



北京科技大学
University of Science and Technology Beijing

学风严谨
崇尚实践

生态城市建设中的生态卫生设施排水技术 Sustainable Sanitation Technology Application in Ecological Urban Development

- 2010城市发展与规划国际大会 -

2010 International Conference on Urban Development
and Planning

北京科技大学

2010年6月21-23日

1. 前言
2. 城市综合水管理
3. 生态卫生设施排水技术
4. 国内外应用实践
5. 结论

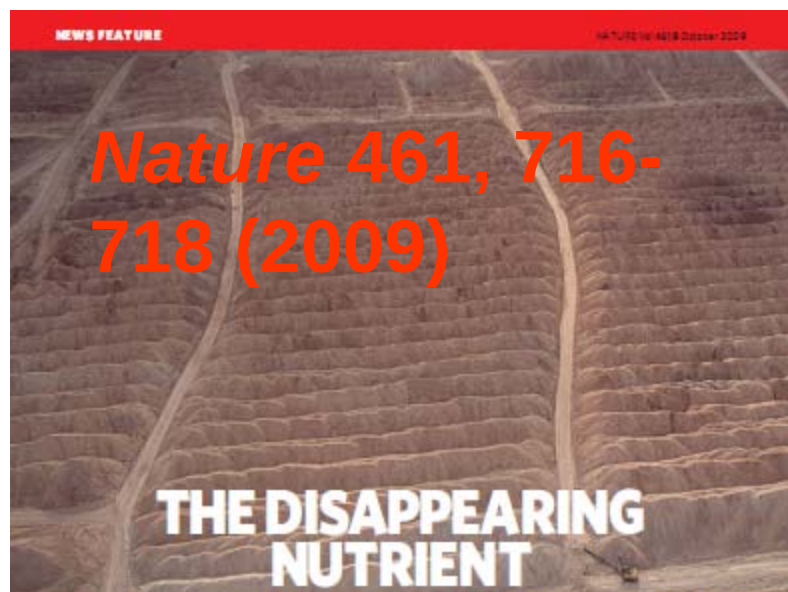
气候变化:

中国的气候变化与全球变化有相当的一致性,但也存在明显差别。在全球变暖背景下,近100 a 来中国年平均地表气温明显增加,升温幅度比同期全球平均值略高。近100 a和近50 a的降水量变化趋势不明显,但1956年以来出现了微弱增加的趋势。近50 a来中国主要极端天气气候事件的频率和强度也出现了明显的变化 ...

----- 《气候变化研究进展》 2006年01期: 气候变化国家评估报告(I):中国气候变化的历史和未来趋势

资源危机问题：

Rosemarin and others say that nations should not rely on the reserves laden with impurities or located offshore because of the costs — both environmental and economic — of extracting usable phosphate. The remaining accessible reserves of clean phosphate rock would run out in 50 years, if growth stays at 3% per year, says Rosemarin.



Phosphate-based fertilizers have helped spur agricultural gains in the past century, but the world may soon run out of them. **Natasha Gilbert** investigates the potential phosphate crisis.

Twenty years ago, Don Martin was working on a way to get rid of a pesky phosphate that plugs up the works of wastewater treatment plants. Known as struvite, the solid end forms in pipes and pumps when bacteria are used to clean up sewage sludge.

Martin, civil engineer at the University of British Columbia in Vancouver, Canada, realized that struvite was more than just a nuisance. A combination of phosphate, magnesium and ammonium, struvite contains many of the essential nutrients that plants need. Martin has developed a way to remove the phosphate during the wastewater treatment process and has now selling it as a green fertilizer. His technology was first used commercially in 2007 in a treatment plant in Edmonton, Alberta, Canada. It has since been exported to plants in Portland, Oregon, which began using it last year. A sewage works in Derby, U.K., successfully tested the technology in September.

Aside from finding a use for struvite as a by-product, the recycling of struvite could also help solve a much bigger problem: the dwindling supply of phosphate rock. All life forms require

phosphorus in the form of phosphate, which has an essential role in RNA and DNA and in cellular metabolism. In every year, China, the United States, Mexico and other countries mine millions of tonnes of phosphate from the ground (pictured above), the bulk of which is turned into fertilizer for food crops that each deposit are finite resource and could disappear within the century.

Experts disagree on how much phosphate is left and how quickly it will be exhausted, but many agree that a shortage is coming and that it will threaten the world's future food supply hanging in the balance.

"I am starting to think phosphate rock is becoming a strategic material in many countries. In the future, it's going to become more and more valuable," says Steven Van Kesterenburgh of the U.S. Geological Survey's Center for Earth & Agriculture Development based in Mableton, Alabama. Indeed, as political and social tensions build over the reserves of phosphate rock, the world could move from an oil-based to a phosphate-based economy, say some scientists and industry spokesmen.

"It's a very curious thing that something so important is so poorly understood and so little talked about in the larger political arena," says Arno Rosemarin, a water-resources specialist at the Stockholm Environment Institute who has researched global phosphate use. Although international trade has not tended to focus on the potential for phosphate shortages, the issue has been proposed for discussion next month at a United Nations meeting on global food security — an indication that it is starting to attract the attention of the international community.

Just a dead end?

In many countries, phosphate is a limiting plant nutrient in short supply in the soil. So farmers add phosphorus-based fertilizers to increase crop yields. That has spurred a global phosphate-mining industry with sales totaling in the tens of billions of dollars.

The U.S. Geological Survey (USGS) in Reston, Virginia, estimates that around 42 billion tonnes of phosphate remain in the ground (mapright). This includes 15 billion tonnes of deposits that remain unexplored and others

76

© 2009 Nature Publishing Group. All rights reserved.

资源危机问题 – 磷危机



Phosphorus Famine: The Threat to Our Food Supply 磷缺乏：危及食物供应

This underappreciated resource--a key component of fertilizers--is still decades from running out. But we must act now to conserve it, or future agriculture could collapse

By David A. Vaccari

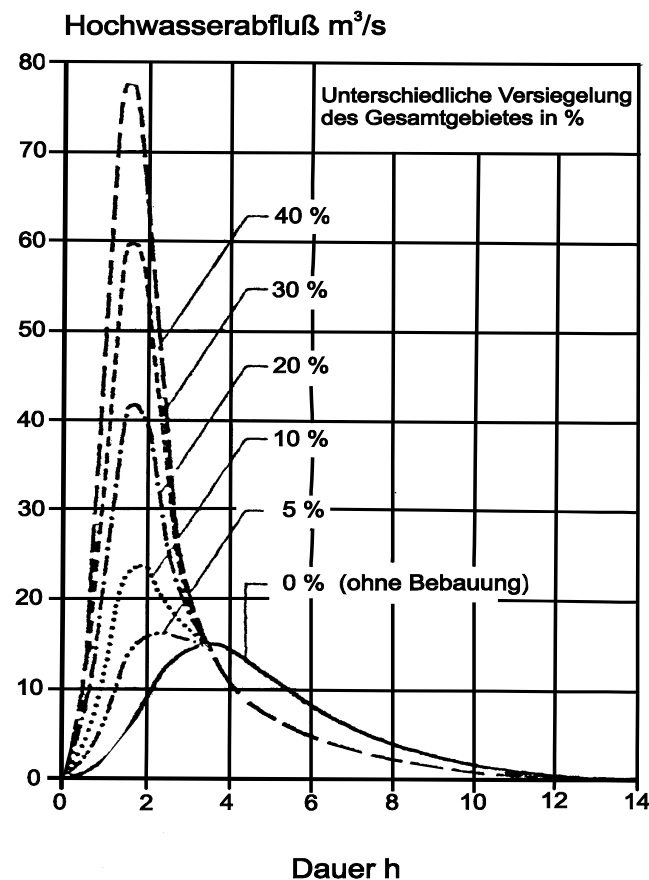
城市缺水问题：

- 1、中国共有**600**多城市
- 2、超过三分之二的城市存在缺水问题
- 3、其中约有**100**座城市存在严重的缺水问题

城市雨洪问题:

