

2019년 해외연수사업

2019년 사회적기업 해외연수 결과보고서

2019.11



한국사회적기업진흥원
Korea Social Enterprise Promotion Agency



BRAINPARK
BRAIN PARK

2019년 해외연수사업

2019년 사회적기업 해외연수 결과보고서

2019.11



목 차

1. 연수개요	1
2. 연수내용	8
1. 적정기술 및 협동조합을 통한 신재생에너지 개발과 에너지 독립0...	
- 귀성 지역난방공사	
2. 지속가능한 환경을 위한 에너지자립마을의 사회적기업9...	
- 무레크 SEEG	
3. 무레크와 공동으로 바이오에너지를 활용하는 그라츠 대중교통7...	
- 그라츠 공영교통	
4. 지속가능한 사회를 위한 적정기술 연구기관의 글로벌 협력5...	
- 비엔나공과대학 적정기술센터	
5. 지역 시민이 설립한 재생에너지 기업 ‘솔라컴플렉스’0...	
- 솔라컴플렉스	
6. 프라이부르크의 기후보호와 환경친화적 폐기물정책0...	
- Innovation Academy e.V.	
7. 칼스루에대학 기술기반 스타트업 네트워크 & 에너지기반 창업센터 8	
- Cyberforum&Axel	
8. 생명이 다한 스케이트보드 목재를 활용하는 업사이클링4..0	
- Restwert Upcycling	
3. 정책적 시사점	112

1. 연수개요

1. 개요

- ☐ 연수명칭 : 2019년 사회적기업 해외연수
- ☐ 연수일정 : 2019년 11월3일(일)~11월10일(일), 6박8일
- ☐ 연수국가 : 오스트리아, 독일, 스위스
- ☐ 연수대상 : 9명
- ☐ 연수목적
 - 유럽의 환경·에너지·적정기술 분야 사회적기업 사례조사
 - 현지 선진기관과의 지속적인 교류 협력 모색
- ☐ 주요내용

날짜	구분	주요내용	연수기관
11/4 (월)	방문연수	적정기술 및 협동조합을 통한 신재생에너지개발·에너지 독립	귀싱 지역난방공사
	현장학습	에코 에너지 시연시설 현장견학	에코 에너지 투어
	방문연수	지속 가능한 환경을 위한 에너지자립마을의 사회적기업	무레크 SEEG
11/5 (화)	방문연수	무레크와 공동으로 바이오에너지를 생산·활용하는 그라츠 대중교통	그라츠 공영교통
	방문연수	지속가능한 사회를 위한 적정기술 연구기관의 글로벌 협력	비엔나 공과대학 적정기술센터
11/6 (수)	현장학습	버려진 재료를 가공하여 전 세계가 열광한 제품 생산	프라이탁플래그쉽
	방문연수	지역 시민이 설립한 재생에너지 기업 ‘솔라컴플렉스’	솔라컴플렉스
11/7 (목)	방문연수	기후보호&폐기물정책	혁신아카데미
	현장학습	친환경건축: 소비전력의 5배를 생산하는 회전주택	헬리오트롭
	현장학습	도시재생: 지역 도시재생사업 현장 견학	보봉지구
	현장학습	사회적기업: 스타트업 지원	스타트업 지원센터
	현장학습	친환경건축: 에너지 절감을 통한 주거복지 향상	바인가르텐 주거공동체 아파트
	현장학습	도시재생: 시민참여형 지속가능도시 개발 사례	리젤펠트
11/8 (금)	방문연수	칼스루에대학 기술기반 스타트업 네트워크 및 에너지기반 창업센터	Cyberforum&Axel
	방문연수	생명이 다한 스케이트 보드 목재를 활용하는 업사이클링	Restwert Upcycling

2. 단계별 추진 전략

□ 1단계 : 연수주제·일정 확정 및 참가자 확정

- 사회적기업과 세부 연수주제 및 일정 협의
- 연수 참가자 확정 및 명단 확보, 연수관련 정보 제공

□ 2단계 : 연수기관 섭외 및 사전자료집 제작

- 사전에 미리 연수기관을 섭외하여 관련 자료 입수, 연수내용 협의
- 연수기관에 공문 발송 시 구체적인 방문 목적을 제시하여 구체화
- 입수한 자료를 바탕으로 사전자료집 제작
- 원활한 연수진행을 위해 통역 경력을 자세히 검토한 후 통역 선정
- 본 연수에 대한 통역 사전 교육 추진 (가이드, 통역, 인솔자의 역할분담)

□ 3단계 : 출발 전 국내교육 개최 (참가자와 협의 후 결정)

- 내용 : 사전자료집 배포, 일정 공유, 국외교육 내용 안내
- 각 지역별로 모이기 힘들 경우, 인천공항에서 사전집합, 안내 후 진행

□ 4단계 : 국외교육 및 현지워크숍

- 사전질문사항과 사전자료집을 지참하고 연수 진행
- 브리핑, 간담회, 현장시찰 등 다양한 방식으로 연수 추진
- 참가자는 매일 간이 연수보고서 형태의 일일보고서 제출
- 발제를 통한 해외워크숍 실시: 연수성과 및 소감 발표, 공유

□ 5단계 : 성과확산 및 자료 제공, 공유

- 귀국 후 연수자 개인별 연수 소감문 작성
- 사전자료집, 브리핑 내용, 입수자료(번역) 제공

□ 6단계 : 관련 사업담당자 간 국내외 네트워크 구축

- 국내외 담당자들과 인적 네트워크 구축, 지속 관리

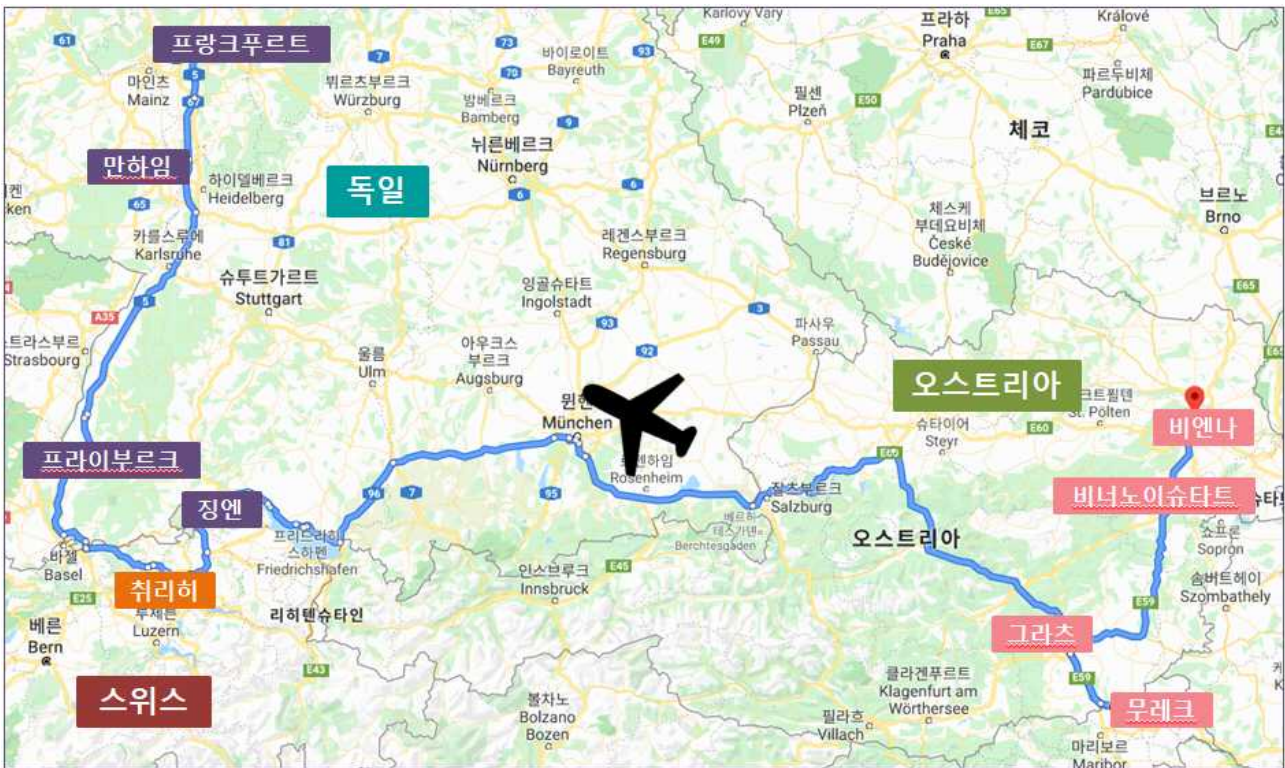
3. 연수일정

날짜	시간	N	도시		방문지
11/3 (일)	9:30	K	Incheon	인천공항 집합	
	12:30		LH719 11:30h	인천공항(ICN) 출발	
	16:00	G		뮌헨공항(MUC) 도착	
	19:20		LH6328 1:05h	뮌헨공항(MUC) 출발	
	20:25	A		비엔나공항(VIE) 도착	
	21:00		66km 1:00h	비엔나공항 출발	
	22:00		Wiener Neustadt	비너노이슈타트 호텔 숙박	Zum Dorfmeister Wirt
11/4 (월)	7:00			아침(호텔)	
	7:30		110km 1:50h	비너노이슈타트 출발	
	9:20		Gussing	귀싱도착	
	9:30		방문연수	적정기술 및 협동조합을 통한 신재생에너지 개발과 에너지 독립	귀싱 지역난방공사
	11:30			점심	기술센터
	12:30		현장학습	에코 에너지 시연시설 현장견학	귀싱 에코 에너지 투어
	14:30		78km 1:10h	귀싱 출발	
	15:40		Mureck	무레크 도착	
	16:00		방문연수	지속가능한 환경을 위한 에너지자립마을의 사회적기업	무레크 SEEG
	18:00		저녁	저녁 및 1차 현지 간담회	
	20:00		56km 1:00h	무레크 출발	
	21:00			그라츠 도착	
	21:30			그라츠 호텔 숙박	NH Graz City
11/5 (화)	7:00			아침(호텔)	
	10:00		방문연수	무레크 SEEG와 공동으로 바이오에너지를 생산·활용하는 그라츠 대중교통	그라츠 공영교통
	12:00			점심	
	13:00		240km 2:30h	그라츠 출발	
	15:50		Vienna	비엔나 도착	
	16:00		방문연수	지속가능한 사회를 위한 적정기술 연구기관의 글로벌 협력	비엔나공과대학 적정기술센터
	18:00			저녁	
	22:00			비엔나 호텔 숙박	Holiday Inn

날짜	시간	N	도시		방문지
11/6 (수)	7:00			아침(호텔)	
	8:00			비엔나공항 도착	
	9:40			비엔나공항(VIE) 출발	
	11:05	S		취리히공항(ZRH) 도착	
	11:30		10.7km 0:20	취리히공항(ZRH) 출발	
	12:00		현장학습	버려진 재료를 가공하여 전 세계가 열광한 제품을 만든 프라이탁	프라이탁플래그쉽 스토어
	13:00		72km 1:30h	취리히 출발	
	14:30	G	Singen	징엔 도착	
	14:30		방문연수	지역 시민이 설립한 재생에너지 기업 '솔라컴플렉스'	솔라컴플렉스
	17:00		100km 1:40h	징엔 출발	
	18:40			프라이부르크 도착	
	19:00			저녁	
	21:00			프라이부르크 호텔 숙박	Holiday Inn Express
11/7 (목)	7:00			아침(호텔)	
	9:00		방문연수	프라이부르크의 지속가능한 개발과 기후보호 및 생활폐기물의 환경친화적 처리시스템	Innovation Academy e.V.
	10:30		현장학습	소비전력의 5배를 생산하는 회전주택	헬리오트롭
	12:00		현장학습	지역 도시재생사업 현장 견학	보봉지구
	12:30			점심	
	13:30		현장학습	스타트업 지원 커뮤니티	그라운호프
	15:30		현장학습	에너지 절감을 통한 주거복지 향상	바인가르텐 주거공동아파트
	16:30		현장견학	시민참여형 지속가능도시 개발 사례	리젤펠트
	17:30			혁신아카데미 종료	
	18:00			저녁	
	20:00			프라이부르크 호텔 숙박	Holiday Inn Express

