



2007 INTERNATIONAL CONFERENCE
ON SUSTAINABLE SANITATION
国际生态卫生大会

2007 国际生态卫生大会 生态卫生与环境友好型社会建设
International Conference on Sustainable Sanitation Eco-
Cities and Villages, China, 27-31 August 2007
2007年8月27-31日, 中国东胜



gtz

Resource Recovery and Utilisation of Bioorganic Wastes

.... to support Sustainable City Development in China

可生物降解垃圾能源与资源化利用研究

... 响应中国城市可持续发展计划

Prof. Dr. phil. habil. Bernhard Raninger,

Prof. Dr. Li Rundong, MSc. Feng Lei, Luo Xioasong

伯恩哈特 蓝宁阁博士教授, 李润东博士教授, 冯磊讲师, 骆晓松研究生

Institute of Clean Energy and Environmental Engineering (ICEEE), Liaoning Key Laboratory of Clean Energy &
Environmental Engineering (LNKLCE), Hangkong University, Shenyang China

沈阳航空工业学院清洁能源与环境工程研究所, 辽宁清洁能源联合重点实验室, 中国沈阳



Content of Presentation

演讲内容

- ✓ **Chinese Policy Drivers to support BMW-M** 中国的鼓励政策
- ✓ **Landfill gas versus Biogas in China** 中国填埋气与沼气状况对比
- ✓ **RRU-BMW Project on BMW source separation**
RRU—BMW项目—基于生物垃圾源分类的城市垃圾能源多资源化利用项目
- ✓ **MSW & BMW Biogas Generation Potential in China**
中国利用生物垃圾和生活垃圾生产沼气的潜力
- ✓ **Effects on integrated Waste Management Practice**
废物综合管理实践的影响

China's direct and indirect BG Generation Policy Drivers

中国关于发展沼气生产的直接与间接政策

- 1) **'Circular Economy Policy', based on the 'Cleaner Production Law' (2002) by NDRC and SEPA, till 2020 and 'Circular Economy' Law' (2007), to provide a legal, framework for its national sustainable development strategy**
“循环经济政策”，根据国家发改委和国家环保总局2002年颁布的“清洁生产促进法”而制定，有效期至2020年。
- 2) **'The Renewable Energy Law' by NDRC (2006), lays out the conditions for renewable energy to become a more important energy source till 2020**
“可再生能源法”，于2006年由国家发改委颁布，明确指出从现在开始到2020年，可再生能源将成为一种十分重要的能源资源。
- 3) **'National 11th 5-Year Plan' (2006) till 2010, to - treatment ratio of MSW from 53.5% to 60% (80m t/a to 120m t/a)**
国家“十一·五规划”（2006—2010年），将城市生活垃圾处理率从53.5%提高到60%（即8000万吨/年到1.2亿吨/年）。

China's direct and indirect BG Generation Policy Drivers

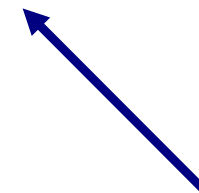
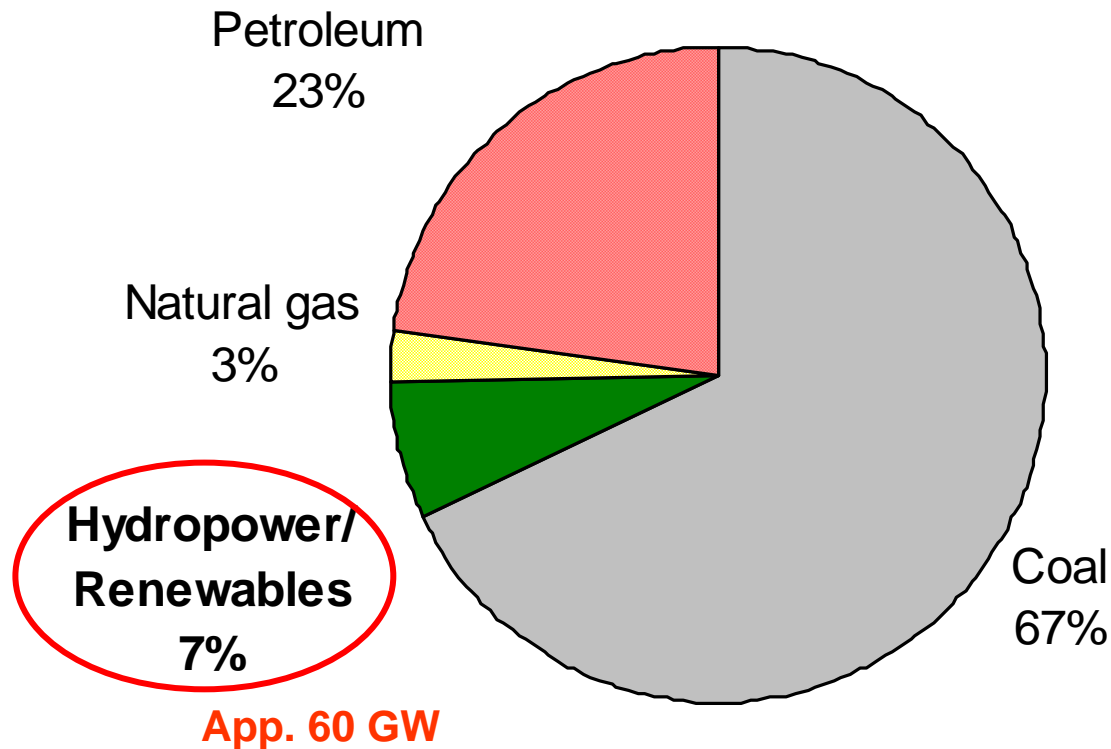
中国关于沼气生产的直接与间接政策

- 4) 'National Rural Biogas Construction Plan', by MOA (2003), 23m units of BG plants, 20% of farmers biogas users in 2010.
“国家农村沼气建设规划”，建设部于2003年颁布。到2010年，将建成2300万座沼气厂，使20%的农民利用沼气作为能源。
- 5) 'Environmental Pollution from Livestock Breeding', SEPA (1999) – bioorganic waste from livestock is one of the main polluting problems in China,
“畜牧养殖业污染防治管理办法”，国家环保总局1999年颁布。
6. 'Return arable land to forests' (2000), reforestation, defeat erosion,..
- 7) 'Construction of New Socialist Countryside' (2006), to boost modern agriculture infrastructure and farmers' income till 2010.
“中共中央国务院关于推进社会主义新农村建设的若干意见”，2006年颁布，目标是到2010年实现农村基础设施现代化，提高农民收入。
- 8) 'GHG Emission Reduction', relevant after 2013 (Post-Kyoto) “温室气体排放减量计划”，《京都议定书》到期后从2013年起限制中国温室气体排放。

China's Energy Generation 2004

2004年中国能源生产情况

7% Renewables 占7%可再生能源



2007: 78% of 700 GW_{el} installed capacity derive from coal (3 bn t/a)!
2007年: 78%电能储存 (总量为700GW_{el}) 都来自煤

China's Biogas Generation Targets

中国沼气生产目标

China Renewable Energy Law 2006

2006年中国颁布可再生能源法



2020: 970 GW el. total



	2005	2010	2020	2030	Source
Share of RE among total energy mix (%)	7	10	16	(30)	NDRC, CS
Share of biomass within total RE mix (%)		18.4	18.5		NDRC, CS
Biogas: total production (bn nm ³ /a)	> 7.3		> 24		State Grid Comp.

18.5% of 'renewables' or 3% of the entire energy demand in 2020 should come from biomass (agriculture, industry, MSW, sewage sludge, small- and large-scale units, landfills)

到2020年，利用生物质（包括农业、工业、MSW、污泥、大小型设施、填埋场生物质）生产的“可再生能源”应达到18.5%，占能源需求总量的3%

Biogas from BMW not considered !!