随着城市建设的发展，
城市道路和硬化面积
的不断增加。

我国大多数城市在雨季
都会出现雨洪问题。



前言 - 城市雨洪



低碳生态城市建设:

生态城市(ecopolis)是上世纪70-80年代国际上提出的新的概念,是人们对未来城市发展趋势的一种理论构想。这种城市是根据生态学原理,综合研究社会—经济—环境复合生态系统,并应用生态工程、社会工程、系统工程等现代科学与技术手段而建设的社会、经济、环境协调发展,物质、能量、信息高效利用,生态良性循环,居民安居乐业的人类住区。

物质的高效利用:

- 源头控制
- 分级使用
- 回收利用

传统排水系统的特征

卫生和其他用水设施排水

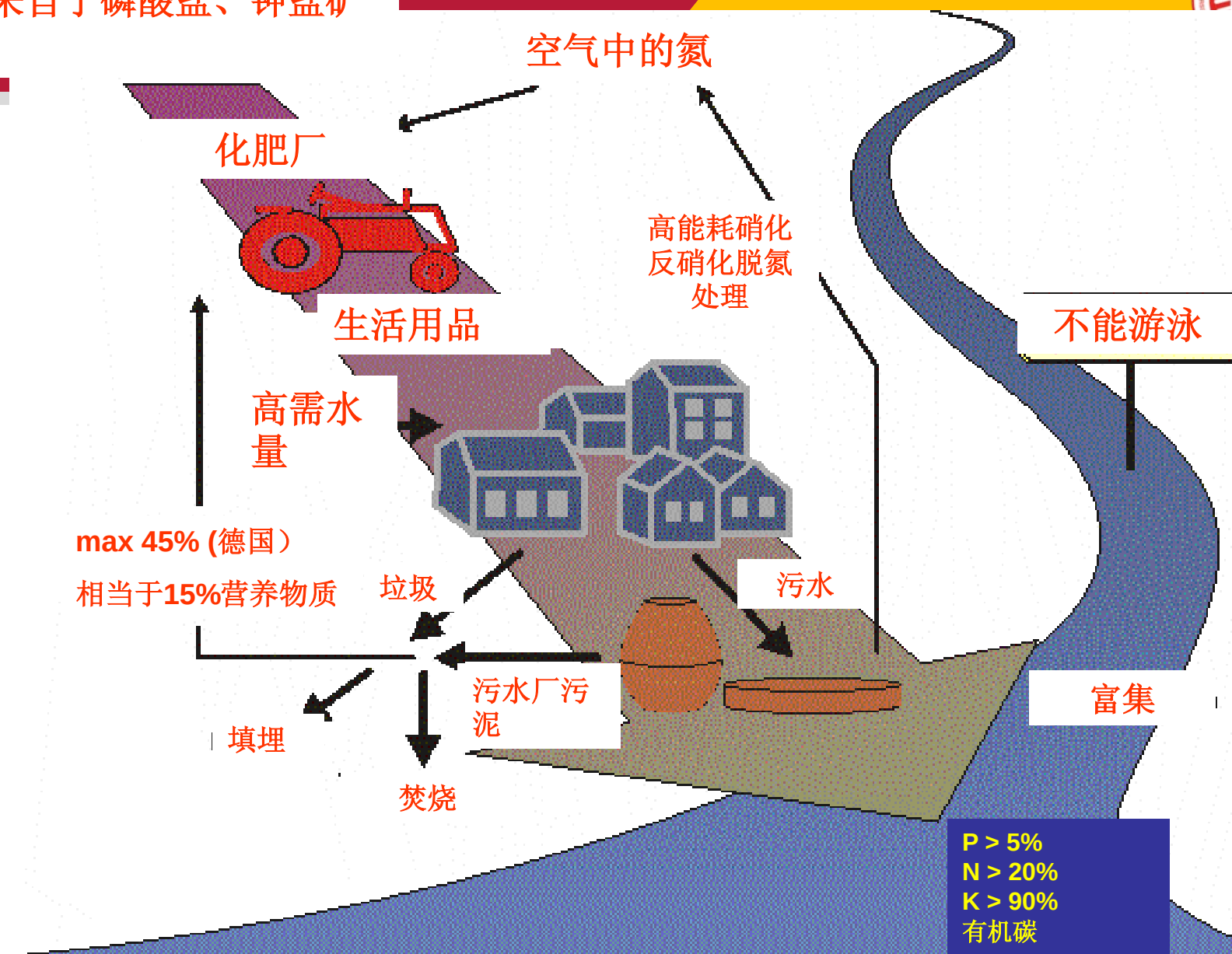
就地收集设施

排水管道
输送设施

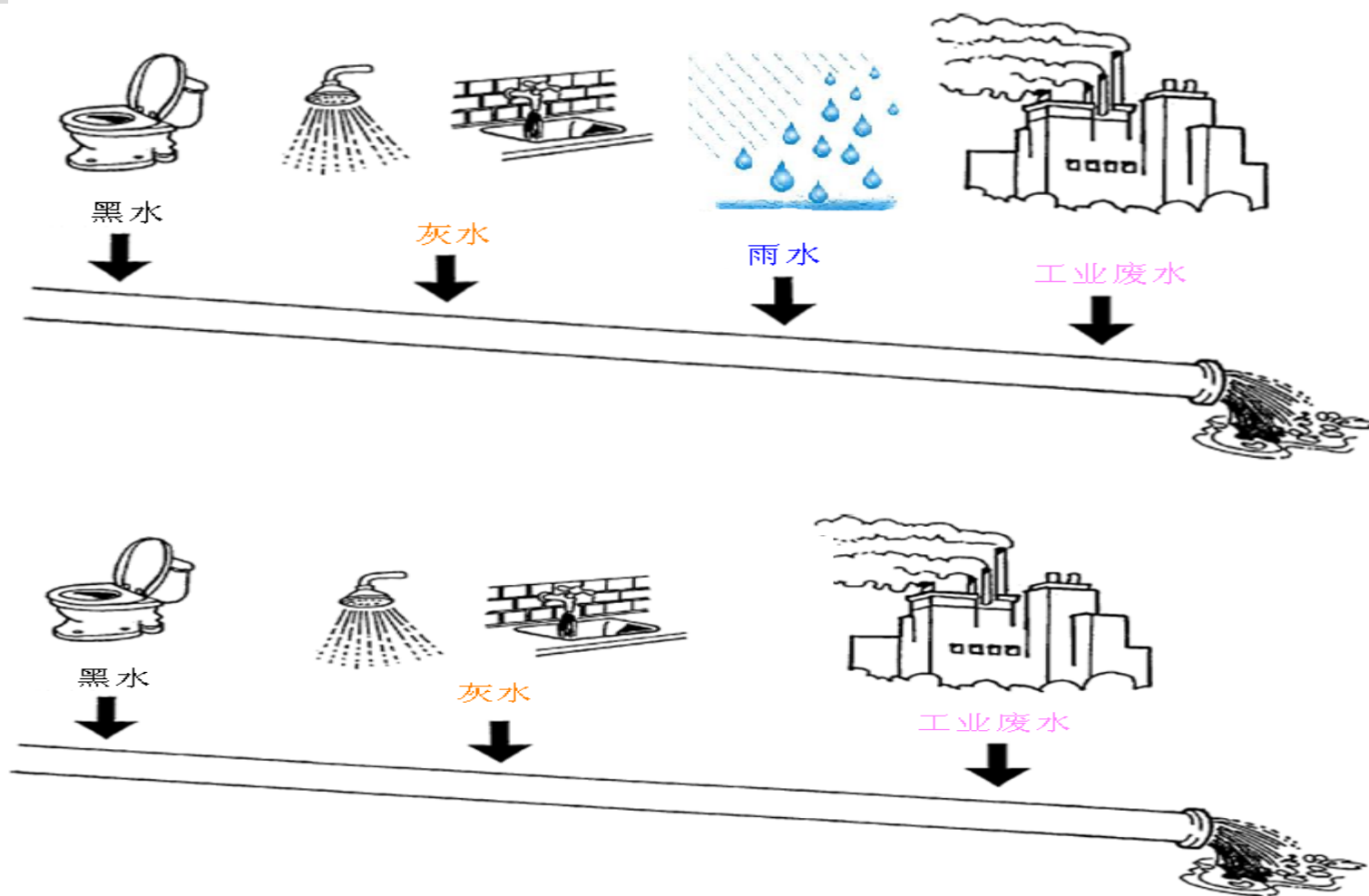
污水处理
设施



来自于磷酸盐、钾盐矿



传统污水处理系统的典型物流过程 (Otterpohl)