날짜	시간	N	도시		방문지
11/8 (금)	7:00			아침(호텔)	
	8:00			프라이부르크 출발	
	9:50			카를스루에 도착	
	10:00		방문연수	1,200명 이상의 회원을 보유한 기술기반 스타트업 네트워크 구축	Cyberforum
	11:30		방문연수	카를스루에 중심의 에너지기반 창업센터	Axel
	13:00			점심	
	14:00			카를스루에 출발	
	15:20			만하임 도착	
	15:30		방문연수	생명이 다한 스케이트 보드 목재를 활용하는 업사이클링 업체	레스터트 업사이클링
	18:00			저녁	
	20:00			만하임 호텔 숙박	Leonardo Hotel
11/9 (금)	7:00			아침(호텔)	
	8:30			대학도시, 하이델베르크	하이델베르크 성
	10:30		90km 1:30h	하이델베르크 출발	
	12:00			프랑크푸르트 도착	
	12:10			점심	
	13:00			프랑크푸르트 문화체험	
	14:30			프랑크푸르트공항 도착	
	17:35		LH712 10:20h	프랑크푸르트공항(FRA) 출발	
11/10	11:55	K	Incheon	인천국제공항(ICN) 도착	

4. 연수동선



2. 연수내용

1. 적정기술 및 협동조합을 통한 신재생에너지 개발과 에너지 독립



귀싱 지역난방공사

(Güssinger Fernwärme)

Güssinger Fernwärme GmbH

Europastraße 1, 7540 Güssing

Tel: +43 3322 42412 22

office@gs-fw.at

브리핑 : Mrs. Roswitha Gruber

Tel: +43 05 9010 85020

r.gruber@eee-info.net

www.guessingerfernwaerme.at

방문연수	오스트리아	귀싱	11/4(월)	9:30
------	-------	----	---------	------

1) 연수내용

□ 국경 작은 마을의 생존전략, '귀싱 모델'로 전 세계 에너지 자립 선도

- 환경 그중에서도 에너지 분야에 관심 있는 사람이라면 귀싱(Güssing) 혹은 '귀싱 모델'이라는 단어를 한 번쯤은 들어봤을 것이다. 귀싱은 '에너지 자립도시'의 전 세계적 상징어가 되었다. 귀싱시는 오스트리아 9개 주의 하나인 부르겐란트(Burgenland) 주에 속한다. 부르겐란트는 총면적 3,962km²에 약 삼십만 명(2018년 기준 291,942명)의 인구를 보유하고 있다. 우리나라 인천이 면적 1,063km²에 약 삼백만 명(2018년 기준 3,018,373명)이 거주하는 것과 비교해 볼 수 있다.



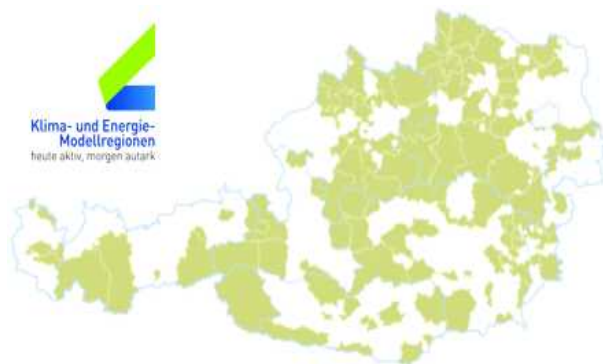
- 부르겐란트주 남쪽에 위치한 귀싱구(區)는 총면적 485km²에 6,033명이 거주하고 있으며, 이 귀싱구에 연수단이 방문했던 작은 마을 귀싱시(市)가 있다. 귀싱시는 면적 49.3km²에 3,662명이 사는 우리나라 읍 정도에 해당하는 규모이다.

오스트리아 귀싱

- 귀싱시에서 불과 10km밖에는 헝가리가 시작된다. 2차 세계대전 전까지만 해도 헝가리와 오스트리아에 번갈아 편입된 외곽지역으로 헝가리 공산화 이후 50년간 양국 간 대화단절로 1990년대까지 경제와 산업에서 소외돼 있었다. 이곳은 1988년에는 오스트리아에서 가장 가난한 지역이었다.
- ‘우리 시는 왜 가난할까’라는 질문이 귀싱 지역 변화의 시작이었다. 국경 농촌 마을 귀싱도 우리나라처럼 젊은이들은 도시로 떠나고, 거주자의 70%는 인근 도시에서 일하는 베드타운이었다. 지역경제는 두 개의 대가문이 대토지를 소유하고 대부분의 소농들이 소규모로 옥수수, 해바라기유, 목재를 생산하는 구조였다. 또한 오스트리아에서 유일하게 철도가 연결되어 있지 않은 마을이었으며, 고속도로 같은 교통과 산업인프라가 전혀 갖추어져 있지 않아 생존 위기에 직면해 있었다.
- 시의 재정자립과 소득향상을 위해 고민하다 보니 러시아와 아랍으로부터 에너지 수입에 막대한 재정이 지출되고 있었다. 당시, 귀싱구 28개 마을에서는 주민들이 화석연료 구입을 위해 해마다 약 3,600만 유로(한화 약 540억원)를 지출해야 했는데, 이러한 부담을 해결하고자 귀싱 지역 정부는 1990년, ‘화석연료로부터 100% 독립한다’는 정책을 출범하였다.
- 지역적 특성을 분석해보니 50%가 임야로 숲 자원이 풍부하고 해가 많은 지역이었다. 이를 활용해 역내에서 에너지를 생산하여 외부로 빠져나가는 재정을 줄이려는 생존전략은 이렇게 세계 최초 신재생에너지 자립 모델이 되었다. 귀싱시는 ‘환경 부자 도시’로 이 마을의 에너지 자급정책을 벤치마킹하려는 세계 각지 방문객들의 발길이 끊이지 않고 있다.

□ 귀싱 모델 성공을 발판으로 오스트리아 전역 ‘모델 지역’ 형성

- 귀싱시가 100% 에너지 자립을 선언했을 때 대다수는 비웃음으로 반응했다. 그러나 30년이 지난 오늘날 ‘귀싱 모델’은 지역을 넘어 오스트리아 전 국가적으로 확대되었을 뿐 아니라 전 세계 모범 사례로 환경 관계자들의 이목을 집중시키고 있다.
- 귀싱 모델은 112개의 에너지 자립 모델로 확대되어 오스트리아 전역에 ‘기후 에너지 모델 지역(Kilma-und Energie-Modellregionen)’을 형성하였다. 오스트리아는 기후 에너지 기금을 조성하고 새로운 기후 에너지 모델 지역을 정기적 입찰을 통해 선정한다.
- 4개의 프로그램에 프로젝트 컨셉을 제출하여 최대 8년간 수행이 가능하다.



기후 에너지 모델 지역

4개 프로그램은 ▷ Greenstart: 에너지 효율, 재생에너지, 모빌리티, 농업 분야 비즈니스 아이디어와 스타트업 지원 ▷ Air school: 기후 에너지 모델 지역 내 학교가 수행하는 기후 보호 프로젝트 지원 ▷ Sample remediation: 선례가 되는 비거주 건축물 재생 지원 ▷ CLEAR(Climate Change Adaptation Model Regions): 지역 기후변화 대응 지원 프로그램으로 구성되어 있다. 현재 112개 지역에서 여러 지방자치단체와 60,000여 명의 주민이 기후 에너지 모델 지역에 참여하고 있다.

※기후 에너지 모델 지역: <https://www.klimaundenergiemodellregionen.at>

□ 우리 지자체도 귀싱 모델처럼 - ‘에코에너지랜드’ 모델 지역

- 귀싱은 모델 지역 중 “에코에너지랜드(Das ökoEnergieLand)”의 구성원이다. 에코 에너지랜드는 에너지로 인한 지역 재정 유출을 막고 재생에너지원 사용을 장려하여 지역 경제를 강화하고 일자리를 창출하려는 목표를 공유하는 지방자치단체 노조 조직이다. 귀싱 모델을 이니셔티브로 참여지역 전반으로 기후 에너지 모델을 확대하고자 한다.
- 현재 귀싱구 19개 지자체가 에코에너지랜드에 참여하고 있다. 이 모델 지역의 정책적 우선순위는 지역 에너지 컨셉 개발, 에너지 절약 방안 이행, 바이오매스 원격 난방, 귀싱 바이오매스 발전소, 바이오 가스 플랜트, 태양광 발전 시스템, LED 가로등, 지역 원료 연합, 전기 구매 풀(purchasing pool), 에코 에너지 관광 및 홍보이다. 현재 참여하는 주민 수는 17,500명에 정도 적은 수이지만 열에너지와 전기 생산을 통해 벌어드리는 수익은 약 5만 유로(한화 6,500만원)에 이른다.



에코에너지랜드

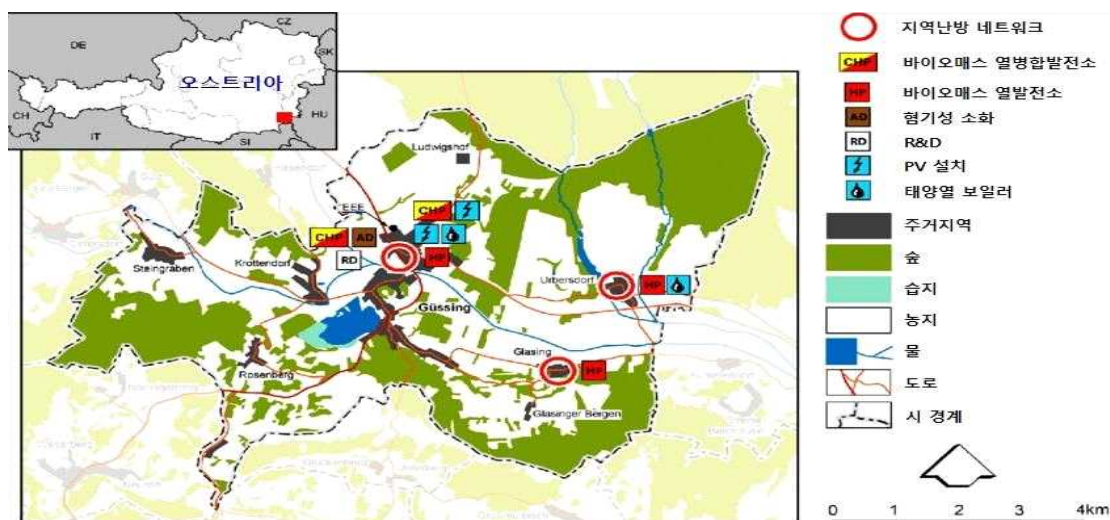
□ 화석연료 제로 도시 선언과 실천방안

- 1990년 시 공무원 라인하르트 록의 제안으로 시정부는 ‘화석연료 제로 도시’ 실현을 정책 목표로 선정하였다. 1991년 지역에 풍부한 바이오매스 에너지를 통해 에너지 자립을 실현하는 구체적인 계획을 수립하였다. 자체적으로 주민에게 열의 95%, 전기 150%, 연료 100% 공급하는 것을 목표로 세웠다. 단순히 에너지 생산을 통한 예산 절감에 그치지 않고 절약한 예산이 귀싱시 내 지역 경제에 투자됨으로써 지역을 살리는 전략이었다.

- 귀싱은 365일 중 300일의 일조량을 가지고 있으며, 임야 46%, 농경지 50%, 불모지가 3~5%로 에너지 생산에 활용 가능한 천연자원이 풍부했다. 귀싱시는 톱밥과 풀옥수수, 태양을 중점 자원으로 선택했다.
- 시 전체 면적의 46%를 차지하고 있는 숲으로부터 얻은 목재, 폐목재, 톱밥을 비롯하여 식용유, 가축 분뇨 등 농업 부산물을 활용하여 에너지 생산 시설을 구축하였다. 풍부한 일조량을 활용하기 위한 태양광 시설도 구축하였다. 또한 에너지 절약 조치도 실시하여 지역 건물의 에너지 감축화 50%를 달성하였다. 이는 가로등 조명을 최적화하고 공공 건물에 단열 시스템을 설치하는 작은 실천이 만든 결과물이었다.
- 현재 바이오매스 지역난방 시설(4개의 바이오매스 난방시설, 35km에 걸친 22MW 용량의 지역난방 그리드), 3개의 바이오매스 복합화력발전소, 여러 개의 태양광발전소 및 태양열 장치를 통해 난방 및 전기 수요를 하고 있다.