生物垃圾生产沼气没有被考虑在内！！

Energy Crops versus Waste Biomass

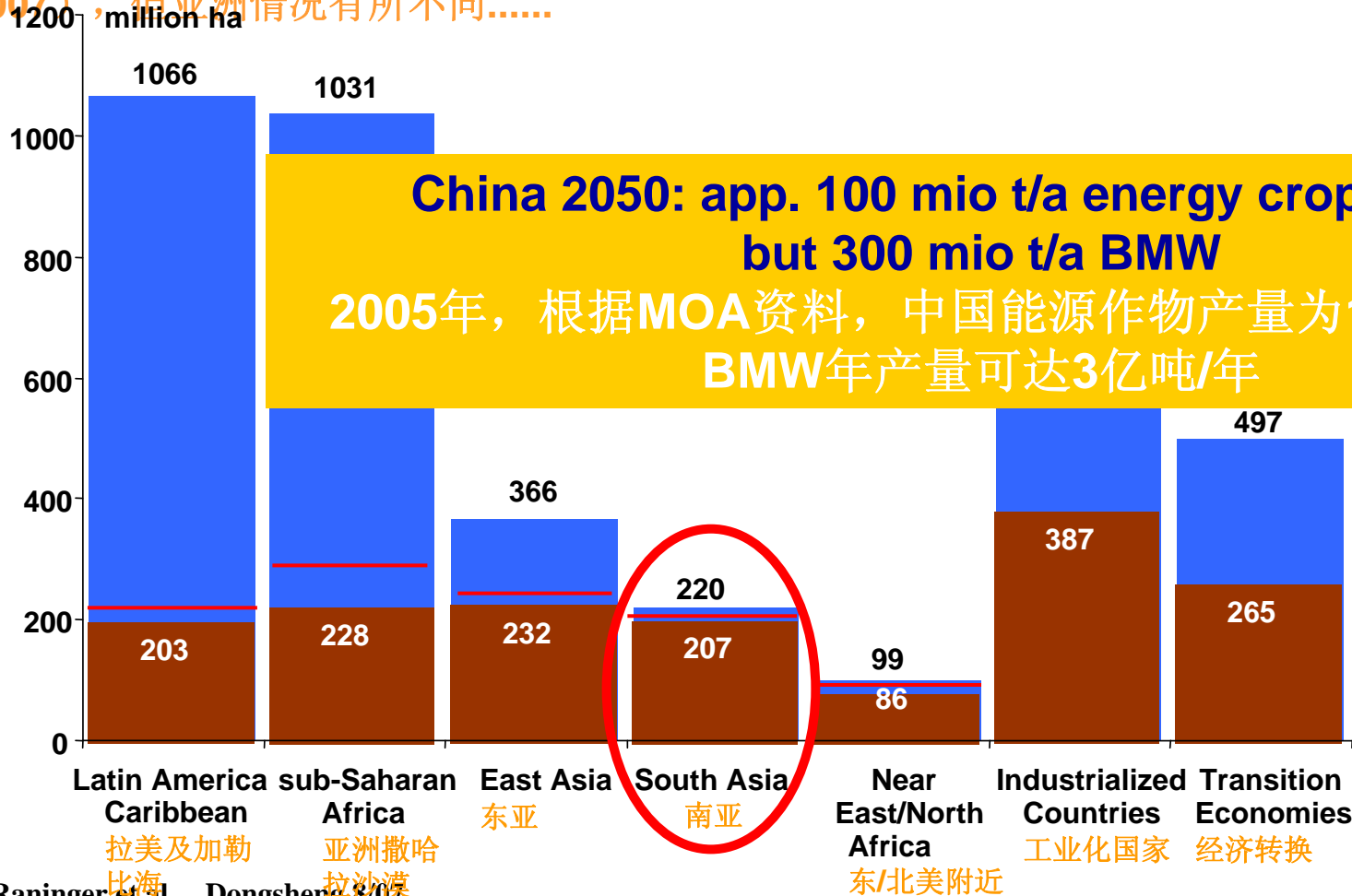


生产沼气的废弃物资源： 能源作物与生物质废弃物

Worldwide area for crop production: 2400 mha from 4100 mha are not in use (Source:FAO Müller 2007), but in Asia.....

世界能源作物生产面积：41亿公顷，但24亿公顷的能源资源都没有得到利用（来源：FAO Müller 2007），但亚洲情况有所不同.....

The resource base



China MSW Composition

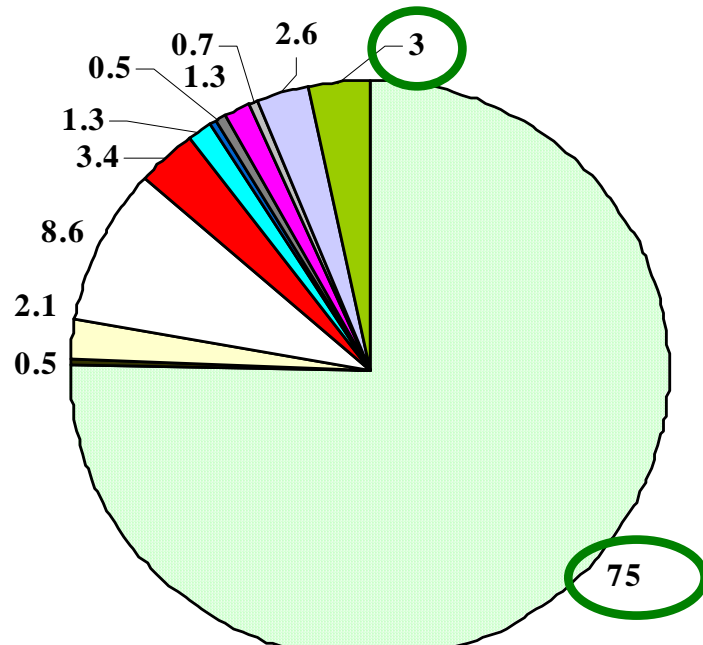


RRU-BMW pilot areas average of 12 monthly analysis Shenyang 2005/06

沈阳示范小区生活垃圾成分分析

2005/06示范小区12个月数据分析平均值 (% m/m wm)

MSW average composition 2005/06,
4 pilot areas, monthly samples, n = 48



Average BMW content of MSW

China = ± > 66 %

(average of 38 analysis from 27 cities
in China, 1998 – 2006)

中国生物垃圾平均含量 66%

Europe = ± 33 %

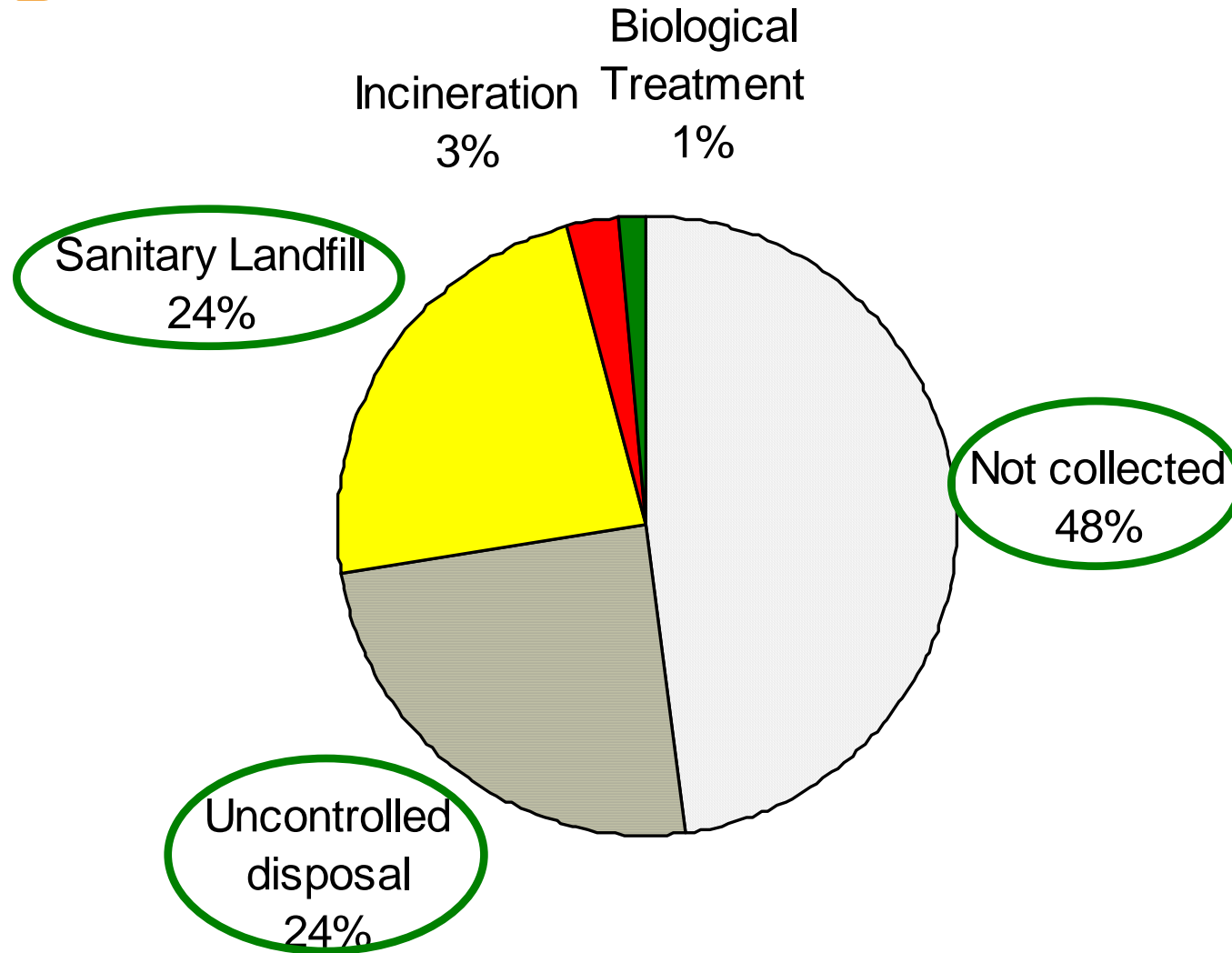
欧洲生物垃圾平均含量 33%

- Bioorganic Fraction
- Wood/Bamboo
- Packages/Plastics
- Metal
- Hazardous household waste
- Other categories
- Textile
- Paper
- Glass
- Minerals
- Complex products
- Fines fraction

China Urban MSW Disposal 2005



沈阳示范



Sanitary Landfills

(18% of anthropogenic GHG from LFG emissions)

