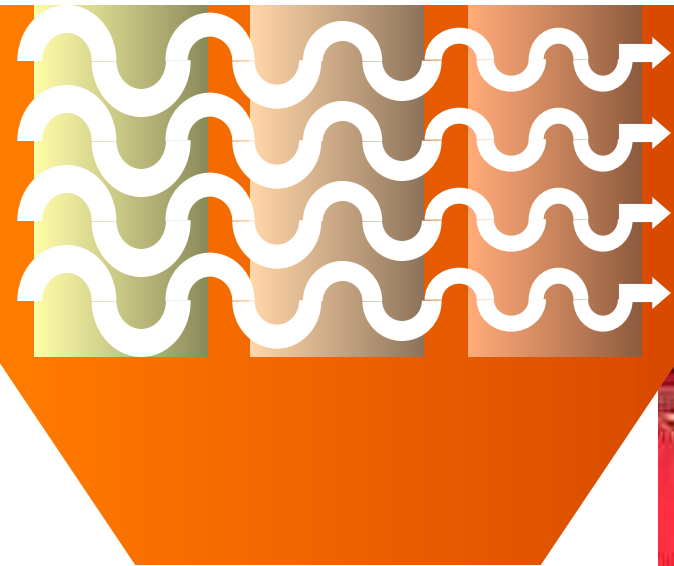
**Преимущества:** высокий КПД; стабильная генерация

**Недостатки:** невозможность работы с другими видами топлива  
или другими составами; только одна установка для сжигания