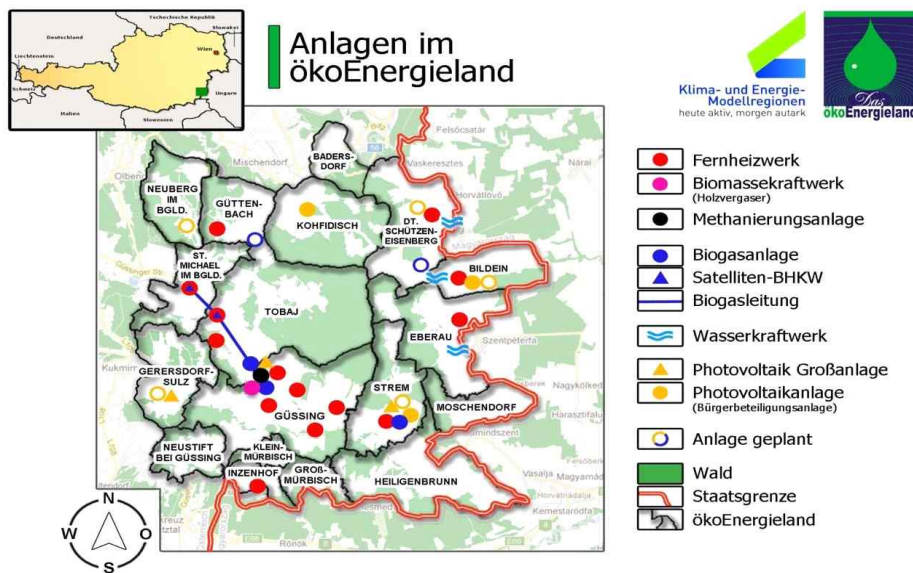
바이오매스 원료



에너지 시설 분포도

□ 수천 유로(€) 바이오매스 만드는 낙엽과 건초, 톱밥, 유채꽃

- 목재 폐기물 소각발전소(Fernwaerme): 1996년 귀싱시는 바이오매스 원료로 목재 폐기물을 선택하고 목재 폐기물 소각열발전소를 건설하였다. 모든 공공건물과 공장 및 개인주택 난방용 전력이 모두 소각발전소에서 공급된다.
- 바이오 전력발전소(Kraftwerk II) : 바이오 전력발전소는 톱밥연소를 통해 전기와 열을 생산한다. 큰 통에 톱밥을 넣고, 전기보일러에서 톱밥을 연소시키고 증기 터빈을 통해 1.5MW의 전기와 3.5MW 열을 생산한다.
- 바이오매스발전소(Biomasse Kraftwerk) : 나무조각을 가스화하여 전기를 생산하는 시설이다. 이외에도 바이오가스시설은 풀을 혐기성 소화시켜 메탄을 생산하고 전력 생산과 난방발전소에 필요한 열을 공급한다. 숲 낙엽 7.5톤당 1,500ℓ의 바이오디젤을 생산할 수 있으며, 농경지에서 얻은 건초 15~25톤당 4,000ℓ의 바이오디젤을 생산할 수 있다. 옥수수대와 곡물 찌꺼기, 잡초를 썩힌 바이오가스로 전기를 생산하고, 나무조각 소각열을 통해 난방열을 얻는다. 바이오가스 발전소 모터를 이용하여 열과 전기를 생산하는데, 생산된 전기는 전력망에 비축된다. 이 전력망은 공공망으로서 13년 동안 독점 계약을 맺고 있다.



신재생에너지 시설 분류

- 귀싱시는 유채꽃이 흔히 피는 지방으로 유채꽃을 바이오디젤 원료로 활용하고 있다. 유채씨 1kg에서 바이오디젤 360g이 생산된다. 1991년부터 유채꽃과 폐식용유를 이용하는 바이오디젤 시설물을 건설하여, 주변 2개 마을의 발전소를 통해 근거리에서 열을 생산했다.

□ 세계 최초 기화 공법으로 바이오디젤 생산

- 2000년 처음으로 기화 공법을 활용한 바이오디젤 생산 데모 시설을 만들었다. 실용화까지 3년의 시간이 걸렸지만 현재는 이 기술이 태국, 일본, 스웨덴 등 전 세계로 파급되었다.
- 기화 공법은 하루에 60톤의 우드칩을 이용해서 목탄가스를 생산하여 이것을 가스 모터에 연결하고 다시 전기와 온수를 생산하는 기술이다. 발생가스에는 소량의 메탄이 함유되어 있는데, 이 메탄을 정화하고 농축하여 바이오디젤로 만든다. 목탄가스에는 50%의 수소가 함유되어 있어, 이를 이용하여 수소연료전지를 만들 수 있다. 현재 법규 변경으로 잠정적으로 가동이 멈춰있지만 전 세계로 판매 가능한 기술을 보유하고 있다.

□ 연간 300일 귀성시 위로 쏟아지는 태양에너지

- 태양광시설 건설에 EU에서 3만 유로의 지원금을 받아 총 20만 유로를 투자하였다. 생산 전력 1kW당 45센트를 받고 있다. 바이오매스로 발전하는 난방공사 발전시설과 학교, 양로원 등 공공건물 지붕에 태양광 패널이 설치되어 있다.
- 시민 참여 프로그램의 하나로 회사건물이나 사무소 지붕에 태양광 패널을 설치하고 있다. 시의 투자가 아닌 일반인이 투자금을 내고 수익도 시민들이 가져간다. 13년 정도 지나면 수익이 발생한다.
- 유럽공동체 프로젝트로 진행되는 태양열 시설 중에 이동식 공원이 있다. 바이오매스처럼 임야 부산물이 필요하지 않고 무료로 무한하게 공급되는 청정에너지인 태양열 활용하는 시설이다. 시민이 투자한 프로젝트로 1.3-1.4 MW의 에너지를 생산하고 있으며 현재 규모보다 3~4배 확충할 예정이다.



스트렘 마을 이동식 공원



PV 패널 시민참여시설

□ 전 세계인의 이목을 끄는 에너지 기업과 연구소 클러스터

- 귀싱시는 유럽 최초로 재생에너지를 이용한 전기, 냉·난방, 연료 에너지 100% 자립이라는 목표를 달성하였다. 에너지 자립을 넘어 친환경 생태마을로 변모하자 500개 이상의 에너지 관련 기업과 연구소들이 귀싱으로 유입되었다. 이를 통해 1,200개 이상의 신규 일자리가 창출되었고 지역 경제 유발효과는 연 1,300만 유로에 이르는 것으로 추산된다. 가난에 허덕이던 귀싱시는 이제 ‘환경 부자 마을’이라 불린다.
- 귀싱시에는 빈공과대학과 그라츠공과대학을 비롯해 다수의 국제기관과 연구소가 자리하고 있다. 유럽재생에너지센터(EEF)도 이곳에 위치하여 지자체와 연구소 기업을 연결하는 촘촘한 산학연계시스템을 구축하고 있다. 미래세대도 에너지교육에 예외가 아니다. 귀싱시립고등학교는 오스트리아에서 유일하게 ‘태양에너지 기술 전문인’ 과정을 운영중이다.
- 에코에너지관광: 에너지기업이나 연구소를 방문하고 생태마을을 관광하기 위해 매년 39만 명 이상이 전 세계에서 귀싱시를 찾고 있다. 에코에너지관광 발전으로 지역 요식업, 호텔, 문화상품 등이 비약적으로 발전하였다. 관광을 통한 일자리도 1,000개 넘게 창출되었다.
- 생존을 위해 외부로 유출되는 돈과 인력을 지역 내에서 순화시키려는 정책이 성공적으로 실현되었다. 시의 재정이 풍부해지자 도시 인프라가 확충되고 여러 가지 문화활동이 활발해지면서 귀싱시는 살기 좋은 마을로 주민 삶의 질이 개선되었다.
- 환경적으로도 정책 시작 당시 연간 3만 5,000톤에 달하던 연간 이산화탄소 배출량은 5,000톤 이하로 크게 감소하였다.



귀싱시 관광 시설물

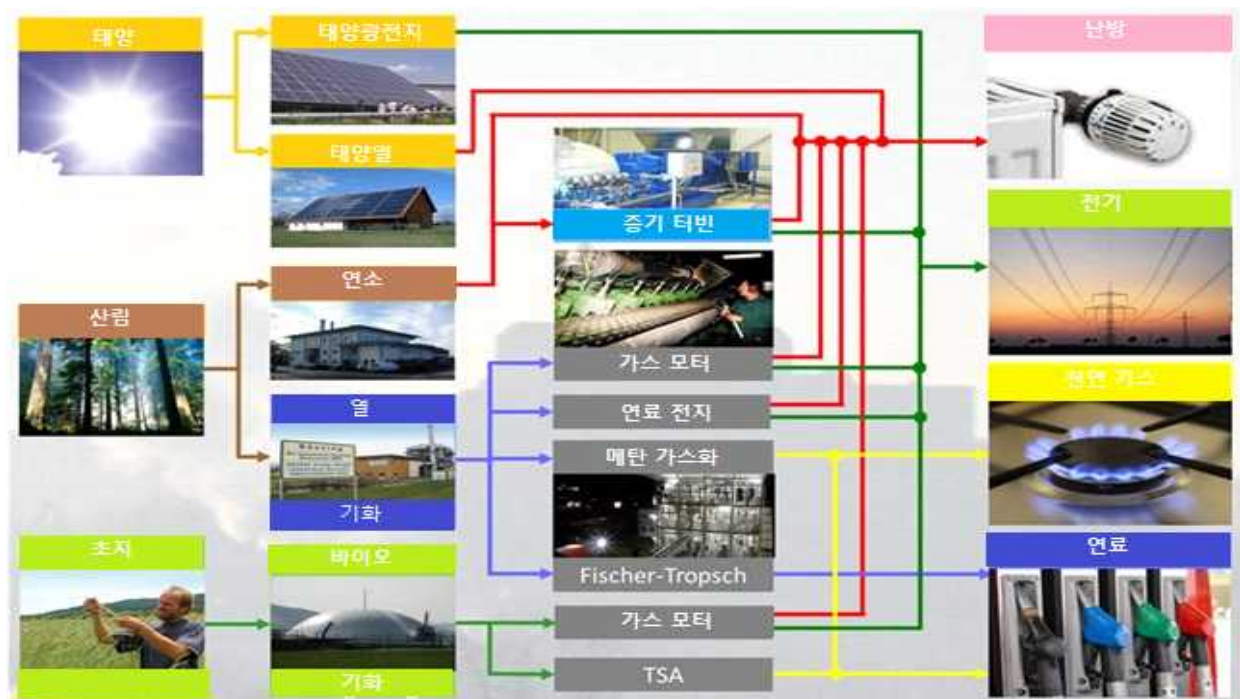
□ 친환경 생산기술 연구까지, 귀싱 지역난방공사(Güssinger Fernwärme)

- 과거에는 가정에서 개별적으로 석탄과 석유를 태워 오븐으로 요리하고 난방하는 시스템이었으나 현재는 모두 바이오매스를 이용한다. 처음에는 바이오매스 사용이 복잡할 거라는 인식이 있어 주민 설득에 어려움이 있었으나, 귀싱 시에서는 데모 시설을 만들어 주민들이 바이오매스 이용 활용의 장점을 느낄 수 있도록 접근했다. 석탄 연료 사용으로 인한 대기오염 문제도 저절로 해결되었다.



지역난방공사 그리드 시스템

- 귀싱 바이오매스 복합화력발전소는 1996년 처음 가동되기 시작하였다. 발전용량이 하루 약 22MW, 트랙 길이 약 35km, 연간 약 50GWh의 발전량을 갖춘 귀싱 지역 난방 시스템은 마을 연간 열 수요량의 90% 이상을 생산하고 있다. 처음에는 45개 가옥을 연결하여 원격으로 난방을 공급하였다. 현재는 180개 가옥이 연결되어 있다. 이 기술은 어려운 기술이 아니어서, 전 세계에 확대한다면 난방시스템의 변화를 가져올 수 있다.