卫生填埋实例（18%的温室气体来自填埋排放）

2 new Landfill sites in Shenyang

Laochuchung & Daxing > 4,500 t p.d., lifetime app. 30 years,

LFG collection under CDM credits anticipated

沈阳有两个填埋场 老虎冲和大兴 > 4,500 t p.d., 使用期约为30年。

按预期设想采用CDM进行填埋气的收集

CH_4 CO_2

Gaseous emissions 气体排放

LFG 300 m³/t over 30 years – 65 % CH₄)

30年来填埋总量为300 m³/t, 其中甲烷占65%。

Liquid emissions 液体排放



China Problems with LFG Collection



中国填埋气收集存在的问题

But on a long-term land filling has to be seen as an 'end of the pipe' solution. In China only 20 to 40% of the generated landfill gas (LFG) can be recovered at sites, which are equipped with a state of the art LFG-collection system. The reasons are:

- *The composition of waste*: high content on fast degrading bioorganic waste (with a very low content on cellulose, lignin and other slowly degrading biopolymers,)
- *The conditions in the landfill body*: water saturated, high density, high temperatures
- *The operating practise of landfills*: uncontrolled water levels, widespread open filling areas without temporary top-covers, if top-cover layers they are without HDPE linings, no functioning (horizontal) active gas well systems

LFG recovery rate in western countries = < 60 %

西方国家填埋气回收率 \leq 60 %

China = < 20 %

中国 \leq 20 %



China Problems with LFG collection



中国填埋气收集存在的问题

从长远来看，填埋已经是一种“末端治理”方法。中国填埋场的填埋气收集量仅为20%到40%，这还是在填埋气收集设施已经非常先进的情况下。收集量低的原因主要有如下几个方面：

- 垃圾成分：中国垃圾主要是分解非常迅速的生物垃圾，纤维素、木素和其他降解缓慢的生物聚合物含量很低
- 填埋场主体的条件：被水充分浸透，密度高，温度高
- 填埋场经营状况：无控制水位，开放式的填埋坑遍布各处而且没有覆盖，有的填埋场虽有覆盖，但不是HDPE衬垫，无功能型（水平式）集气井系统

LFG recovery rate in western countries = < 60 %

西方国家填埋气回收率 = < 60 %

China = < 20 %

中国 ≤ 20 %



EU Landfill Directive CD1999/31/EC1999



欧洲垃圾填埋法令 CD1999/31/EU/1999

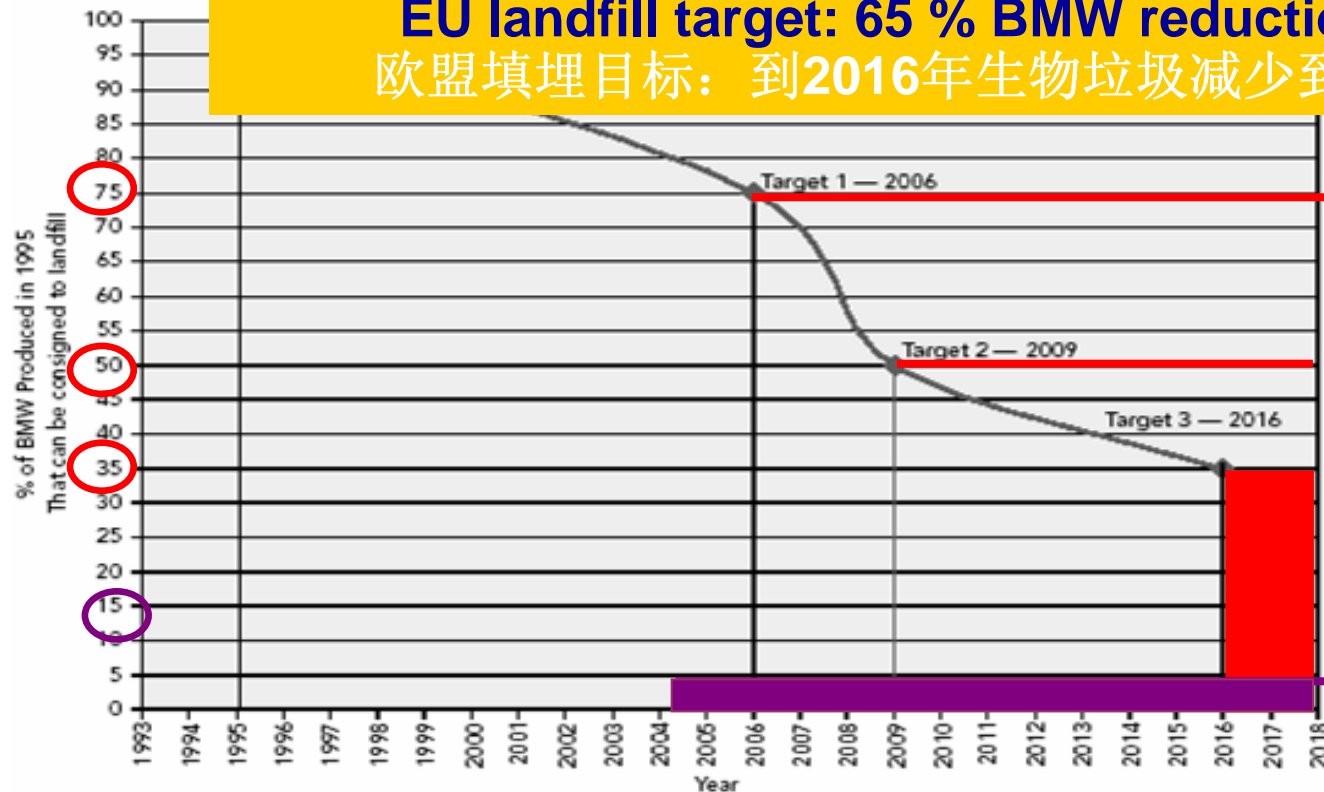
stepwise reduction of BMW landfill disposal till 2016

到2016年逐步减少城市生物垃圾的填埋量



16% of anthropogenic GHG emissions from Landfills 16% 的人为温室气体减排来自填埋

EU landfill target: 65 % BMW reduction till 2016
欧盟填埋目标：到2016年生物垃圾减少到现今的35%



No activities

Specific targets in Germany 2005

5 % TOC

奥地利和德国的明确目标

5%总有机碳

Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen 2009: rd. 3,7 Mio t - SZENARIO