**SMART RESOURCES**



# ТЭЦ на щепе: электрогенерация



Турбина

Генератор

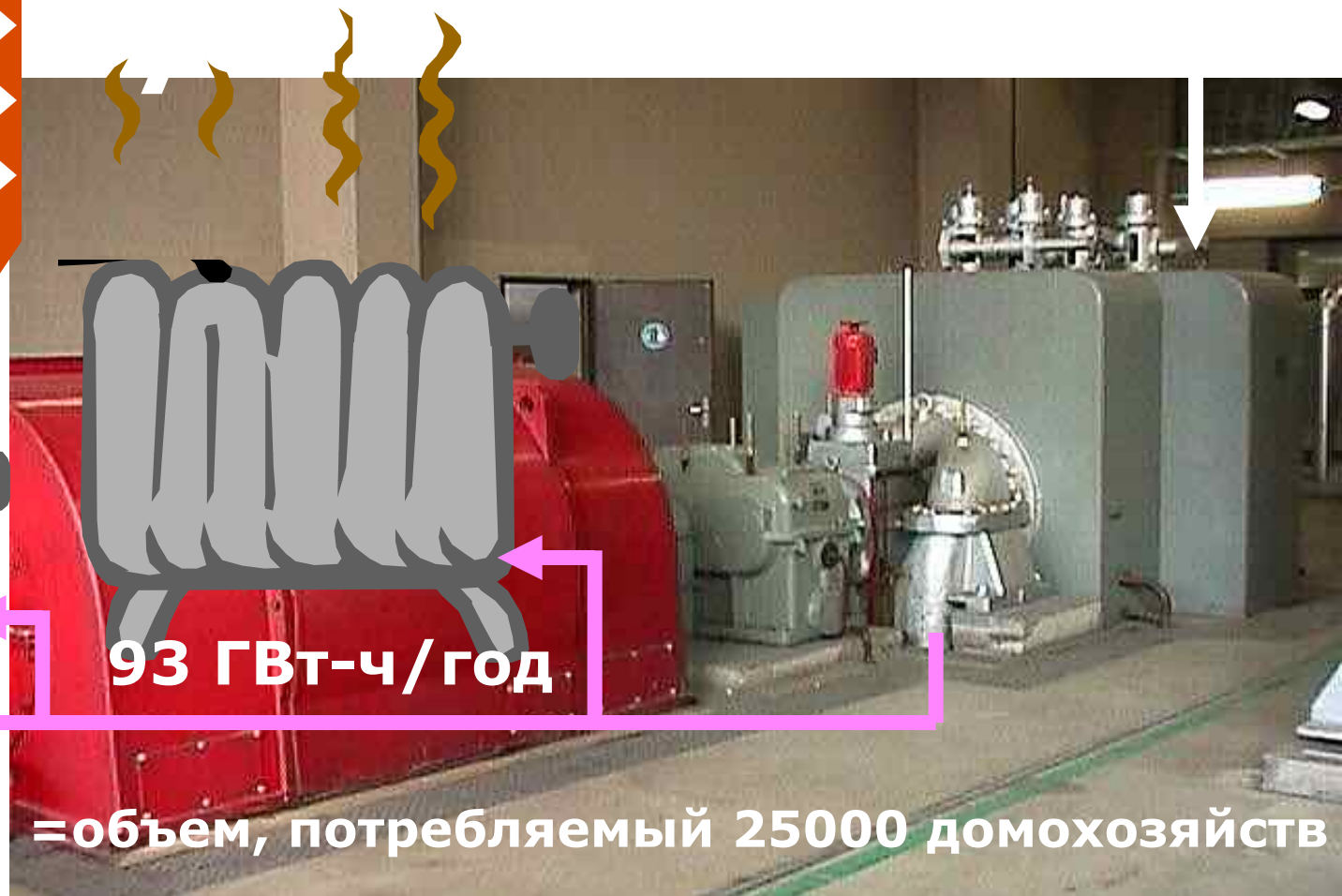
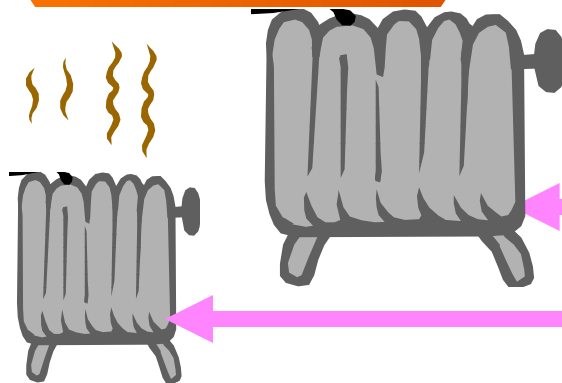
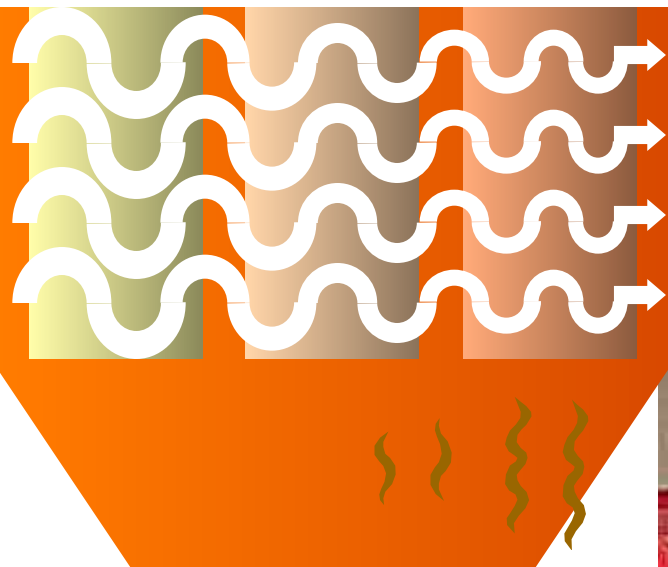
**38000 МВт-ч/год**

=объем, потребляемый 10000 домохозяйств

**SMART RESOURCES**



# ТЭЦ на щепе: теплогенерация



93 ГВт-ч/год

=объем, потребляемый 25000 домохозяйств

**SMART RESOURCES**



## Выводы: получение энергии из биомассы и отходов в городе Цюрихе

	Экономия			Тепло- энергия	Электро- энергия
	Горючее	Жидкое топливо	CO <sub>2</sub>		
Энерго- носитель	т в год	л в год	т в год	ГВт-ч в год	ГВт-ч в год
Древесные отходы	200'000	9'500'000	25'000	93	38
ТКО	900'000	95'000'000	250'000	730	380
Биогаз			14'000	-	24
Газ на полигонах	-	-	-	-	-
<b>Всего</b>			<b>289'000</b>	<b>823</b>	<b>442</b>
<b>Число домохозяйств</b>				<b>250'000</b>	<b>120'000</b>
=деревьев			<b>23'027'888</b>		
=площадь леса			<b>576</b>		<b>км<sup>2</sup></b>