귀싱시 에너지 변환 기술

- 원료는 지역 산림과 농경지에서 주로 공급되며, 톱밥이 많이 나오는(하루 약 30톤) 바닥재 생산업체 파라도르(Parador)와 바이처 파르케트(Weitzer Parkett)를 유치하여 20년간 원료를 공급받고 있다. 회사는 부산물로 부수익을 얻을 수 있어 경쟁력을 제고 할 수 있다. 시는 바이오매스 시스템이 석유를 연료로 하는 경우보다 2배가량 저렴하며, 투자금도 80년 정도 지나면 회수가 가능하다.
- 바이오매스발전소(Biomasse Kraftwerk Gussing) : 바이오매스발전소는 톱밥을 이용하여 전력을 생산한다. 2001년 EU 지원금과 임야조합, 재생에너지센터, 빈공과대학 등 여러 파트너의 협력으로 설립되었다. 발전 원리는 원료에서 질소와 산소를 분리하고 탄소가 없는 바이오매스를 만들어 미네랄을 주입한 후 가스를 생산하여 전기와 열을 공급하는 것이다. 특허된 이중사이클론층 증기가스화 기술을 통해 생산하며, 톱밥을 투입하는 증기화 기법은 빈공과대학에서 개발하였다.
- 신재생에너지 연구센터: 귀싱 바이오매스 발전소 옆에 연구센터를 건립하였다. 귀싱 지역난방기술의 독창성과 성과를 인정한 많은 사람들이 전 세계에서 연구를 위해 찾아오기 때문이다. 가장 중점을 두는 기술은 'BIOSNG'로 바이오매스에서 합성 천연가스를 추출하는 기술과 'BTL'기술로 바이오매스에서 합성 액화연료 추출하는 것이다.



지역난방공사 지붕



지역난방공사 태양광 발전소



지역난방공사 바이오매스 발전소



발전소 내부



지역난방공사 바이오매스 발전소



연구소

□ 귀성 신재생에너지 정책의 우산조직, 유럽재생에너지센터(EEE)

- 귀성시는 1999년 협회 성격의 유럽재생에너지센터(European Center for Renewable Energy, 이하 EEE)를 설립했다. 귀성 시에는 EEE를 비롯하여 다양한 산학연 시스템이 갖춰져 있으며, 바이오가스, 태양광 발전 등 다양한 재생에너지 관련 연구 프로젝트가 실시되고 있다. EEE는 귀성시 신재생에너지 정책의 우산조직으로 관련 프로젝트를 총괄하고 있다.
- 특히 EEE는 관리자로서 기후 에너지 모델 지역 중 귀성시가 참여하고 있는 ‘에코에너지랜드’를 지역 전반으로 이 전하는 역할을 하고 있다. 귀성 모델이 가진 상징성처럼 여러 지역이 세계적인 친환경 재생에너지 중심으로 자리매김하고, 귀성과 에코에너지랜드가 지속적으로 유럽에서 혁신에너지를 선도하도록 역할을 하고 있다. 또한 지속가능한 자원과 관광명소를 지속적으로 네트워크하여 지역경제를 활성화 시키는 것도 EEE의 역할이다.
- 2002년에는 EEE가 법인단체로 성장하였으며 이후 테크놀로지센터를 건설하였다. 2004년부터는 바이오에너지와 더불어 태양광(태양열) 에너지를 연구하였고, 2005년까지 연구센터·기술센터를 확장했다.

에코에너지랜드 상징물:
초록물방울

□ 완전한 자원순환구조, 발전 폐기물은 퇴비로 재이용

- 귀성시에는 100ha(300,000평)의 초지가 있으나 더이상 농경과 목축을 하지 않아 농경지로 사용하지 않는다. 이 초지에서 1년에 12톤의 풀을 생산되며 바이오가스 원료로 사용한다.
- 전력생산 시 발생 되는 폐기물로 열을 생산하고, 폐열을 이용하여 8개월 동안 지탱할 에너지를 생산하여 난방과 온수로 사용하며, 퇴비로 활용하기도 한다. 초지와 잔

디는 농부들이 깎아서 보내는데, 발전소가 만든 퇴비를 농부들이 쓰기 때문에 자원이 순환된다. 퇴비 생산량은 시 전체 필요량의 3배에 이른다.

□ 귀성을 달리는 에너지 신기술 I - 메탄 가스차

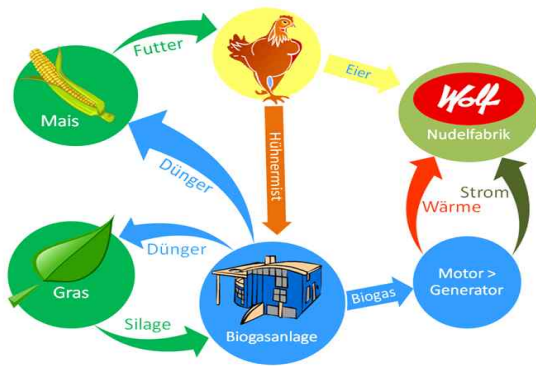
- 귀성에는 바이오 메탄 가스차 관련 기술연구소가 있다. 바이오가스의 질을 개선하여 천연가스처럼 이용하는 연구를 진행 중이다. 얼마 전부터는 비엔나 공대와 함께 연구하기 시작했다. EU 등의 지원금 없이 기술 개발이 이루어지고 있지만 상당한 진전을 보이는 분야로 명성을 떨치고 있다.
- 개발한 천연가스는 바이오 메탄 가스차에 적용이 가능하며, 메탄 가스차는 이산화탄소 방출량 25%, 질산 배출량 95%가 저감된다. 또한 분진과 미세먼지입자 방출이 전혀 없는 청정에너지이다. 현재 500km까지는 문제없이 운행할 수 있고, 다른 신기술보다 2배 정도 운행이 더 길다. 천연가스 없이도 운행이 가능한 특징이 있다.



바이오메탄 가스차

□ 닭통도 에너지 신기술 II - Wolf Nudel(社)의 바이오가스 자체 생산

- Wolf Nudel은 연간 650만 톤의 면을 생산하는 업계 2위 기업이다. 면 생산에는 많은 에너지가 필요하다. 울프 누델사는 면 생산에 필요한 에너지를 자급자족하고 있다. 회사가 보유한 양계장에서 나오는 닭통 등의 오물을 이용해 210만 유로를 투자해 건설한 바이오가스 생산 설비에서 자체 생산하고 있기 때문이다. 이를 통해 CO₂ 경감 인증도 받았다.
- 최근에는 50만 유로를 투자하여, 유럽 내에서 유일하게 면과 빵을 플라스틱이 아닌 종이에 포장하여 판매 중이다.
- 양계장에서는 닭이 달걀을 생산하고, 공장에서는 면을 생산하며, 바이오가스 시설을 이용하여 열과 전기, 퇴비를 만들고, 퇴비를 농경에 뿌리고 비축해서 옥수수를 키우고, 옥수수는 닭의 사료로 쓰이는 자원 순환 구조로 되어있다.



Wolf Nudel(社) 자원순환 시스템



염수 비축고: 24ha/kW



Merlon:
1백만MW 전력 긴급비축



하수처리: 강 자체
오염도보다 깨끗하게 처리

(1) 귀싱 에너지 투어 I - 위버도르프 마을

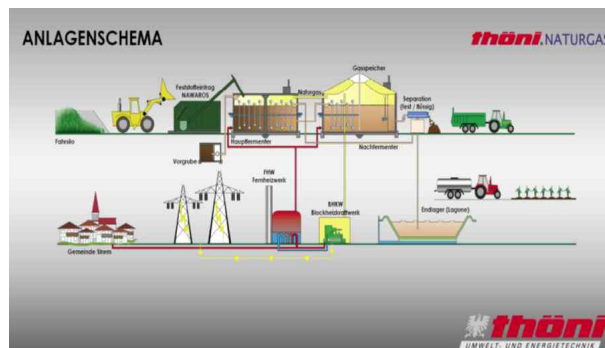
- 위버도르프는 귀싱 구에 속하는 250명밖에 살지 않는 작은 지자체이지만 1996년 태양열 시설과 파이프라인을 각 가정에 연결하여 자체적으로 난방열을 공급한다. 태양열 발전소는 1996년에 조합형태로 설립되었다. 주민 투자금 8천 유로, EU와 러시아, 부르겐란트 주 후원금 40만 유로로 설립되었으며 부족한 돈은 보조금을 받았으나 7년 만에 전액 상환했다. 조합원들은 연료를 공급하고 열을 받아서 사용한다. 각 가정이 필요한 열만큼 받아쓰고 연말에 정산하는데, 연료 목재를 많이 공급할수록 연말에 정산액이 줄어든다. 대부분의 가구가 임야를 소유하고 있어 경제적 부담이 없다. 마을에서는 별목한 나무들을 많이 볼 수 있다. 지역난방 창고에 별목한 나무를 비축하며, 1년 정도 비축된 상태에서 건조시킨 후 사용한다. 운영과 수리 등 관리의 90%는 조합원들이 하고 있다.
- 전체 태양열 시설 면적은 340m²이며, 현재 3/4의 주택이 발전소와 연결되어 있다. 반년 후 전체 마을을 커버할 수 있는 공급량을 확보할 수 있다. 발전 시설은 나무 조각, 폐목재를 3번 정도 채워 넣으면, 250명이 1년 내내 연결된 관을 통해 온수를 받기에 충분하다. 일년 내내 뜨거운물이 지붕에서부터 내려와서 지하에 저장되며, 발전소 건물 옆으로 2.6km의 지역 난방관을 배설하여 각 가정에 공급한다. 나무를 태우게 되면, 마지막에 1% 정도만 재가 된다. 이 재를 들판에 뿌리면 거름이 되는데, 나무 자체가 워낙 건강하고 중금속이 없다.
- 각 가정 지하에 온수를 전송받는 공간이 있으며, 열 교환기가 물을 열로 바꿔준다. 컴퓨터 시스템이 집집마다 연결되어 난방공급 상황을 확인할 수 있다. 오일 보일러는 잘 사용하지 않지만, 비상용으로 종종 사용하기도 한다.



위버도르프 마을 지역 난방 시설

(2) 귀성 에너지 투어 II - 스트렘 마을

- 마을 주민들이 조합원이 되면 지역 살림이 투명하게 운영되고 사용하는 사람들에게 꼭 필요한 것들이 시행되는 장점이 있다. 스트렘 마을은 바이오가스 발전 시설을 주민 협동조합 형태로 건설했다. 2005년 건설 당시 230만 유로가 투입되었다. 바이오가스 시설은 초지에서 자라는 자원으로 가동되는 시설이기 때문에 저렴하고 지속가능하다. 과거 화석연료 소각시설보다 50% 가량 비용을 절약하고 있다.



바이오가스 발전도

- 자동중량계를 사용하여 어떤 농부가 얼마나 많은 양의 임야 부산물을 가지고 왔는지 측정하여, 일 년에 3번 공급할 경우 1,000유로를 받는다. 발전소는 연간 40만 유로 정도의 바이오매스를 농부들에게서 구매한다. 발전에 필요한 바이오매스량은 매일 약 40톤, 연간 약 2,000톤이다. 발전소에 있는 두 개의 모터가 하루 500kW의 전기를 생산하는데, 현재 마을 총 수요량의 약 3배 정도 많은 전기와 열을 생산하고 있다. 발전 폐열로 8개월 정도는 난방이 가능한 에너지를 생산하고 있다.
- 바이오가스 기술의 핵심은 발효기이다. 현재 두 대의 발효기가 운영 중이며 용량은 3,000m³이다. 비축 바이오매스는 30~40톤이다. 비축 시 발효에 중요한 역할을 담당하는 소화 박테리아가 성장한다. 1년 정도 비축 후 2개월 동안 발효기에서 발효시킨다. 투입량이 2개월 동안 정체되어있는 것이 아니라, 순차적으로 투입이 일어나면서 평균 2개월을 머무르는 시스템이다. 시간당 250m³의 바이오가스가 생산되며 가스의 50~70%의 메탄으로 메탄 생성량이 매우 높은 편이다.
- 2달 후에는 바이오매스의 찌꺼기인 케이크가 생성되는데 농부들이 퇴비용으로 무료로 가져간다. 처음에는 경제성이 없다고 보았지만, 비엔나의 농대 교수들이 수년간 분석하고 조사한 결과 일반퇴비보다 훨씬 우수성이 있음을 밝혀냈다. 발효한 찌꺼기에는 좋은 배양 성분이 들어있고 수분 함량을 높인다.
- 스트렘 태양열 야외 공원에서는 스트렘 지자체가 사용하는 에너지를 생산하며, 민간 소유로 수백만 유로가 투자되었다. 내년에는 2배 이상 확대될 계획이며, 계속해서 태양광 시설의 수 늘려갈 예정이다.