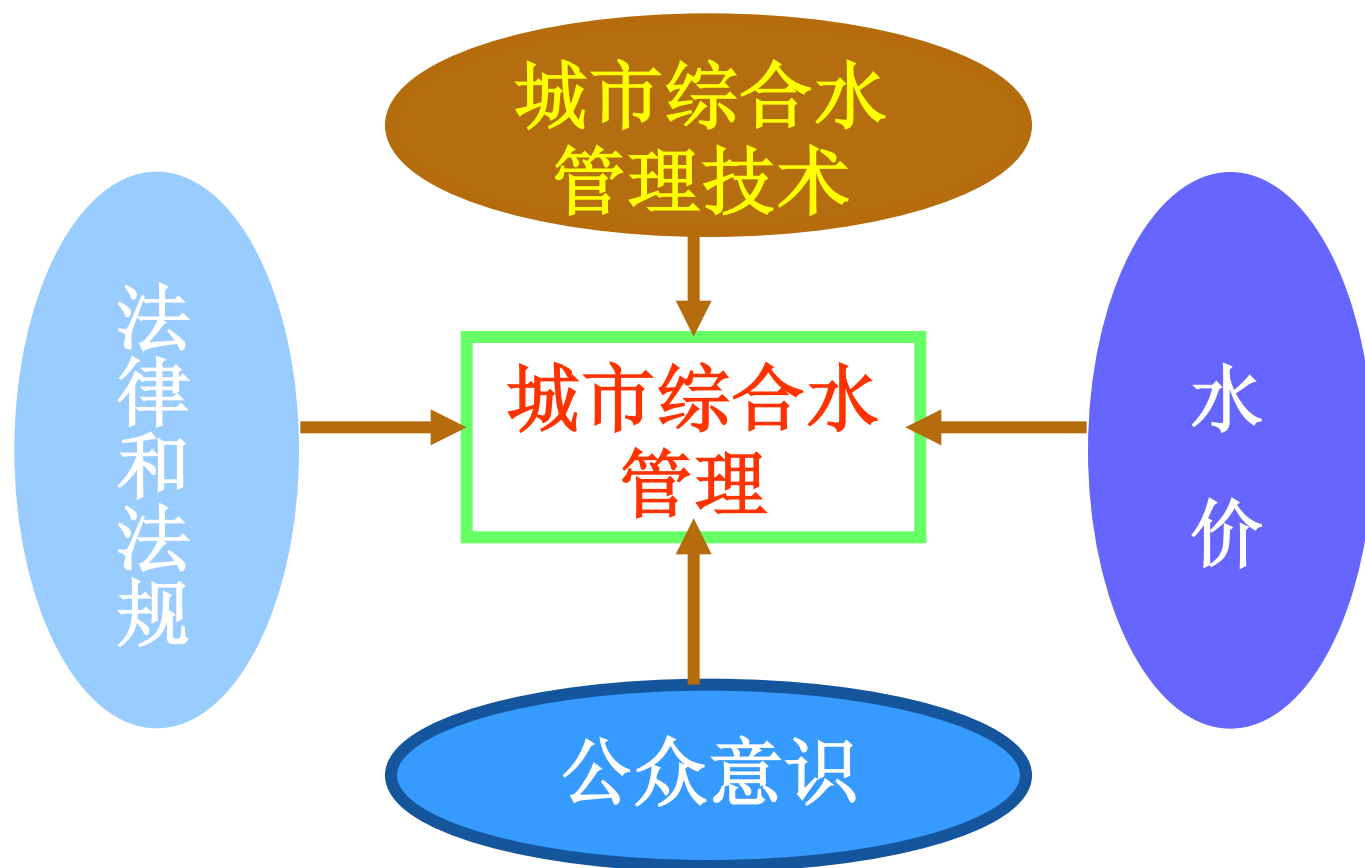
传统合流制和分流制污水排水系统

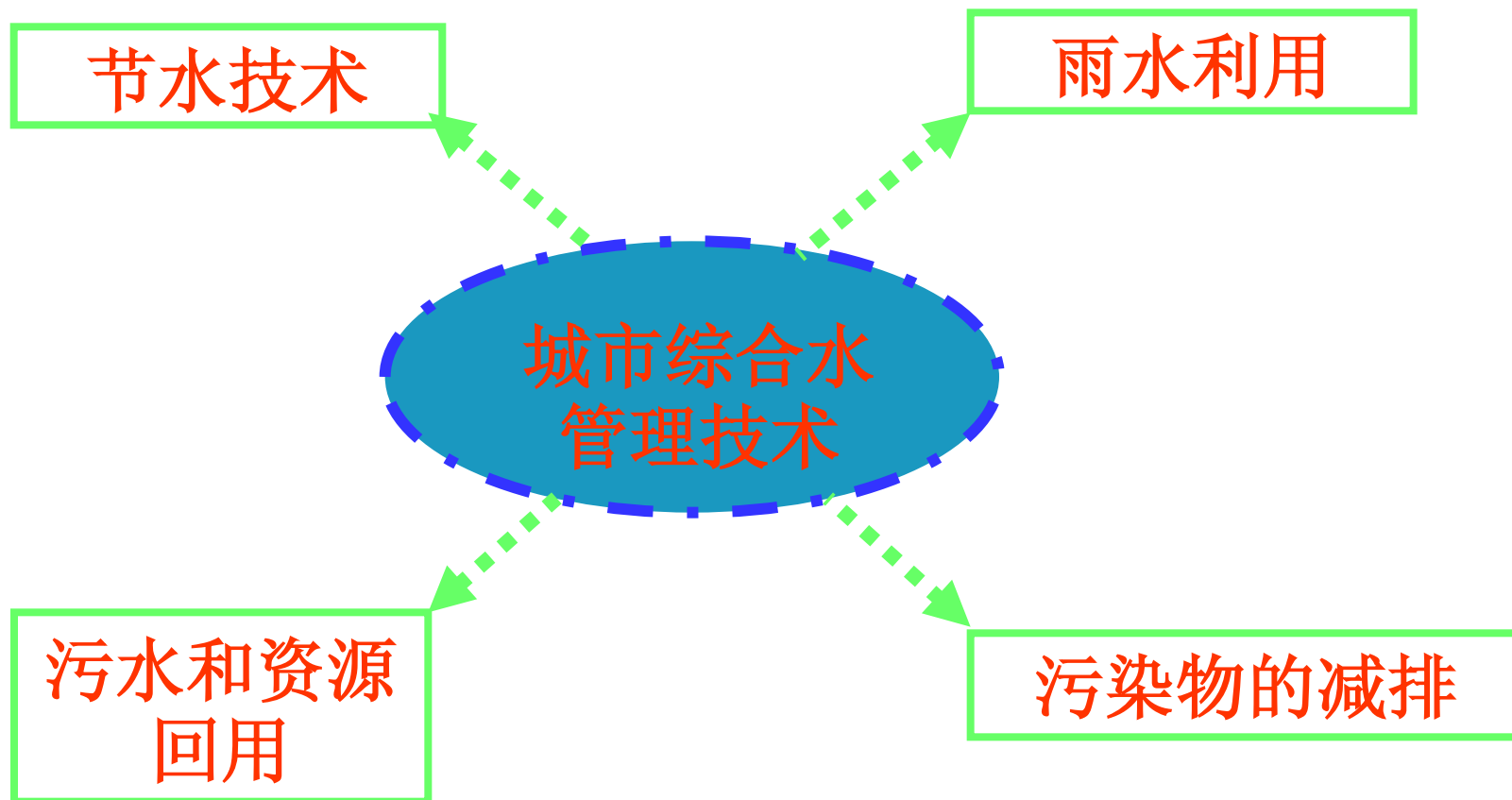
传统排水系统的缺点

- 由于合流制排水系统的溢流和未处理污水直接排入水体导致环境卫生问题；
- 粪便污水直接排入接纳水体，接纳水体如果作为饮用水水源，污水中的微量污染物如：残留药物、激素类物质等就会进入饮用水系统；
- 合流制排水系统导致肥料营养物质的回收利用率非常低，这些流失的肥料物质只能通过工业化生产满足农业需求
- 由于传统排水系统不能将废水中的肥料营养物质返回农田从而导致农田上层土壤的贫瘠化（有机质流失）

传统排水系统的缺点

- 能耗高（一方面，采用曝气和补充碳源去除水中的氮；而另一方面，为了满足农田要求又需要工业化生产合成氨）
- 工业废水和生活污水的混合导致污水处理厂的剩余污泥不能用于农业