**SMART RESOURCES**



# Некоторые виды биомассы, пригодной для получения энергии



WOOD PELLETS



WOOD BRIQUETS



WOOD SHAVINGS



SAWDUST



WOOD CHIPS



PEELINGS



SHREDDED TIMBER



HOG FUEL



FOREST RESIDUES



BARK



PEAT



CONSTRUCTION &  
DEMOLITION WOOD



MISCANTHUS



NUT SHELLS



CHICKEN LITTER

SMART RESOURCES



# Почему биомасса?

- Практически неограниченный ресурс: обильные отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности, а также большие объемы выдержанной древесины
- Речь идет о доступном, почти «бросовом» ресурсе с высокой энергетической ценностью
- Кроме того, биомасса нейтральна по выбросам CO<sub>2</sub>

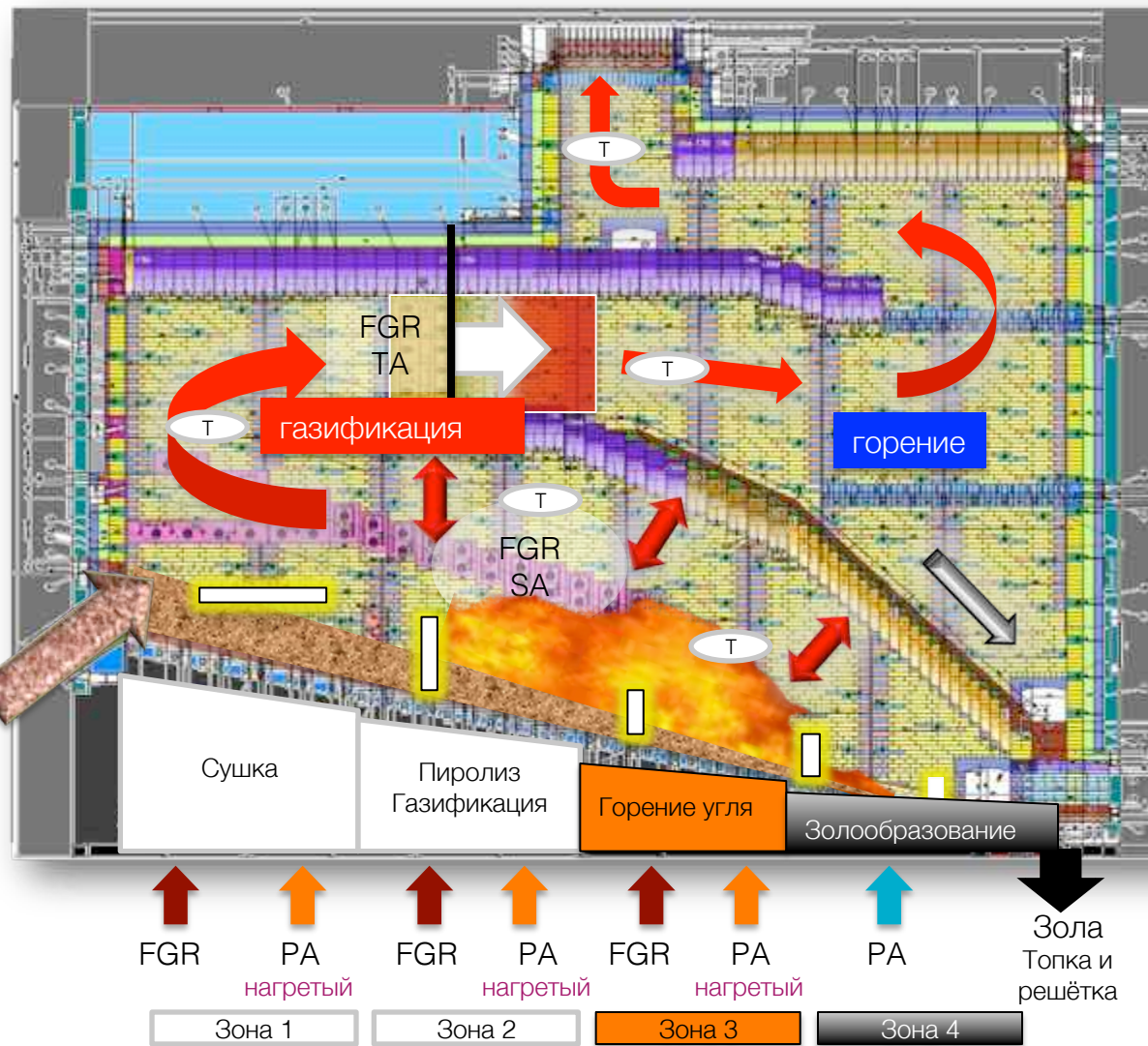
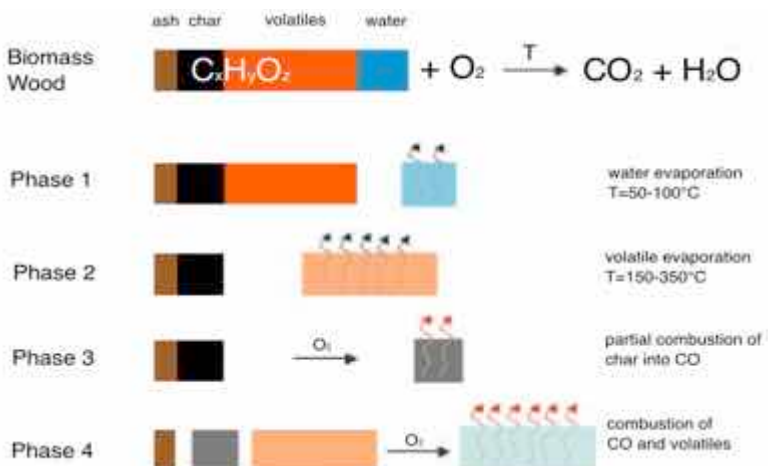