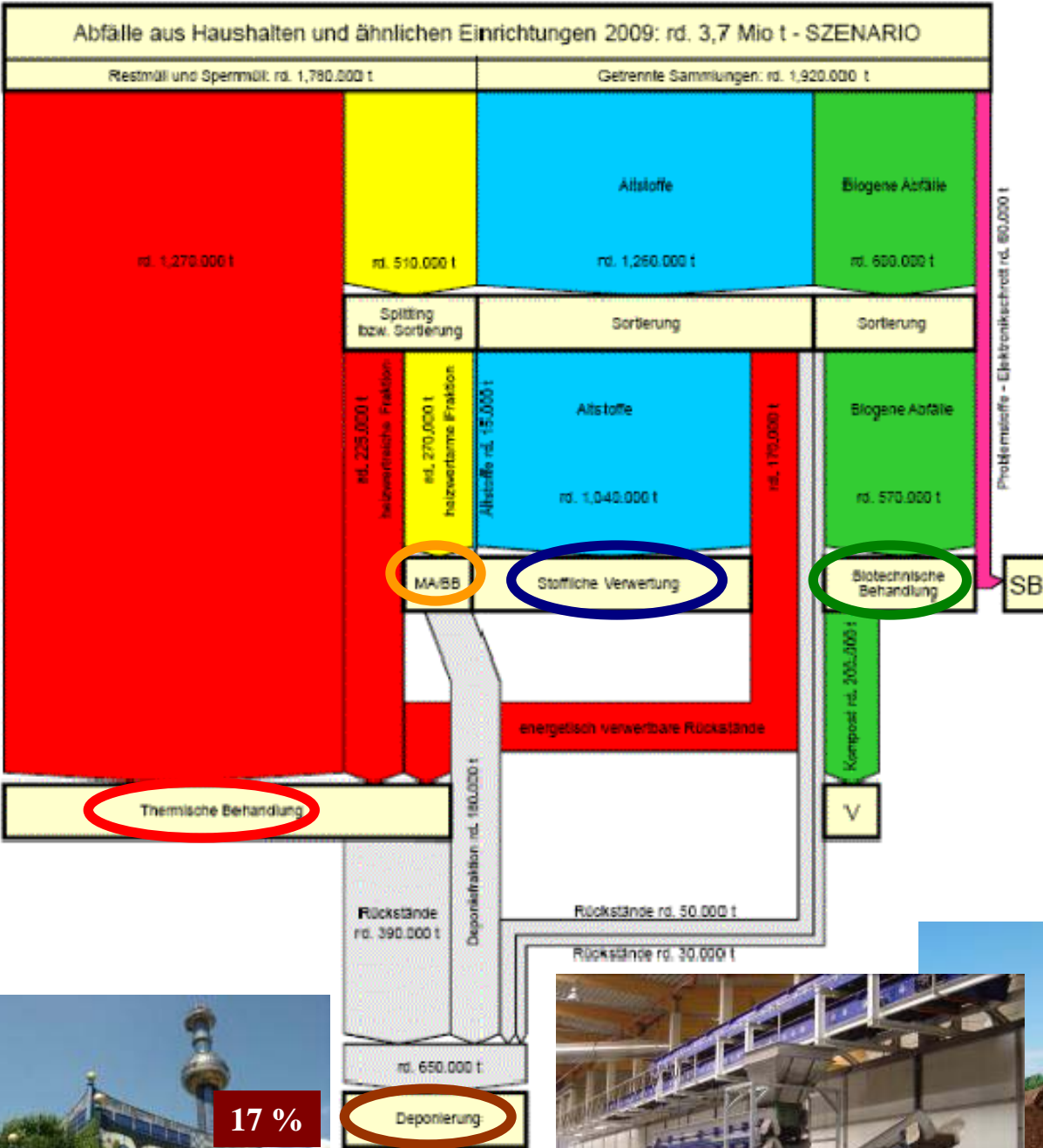


Integrated MSW Management Austria

奥地利城市生活垃圾综合管理

Federal Waste Management Plan, Forecast 2009

2009 年垃圾总量

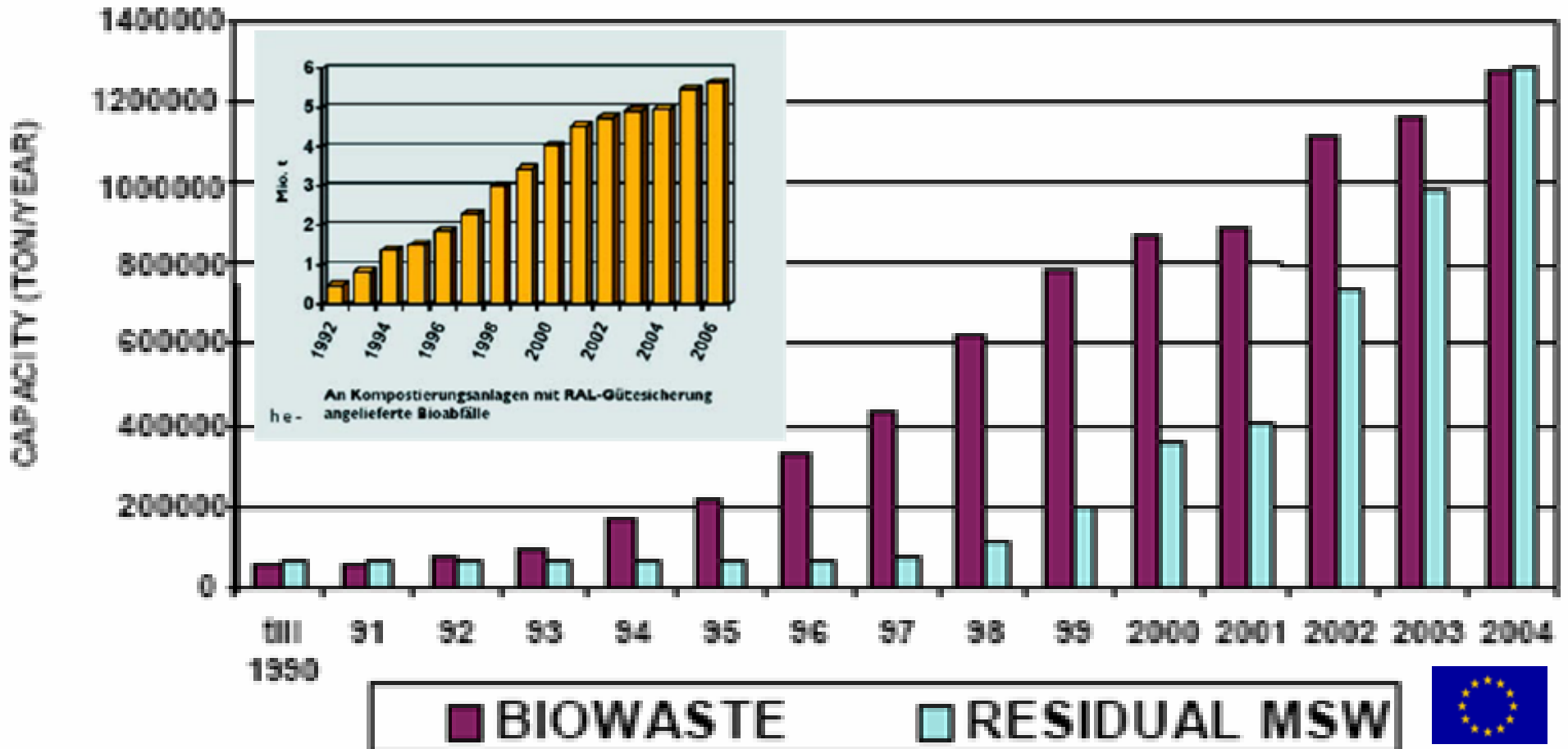


BMW & MSW Digestion in Europe 2004



2004年欧洲BMW和MSW厌氧消化情况

2006 Germany: 78 MBAs 7.2 mt/a
 > 1500 Composting & Biogas > 14 mt/a



Agricultural Biogas Plants in Germany



德国农村沼气厂建设情况

Nr. of plants

4500

4000

3500

3000

2500

2000

1500

1000

500

0



inst. MW el.

1000

900

800

700

600

500

400

300

200

100

0

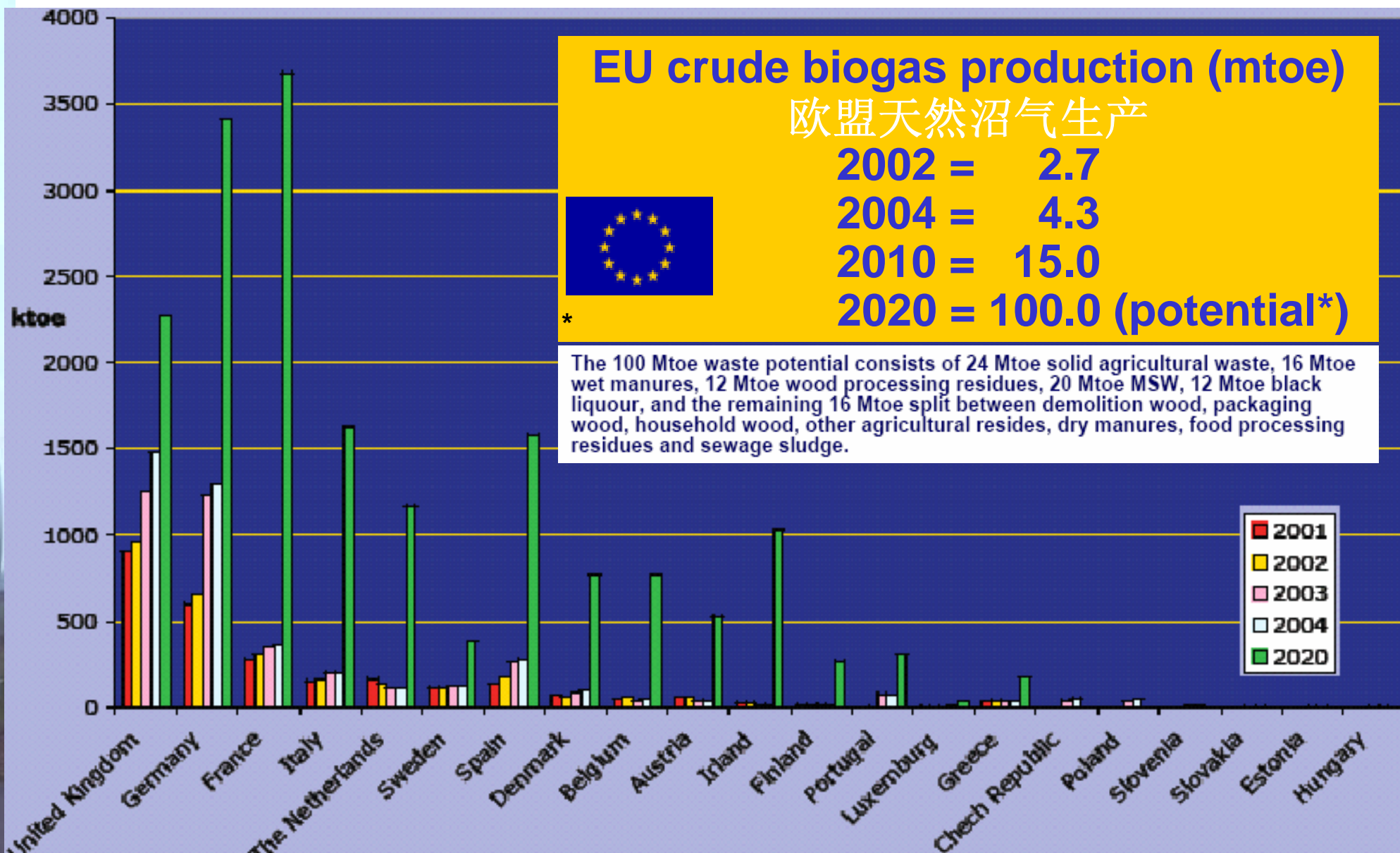
Installed electrical power [MW]