- 投资和运行费用高
- 由于集中污水处理厂排放口的流量大、污染物含量仍然很高，导致接纳水体生态系统受到很大影响
- 集中污水处理厂建设与城市发展的不对称，导致投资和运营费用低效率，或者污水处理系统未建成阶段的高污染





(容积: 升/人*年)



人尿
~ 500



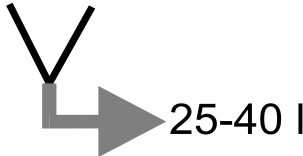
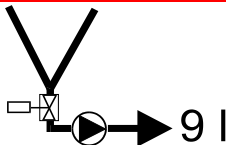
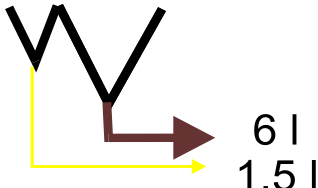
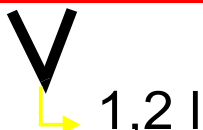
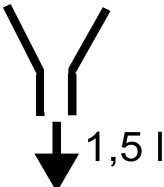
粪便
~ 50



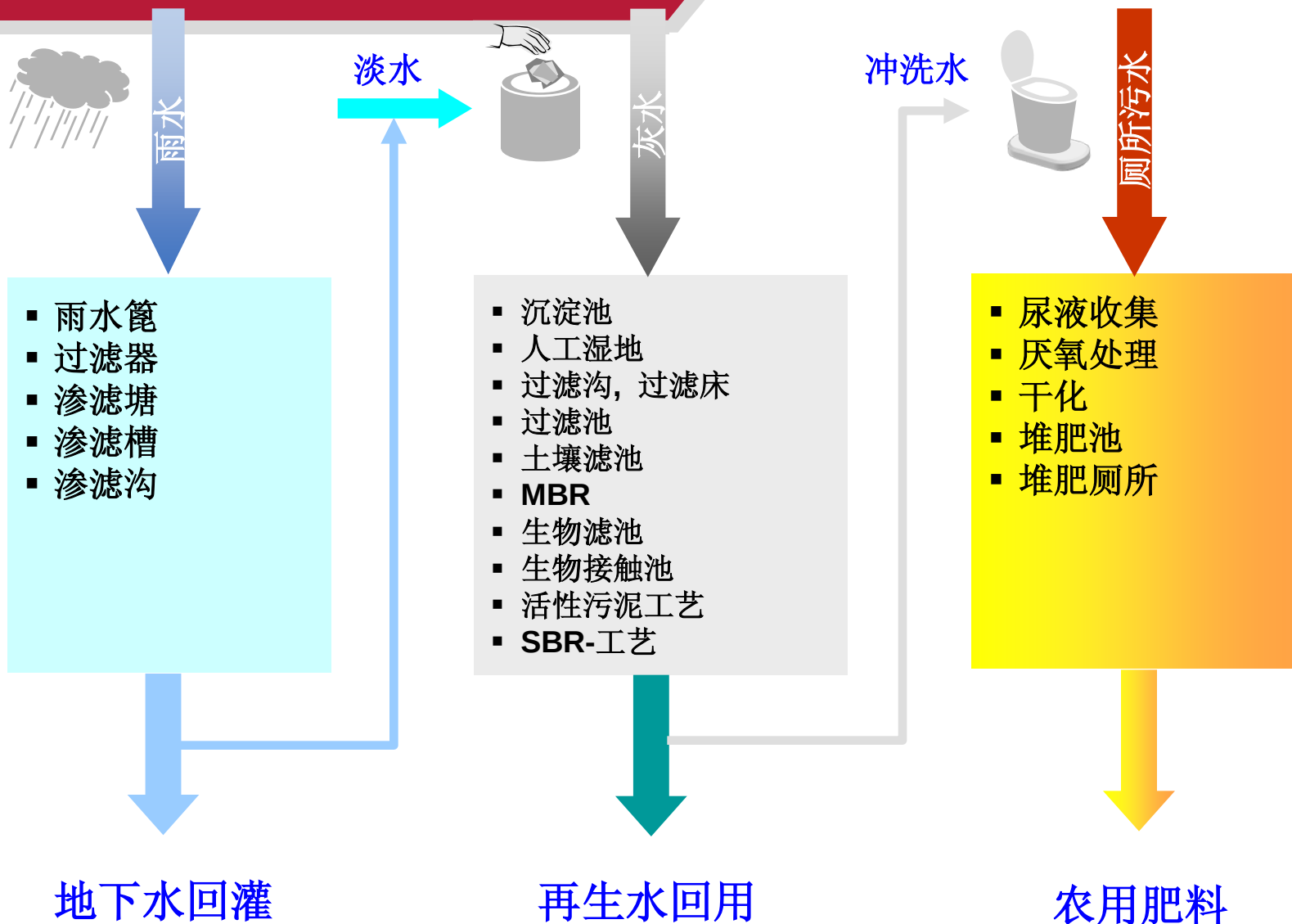
年负荷 (公斤/人*年)