# Что важно учитывать при оборудовании ТЭЦ на биомассе?

- операционные затраты (полная стоимость актива)
- эффективность производства энергии
- реальное использование: часы эксплуатации в год
- **Маневренность:** => лучше использовать две маленьких установки, чем одну большую
- **Надежность в эксплуатации**, что особенно важно при очень низких температурах
- **Показатели по выхлопам**
- **Характер используемого топлива:**
  - Возможность использования **различных видов топлива** (например: щепы, коры, опилок, выдержанной древесины)
  - Устойчивость к высокому содержанию влаги: возможность работы с топливом, содержащим от **15% до 60% влаги**



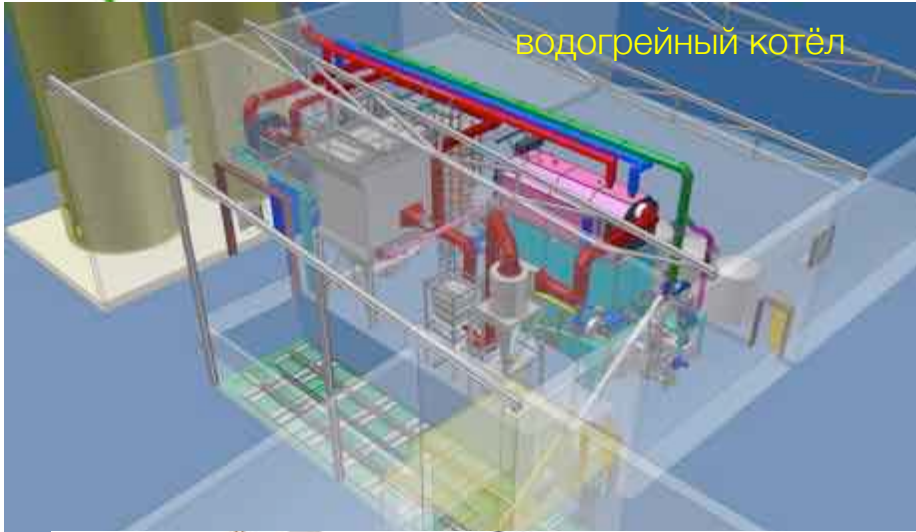
# Сжигание древесных отходов / биомассы



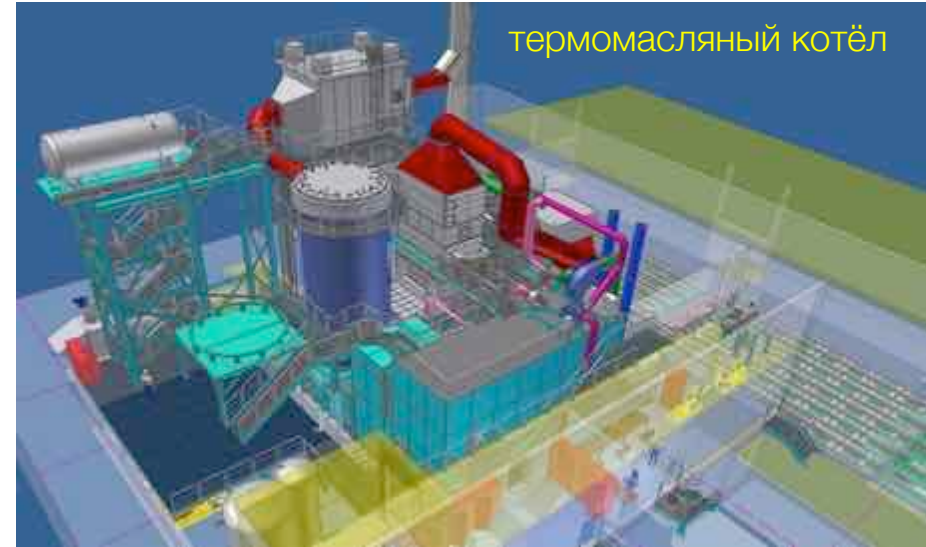
