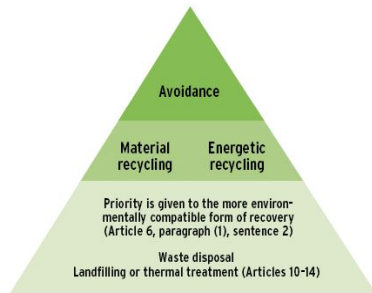


< 10장. 독일의 자원순환정책 >

1) 정책 개요

가) 폐기물관리현황

독일의 폐기물관리 분야는 지난 1970년대부터 많은 변화를 거듭해왔다. 폐기물 매립에 의존하던 초기에는 지속적으로 증가하는 폐기물 발생량으로 인해 전국에 약 50,000여개의 매립지가 산재했으나, 1972년 폐기물관리법 제정 이후 500여개의 초기 관리형 매립지로 정비된 바 있다. 이들 매립지에는 계근설비와 매립후 다짐을 하는 등 기본적인 방법이 적용되었고 이러한 위생매립 개념의 확산과 함께 소각시설과 제반 폐기물처리시설들이 설치되기 시작했다.



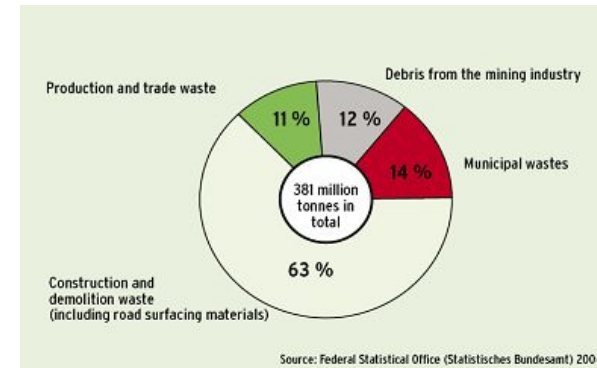
<그림 II-23> 독일의 폐기물 관리정책 우선순위

1980년대 중반 새로운 폐기물관리 우선순위(Hierarchy)는 ‘발생회피→재사용→처분’의 순으로 설정되었다. 분리수거와 선별 등을 통해 유용한 자원의 회수와 원료로의 재활용이 활성화 되었고, 현재의 금속, 섬유, 종이류의 재활용이 추가되었다.

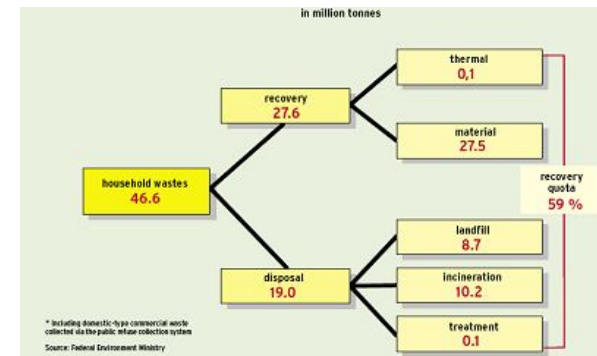
지자체는 가정에서 배출되는 폐기물의 처분을 책임지고 있으며, 기타 폐기물도 필히 정부의 전담부서에서 필히 재가를 받아 처리를 하도록 되어있다. 지자체는 폐기물의 수거와 처리를 민간기업과의 계약에 의해 수행하고 있으며, 폐기물의 회수, 재활용 또한 민간기업이 책임지고 있다.

오늘날 독일의 폐기물산업에 고용된 인력은 약 20만명에 이르며 여기에는 담당공무원, 엔지니어, 수거자 등이 포함되고 연간 500억 유로에 달하는 폐기물 산업규모가 형성되고 있다. 국민들의 쾌적한 삶에 대한 요구에 의해 환경보호는 중요한 경제적 요소로 자리매김하게 되었으며, 부가가치를 생산하는 주요한 분야가 된 셈이다.

<그림 II-21>과 <그림 II-22>는 독일 전체 폐기물 발생원별 발생량과 처리방법별 현황을 2002년 기준으로 나타낸 것이다.