N	~ 4-5	~ 3 %	~ 87 %	~ 10 %
P	~ 0,75	~ 10 %	~ 50 %	~ 40 %
K	~ 1,8	~ 34 %	~ 54 %	~ 12 %
COD	~ 30	~ 41 %	~ 12 %	~ 47 %

不同类型厕所和所需冲洗水量

厕所类型	每人每天厕所冲洗水量	优缺点
冲洗厕所		+ 广泛使用 - 浪费水 - 稀释度高
真空厕所		+ 需水量低 + 已有定型产品（如飞机、火车等） - 技术要求高 / 价格较高
粪尿分集厕所		+ 省水 / 稀释度低 + 易于作为化肥利用 - 经验较少
无水冲小便器		+ 无需水冲 / 稀释度为零 - 维护要求高
堆肥厕所		+ 无需水冲 - 占地大 - 维护要求高

生态卫生设施排水处理技术



不同污水水流的处理工艺

黑水	黄水	褐水			灰水		
• 与有机垃圾共同处理	• 单独处理	• 与黄水共同处理 (褐水)	• 单独处理	• 与灰水共同处理	• 单独处理	• 与褐水堆肥池的渗滤液共同处理	• 与黑水堆肥池的渗滤液共同处理 (需要进行脱氮处理)
• 1. 与有机垃圾共同采用厌氧处理 • 2. 与有机垃圾进行堆肥处理	• 1. 贮存至少6个月 (可以加酸防止氨挥发) • 2. 进行浓缩或者干化 (如吹脱, 反渗透, 蒸发)	• 1. 与有机垃圾共同采用厌氧处理 • 2. 与有机垃圾进行堆肥处理	• 1. 进行堆肥处理 • 2. 采用厌氧处理 (沼气反应池)	• 进行堆肥处理	• 1. SBR • 2. 生物膜工艺 • 3. 人工湿地 • 4. 水生系统处理 • 5. 稳定塘 • 6. MBR • 等	• 1. SBR • 2. 生物膜工艺 • 3. 人工湿地 • 4. 水生系统处理 • 5. 稳定塘 • 6. MBR • 等	• 不推荐