SMART RESOURCES



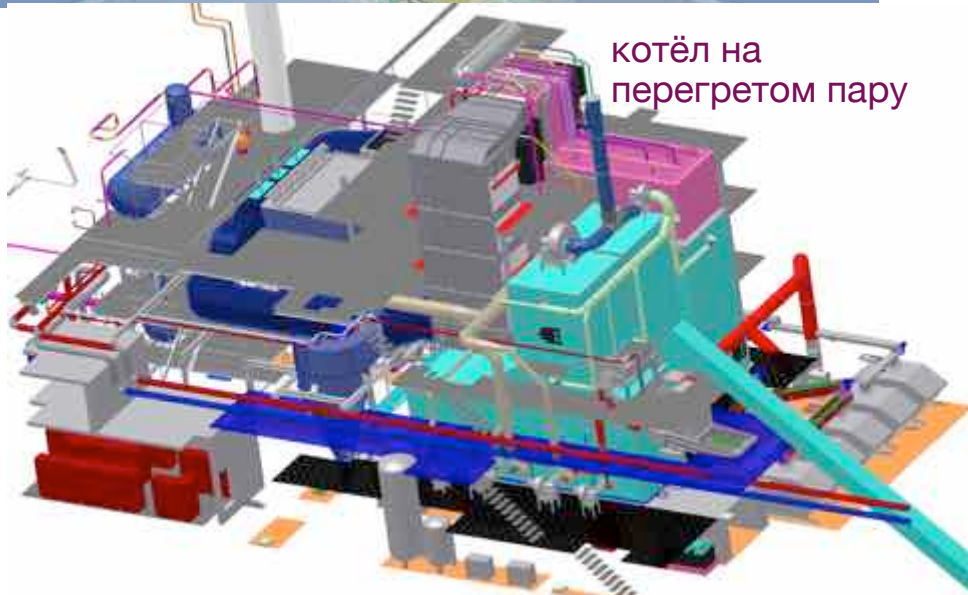
# Системы сжигания древесины / биомассы



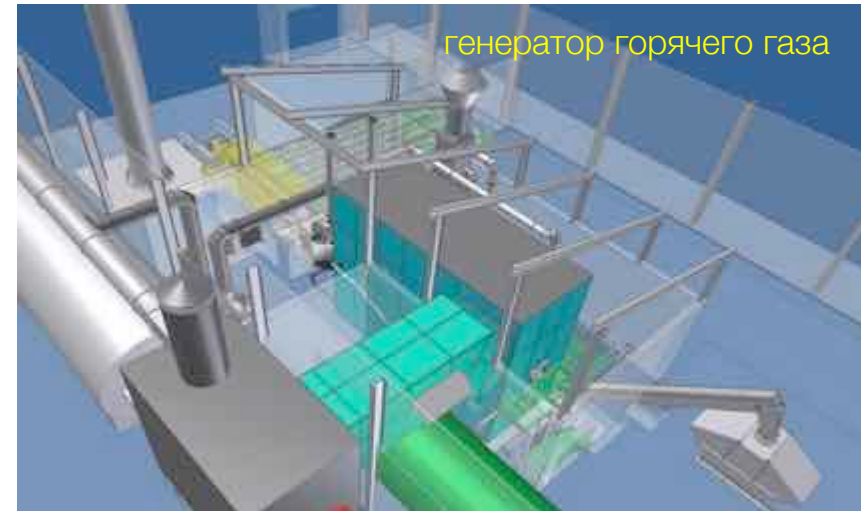
водогрейный котёл



термомасляный котёл



котёл на перегретом пару



генератор горячего газа

**SMART RESOURCES**



# Примеры котельных на древесных отходах

230 кВт теплофикация Zeillern (Австрия)



Конструкция котла: колосник дожига с нижней подачей • Топливо: щепа • Ввод в эксплуатацию: в 2000

600 кВт реальное училище Wertheim (Германия)



Питающий конус

Принимый бункер топлива

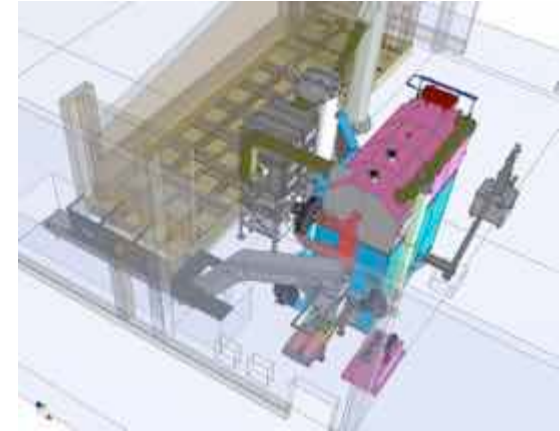
Гидравлический пресс

Конструкция котла: зольшлакочистка колосниковой решеткой • Материал: щепа • Ввод в эксплуатацию: в 2001