<그림 II-21> 독일의 폐기물 발생원별 발생량 및 조성



<그림 II-22> 독일의 폐기물 발생량 대비 회수 및 처분방법

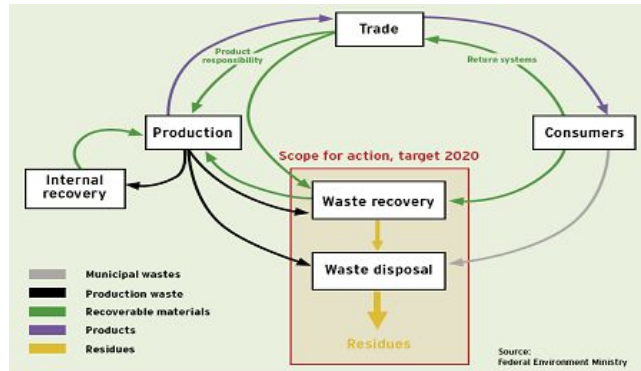
폐기물관리에 관한 목표, 구조, 법령은 다년간에 걸친 검토과정을 거쳐 적용되며, 한 나라의 경험이 그대로 다른 나라에 수정 없이 바로 적용되기는 힘들다. 특히 고도로 산업화된 선진국의 높은 표준을 개도국에 바로 적용하는 것은 사회적, 경제적으로 서로 다르기 때문에 제한적인 수밖에 없다. 그럼에도 불구하고 경험과 결실은 서로 공유가 가능하다.

나) 폐기물관리전략

독일의 폐기물관리전략은 지속가능한 폐기물관리를 목표로 폐기물의 발생과 처분과정에서 환경에 미치는 악영향을 회피하거나 최소화하는데 있다. 특히 폐기물 발생량과 국가총생산을 엄격히 연계하여 환경 악영향을 저감하기 위한 노력을 기울이고 있다.

지난 15년간 독일이 지속가능한 폐기물관리에 역점을 두고 정책을 추진한 결과 기후보호와

석유 및 광물성자원의 저감, 인체건강보호, 수질보전 등에 성공적으로 기여할 수 있었다. <그림 II-24>는 독일의 지속가능한 폐기물정책의 개념도를 나타내고 있다.



<그림 II-24> 독일의 지속가능한 폐기물관리정책 개념도

다) 확대생산자책임제도

환경정책의 기본적인 원칙은 예방원칙(Precautionary principle), 오염자지불원칙(Polluter-pays principle) 및 협력의 원칙(Principle of cooperation)이다. 확대생산자책임제도(Extended producer responsibility)는 이러한 원칙들을 추구하는 목표에 근접해 있다.

‘어떠한 제품의 생산자(오염자지불원칙)는 제품의 전 과정에서 오염을 유발할 잠재성이 있는지를 고려하여야 하고, 처분단계(예방원칙)에서는 또 다른 생산자나 소비자, 처분자나 재활용담당자, 지자체등 관계자(상호협력원칙)들이 환경에 대한 악영향을 최소화할 수 있도록 그리고 자원회수를 극대화할 수 있도록 고려할 것이 요구되며 이러한 사항들을 필히 생산과정에서 고려하여야 한다’

이러한 이유로 독일 폐기물관리정책의 핵심에는 확대생산자책임(EPR)개념이 내재되어 있으며, 이 방향에서 보면 제품을 생산하는 과정에서까지 효율성 제고는 기본이고, 환경친화적으로 폐기물 발생억제와 회수를 고려해야 한다. 따라서 제품생산업체나 유통업자 모두가 폐기물의 발생을 최소화할 수 있는 방안을 찾아야 하고, 환경친화적인 회수시설이나 잔류물의 안정적인 처리까지를 고려하여야 한다.

라) 관리법령의 틀

독일의 폐기물관련 법령은 주로 EU의 법을 근거로 한다. 독일의 연방법, 주 단위의 광대역법, 그리고 처리책임을 지고 있는 단위 지자체의 법에 이르기 까지 모든 법이 그 틀 내에서 제정되고 유지되어야 한다.