中国黑水作为肥料使用

中国城市人口很快就会达到七亿，产生的黑水：

→ 每年可生产3.5亿吨有机肥料

（此外，可改良土壤、保护内陆水体和海洋...）

（根据联合国儿童基金会2001年数据计算）

示范工程 - I

- 德国比勒费尔德市的居住区项目（1994年建成）
（采用堆肥厕所）

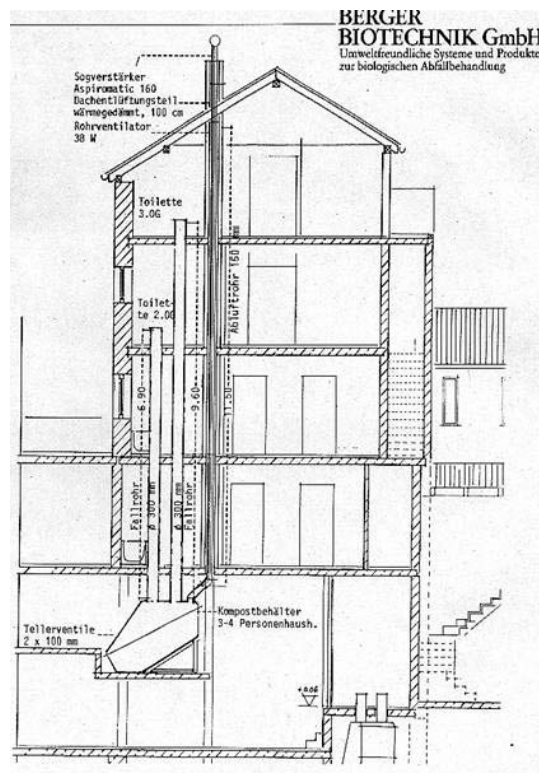


居住小区内带有花园的住房



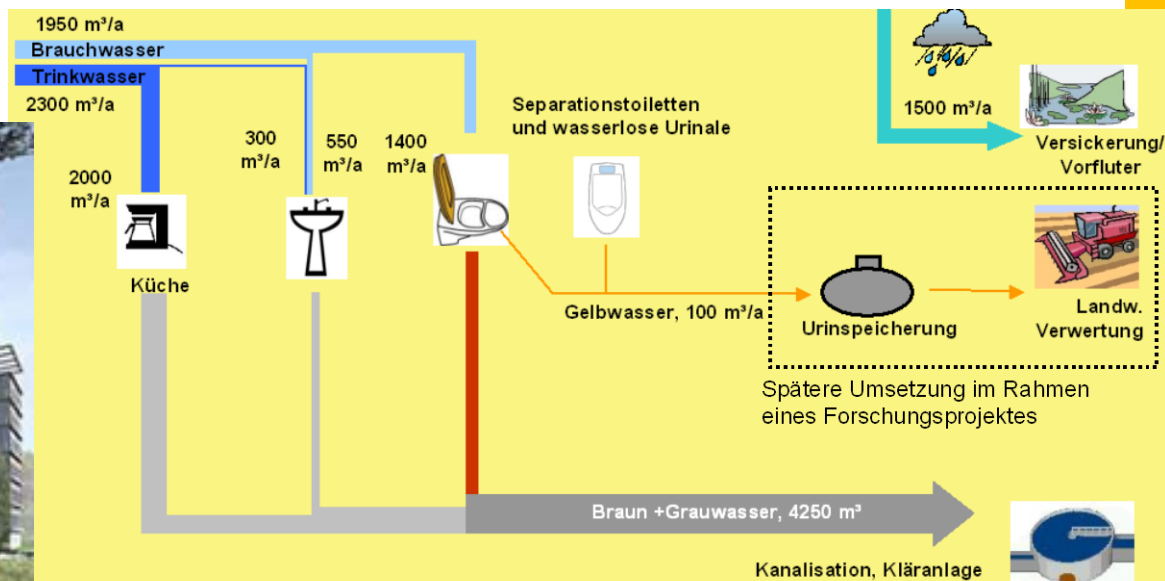
4层住宅

小区内的四层楼幼儿园项目

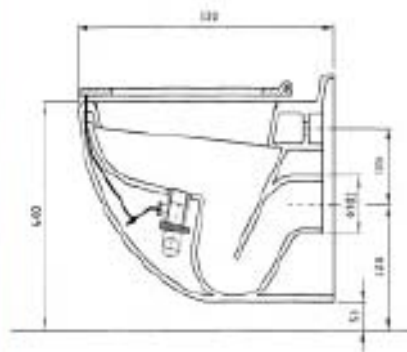


采用0.3米直径的10 m 落粪管，0.15米直径14米高的通风管

德国GTZ办公楼项目

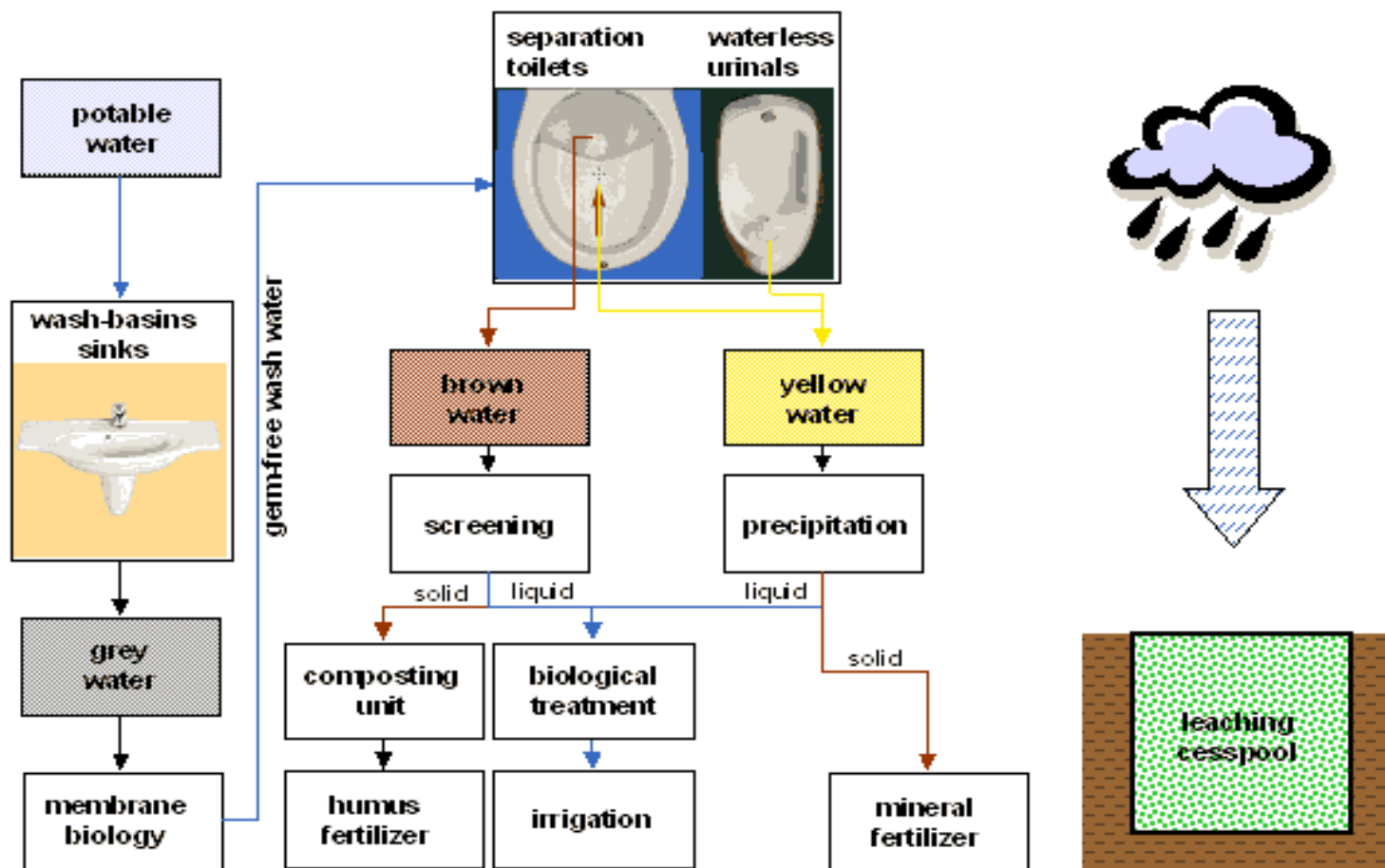


采用粪尿分集
厕所和无水冲
小便器





(德国琥珀公司办公楼采用的分流处理系统)