## SMART RESOURCES



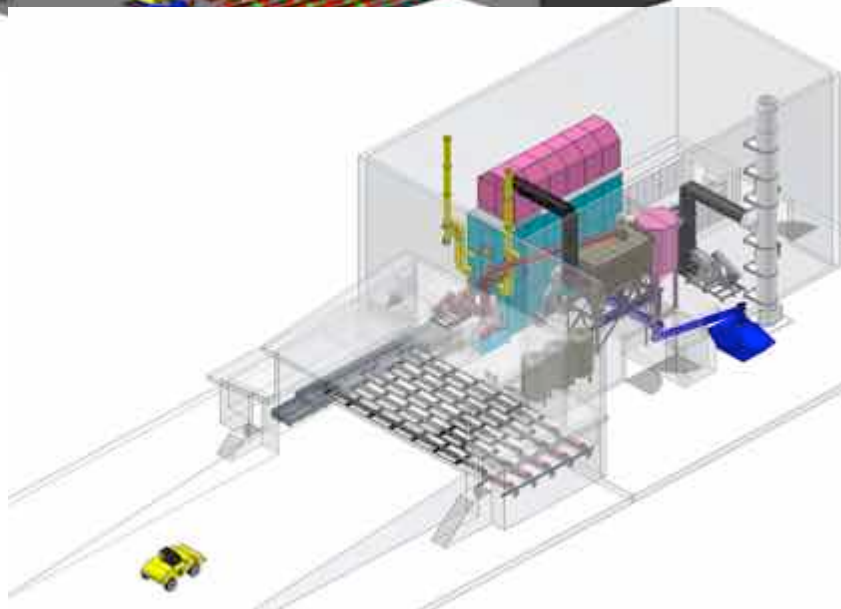
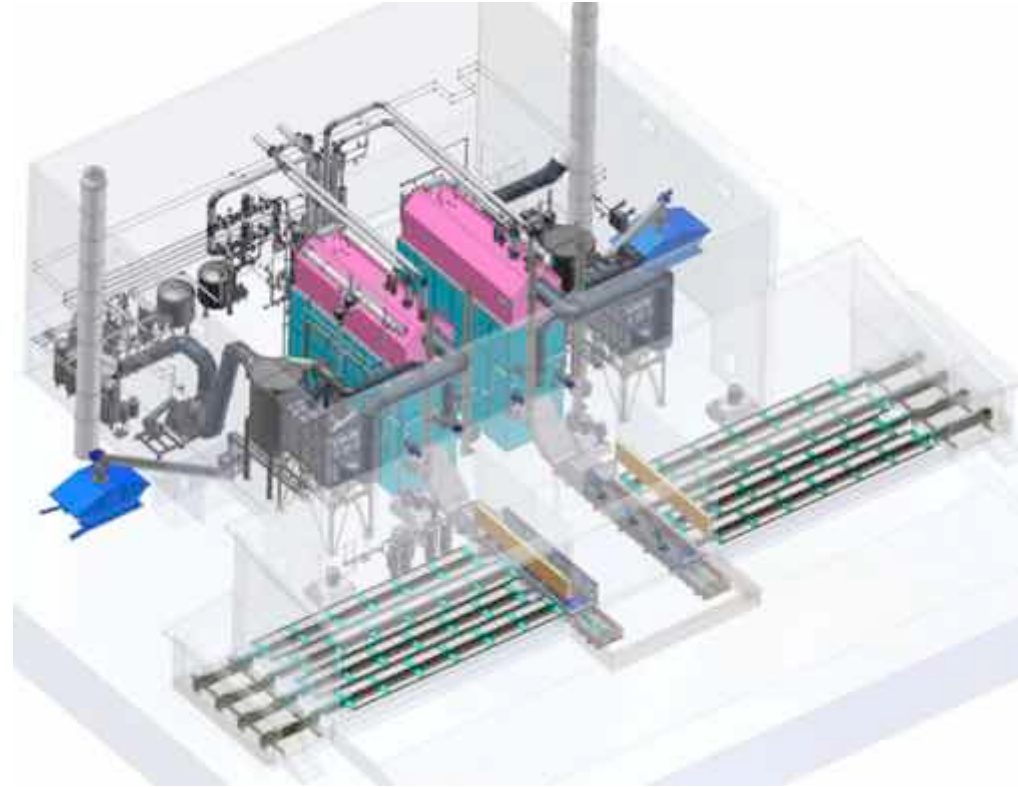
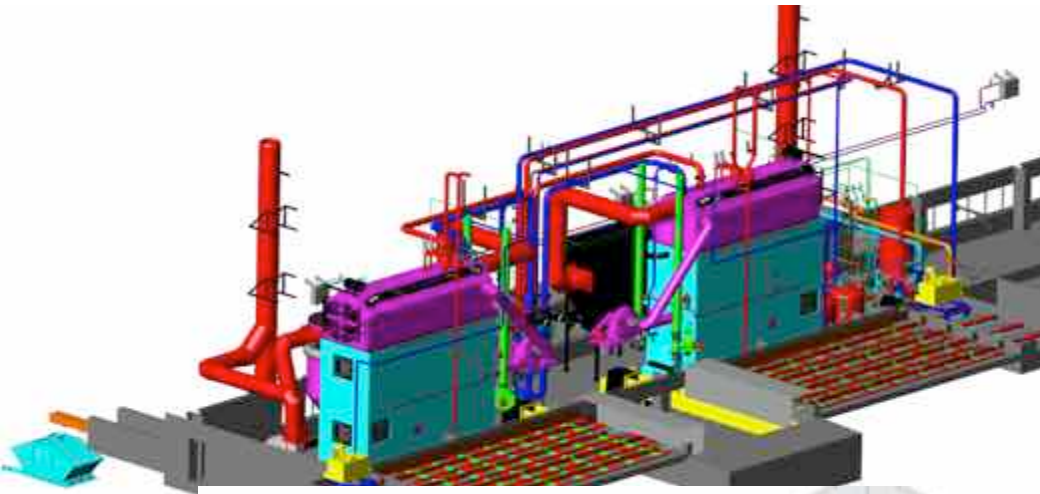
# 2 MWt водогрейный котёл