폐기물 관련법을 포함한 환경보호의 핵심적인 제고 범위는 EU가 된다. 1974년 유럽의회는 여러 개의 법과 령을 채택하였는데 그 채택된 법령의 일부는 독일이 1972년에 제정한 폐기물법을 근간으로 하고 있다. 동법이 지향하는 바는 유럽공동체에 있어 각 국가들이 요구하는 폐기물의 발생억제, 회수, 환경적으로 적절한 처분 등을 보다 조화롭게 이행할 수 있도록 하자는 데 있다. 그렇게 함으로써 각 회원국들의 폐기물법에 영향력을 주게 되었다.

소위 「폐기물에 관한 기본법(Framework Directive on Waste)」이 그것이며, 유럽공동체의 폐기물에 관한 하나의 중추적인 법령이 된다. 이 법은 유럽국가들의 폐기물 관련법에 관한 포괄적인 내용을 규정하고 있으며, 폐기물에 관한 정의에서부터 처리처분의 한계와 범위, 폐기물의 발생원인자와 관리자에 이르기까지 각 부문에서의 역할들을 규정하고 있다. 나아가 회원국들이 이러한 폐기물의 발생억제와 회수재활용, 처분을 환경친화적인 방법으로 수행하도록 그 역할에 대해서도 언급하고 있다.

그 외에도 EU에는 포괄적 범위의 법이 많이 있다. 그 중에서 유해폐기물에 관한 법은 유해폐기물의 분류와 처리에 관한 내용을 포괄적으로 규정하고 있으며, 매립에 관한 법에서는 유기성폐기물의 감량목표와 직매립금지에 따른 연차별 감량목표, 매립지 반입기준과 특성분류 등을, 소각에 관한 법에서는 소각시설이나 배가스 처리시설에 관한 제반 규정들을 담고 있다. 나아가 특정폐기물에 관한 감량, 처리, 처분 등을 규정하는 여러 가지 법들도 제시되고 있는데 예를 들면, 폐유, PCB/PCT, 포장폐기물, 배터리, 폐자동차, 폐가전제품, 하수슬러지 등이 그것이다.

독일에서는 「물질순환사용 및 폐기물관리에 관한 법(Closed Substance Cycle and Waste Management Act)」을 1996년 발효하여 적용해오고 있으며, 이 법의 주된 내용으로는 폐기물의 발생억제와 회수를 근간으로 하고 있으며 주요 내용은 다음과 같다.

- 제품생산자가 제품을 최대한 오랫동안 사용할 수 있도록 개발 유도(생산자책임)
- 생산기술도 폐기물의 발생이 최소화하도록 함(확대생산자책임)
- 환경친화적 재료 사용과 에너지 최대한 회수

이 법에서는 발생억제→회수→처분의 과정을 엄격하게 이행하도록 규정하고 있으며, 그로인해 자원의 소비를 억제할 수 있었고, 환경보호에 기여할 수 있었으며, 폐기물의 감량도 달성할 수 있었다.

이 법에서는 여러 가지 생산자책임에 관련된 규정들도 포함하고 있는데 예를 들면 포장폐기물, 배터리, 폐자동차, 폐유, 폐가전제품 등에 관한 조항이 포함되어 있고, 나아가 「상업폐기물에 관한 법(Commercial Waste Ordinance)」, 「폐목재에 관한 법(Waste Wood Ordinance)」, 「폐기물 지하저장에 관한 법(Ordinance on Underground Waste Storage)」 등 부분적인 법과 「환경친화적인 처리를 위한 생분해성폐기물 처리에 관한 법(Biowaste Ordinance)」과 「매립에 관한 법(Landfill Ordinance)」등도 연관되어 있다.

폐기물에 관한 법은 단지 국가나 주정부, 기타 단위자치체에만 국한되는 것이 아니고 폐기물을 처리하는 위탁사업자나 자가처리를 포함한 특정 관리조직에도 폭넓게 자체계획의 수립과 이행을 하도록 규정하고 있다.