스트렘 마을 바이오가스 발전소



초지 부산물 건조



비축

2) 질의응답

Q 태양열과 목재를 이용해서 에너지를 개발한다고 했는데, 귀성 지역의 특성에 맞는 자원이라고 생각한다. 만약 이런 자원이 부족한 지역에서는 어떤 방식을 도입하는 것이 좋다고 생각하는가?

A 어떤 지역이든 이용 가능한 자원이 있기 마련이다. 지열, 풍력, 수력, 잔디, 쓰레기(폐기물), 등 이용할 수 있는 자원이 분명히 있다. 아무것도 없는 지역인 사막도 태양을 이용할 수 있다. 쓰레기에서 이산화탄소, 메탄가스 등이 나온다. 이산화탄소는 귀성 기술을 이용하면 고품질의 에너지로 전환할 수 있다. 지속성이라고 부르는 컨셉을 계속 개발해야 한다.

Q 기술이전이 가능한가?

A 기술이전을 주로 하고 있다. 한국은 자체적으로 건설이 가능하므로 기술만 이전해주면 될 듯하다.

Q 한국은 원자력 발전소에 의존하는데 이는 원자력 발전소에서 만들어진 에너지가 가장 저렴하기 때문이다. 경제성 때문에 재생에너지로의 이전이 어렵다. 귀성에서 4인가족 기준 에너지 비용이 어느 정도인가?

A 오스트리아도 원자력 발전소 1곳을 다 지었으나 주민 반대로 가동하지 못하고 있다. 원자력에 대해 주민들이 많이 불안해한다. 현재는 원전 반대를 위한 견학시설로 사용되고 있다. 체르노빌 및 후쿠시마 등의 사례를 보면 원전의 위험성은 명확하다. 체르노빌은 수십 년이 지났는데도 아직까지 오스트리아에 영향을 주고 있다. 오스트리아 사람들은 하루도 원전을 작동 안 한 것을 다행이라고 생각한다. 재생에너지와 친환경 에너지는 그럴 일이 없다. 원전 관련 이익단체, 로비단체와의 커넥션을 끊으면 원자력을 더 이상 개발하지 않게 될 것이다. 비용은 석유가스 등 기존 에너지 대비 친환경 에너지가 50% 정도 싸다고 볼 수 있다. 원거리, 근거리 난방 라인에 관을 설치하고 나면 서비스, 정비를 지자체에서 하기 때문에 별도로 돈을 낼 필요가 없다. 이렇게 지역 내에서 에너지를 생산하면 이동비용, 관리비용 등이 줄어들어 효율이 높아져 에너지 비용이 줄어든다. 지역난방을 하면 2인 기준 3만원 정도 된다. 지금은 3인이 석유가스를 사용하는 경우 20만원 정도 낸다.

Q 귀성에서 태양열을 많이 이용하는 것 같은데, 태양열 패널의 중금속 오염은 어떻게 해결하는가?

A 태양력 안에 있는 중금속을 빼는 'Solar Wiper'라는 기업이 처리한다.

Q 한국에서 태양광 시설을 유지하는 관리업을 하고 있다. 귀성에는 발전시설을 관리하는 사회적기업이 있는지? 에너지 효율을 높이기 위해 패널을 따로 관리하는지?

A 여기는 사회적기업이 아니라 전부 비영리 조합이다. 모두 같은 에너지망에 연결되어 있다. 이 조합에 주민들이 참여하고 있다. 주민들이 투자하고 처음에는 약 연간 4%정도를 받는다(현재는 2.5%). 13년 이후에는 투자금 전체를 회수할 수 있다.

Q 농민들의 주 소득원이 무엇인가? 지방정부와 계약을 체결하는 것인가?

A 예전에는 100명의 농부가 있었으나 현재는 2개정도의 대단위 농장이 전체를 관리한다. 여기서 식품을 생산하고 집약적인 축산업을 하고 있다. 초지나 장작을 가져오는 양에 따라서 비용을 받는다. 천연 비료를 무료로 받기 때문에 그것도 하나의 이익이다. 계약은 지자체가 아니라 조합과 맺는다.

Q 외부에서 가지고 온 기술이 있는가?

A 외부에서 가지고 와서 도입한 사례는 없다. 태양광은 과거에 오스트리아, 독일 기업이 대량생산했고 강했다. 10년 전부터 중국제품이 들어오면서 유럽의 태양광 제작 기업이 망했다. 중국이 값싼 태양광을 많이 제시하고 있기 때문에 경쟁이 안 된다.

Q 많은 해외 연수단이 다녀갔을 것 같다. 귀싱 모델을 해외 또는 오스트리아의 다른 지역에 확산했을 때 성공, 실패 사례는?

A 독일의 '울름', 스웨덴 '예테보리'라는 큰 도시 등에서 수입했다. 전체 도시의 가스를 모두 바이오가스 발전소가 총당하고 있다. 태국, 일본에서도 수입했다. 귀싱은 엔지니어링 서비스만 하고 있다. 현지에서 발전소를 건설하면 발전소 운영을 위한 엔지니어링, 교육 서비스를 제공한다. 나무 태워서 기화시키는 기술(gasification)은 전 세계적으로 독보적인 기술로, 특허가 있다. 바이오가스의 고품질 박테리아도 에너지로 만든다.

Q 부산물을 소각해서 에너지원으로 만드는데, 소각하는 과정에서 유독가스가 발생하지는 않는지?

A 일반쓰레기 소각과 마찬가지로이다. 태우면 유독가스가 나오는데, 여러 세정 단계를 거쳐서 유독물질을 걸러낸다. 이 과정을 거쳐서 마지막으로 수증기만 남아서 굴뚝으로 배출한다. 그 다음부터는 모든 발전소가 다 마찬가지이다. 이 기술은 일반적으로 소각장에서 사용하는 기술이며 귀싱만의 특별한 기술이 아니다. 목탄가스 기화 기술은 귀싱의 기술이지만 가스 정화기술은 일반적인 기술이다.

Q 재개발 과정에서 주민과 어려웠던 점이 무엇인가?

A 대화 문화가 중요하다. 갈등이 있으면 설득하고 대화로 해결한다. 주민이 참여하는 조합을 만들어서 그 내에서 협의하고 대화하도록 한다. 처음부터 장단점을 확실하게 말하고 설득했다. 작은 모델 시설을 만들어서 실증적으로 효과를 보여주고 설득했다. 이후에 시설의 크기를 늘려가는 형태로 진행했다. 초기에는 기존 에너지 공급업체에서 비방이 많았으나, 하지만 우리가 해냈기 때문에 지금 이런 결과가 나왔다. 혁신의 방

향이 좋기 때문에 주변, 전 유럽으로 확대할 수 있었다. 비영리 조합을 결성한 이후 외부에서 인사를 영입하지 않고, 참여주민 사이에서 대표를 선출했다.

Q 귀싱의 경제활동인구는 어떤 종류의 경제활동을 하고 있는가?

A 귀싱 구역 전체에서는 4000명 정도가 비엔나로 출·퇴근한다. 3000명이 거주하는 귀싱 시에서 2000명 정도가 경제활동을 하고 있다. 친환경에너지를 만들고 나서 최근 15년 사이에 1100개의 일자리가 생겼다.

Q 단점은?

A 정치적 상황 때문에 귀싱 모델을 부정적으로 보는 사람도 많았다. 재생에너지를 원하지 않는 러시아의 정치적 집단들도 있어서 어려움이 있었다. 이들 때문에 보조금 등이 취소되는 경우도 있어서 적용되지 못한 기술도 있다. 태양광 모듈 생산기업이 있었는데, 중국산이 들어오면서 파산하기도 했다. 주변의 정치적인 환경 때문에 실패한 경우는 많았다.

3) 연수사진



2. 지속가능한 환경을 위한 에너지자립마을의 사회적기업



무레크 SEEG

(SEEG Mureck eGen)

Bioenergiestraße 5

A-8480 Mureck, Austria

Tel: +43 3472 20079

브리핑 : ÖkR Karl Totter(Founder)

Tel: +43 3472 200 79-10

Karl.totter@sebamureck.at

www.seeg.at

방문연수	오스트리아	무레크	11/4(월)	16:00
------	-------	-----	---------	-------

1) 연수내용

□ ‘무어강 국경 마을’이라는 평범한 이름의 ‘무레크’가 평범하지 않은 이유

- 오스트리아의 늦가을 비를 맞으며 연수단은 두 번째 목적지 무레크시에 도착하였다. 슈타이어마르크(시트리아) 주에 위치한 무레크는 슬로베니아와 국경을 맞대고 있다. 무레크라는 지명은 Mur 강과 국경(독일어 고어: ecke)의 합성어로 무어강이 흐르는 국경 마을이라는 뜻이다.



슈타이어마르크 주 무레크

- 이곳을 방문한 사람들은 고작 1,700여 명의 주민들이 사는 작은 농촌 마을에서 명성이 자자한 ‘신재생에너지 사총사’를 만날 수 있다는 것에 놀라움을 금치 못하면서도, 에너지 분야에서 한참이나 뒤처져 있는 자국의 현실을 떠올리며 복잡한 심경을 느끼게 된다. 미래산업이라 불리는 신재생에너지를 통해 농촌 지역 개발과 지자체 자립, 환경문제라는 난제를 단칼에 해결한 비법을 배워 우리나라와 간격을 메우는데 작은 지라도 의미 있는 힘을 보태보자는 게 우리 연수단의 바람이었다.
- 1980년대 전 세계를 혼란에 빠트린 두 사건의 여파는 무레크에도 영향을 미쳤다. 바로 오일쇼크와 곡물가격 폭락이다. 1989년 주민들은 에너지 수급에 어려움을 겪으면서 마을에서 남아도는 농산물을 에너지로 바꾸고, 더이상 화석연료 수입에 의존하지 않기로 결정한다. 30년이 지난 오늘날 무레크는 에너지 자립에 성공했음은 물론 세어

나가는 재정을 주민생활과 신규일자리 창출을 위해 사용하여 지역 경제발전을 이룩한 지방자치의 모범 사례이기도 하다.