**SMART RESOURCES**



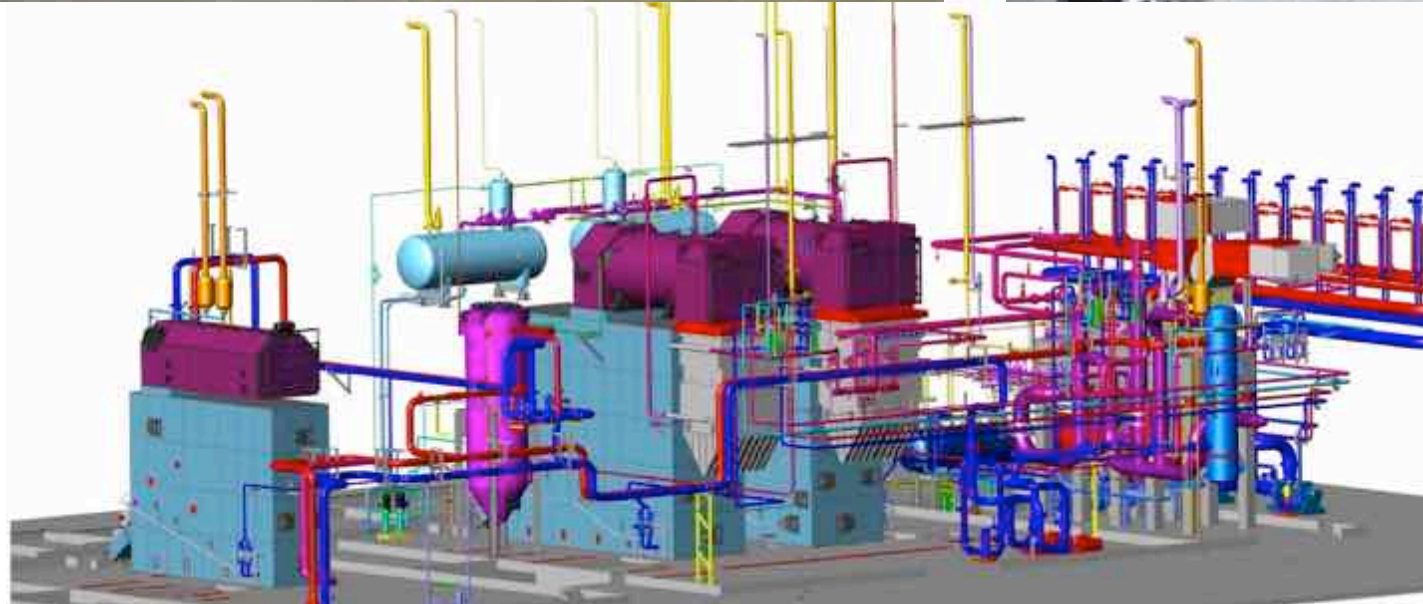
# 5 - 10 MWt водогрейный котёл. План



**SMART RESOURCES**



# Пример ТЭЦ на древесных отходах: входящий пар 32,2 МВт => 7,5 МВт (эл.) + 10 МВт (тепл.)



**SMART RESOURCES**



# Климатические изменения, энергопотребление и экономический рост





# SMART RESOURCES