마) 폐기물관리주체

독일연방에서는 환경보호를 위한 공공의 목표 달성을 위해 연방정부, 주정부, 단위자치체로 역할을 구분, 수행하고 있다. 연방정부는 기본적인 틀이 되는 법령을 제정하는 역할을, 주정부는 지역의 특성에 맞는 법을 제정하고, 도시나 단위자치체는 그러한 법령을 근거로 구체적인 계획과 이행, 관리를 담당하며, 필요시 자체조례를 통해 특성에 맞는 규정을 가지고 폐기물의 최종처분, 처리, 재활용과 회수장려 등을 관련 민간 전문 업체와 공동으로 이행하는 역할을 담당하게 된다. 그 과정에서 서로의 역할과 책임을 충실히 이행함은 물론이고 상호 긴밀한 협력이 성공의 열쇠라 할 수 있다.

바) 독일폐기물관리의 전망과 지향점

자원의 소비는 다량의 폐기물을 생산하게 되고 폐기물 발생량은 지속적으로 증가하고 있다. 이에 따라 생태적, 환경적, 사회적 악영향은 지속적으로 증대되고 있다. 그러나 최신의 폐기물관리시스템과 관련 기술의 성장은 그러한 경향을 바꿀 수 있다는 가능성을 보여주고 있다. 자원과 에너지의 소모를 경제성장과 연계하여 강력한 경제적 조치를 취함으로써 폐기물의 발생량이 줄고, 회수가 가능한 물질과 에너지잠재성을 지닌 폐기물을 경제 순환계로 되돌려 사용할 수 있게 하였으며 생태계에 유해한 오염물질을 효과적으로 제거할 수 있게 되었다. 최신의 폐기물관리시스템은 자원의 효과적 사용을 최적화하고 극대화할 수 있게 하였으며, 회수율의 극대화와, 더 이상 사용할 수 없는 잔류도시폐기물을 안전하고 확실하게 처리할 수 있게 하였다.

독일은 현재 운영중인 도시폐기물과 유사 도시폐기물 매립지를 2020년까지 단계적으로 폐쇄하겠다는 목표를 수립하였다. 이에 따라 재활용 가능 물질의 선별분리 등에 필요한 재활용시설의 확장과 오염물질 처리후의 안정적 처리의 필요성이 추가적으로 대두되었다. 이와 관련된 기술적 가능성은 확보된 것으로 평가되고 있으며, 이러한 기술의 경제적 실용성이 검토되고 있다. 또한 이 기술들의 시장 수요가 창출될 수 있는 지원이 필요하고, 기술표준 등에 대한 정책적 지원도 이루어져야 한다. 예를 들면 이들 시설로부터 회수된 이차적 원료에 대해 시장인프라가 확보되어야 하며, 그 수요처 범위는 지역에 국한하지 않고 폭넓게 적용되어야 함은 물론 위험요소를 최소화하고 기회는 최대화하여야 할 것이다.

독일이 선택한 목표를 달성한다는 전제하에 독일만의 Hierarchy는 <그림 II-25>와 같이 변경할 수 있게 된다.



<그림 II-25> 독일의 폐기물관리정책 우선순위 수정안

2) 도시폐기물 발생 및 처리현황

가) 도시폐기물

독일에서는 매년 385백만톤의 폐기물(건설폐기물, 상업폐기물, 광산폐기물, 특수폐기물 및 도시폐기물)이 발생된다. 건설폐기물은 가장 많은 양을 차지하며, 약 240백만톤에 이른다. 도시폐기물과 광산폐기물은 각기 약 50백만톤, 상업폐기물은 약 45백만톤 발생된다.

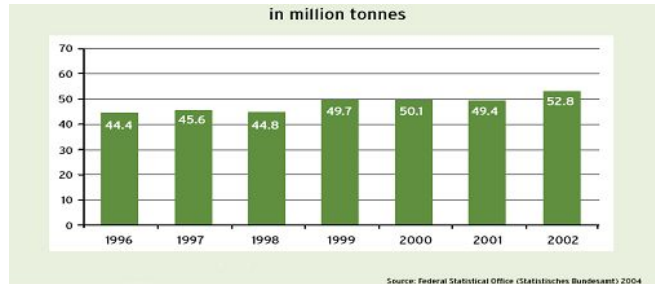
도시폐기물은 개별 가정에서 배출되는 폐기물을 중심으로 산업체나 상업지역에서 발생하는 폐기물도 포함된다. 즉 가정에서 배출되는 폐기물, 분리수거되는 생분해성폐기물, 가구 등의 대형폐기물, 도로청소 및 상점폐기물, 분리수거되는 재활용품 등이 도시폐기물에 해당된다. 2003년도 연간 약 50백만톤의 도시폐기물이 발생하였으며, 이중 50% 정도가 회수되었다.