□ 마을 주민과 환경을 지키는 미래 산업 사총사

- 무레크 마을에는 지역민이 설립한 에너지 기업이 4개 있다. 바이오디젤 생산업체 ‘SEEG(SEEG Mureck)’, 마을 지역난방 기업 ‘나베르메(Nahwärme Mureck)’, 가족 분뇨로 전기를 생산하는 ‘외코스트롬(Ökostrom Mureck)’, 태양광 에너지 기업 ‘세바(Seba Mureck)’이다. 이 에너지기업 사총사가 마을 전체의 난방과 전기, 수송 에너지를 책임지는 영웅이다. 이들은 수자원, 뉴스, 기술연구, 관광, 홍보 등 무레크 시의 여러 가지 측면에서 유기적으로 연계되어 있다.
- 사총사가 탄생한 과정은 절대 순탄치만은 않았다. 자연에서 나온 원료로 환경에 부담 없이 인간이 사용하고 다시 자연으로 돌려보내는 순환경제를 선언한 이후 싸워야 할 대상이 있었다. 화석연료 수입업체와 기존 전기회사, 농산물을 원료로 하는 식품회사가 주민들의 에너지 자립 결정을 방해하는 치열한 로비전을 펼쳤다. 길거리 시위도 벌어졌다.
- 이번 연수에서 견학을 안내해 준 칼 토트씨는 사총사 기업의 창립자로 사총사의 아버지격이다. 그는 다음과 같은 말을 했다. “친환경 에너지를 지키는 사람은 원자력 발전소를 끄게 됩니다. 자연을 거스르는 순환은 막다른 골목길에 몰릴 수밖에 없고, 세상을 더욱 위기에 취약하게 만듭니다. 어떤 미래를 만들 것인지에 대해 생각해야 합니다. 디지털화로 치달아 가는 세계는 위험합니다. 그렇기 때문에 사회의식을 함양하는 것이 중요하고, 아이들이 무레크를 견학하는 것도 매우 중요한 일입니다. 무레크는 몇 년이 지나도 계속 아이들과 전 세계에서 찾아오는 관광객을 맞이할 것입니다. 무레크시는 유럽에서 가장 밝은 도시가 될 것입니다. 우리가 생산하는 에너지로 무레크시도 살리고 주민도 보호할 것입니다.”
- 마을 주민 1인당 연간 에너지 사용료는 1,500유로(약 230만원)이다. 1990년 이전에는 이 돈을 고스란히 석유와 천연가스 구입에 사용했다. 그러나 지금은 주민들이 투자한 에너지 회사에서 낮은 가격에 에너지를 공급받고 이 돈을 지역 내에서 순환시킨다. 무레크 에너지 거리에 위치한 네 기업은 해마다 1,100만 유로(한화로 약 170억원)의 성과를 올리고 있으며, 난방 부문에서만 석유 1,500만 리터를 대체하는 효과를 내고 있다. 또한, 이 4대 에너지 회사가 생산하는 에너지는 태양광 생산전력 3,000MW를 포함, 연간 약 15만 2,000MW에 이른다. 마을 에너지 자립률이 170%에 달하여 남은 전력은 오스트리아 전력공사 등에 판매해 수익을 창출하고 있다.
- 바이오디젤의 이산화탄소와 미세먼지 발생량은 일반 경유의 절반 수준이다. 전력 2,500kW를 사용할 때 배출되는 이산화탄소량은 연간 6만 톤인데 이를 저감하는 효과를 보고 있다. 만일, 마을이 계속 석유를 소비했다면 그 필요량은 연간 20,000톤

에 달할 것으로 추산된다. 연간 57,000톤의 이산화탄소 분량이다.

□ 자동차도 채소와 꽃을 먹고 달린다, ‘SEEG Mureck’

- 1989년 유채씨유를 착즙하여 바이오디젤을 생산하기 시작했다. 510명의 농부들이 조직한 협동조합 형태였다. 조합원들은 유채꽃 공급량에 비례하여 바이오디젤과 생산 부산물(유채 케이크)를 나눠 갖는다. 유채씨, 폐식용류 등 식물성 원료를 이용한 연료를 생산하는 회사가 사총사 중 하나인 ‘SEEG Mureck’이다.



무레크 시 유채꽃

- 1993년 이후 그라츠대학교와 기술 협력을 통해 Stringent PM 14 to 14 fuel quality의 연료를 생산하고 있다. 1994년 마을에 세계 최초 바이오디젤 주유소가 세워지면서 무레크 트럭과 트랙터, 자가용은 화석연료에서 해방되었다.
- 기술이 발전함에 따라 생산량이 충분해지고 역내를 넘어 주변 지자체에도 바이오디젤을 공급한다. 현재 70개 이상의 지자체에 연료를 공급하고 있으며, 30km 떨어진 그라츠시는 시영 버스 전체를 무라크에서 생산하는 바이오디젤로 운영한다. 바이오디젤 차량은 국경 넘어 헝가리, 슬로베니아까지 전파되었다.

□ 지자체와 사회적기업 주민 협력의 상징, ‘에코서비스’

- SEEG는 무레크시와 주변 그라츠시와 협력하여 폐식용류 공급망을 개발하였다. 시는 ‘From the frying fan into the tank’이라는 캠페인을 통해 가정과 식당, 기업에서 사용하고 버리는 식용유를 특수용기에 모으고 SEEG에 공급한다. 이 일을 위해 에코서비스라는 사회적기업을 만들었다. SEEG는 이렇게 공급된 유채와 폐식용유를 이용해 연간 1,000만 리터의 식물 연료와 바이오디젤을 만든다.
- SEEG가 개발한 수거 시스템도 세계적인 명성을 얻었다. 각 가정에 3~5L짜리 폐식용유 수거 용기를 무료로 나눠주고 시민들이 폐식용유를 모아 마을 공동 폐유 수거장에 내놓으면 에코서비스가 전량 수거해 SEEG로 전달하는 시스템이다.

□ 폐목재로 난방열을 공급하는 ‘나베르메(Nahwärme Mureck)’

- 1998년 근거리 지역난방 에너지 기업 ‘나베르메’가 설립되었다. 시 공동체 위원들은 화석연료가 아닌 친환경 바이오매스로 난방을 해결하는데 만장일치로 동의하였다. 나베르메는 현재 무레크의 모든 학교, 교회, 공공기관, 기업체와 총 285가구에 난방열을 공급한다.

- 귀싱과 동일한 시스템으로 바이오매스 난방 발전소 근경 14km의 모든 도로에 파이프를 설치하여 온수를 운반하며, 파이프라인은 각 가정의 방열기와 보일러로 연결된다. 가정 또는 기업마다 사용하는 전력량과 사용 온도 측정이 가능하다. 연초에 정액요금을 지불하고 사용한 후 연말에 사용량을 정산하여 초과사용분은 추가로 요금을 지불하고 적게 사용한 만큼 쿠폰으로 돌려받는다.
- 나베르메의 발전시설은 추워져야 가동이 시작되는데 기후변화로 인해 기온이 올라가서 가동율이 낮아졌다. 물은 보통 80-90°C를 유지하고, 추워지면 100°C로 가열된다. 이곳에서 생산되는 열은 에너지 수요량의 40%를 차지하며, 연중 가동하고 있다. 통제실은 낮에는 1-2명 정도가 근무하고, 밤에는 자동으로 작동된다.
- 주 연료는 우드칩이다. 농장과 목재를 사용하는 공장 폐목재를 우드칩으로 만들고 우드칩은 에너지가 된다. 열전환기를 통해 나베르메의 히팅 시스템으로 온수를 만드는 구조이다.
- 질 좋은 에너지를 생산하기 위한 노력도 기울이고 있다. 소각로에서 태운 재가 아래로 떨어지면 뒤쪽에 있는 조직 필터가 알갱이와 불순물을 거른다. 기본적으로 1 m³ 당 10mg 정도의 불순물이 발생한다.



가정마다 연결되는 히팅 파이프



파이프 배설 공사



보일러



열전환기

※ 사진출처: http://www.nahwaermemureck.at/?Fotogalerie:Leitungsbau_2012

□ 무레크 돼지는 전기를 만들 수 있다, ‘외코스트롬(Ökostrom Mureck)’

- 2004년에 설립된 외코스트롬은 축산 분뇨를 옥수숫대, 볏짚, 유채대 등 농업 부산물과 섞어 바이오가스를 생산한다. 에너지자원의 10%는 축분, 65%는 바이오매스 부산물, 25%는 곡식알, 옥수수알이다.

- 에너지거리에서 가장 먼저 눈길을 끄는 것은 초록색 원통형 컨테이너이다. 에너지 관광명소가 된 무라크의 명물 중 하나이다. 녹색 소화조 안에서 혐기성 박테리아와 효모균에 의해 축분, 옥수숫대, 볏짚 등이 40°C 환경에서 발효되어 메탄가스를 생산하고, 찌꺼기는 재활용 퇴비로 사용한다.



바이오가스 혐기성 소화조

- 바이오가스는 열병합발전소로 보내져 전기를 생산하는데, 연간 생산량은 약 8,400 MW 수준이다. 이는 주민들이 1년 동안 사용하고도 남는 양이다.

□ 태양광 에너지와 유기농 야채의 만남, ‘세바(Seba Mureck)’

- 2008년 무레크 태양광 발전에 선구자, ÖkR Karl Totter씨는 세바 창립을 위해 많은 준비를 하였고 2010년 시의 승인을 받았다. 무한한 청정에너지인 태양의 중요성이 커짐에 따라 태양광 시설도 지속적으로 확대되고 있다. 2018년 3,000,000kWh의 전기를 생산하였다. 2011년 이후 현재까지 250가구에 가정용 태양광 발전소를 공급하였다. 전 세계에 공평하게 쏟아지는 태양 에너지를 활용하는 세바 시스템은 어디에나 적용 가능한 모델로 자리 잡았다.
- 태양광발전소는 세 가지로 구성된다. 첫 번째 확장단계에서 1,050kWp 용량 개방형 공간을 개발한다. 두 번째 단계에서 950kWp 용량 온실에 지붕형 태양광발전 시스템을 설치한다. 세 번째 단계는 확장 단계로 500kWp급 지붕 패널을 설치한다.
- 12,400m² 온실로 조성된 태양광 발전시설에는 유기농 채소를 키운다. 샐러드 채소와 과일, 꽃, 관목, 약초 등 작물경작을 통해 농가소득을 창출한다. 전기도 생산하고 농경도 하는 일석이조인 셈이다. 아래쪽에는 물을 뿌리는 호스가 있고 위쪽에도 물을 정교하게 뿌려주는 시스템이 있어 농사에 이용한다. 바이오가스 시설에 설치된 물탱크에 1,000m³의 물을 비축할 수 있어 화재 시 소화 용수로도 사용한다. 농장을 소유한 주민들이 태양광 발전시설과 유기농 야채 생산으로 전환하였다. 태양광발전 에너지 온실과 유기농 야채 마케팅을 연계하여 지역 경제와 기후변화에 기여한다.



세바 태양광 발전 패널



유리온실형 태양광 발전시설



물탱크와 유리온실



온실 경작

※사진출처:<http://www.sebamureck.at/?Fotogalerie>

※온실경작사진출처:<http://www.riebenbauer.at/eng/Projects/Photovoltaic/Communal-solar-energy-system-SEBA-Mureck>

2) 질의응답

Q 가까운 조합원의 집은 100도의 물이 들어가고, 가장 멀리 있는 조합원의 집에는 더 낮은 온도의 물이 들어갈 텐데, 각자 집에 있는 열 교환기에서 온도를 다시 올려서 공급하는 건가?

A 지금 예를 들어서 80도이다. 보통 겨울에는 90-100도이다. 멀리 떨어져 있는 집에는 70-75도의 온수가 간다. 집 자체에서 열 교환기를 통해 더 뜨겁게 만들 수는 없다. 하지만 전혀 문제 없다. 각 집에 필요한 정도의 온수가 간다. 연결되는 집이 더 많아지면서 추가로 케파를 올리고 바이오가스를 만드는 등 계속해서 보완한다.

Q 집을 보니까 창문, 벽이 모두 단열에 신경을 많이 쓴 것 같다. 집을 신축할 때 조합이나 정부에서 지원하는가?

A 그건 에너지 절약형 집이다. 기존 건물을 보수할 때, 건물을 신축할 때 시가 아니라 도에서 지원한다. 32년 전에 시작할 때는 에너지 절약형 집이 없었다. 지금은 제로 에너지 집이라고도 한다. 집 자체 태양광 패널이 있으면 에너지를 끌어올 필요가 없기 때문이다. 지금은 신축할 때 지역난방이 없어도 된다. 자체 태양광 시설이 있거나 지열을 끌어올려서 에너지를 공급할 수 있다.

Q 바이오 디젤 차를 타고 다니는가?

A 맨 처음엔 트랙터로 시작해서 역에서, 내일 가실 그라츠 대중교통공사까지 간다.