1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005

EU Biogas Production 2001-2020



2001-2020年欧盟沼气生产



RE: Mureck since 1990

1990年Mureck发展状况



Biogas – Biomass – Biodiesel 沼气 – 生物质 – 生物柴油
Electricity 电 - Heat 热 - Fuel 燃料



Bioenergie
Mureck
Strom • Wärme • Biodiesel

Raninger et.al. – Dongsheng 8/07



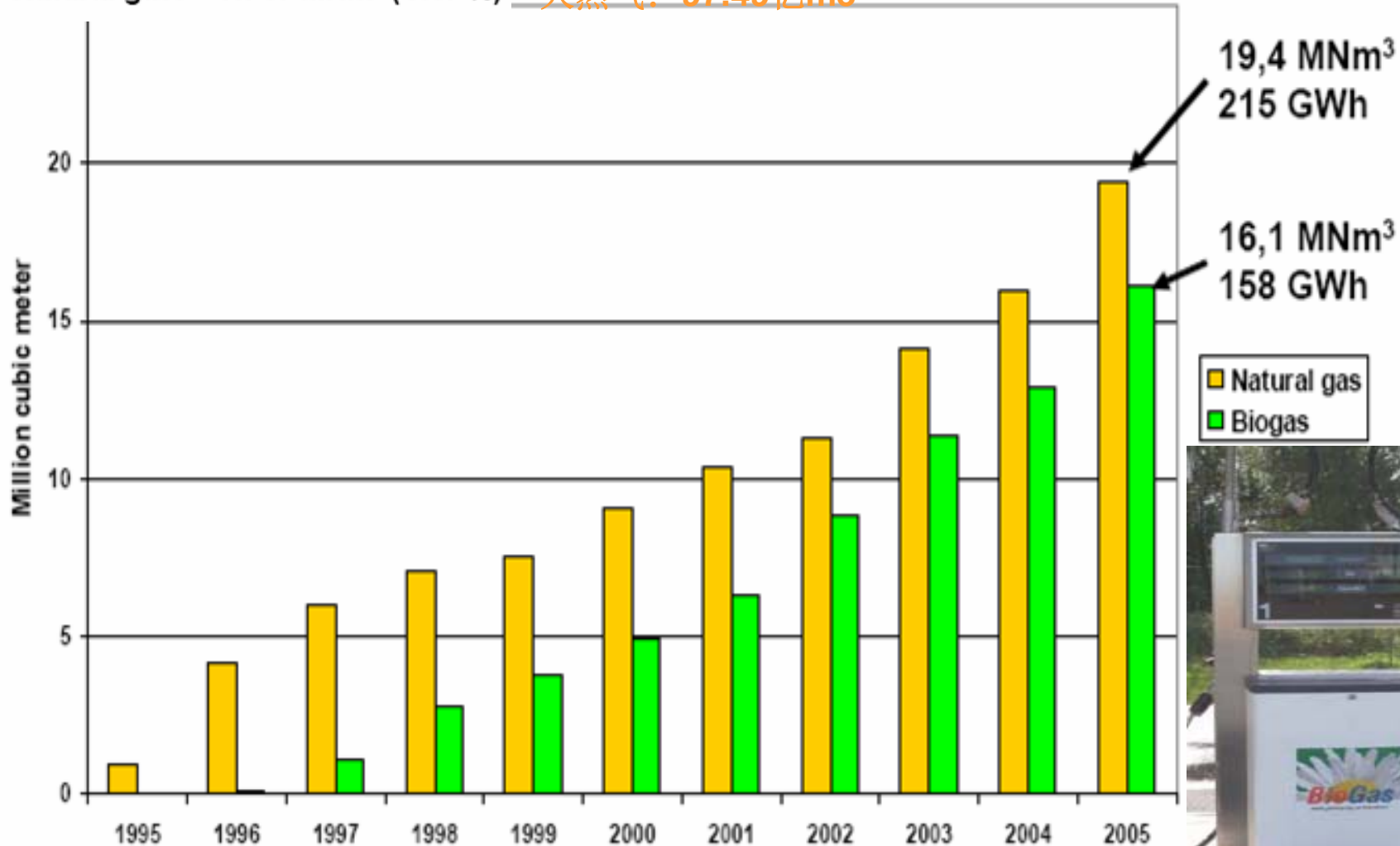
Biogas as Vehicle Fuel in Sweden 2006



2006年瑞典：沼气作为交通燃料的使用情况



Biogas: 10.193 MNm³ (51.1 %) 沼气: 101.93亿m³
Natural gas: 9.749 MNm³ (48.8 %) 天然气: 97.49亿m³

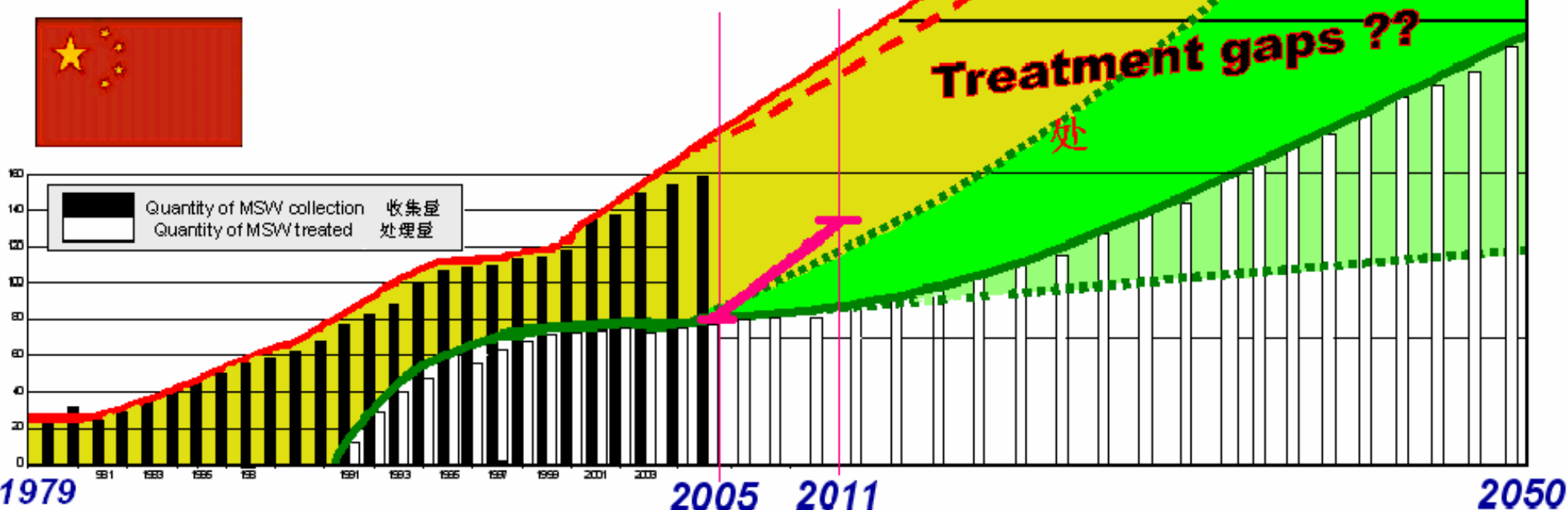


CHINA: MSW Collection and Treatment Prognosis (till 2050)

1979 – 2050年中国城市地区生活垃圾收集与处理量

百万吨/年新鲜物质

MSW collected & treated from 1979 – 2050 in cities [mio t/a FM]



Urbanisation: 28 % in 2005
城市化: 2005年28%

40 % in 2010
2010年40%

70% in 2050
2050年70%

Population in > 700 cities / 1 bill people > 420 mio t MSW collected (app. 1 – 1.2 kg/d.c real)
700多个城市的人口总数为10亿 收集的生活垃圾总量为4.2亿吨（约每人每天1.2公斤）

RRU-BMW Pilot Project Objectives (6x)

城市可生物降解垃圾能源与资源化利用研究目标（6个）

- **Behaviour** and attitude of population towards source separation

人们对垃圾分类表现出的态度和**行为**

- **BMW collection** – quantity (app. 60 - 100 kg/c/a) and quality

城市生物垃圾**收集** — 数量（大约每人每年60 – 100 kg）和质量

- **Biogas production potential**

生物**气**生产潜力

- **Compost quality**

堆肥**质量**

- **Residual Waste** quantity and charac

剩余垃圾**数量**和特点

- **Technological and Economic Fe**

建议引进**先进技术**

RRU-BMW 3 project phases 项目**3个阶段**

2004/05: 10 households 10户居民

2005/06: 700 participants PSS/SSS 项目

4 pilot areas

4个示范小区700人参加

2006/07: 2 PSS pilot areas

2007-2010: Demonstration project

(implementation, collection, treatment)
anticipated 计划以社区或区为单位 (实施、
收集 和处理)

RRU-BMW '4 Waste Stream System'

RRU-BMW项目的“4种垃圾流方法”