2001년 「생분해성폐기물의 처리시설과 거주지로부터 나온 폐기물의 환경친화적인 저장에 관한 법령(Ordinance on Environmentally Compatible Storage of Waste from Human Settlements and on Biological Waste Treatment Facilities)」에 의해 2005년 6월 1일부터(독일 전역에 발효), 가정이나 상업지역에서 배출되는 모든 잔류도시폐기물은 필히 전처리를 해야 하고, 생물학적 공정을 거쳐야만 매립을 할 수 있게 되었다. 여기서 전처리란 열적 또는 고도의 MBT 공정에서의 처리를 의미한다. 이를 통해 정부는 매립지에서 발생하는 매립가스가 2012년에는 Zero가 되어 온실가스로 인한 기후변화영향을 최대한 줄일 수 있을 것으로 기대하고 있다.

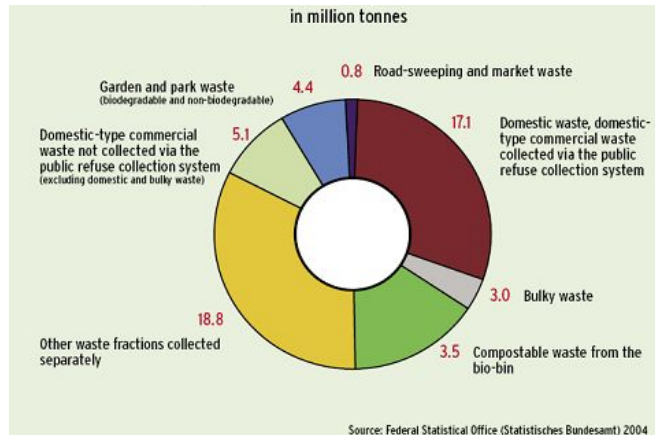
2005년 6월1일부로 처리되지 않은 폐기물의 직매립을 금지토록 함으로써 독일은 이미 EU이 제시하고 있는 Landfill Directive상의 2016년 목표인 매립지로 반입되는 생분해가능한 폐기물의 감축목표(1995년 발생량기준 35%매립)를 이미 초과달성하게 되는 셈이 된다. 이러한 성공적인 달성을 위해서는 우선 폐기물의 전처리를 강제적으로 이행하여야 하고, 그

다음 생분해성폐기물의 분리수거와 퇴비화가 뒤따라야 한다. 2020년부터는 모든 도시폐기물을 전량 회수함으로써 기존 매립방식의 처리는 없게 된다. 이를 위해서는 잔류도시폐기물을 처리하는 공정은 추가적으로 보다 완벽하게 개발되어야 하고, 회수된 물질들의 자원활용이 매립보다 우선할 수 있도록 되어야 할 것이다.

<그림 II-26>과 <그림 II-27>은 각각 독일의 도시폐기물발생량과 폐기물의 조성을 나타낸다.

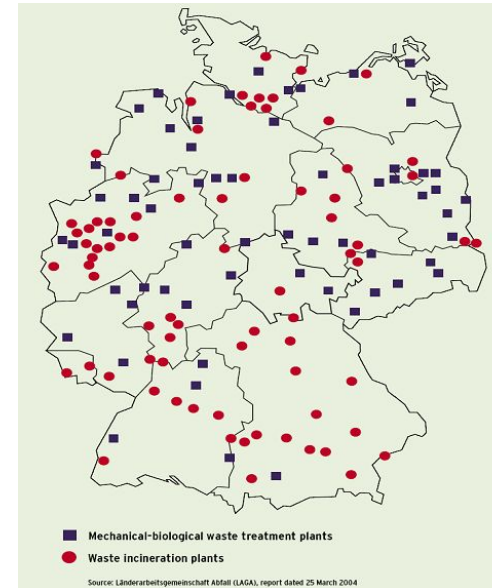


<그림 II-26> 독일의 도시폐기물 발생량 변화



<그림 II-27> 독일 도시폐기물의 성상 (2002년)