3) 연수사진



3. 무레크와 공동으로 바이오에너지를 활용하는 그라츠 대중교통



그라츠 공영교통
(Graz AG Stadtwerke für kommunale Dienste
Verkehrsbetriebe)

Andreas Hofer Platz 15, A-8010 Graz
브리핑 : Andrea Güttersberger(Coordinator)
Tel: +43 316 887 1056
www.grazag.at

방문연수	오스트리아	그라츠	11/5(화)	9:30
------	-------	-----	---------	------

1) 연수내용

□ 중세와 현대가 공존하는 그라츠

- 오스트리아 수도 빈에서 기차로 약 2시간 반 거리에 있는 오스트리아 제2의 도시 그라츠는 인구 44만 명에 불과한 소도시(오스트리아 인구 약 882만 명, 2018년)이다. 여섯 개의 유서 깊은 대학이 자리하고 있어 대학도시로도 유명한 곳이다.
- 동서 유럽의 관문으로 오랜 전통을 자랑하는 그라츠는 중부 유럽에서 보존이 가장 잘 되어있어 구시가지가 1999년 유네스코 세계문화유산으로 등재되었고 2003년에는 그해 유럽문화수도로 선정되었다.



그라츠 전경

- 하지만 요즘 그라츠시는 석유시대에서 탈(脫)석유시대로 나아가는 관문이 되었다. 신재생에너지인 바이오에너지 선도 도시로 전 세계의 이목을 끌고 있다. 그라츠에 이러한 유명세를 안겨준 것은 다름 아닌 요리하고 버려지는 '폐식용유'이다. '프라이팬에서 연료탱크로'라는 구호 아래 그라츠는 대중교통(시영·공영버스)에 바이오디젤을 100% 투입하는 바이오에너지 혁명을 이뤄냈다. 이러한 이유로 그라츠시는 세계적인 친환경에너지 선도 도시로 자리매김하였다.

□ 폐식용유 친환경 연료로 미세먼지 기후변화 환경문제 해결

- 그라츠는 지리적으로 산으로 둘러싸인 분지 지형으로 미세먼지와 분진으로 골머리

를 앓고 있었다. 그라츠시는 ‘에코드라이브(Eco Drive) 캠페인’을 통해 이 문제를 성공적으로 해결하였다. 시민들의 자발적 참여를 통한 성공이어서 더욱 의미가 깊다. 가정에서 모은 폐식용유와 패스트푸드점 맥도날드와 업무협약을 통해 오스트리아와 슬로베니아 전 지점에서 수거한 폐식용유를 합쳐 연간 2000~3000t의 폐식용유를 수거한다. 그라츠시 가정과 식당에서만 연간 280톤의 폐식용유가 수합 된다. 이 폐식용유는 바이오디젤 생산회사인 'SEEG'에 보내져 그라츠시 공공버스와 택시, 화물차의 연료가 된다.

- 2005년 152대 공공버스가 화석연료에서 바이오디젤로 연료를 전환하여 연간 감축한 탄소배출량은 6,600t에 이른다. 바이오디젤은 경유 대비 이산화탄소 배출량은 78~81% 감축, 미세먼지는 29~55.4% 감소 효과가 있다. 대기오염 문제 해결뿐 아니라 자원순환형 폐기물 처리가 가능하다. 폐식용유 1kg 당 0.36유로의 폐기물 처리 비용이 절감된다.
- 2004년 이후 공공버스(100%)와 택시(2010년 평균 바이오디젤 사용율 60%, TAXI878社 40%), 화물차(2010년, FRICUS社 30%)에 바이오디젤을 사용하였다. 현재는 EU법에서 폐식용유 연료 사용이 금지되어 유채기름을 사용하고 있으며 수소버스로 전환하는 프로젝트가 중이다.

□ 시민-기업-사회적기업 연계 모두가 WIN-WIN

- 장기 실업자에게 일자리를 제공하는 사회적기업 ‘에코서비스(Eco service)’는 일반 가정에 3~5ℓ, 식당에 10ℓ 크기의 수거용기를 무료로 나눠주고 폐식용유를 수거하는 업체이다. 공장과 큰 규모의 식당은 20~1,000ℓ 크기의 특수 수거용기 나눠준다. 기업은 폐식용유 등 환경오염 물질의 무단폐기를 금지하는 법에 따라 폐식용유를 의무적으로 모으고 있으며 이를 에코서비스에서 무료로 수거하는 것이다. 에코서비스는 그라츠시 환경국의 지원을 받아 운영되며 비영리 회사로 에코서비스 수거 차량이 시 전역을 샅샅이 돌며 폐식용유를 모아 왔다.
- 최근까지 해마다 식당에서 평균 180톤, 가정에서 70~100톤 정도의 폐식용유가 모여, 시 전체에서 수거한 수천 톤의 폐식용유를 1ℓ당 0.2유로(약260원)를 받고 바이오디젤 생산업체인 'SEEG'에 판매했다. SEEG은 1991년 처음으로 폐식용유 디젤을 상용화하며 바이오연료 시장에 진출하였다. 유채기름 등 다양한 식물성·동물성 원료로 바이오디젤을 생산하고 생산공정에도 바이오디젤을 사용한다. 현재는 EU의 규정이 변경되어 폐식용유는 수거하지 않고, 대신 유채를 활용한 바이오디젤을 사용하고 있다.

□ 모빌리티와 에너지, 폐기물까지 담당

- 그라츠 공영교통은 그라츠시청 소속 교통회사이지만 모빌리티 분야뿐 아니라 에너

지, 물, 쓰레기 처리, 공항 등 그라츠시의 다양한 부문을 담당한다. 대부분 유럽 지방정부는 공영회사가 교통사업을 수행하고 시청에서 관리하는 체계를 가지고 있다. 친환경에너지·친환경정책 활용전략 연수를 위해서는 업무 조정 관리 역할을 하는 그라츠시청보다 바이오에너지, 친환경 모빌리티, 지속가능한 폐기물관리 정책 등을 직접 시행하는 그라츠 공영교통 연수가 더욱 효과적인 까닭이 여기에 있다.



레스토랑용 폐식용유 수거용기

- 2020년 창립 70주년을 맞이하는 공영교통은 그라츠시 소유로 1960년 교통, 수자원, 전기, 가스, 지역난방 정책 수행기관으로 출범하였다. 1985년 장례 서비스와 여가활동, 시정 활동 홍보 부문이 추가되었고 2002년 에너지 부문으로 서비스 영역을 확대하였다. 2004년 주정부와 연방정부로부터 그라츠공항사업을 수주했다. 2010년 유한책임회사로 전환하고 2011년 운하 사업을 관할 하게 되었다. 2019년 현재 스마트 도시, e-모빌리티, 대체에너지, 모빌리티시스템 공급자이자 서비스 운영 및 개발사로서 도시 제반 서비스를 담당하고 있다.
- 연간 투자액은 약 6,400만 유로(한화 약 828억 원)이며 연간 매출은 2억 5,000만 유로(한화 약 3,234억 원)에 이른다. 2018년 11월 현재 기업 소속 직원 3,000명, 시 공무원 7,700명이 일하고 있다.

□ 모빌리티-미세먼지 레벨 감소와 청정지역 조성

- 그라츠는 산으로 둘러싸인 분지 지형으로 대기 흐름이 원활하지 않아 미세먼지와 분진 해결이 시의 주요 과업이다. 분진을 낮추고 그라츠시를 청정지역으로 조성하는데 교통정책의 역점이 있다.
- 그라츠 공영교통은 현재 버스 160대, 전차 85대를 관리하며, 모든 버스를 충전식 수소 버스로 대체하는 프로젝트를 진행 중이다. 수소 버스는 바이오디젤의 단점이던 장거리 운행이 가능하여 그라츠 주변 5개 지역과 연결이 가능하고 청정연료로 유독가스나 소음이 없는 장점이 있다.
- 차세대 연료인 수소연료 사용 확대를 위해 수소연료충전소를 확충하고 공항 셔틀버



스를 수소차로 운영하고 있다.

- 이에 더해 미세먼지와 분진 방지를 위해 미래형 자동차 연구개발 사업이 진행되고 있다. 새로운 교통 시스템 도입을 위해 지하철, 케이블카, 곤돌라(독일어로 자일반)를 설치 연계하는 사업도 진행 중이다. 곤돌라는 오스트리아가 대표성을 가진 분야로 수출도 많이 하고 있기 때문에 그라츠 시도 도입하고 있다. 또한 렌트차량과 카셰어링 서비스를 확대하고 있으며 카셰어링 부문에는 수소차 테스트 도입 중이다.

□ 에너지-스마트기술 기반 에너지 공급 관리 시스템

- 오스트리아는 원자력 발전소 건설이 법으로 금지된 탈원전 국가이다. 1978년 국민투표를 통해 핵에너지를 이용한 전기 생산이 금지되었다. 오스트리아 전체 전력 공급량의 64.6%를 신재생에너지가 차지하고 있으며, 전체 에너지 생산량의 31.0% 차지한다(2011년 기준, E-Control). 재생에너지 중 가장 중요한 전력공급원은 수력발전 설비이다. 수



그라츠시 에너지 시설

력발전이 오스트리아 생산 전력의 2/3 이상을 담당하고 있다. 그라츠시는 무어강 수력발전소 통해 2만 세대에 전력을 공급하며 시 전체에 3,100km의 전력망이 깔려있다. 수력발전소 전력공급으로 인해 연간 6만 톤의 이산화탄소가 경감된다.

- 시 전체를 관통하는 천연가스망과 지역난방 시스템이 갖춰져 있다. 지역난방은 그라츠 남부와 서부 공장 지역에서 나오는 폐열을 가지고 3만 3,000세대에 난방을 공급하며 폐열 재활용을 통해 해마다 3만 3,000톤의 이산화탄소를 경감한다. 또 지역난방회사인 나베르메는 시 인근 숲에서 간벌한 잡목과 포장회사에서 쓰고 남은 목재 펠릿을 재이용하여 열병합발전을 하고 지역난방 파이프라인을 통해 난방에너지를 공급한다.
- 그라츠는 에너지의 효율을 높이는 사업도 진행했다. 1,400개의 가로등을 LED로 교체하고 수요 기반 에너지 센서를 통해 약 50-60% 전력비용을 절감하고 빛 공해를 해소하였다. 주거지역과 주요 상업 거리의 가로등 전력 관리를 달리하여 전력공급의 효율성과 지속성을 향상시키는 새로운 전력공급 시스템을 적용하고 있다.

□ 수자원-신재생에너지 수력발전소로 전력공급

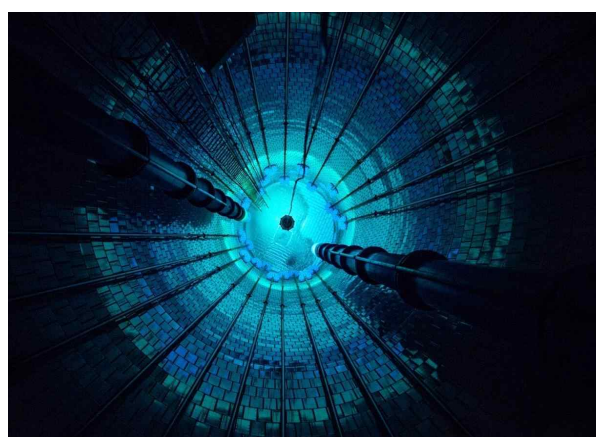
- 알프스에서 흘러온 물 30%와 지하수 70%로 구성된 지하수를 식수로 사용하고 있다. 지하수는 그대로 상수로 활용이 가능할 정도로 물이 좋은 지역이고 세계적인 와인을 생산하는 와이너리 지역이다.

- 30만 명의 그라츠 주민뿐 아니라, 대기업, 중공업, 주변 다른 지역주민들을 포함하여 60만 명이 사용하는 하수를 처리장에서 처리한다. 무어강 수력발전소와 연계하여 시 전체 폐수와 오수를 한데 모아 처리하는 친환경 수처리 시설을 지금 완수했다. 하수처리시설이지만 시민들이 쉴 수 있는 시설이 되도록 시설을 조성하였다.

□ 폐기물 처리-쓰레기를 전기로 전환

- 그라츠시 곳곳에는 2만 5,000개의 가정용 쓰레기 수거 컨테이너가 있다. 한 대당 약 9만 톤의 쓰레기 수거가 가능하다. 에너지 거리에는 여섯 기의 소화조 컨테이너를 보유하고 있고 소화조에서 축산분뇨와 각종 하폐수 쓰레기 등을 섞어 발효를 통해 천연가스(LNG)의 주성분인 메탄을 생산한다.