1: BMW
生物垃圾



废物循环
Recycling



3: RW
可回收垃圾



2: RMW
剩余垃圾



4: HW
有害垃圾



BMW Source Separation in Shenyang

沈阳生物垃圾源头分类

Public Information – Biowaste bin – Separate Collection – Lab investigations

公众获取垃圾分类信息 - 生物垃圾桶 - 垃圾分类收集 - 实验室分析



BMW Source Separation Shenyang



沈阳生物垃圾源头分类活动

4 pilot areas collection results after 1 year, 2005/06

2005/06年一年里沈阳4个示范小区生物垃圾源头分类活动情况

03/05 – 03/06	Pers. n 人数	BMW 有机垃圾			Non BMW 非有机垃圾		RMW 剩余垃圾		MSW 生活垃圾	
		kg	kg/ c.a	% m/m	%m/m n=6	kg	%m/m	kg	kg/c.a	
365 days 365天										
Primary Source Separation – PSS 初次源头分类 - PSS										
Beifang Yiyuan 北方医院	155	12538	81		3.4	2795		15333	99	
Van Ke 万科花园	143	9319	65		4.7	1213		10533	74	
QuanYuan 泉源小区	207	13585	66		4.1	2755		16340	79	
TOTAL PSS PSS总数	505	35443	71	84	4.1	6763	16	42206	84	
Secondary Source Separation – SSS 二次源头分类 - SSS										
Dong You SSS 东油SSS量	180	11552	64	71	2.3	4767	29	16319	91	

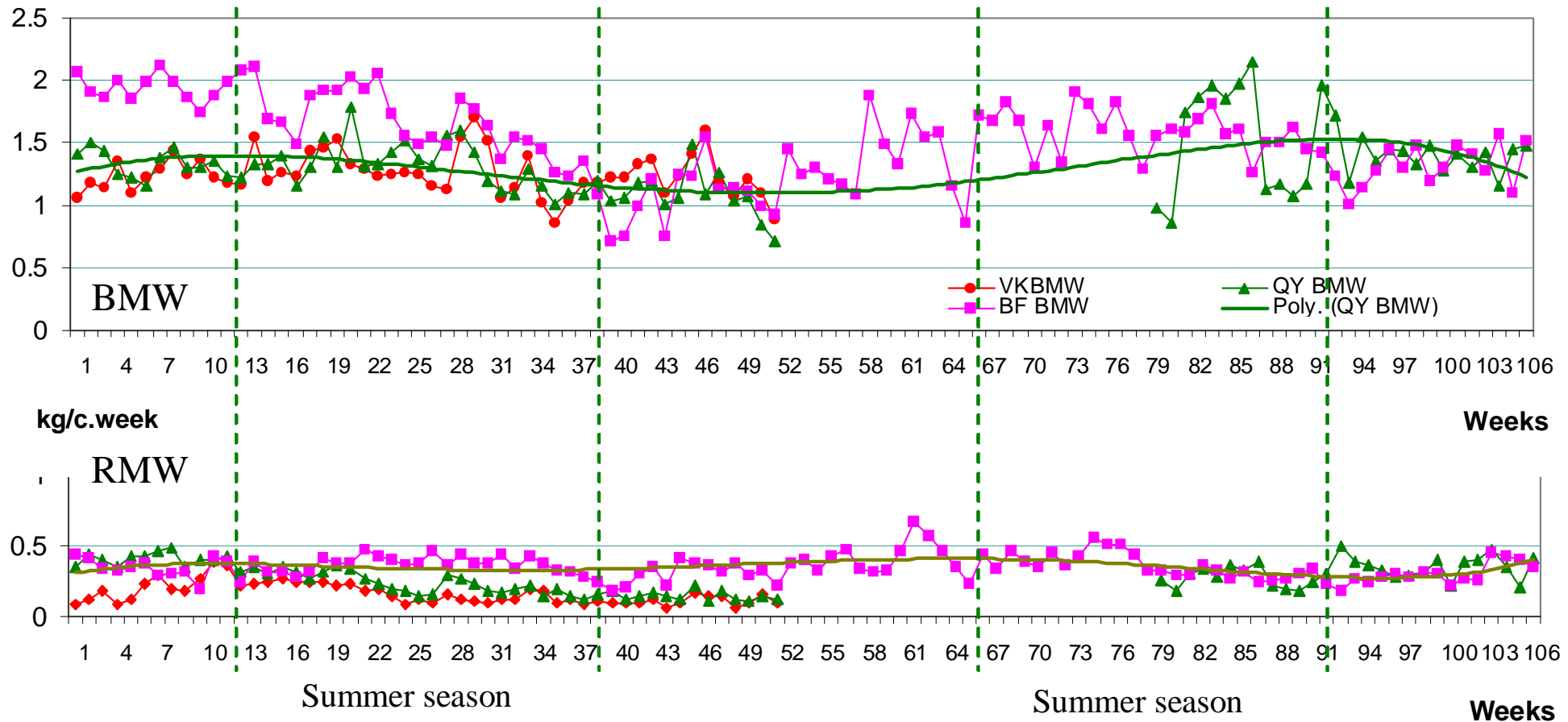
BMW/RMW Source Separation Shenyang



沈阳生物垃圾源头分类活动

BMW & RMW (Kg/c.week) from 3 PSS pilot areas, up to 505 participants, 2 years (106 calendar weeks), 2005/07, 84 % BMW, 16 % RMW, kg/c.week

2005/07两年里沈阳3个初次源头分类示范小区生物垃圾、剩余垃圾及生活垃圾每人每周产生量示意图，共505名居民，生物垃圾占84%，剩余垃圾为16%



RRU-BMW Opinion Research 2006

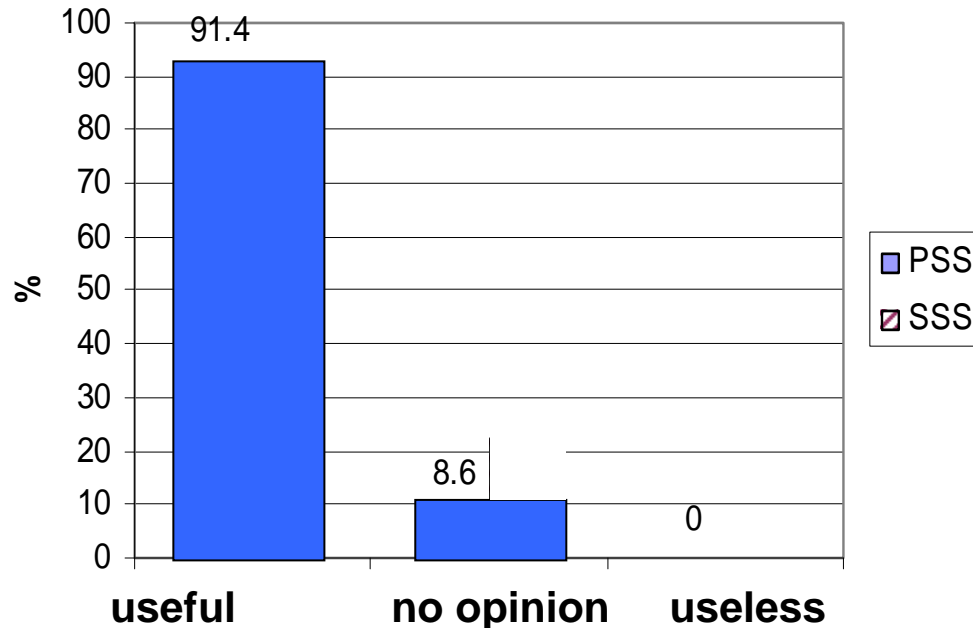
项目民意调查

Results in [%] based on 185 valid answers from Project participant, PSS and SSS

185份有效问卷调查结果 [%]

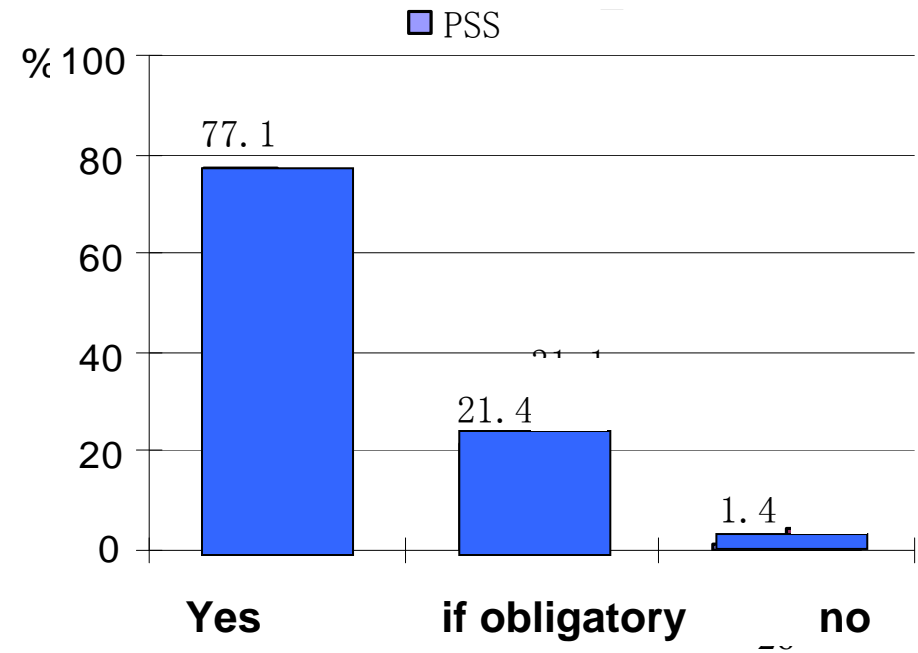
Q1/06: After 1 year PSS of BMW in your home how do you think about ?, A: useful, B: no opinion, C: useless