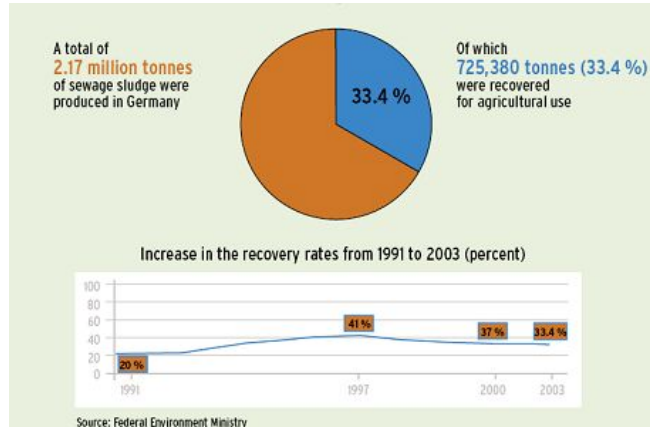
<그림 II-28>은 독일전역에 설치된 폐기물처리시설로서 소각시설과 MBT시설의 현황을 나타낸 것이다.



<그림 II-28> 독일의 MSW 처리계획

「생분해성폐기물법(Biowaste Ordinance)」은 생분해 가능한 폐기물을 대상으로 저오염성 폐기물을 퇴비화나 혐기성소화과정을 거쳐 비료(Fertilizer)나 토양개질재(Soil Improver)로 활용하기 위한 목적으로 제정되었다. 이 법의 목적은 토양 내에 가능하면 오염물의 축적을 방지하자는데 있고, 생분해성폐기물의 분리수거는 혐기성 소화과정의 잔류물이나 호기성 퇴비화과정에서 오염이 덜된 퇴비를 생산하기위해 필수적인 요소이다. 현재 독일에서는 약 8백만톤의 생분해성폐기물이 분리수거되고 있다.

현재 하수슬러지의 약 30%가 농업용 비료로 활용되고 있으며, 향후 그 양이 증가할 것으로 보인다. 하수슬러지에는 고농도의 인이 함유되어 있으므로 비료로 활용될 수 있으나, 동시에 오염물질이 포함되어 있을 수 있다. 하수 슬러지의 비료 활용량을 늘리기 위해서는 하수 슬러지가 함유하고 있는 오염물질의 추출기술이 충분히 개발되어야 한다. <그림 II-29>는 하수슬러지의 회수현황이다.



<그림 II-29> 독일의 하수슬러지회수 및 농업활용 현황 (2003년)

나) 폐기물처리

독일에서는 최신의 폐기물 소각기술과 매립기술이 개발되어 있으며, 특히 기계적/생물학적 전처리시설에 관련한 가장 앞선 원천기술을 보유하고 있다. 나아가 동시설의 핵심인 혐기성 소화기술과 호기성퇴비화기술은 물론 폐유, 폐산, 유기용제, 화학적 잔류물, 스프레이 캔 등 유해폐기물에 관한 물리화학적 처리기술과 슬래그처리기술, 이차연료(RDF) 생산기술 등이 확보되어 있다.

2004년 8월 31일 독일연방에 보고된 조사보고서에 의하면 2005년에는 24,500,00톤의 잔류도시폐기물이 발생할 것으로 예측하였다. 이러한 양을 토대로 현재 처리시설의 용량을 기준으로 한 처리가능량을 산정해본 결과 지난 수년간 72개소의 소각시설에서 연간 약 17,900,000톤을 처리할 수 있는 것으로 나타났다. MBT시설은 기존 29개 시설에서 약 1,200,000톤을 처리할 수 있으나, 현재 건설중인 시설을 포함 총 66개 시설에서 처리할 수 있는 용량은 훨씬 더 늘어나게 될 것이다.

<표 II-26> 및 <표 II-27>은 독일의 주별 소각/MBT 시설 현황과 MBT 등에서 회수된 이차연료의 혼합연소 가능용량을 조사한 결과이다.