流程示意图

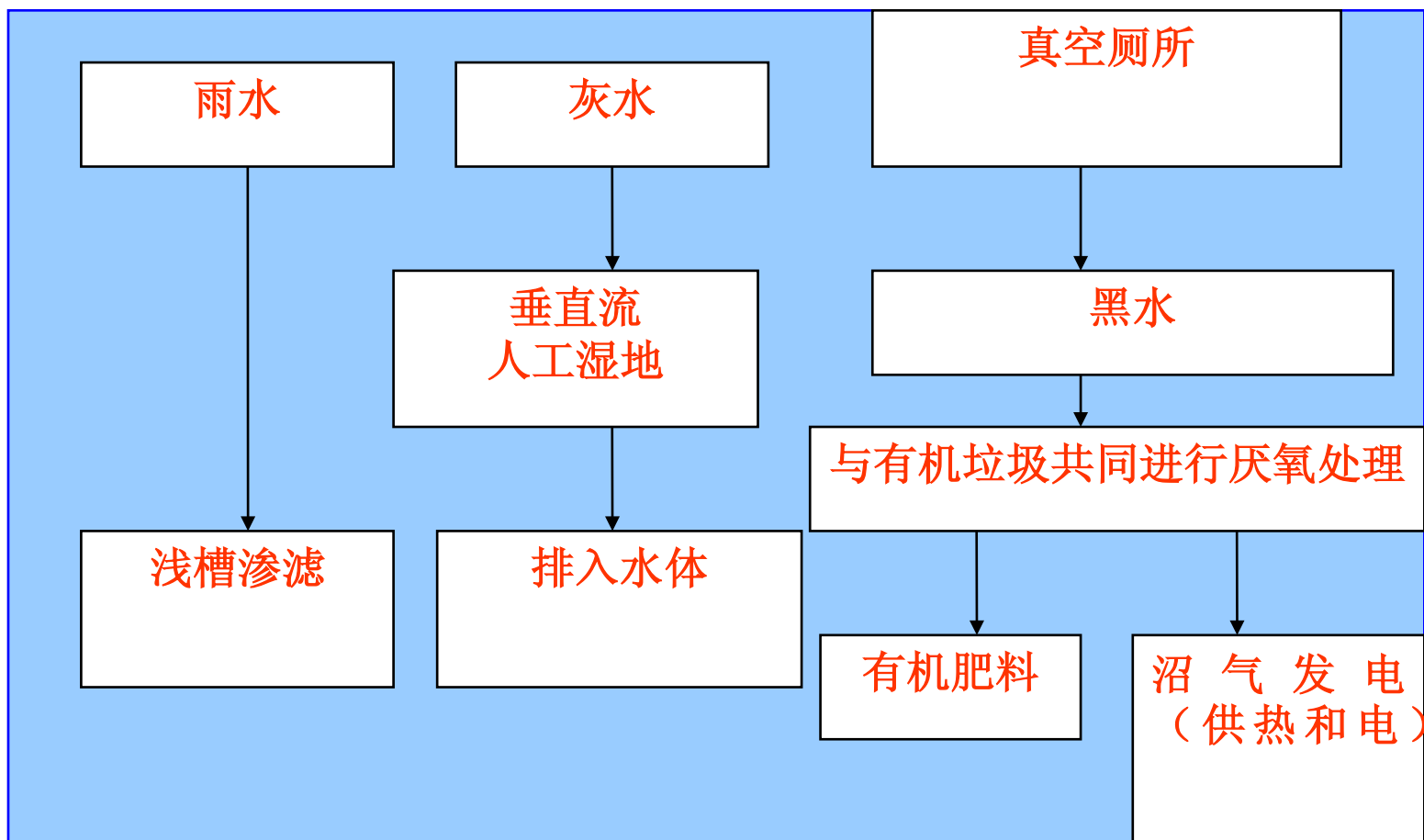
德国吕贝克市生态居住区项目



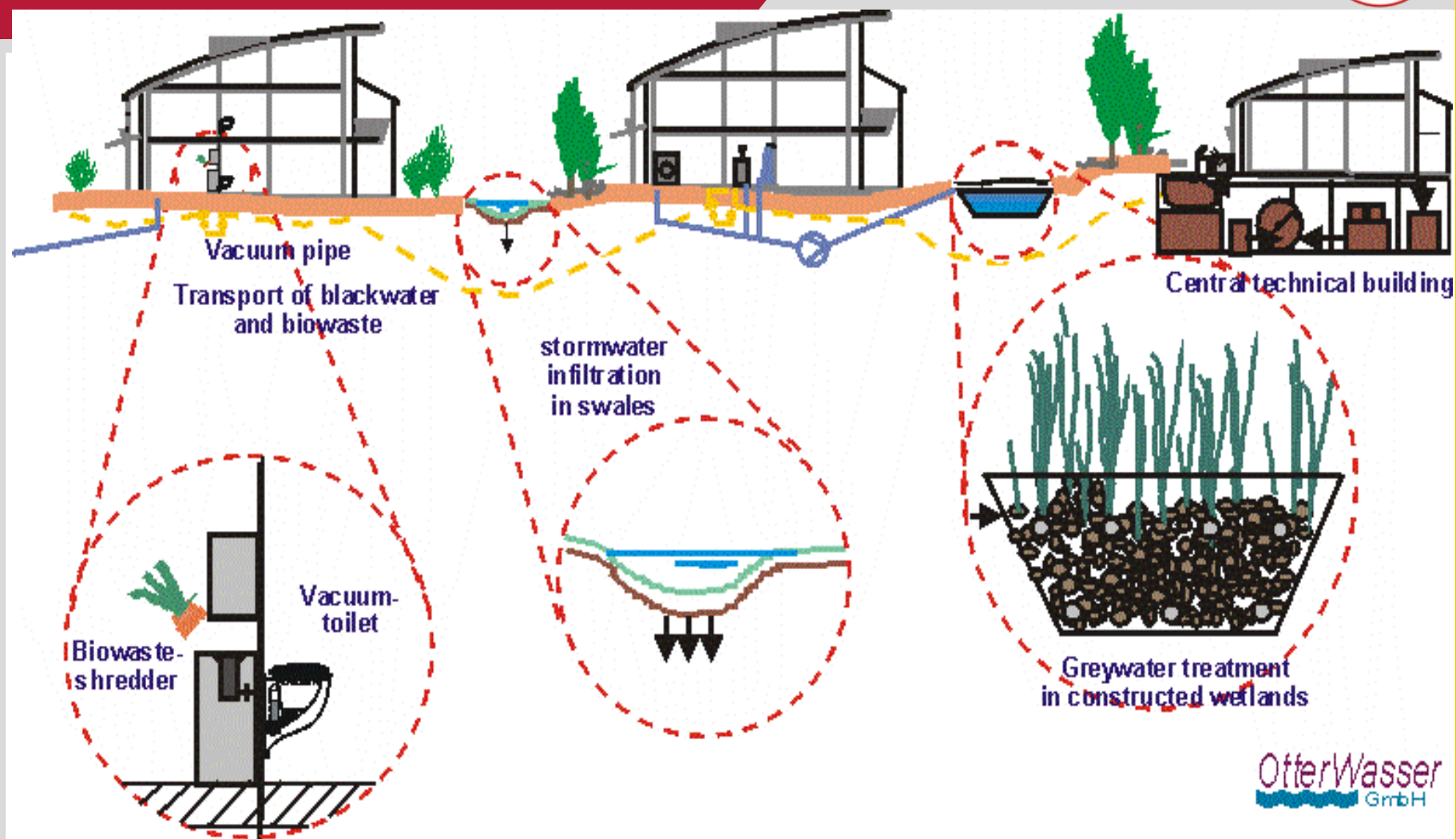
双套别墅



联排别墅



带有真空厕所的污水处理系统流程



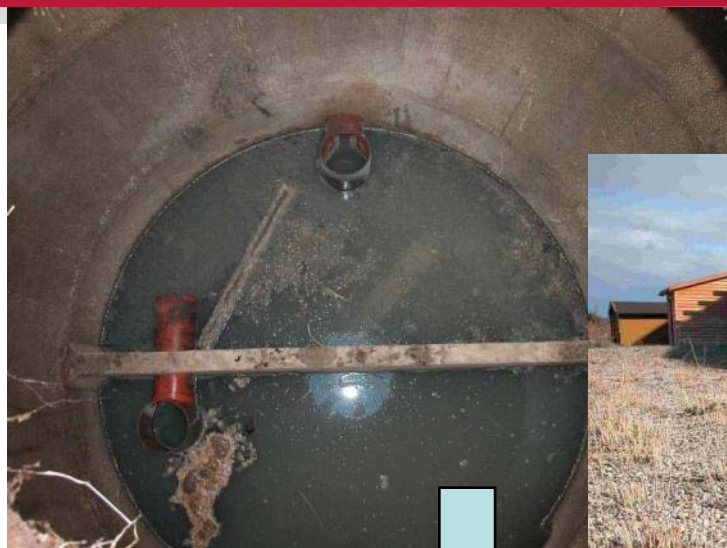
真空厕所
每次冲洗用水0.7-1 升



人工湿地系统 - 建设



人工湿地系统 - 建设



人工湿地灰水处理

半集中式黑水和有机垃圾处理系统

至 消化池



黑水真空泵站

消毒

有机垃圾进口
切碎机



Design: OtterWasser GmbH

示范工程 - V

德国弗赖堡市Vauban 区:



黑水和生物垃圾处理的真空-沼气系统
世界上单位能耗最小之一的系统

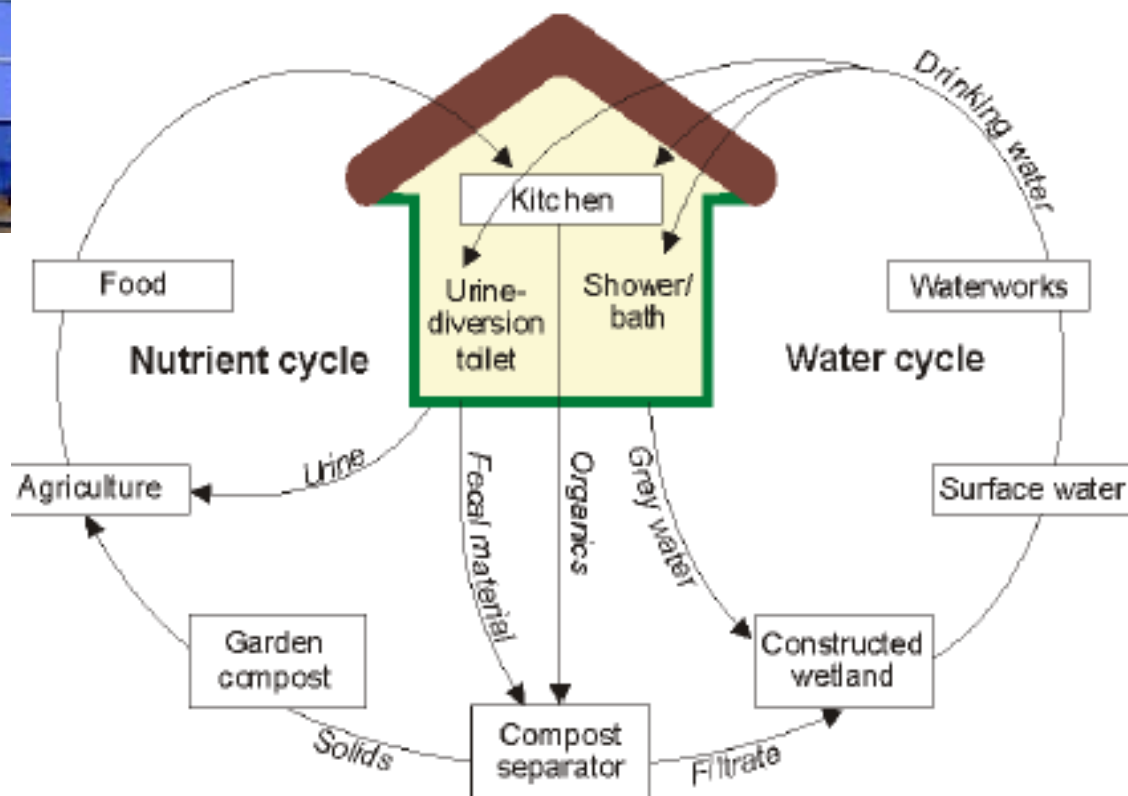
示范工程 - VI

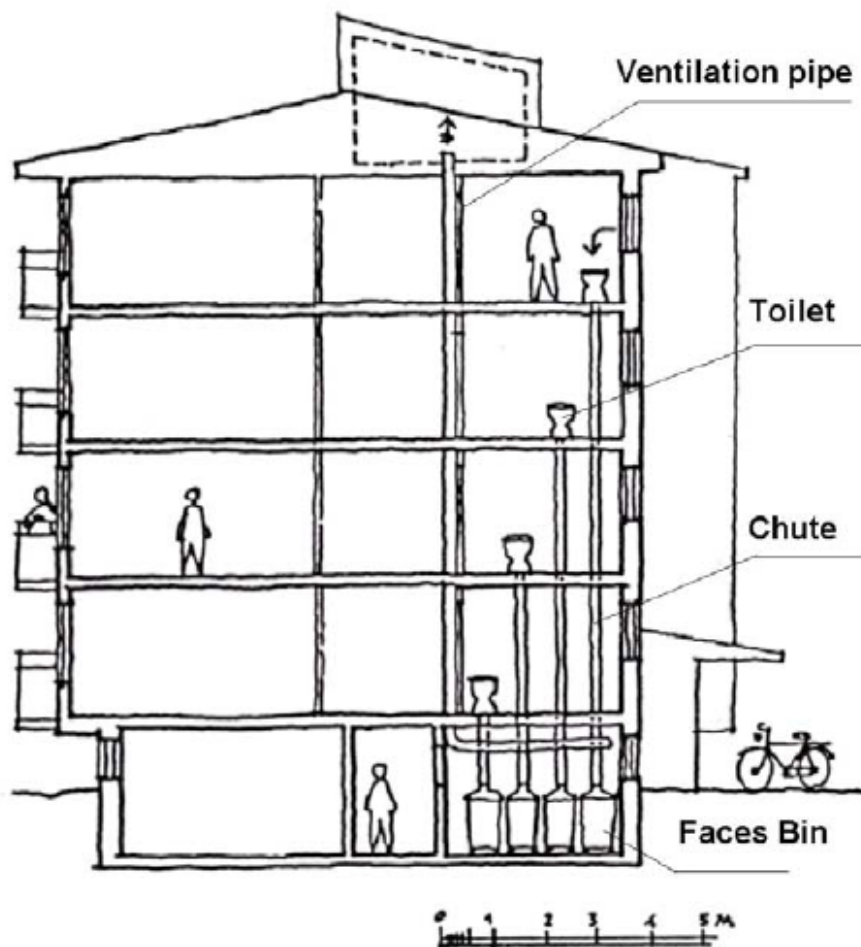
瑞典的居住区Palsternackan



粪尿分集厕所和尿液收集（地下式）

中国-瑞典鄂尔多斯市生态城市项目





鄂尔多斯生态小区粪便处理系统

- 人类面临着气候变化、资源短缺和环境恶化的严重问题，低碳生态城市的建设和发展刻不容缓；
- 建设低碳生态城市，水资源合理利用是核心问题之一。传统的排水系统必须进行改造，使得污水和污水中的肥料营养物质能够尽可能地回收利用；
- 生态卫生设施排水系统在国际上和国内都是刚刚起步，特别是在城市中的应用还存在着许多技术、经济和社会等方面的难题，亟需得到重视。

➤ 中国城市化进程快、规模大，为人们实践新的城市发展模式提供了机会和可能，但同时时间紧迫。

结束语



WHO、UNEP和FAO组织编写的污水、排泄物和灰水安全使用系列导则

结束语



北京科技大学与瑞典斯德哥尔摩环境研究院合作开展了生态卫生设施排水系统的推广，并以合作项目为基础成立了生态卫生中国节点（www.susanchina.cn），目的是加强国际合作，并在中国宣传和推广生态卫生设施排水系统的理念。

同时我们与国际上的相关研发和推广机构也建立了广泛的联系，比如瑞典斯德哥尔摩环境研究院（SEI）、德国技术合作公司（GTZ）、联合国儿童基金会（UNICEF）、联合国水与卫生设施合作委员会（WSSCC）等。国际上成立了生态卫生设施排水联盟（www.susana.org），是一个完全开放的组织，资料共享，欢迎大家自由参加。



谢谢!