您的家庭已经开展一年的有机垃圾分类收集，你感觉如何？ **A:很有用； B:没什么意见； C:没用**



Q2/06: Do you like to continue PSS/SSS, A: yes, B: if obligatory, C: no

如果生物垃圾能被资源利用，你愿意继续次活动吗？ **A: 愿意； B: 在政府要求的条件下去做； C: 不愿意；**



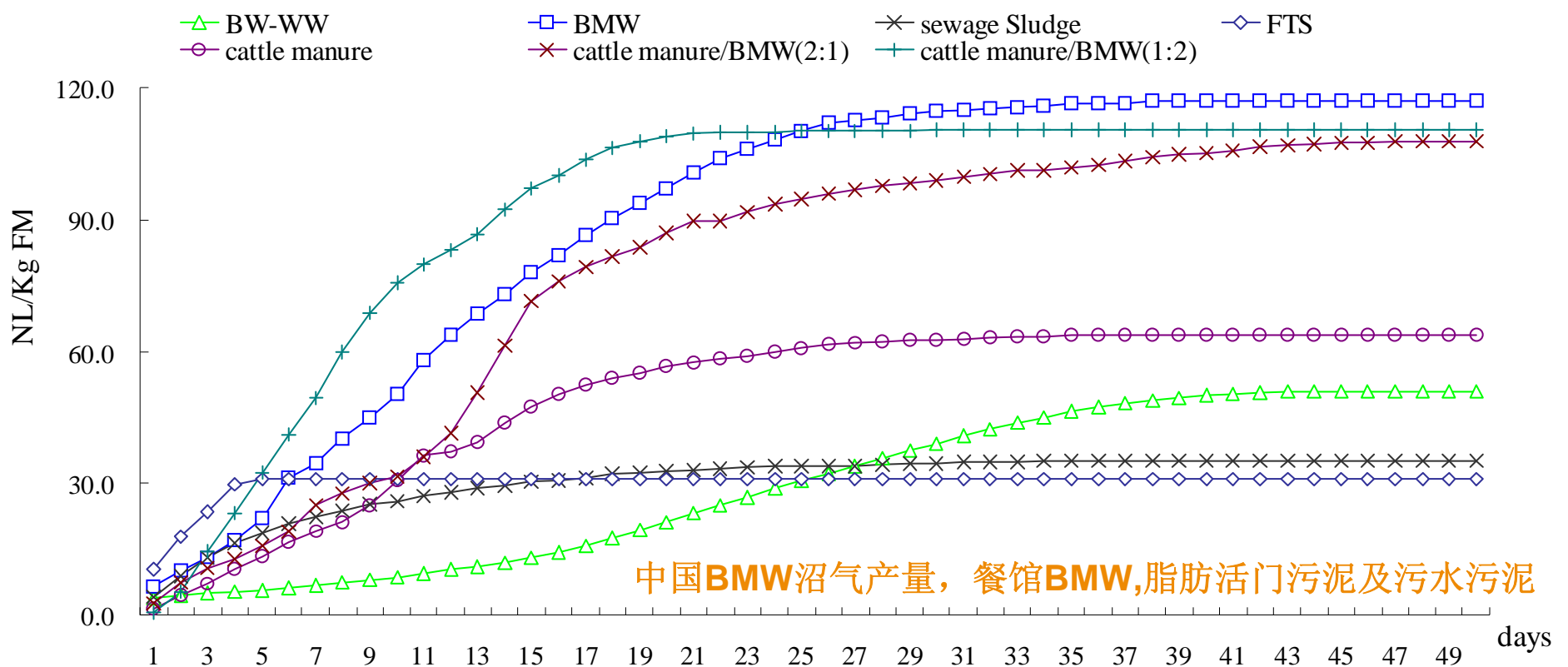
The AD Prozess Simulation Lab at ICEEE

4x 30l automatic controlled fermenters, funded by CIM

沈阳航院清洁能源与环境工程研究所新安装的厌氧消化实验室设备

4x 30l自动控制发酵罐，由CIM资助购置

Biowaste → **Methane** -- -- → **Bioethanol / Bio H**



Chinas Biogas Production & Potential

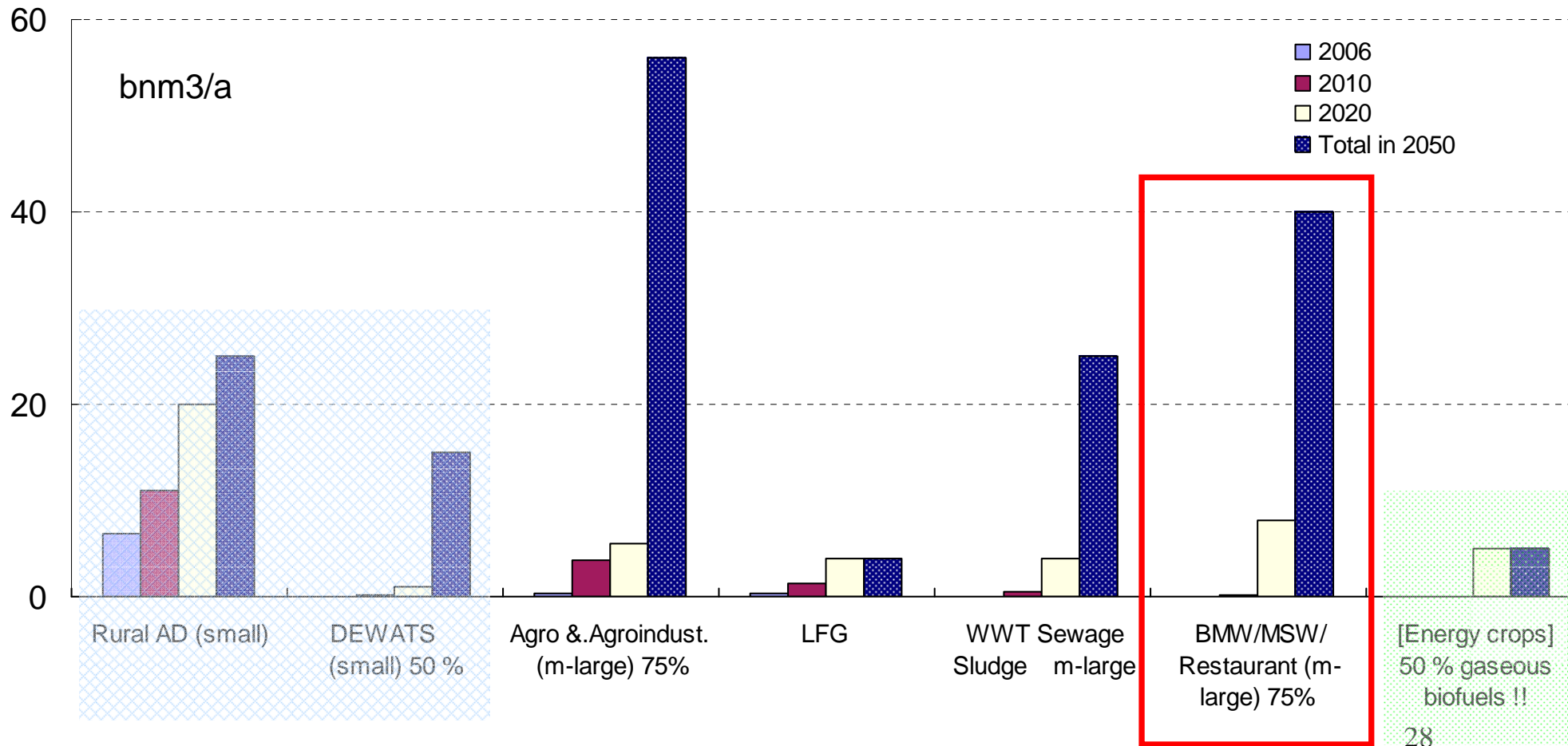


2006 – 2020, potential 2050, BG bnm³/a



中国沼气生产和潜能

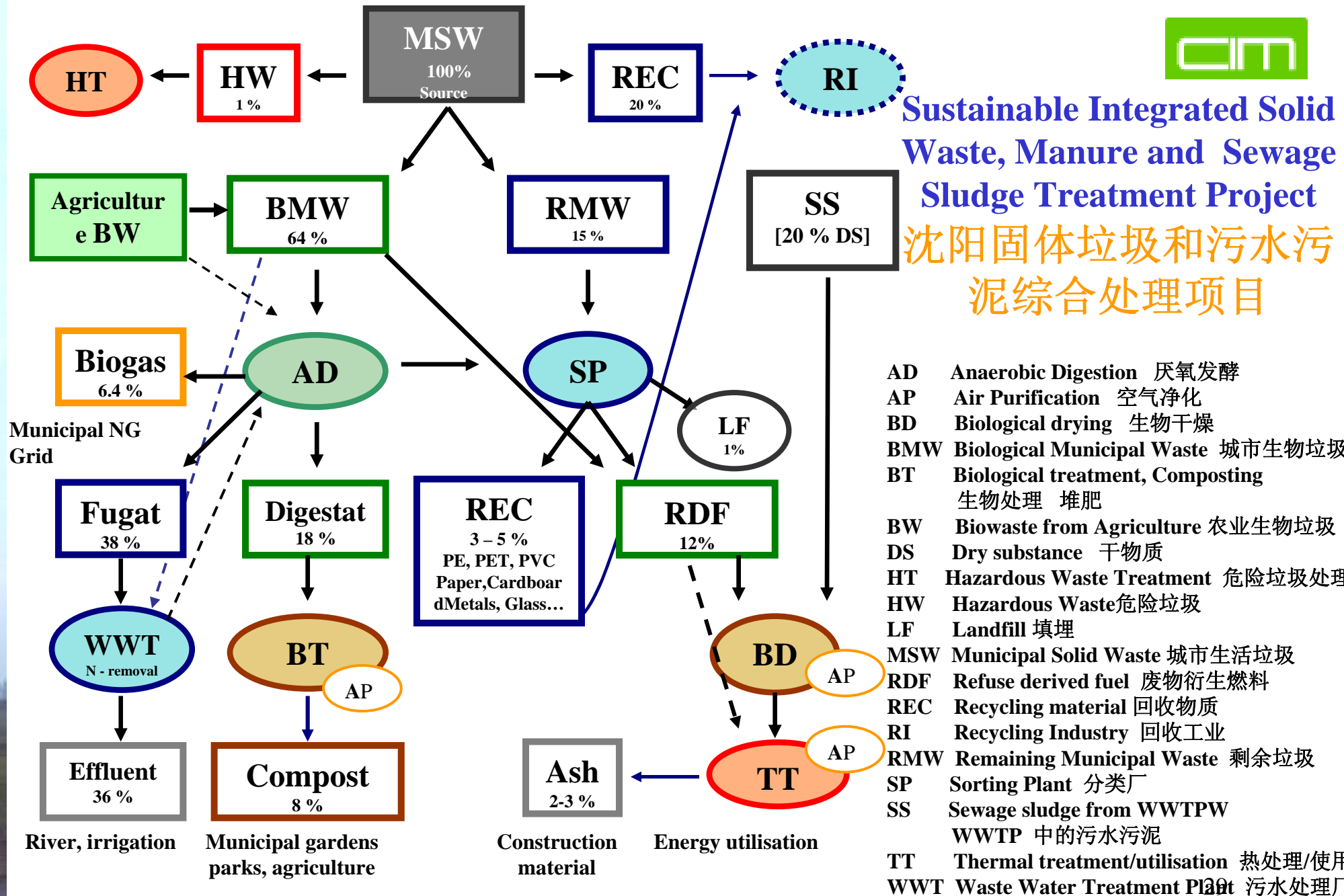
2006-2020年及2050年沼气生产潜能 (bnm³/a)





Sustainable Integrated Solid Waste, Manure and Sewage Sludge Treatment Project

沈阳固体垃圾和污水污泥综合处理项目



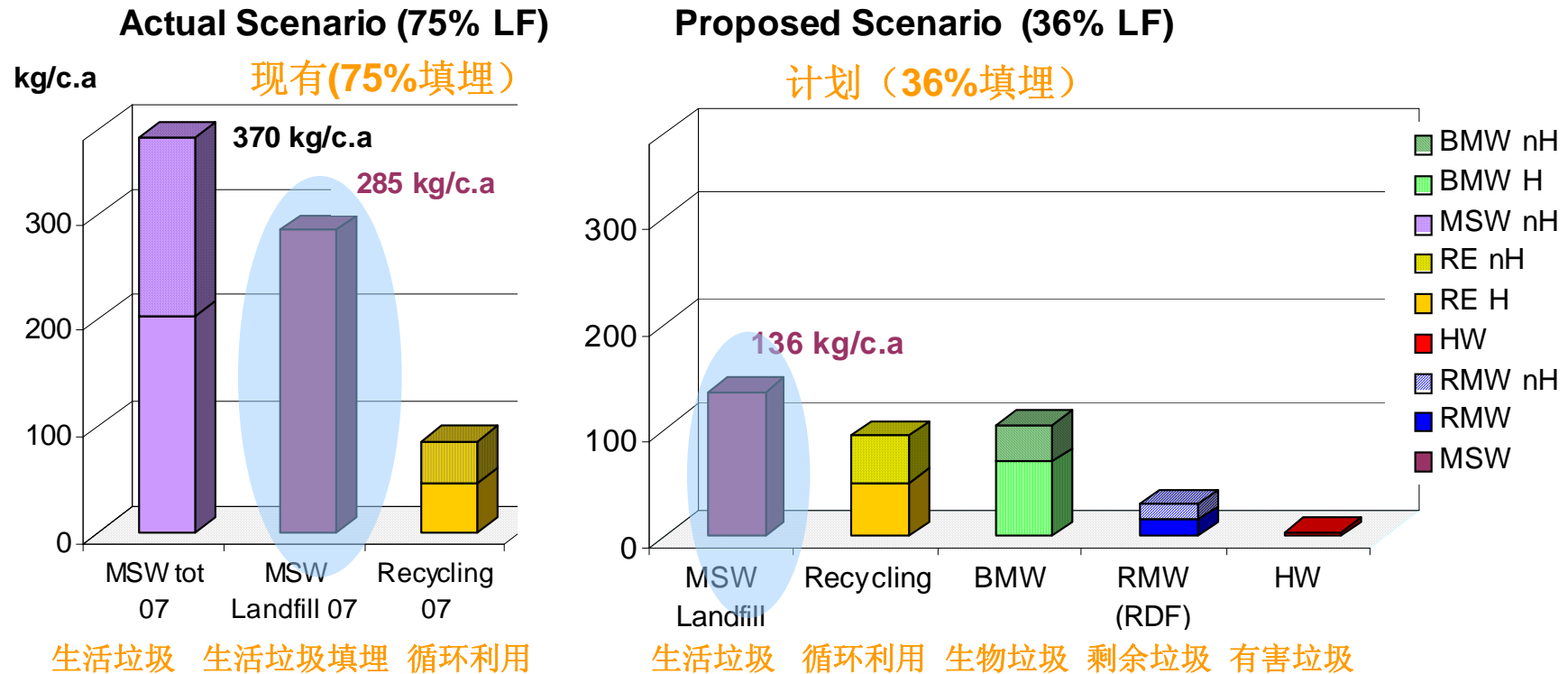
- AD Anaerobic Digestion 厌氧发酵
- AP Air Purification 空气净化
- BD Biological drying 生物干燥
- BMW Biological Municipal Waste 城市生物垃圾
- BT Biological treatment, Composting 生物处理 堆肥
- BW Biowaste from Agriculture 农业生物垃圾
- DS Dry substance 干物质
- HT Hazardous Waste Treatment 危险垃圾处理
- HW Hazardous Waste 危险垃圾
- LF Landfill 填埋
- MSW Municipal Solid Waste 城市生活垃圾
- RDF Refuse derived fuel 废物衍生燃料
- REC Recycling material 回收物质
- RI Recycling Industry 回收工业
- RMW Remaining Municipal Waste 剩余垃圾
- SP Sorting Plant 分类厂
- SS Sewage sludge from WWTP 中的污水污泥
- TT Thermal treatment/utilisation 热处理/使用
- WWT Waste Water Treatment Plant 污水处理厂