<표 II-26> 독일의 폐기물 발생량과 처리용량 (2005년)

Länder		Waste 2005 (Mg/a)	Available & planned incinerator and MBT capacity (Mg/a)	Known available incinerator and MBT capacity in Mg/a
Baden-Württemberg	BW	2 175 840	2 315 100	2 176 100
Bavaria	BY	2 360 000	2 810 000	2 810 000
Berlin	BE	1 159 000	1 014 000	854 000
Brandenburg	BB	1 105 000	845 000	705 000
Bremen	HB	316 000	608 000	608 000
Hamburg	HH	660 000	755 000	755 000
Hessen	HE	1 840 810	1 1598 000	1 532 000
Lower Saxony	NI	2 593 360	2 916 400	2 579 400
Mecklenburg-Vorpommern	MV	681 500	736 000	570 000
North Rhine-Westphalia	NW	6 154 000	6 140 000	6 140 000
Rheinland-Pfalz	RP	1 071 300	1 112 000	929 000
Saarland	SL	325 000	342 000	312 000
Saxony	SN	1 633 880	1 130 000	825 000
Saxony-Anhalt	ST	733 000	1 183 000	848 000
Schleswig-Holstein	SH	1 009 000	871 000	871 000
Thuringia	TH	689 500	699 000	374 000
Total		24 506 190	25 044 500	22 588 500

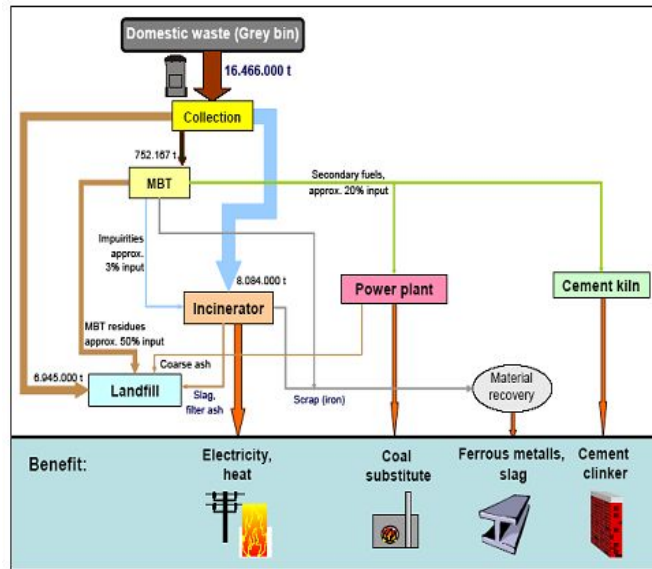
<표 II-27> 독일의 보조연료 소각능력

Länder	Available 2005	Planned	Total
BY	50 000 Mg/a		50 000 Mg/a
BB	795 000 Mg/a	555 000 Mg/a	1 350 000 Mg/a
HB		50 000 Mg/a	50 000 Mg/a
MV		90 000 Mg/a	90 000 Mg/a
NW	1 115 000 Mg/a	321 000 Mg/a	1 436 000 Mg/a
SL	18 000 Mg/a		18 000 Mg/a
ST	100 000 Mg/a	100 000 Mg/a	200 000 Mg/a
SH	150 000 Mg/a	100 000 Mg/a	250 000 Mg/a
TH	75 000 Mg/a	14 000 Mg/a	84 000 Mg/a
Total	2 298 000 Mg/a	1 230 000 Mg/a	3 528 000 Mg/a

다) 매립

2002년 제정된 「매립법(Landfill Ordinance)」은 EU 매립법의 이행은 물론 보다 강화된 높은 수준을 적용하고 있다. 늦어도 2009년부터는 모든 매립지는 Landfill Directive 요구조건을 충족하여야 한다.

<그림 II-30>은 독일의 2001년도 잔여도시폐기물의 물질수지를 나타낸 것으로서 MBT와 소각, 매립, 물질 및 에너지회수에 관한 흐름이 일목요연하게 나타나 있다.



<그림 II-30> 독일의 "household waste 2001" 물질흐름도

참고문헌

주현수 등, 생활폐기물 처리방법 및 시설의 다변화를 위한 조사연구, 수도권매립지관리공사, 2005