MSWM SY: Current & Proposed

沈阳市生活垃圾管理：现有方法与计划方法

MSW generation is about 370 kg/c.a. The landfill receives 285 kg. By applying the recommended system the landfill consumption will decrease from 75 % to 36%.

城市生活垃圾产量约为370公斤/人•年，而通过填埋处理的仅为285公斤。如果采用所推荐垃圾处理系统，所需填埋空间将由75%下降到36%。



Conclusions 结论



BMWM is an important contribution to sustainable city development in China (pollution – sanitation – energy)

城市有机废物管理是实现中国城市可持续发展计划的重要组成部分（污染-卫生-能源）

2020: CHN renewable energy target = 24 bn nm³/a (5.5 bn nm³/a from rural AD)

2050: BMW can deliver 19 bn nm³/a = energy equal to a 3-Georges Hydropower plant or 12 mid size Atomic power plants!

中国到2020年：中国可再生能源目标：240亿nm³沼气/年（通过对55亿nm³农业垃圾进行厌氧发酵）

到2050年：利用生物垃圾生产的沼气可达190亿nm³，几乎等同于三峡水电工程的发电量或12座中型原子能电厂生产的能量

2010: only 3 % of BG from MSW/BMW resource will be used !!

2010年：仅仅3-4%MSW/BNW沼气得到利用！

2020: Wind power (30 GWel) and BG are from similar importance !!

2020年：风能(300亿瓦特)，沼气对于中国来说将会是同等重要！

BMW-M is an interrelated approach which should be taken up by developing countries for environmental protection and renewable energy supply !!



Sustainable

waste management

benefits

resource

Renewable Energy & Compost

and

climate protection

GHG abatement – avoiding Landfill Gas and replace fissile Energy

Thanks & Xie Xie

谢谢

END of Presentation

完

>raning@gmx.at<

>raninger@126.com<

>Bernhard.Raninger@GTZ.de<

>bernhard.raninger@syiae.edu.cn<

www.iceee.cn