- 여기서 생산된 메탄은 열병합발전 연료로 사용되며 시민들의 연간 전기 사용량을 초과하는 8,400MWh의 전기를 생산한다. 그라츠 남쪽에는 폐기물 재활용 시설이 있어, 여기에서 음식물 쓰레기를 바이오 순환시스템을 통해 퇴비로 만들고 있다. 큰 가구나 냉장고 등 가전제품도 남쪽 재활용센터에 무료로 가져다 놓으면 된다.



그라츠시 폐기물처리 시설

- 누군가 길을 가다가 쓰레기가 버려져 있으면 사진을 찍어 앱에 올린다. GPS 정보에 기반하여 폐기물처리팀이 위치를 파악하고 쓰레기를 일반, 유독, 음식물 등으로 분류하고 깨끗하게 치운다. 앱을 통해 쓰레기 수거 차량의 수거 시간을 알 수 있다. 문제 되는 쓰레기를 어디에 버려야 하는지 재활용품의 분류 및 폐기를 어떻게 해야 하는지도 알 수 있다.

□ 그라츠 공영교통의 다양한 운영 시설

- 공사는 약 4만 km의 유리섬유, 50여 개의 와이파이 스팟, 버스노선 인포스크린 등 디지털 시설을 운영 중이다. 오스트리아는 ‘스마트시티 2050’ 계획을 시행 중이며 그라츠시와 시 주변 지역에도 디지털 시스템을 도입하고 스마트그리드, 스마트 관리를 적용하고 있다. 대중교통도 앱을 활용하고 있어 앱으로 차표를 구매하는 경우 10%의 요금할인을 받을 수 있다.
- ‘Move to Zero’ 프로젝트는 이산화탄소 배출을 제로로 만드는 정책이다. 현재 7개의 수소연료 전지, 배터리 전지 충전소를 건립하고 있다. 오스트리아 전체에서 처음으로 수소연료를 접목하고 있다.

- 그 밖에도 250ha의 공원, 650개의 도로, 330개의 쓰레기통, 시 공장, 대규모 레스토랑, 6,000여 개의 광고판, 장례 및 묘지 서비스 등을 운영하고 있다.

2) 질의응답

Q 바이오디젤에 더이상 폐식용유를 사용하지 않는 이유가 무엇인가?

A EU 법규정이 바뀌어서 이제 EU법에 저촉된다. 최근에 바이오디젤을 쓰는 회사가 허가를 받지 못했다. 옛날 버스 모델은 유채로만 쓰고 있고, 현재 우리의 목표는 수소차이다. 폐식용유를 더 이상 수거하지 않는다.

Q 패시브 하우스 관해 간단한 설명 부탁드립니다.

A 우리 공사의 과제는 아니다. 시 안에 도시개발부서에서 관리한다. 거기서 새로 주택을 짓는다고 하면 에너지와 연결해서 짓는다. 정문을 모두 녹화하면 에어컨 없이도 시원해지는 효과가 있다. 스마트시티를 만들면서 그 안에 사이언스 타워라는 회사가 하나 있는데, 그 회사에서 집의 정면을 녹화하면서 실내온도를 낮추는 일을 한다. 벤처창업이 많이 나가 있고, 연구개발 회사도 좀 있다. 주택개발계획이 생기면, 태양광시설로 패시브 하우스를 만들면 자급자족 수준의 전기 수요가 가능하다. 서쪽의 스마트시티에서 진행하고 있다.

Q 앱을 사용하는 데 내는 비용이 있는가?

A 비용은 없다. 그라츠뿐만 아니라 전국이 마찬가지다.

Q 장의, 장례가 환경과 관련된 하나의 프로젝트인가, 수입을 얻기 위한 프로젝트인가? 혹은 공공사업인가?

A 환경과는 관계없었고 예전부터 공공서비스에 속한다. 시형도 있고 사형도 있는데, 대단한 아이디어가 아닌 이상 민간업체가 들어갈 틈이 좁고 시형 점유율이 훨씬 높다. 100년 전부터 시형으로 진행됐다. 비용 절감용은 절대 아니다.

Q 그라츠가 앞으로 사업을 확장하는 데 필요한 여러 전문성은 어떻게 조달했는가? 주민과의 갈등은 없었는가?

A 몇 년 전만 해도 24만 명이었다. 그라츠 주변이 모두 산업, 중공업도시이다 보니 세계 최고의 자동차 부품 회사가 있다. 거기서 나오는 노하우가 엄청나다. 또한 그라츠는 대학도시로 유명하다. 대학과 산학의 연계가 이루어지고 문제가 전혀 없다. 공무원 채용 제도가 여기선 다르다. 공무원을 각 분야의 전문가만 뽑는다. 건축가는 건축전공자만, 환경과는 환경전공자만 뽑는다. 전문가들만 그 자리에 있는 것이다.

3) 연수사진



4. 지속가능한 사회를 위한 적정기술 연구기관의 글로벌 협력



비엔나공과대학 적정기술센터
(Center for Appropriate Technology; GrAT)

Technische Universität Wien, Wiedner

Hauptstrasse 8-10, 1040 Vienna

Obere Hauptstraße 38, 3071 Böheimkirchen(기술센터)

브리핑 : Dr. 강명주(Senior Technical Expert)

kang@grat.at

www.grat.at

방문연수	오스트리아	비엔나	11/5(화)	16:00
------	-------	-----	---------	-------

1) 연수내용

□ 인간과 자연의 공존을 위한 지속가능한 적정기술 연구기관

- 1986년에 설립된 비엔나 공과대학 적정기술센터는 비엔나 공과대학과 협력하여 적정기술, 지속가능한 건물, 제품-서비스 통합시스템(Product-Service System), 재생에너지 등 지속가능한 솔루션을 개발하고 있는 비영리 단체이다.



탄소 리조트(ZCR) 프로젝트 진행

- GrAT는 친환경적이고 지속가능한 건물인 패시브 하우스, 친환경 건축공법 및 건축자재, 태양열 등 친환경 신재생에너지에 집중하고 있으며, 그 외에도 빗물 이용기술, 유기농 재배 기술, 친환경 조리기구, 방열 및 냉각 솔루션 등 광범위한 분야를 진행하고 있다.
- GrAT는 연구보다는 개발에 더 집중하고 있다. 많은 적정기술이 처음에 연구로 시작해서 개발과정을 거친 이후에 이론에만 그치는 경우가 많아, 이를 지양하기 위해 시범사업과 교육사업을 병행하고 있다. 또한, 기업 및 정부 기관에 컨설팅 사업도 병행하고 있다.
- 최근 10년간은 에코, 에그로 투어리즘(농업 기반 친환경 관광) 영역으로도 확장시켜 왔으며, 사무소는 비엔나, S-house, 마닐라 3개가 있다.

□ GrAT의 2가지 비전: ‘모두를 위한 적정기술’, ‘인간과 환경을 위한 기술’

- GrAT는 지속가능한 솔루션이 개발도상국뿐 아니라 선진국에서도 절실히 필요함을 인식하고 있으며, 제품개발과 수요 파악, 교육을 병행한 개발, 주변 여건, 문화, 제도 등을 고려한 시스템을 개발하고 있다.
- GrAT의 테마와 활동은 인간의 니즈와 환경의 경계 조건에 맞게 기술을 적용하는데 초점이 맞춰져 있으며, 학문을 초월한 현실적(down- to-earth) 설계 접근법에 따라 적절한 솔루션을 개발하고 있다.

□ GrAT의 한국인 부소장 강명주 박사

- GrAT는 최근 10년간 30개 이상의 프로젝트를 수행하였고, 오스트리아 및 해외 프로젝트 사무소에서 전문가 풀을 운영 중이다. 동 센터의 소장은 로버트 위버(Robert Wimmer) 박사로, S-House, 짚단벽인증시스템, 탄소제로리조트 등 다양한 프로젝트에 참여했으며 오스트리아, 유럽, 아시아에서의 폭넓은 활동경력을 보유하고 있다.
- 부소장은 한국인 강명주 박사로, 고자원 및 에너지효율을 위한 시스템 설계 전문 프로젝트 매니저로 활동 중이다. 50명 이상의 직원, 7개 국제 파트너 기관과 함께 नेपाल과 부탄에서의 EU SWITCH- Asia SEID 프로젝트를 수행하였다.

□ GrAT의 해외 및 자국 내 성과와 글로벌 파트너십

- 주요 성과로는, S-House(2001-2005), 짚단벽인증시스템(2007-2010), 짚단벽인증시스템(2007-2010), 제품-서비스 비즈니스 모델 및 교육(2006-2012), 필리핀 제로카본리조트(2009-2014), नेपाल과 부탄에서의 지속가능하고 효율적인 산업 개발(2012-2015) 등이 있으며, 해외 및 자국 내에서 각종 상을 수상하였다.
- GrAT가 수행 중인 프로젝트는 유럽 위원회(EU Commission), 유엔 기구(UN), 오스트리아 연구 진흥기구(Austrian Research Promotion Agency, FFG), 기타 공공 및 민간 기관 등으로부터 지원받고 있다.
- GrAT는 인도 베어풋 칼리지, 에디오피라 Salem, 미국 IDE, Kick Start, D-lab, 한국 한밭대 적정기술연구소, 국경없는과학기술자회 등과도 협력 관계에 있다.
- 연수단은 이번 비엔나 공과대학 적정기술센터 방문을 통해 대략적인 프로젝트 개요, 개발도상국 및 선진국의 기술 개발 전략, 기술 개발을 위한 현지 자원조사 전략, 그리고 각기 다른 연구소의 네트워크를 구축하고 협력하는 방안에 대한 브리핑을 들을 수 있었다.

□ LCH(Life Cycle Habitation) 프로젝트

- LCH 프로젝트는 교통혁신기술부에서 지원을 받아 학교에 지원해 주는 프로그램이다. 수도권 마을 지역의 초등학교와 중학교를 대상으로 10개 학교에 지원금을 주고 교사들에게 GrAT가 개발한 교재와 자재를 구매하도록 하여 학생들과 실험할 수 있게 하는 프로젝트이다. LCH 프로젝트는 현재의 연구소가 리드하고, TU Vienna의 Gender Competence 부서, 바이오가스 생산기업 BIO1, Sand & Lehm이 파트너로 참여 중이다.
- 학생들이 경진대회를 통해 만든 ‘Energy for Life’를 마스코트로 하여, 신재생에너지(바이오매스, 풍력)를 어떻게 얻고 이용할 수 있는지, 음식 조리과정에서 쓰이는 에너지에 대해 학생들의 인식을 제고하였다.
- 폐기물을 중간에 두고 일정량의 물을 뿌리고 박테리아가 분해하는 과정에서 발생한 열을 가지고 온수를 생산하고, 폐기물을 비료로 만드는 경험을 학생들이 직접 해 본다. 처음부터 가르쳐주지 않고, 직접 찾아보고 디자인하도록 진행되었다.
- 자전거를 개조해서 학생들이 페달을 밟으면 온도가 얼마만큼 올라가는지 보여주거나 불을 켤 수 있게 하였다. Solar Cooker에 물을 넣고 얼마나 빨리 끓는지, 직접 젓는 등 열을 더 빨리 발생시키는지 방법을 찾아내고 계산하는 과정 등, 개념적으로가 아닌 직접 경험을 통해 열이 왜 필요하고 열 발생이 얼마나 어려운지를 몸소 경험하게 하였다. 또한, 과학상자를 만들어서 선생님과 학생들이 함께 다양한 실험을 할 수 있게 설계되었다. 큰 정원에서 직접 황토를 가지고 오븐을 만드는 워크숍을 진행하기도 하였다.

□ S-House 프로젝트

- 여러 가지 사업을 진행하고 나면, 끝나는 것이 아니라 다음 프로젝트로 집합이 되었다. 짚단을 압축해서 집을 만드는 건축자재 인증도 받았다. 지푸라기의 품질이 상당히 중요하다. 압축 정도 등을 따져서 건축자재로 쓸 수 있는지 없는지의 기준을 마련했다.
- 나무 수액, 톱밥을 압축해서 모양을 떠서 만드는 짚단을 벽에 고정시키기 위해 개발한 나사도 있다. 집 내부 하나하나가 이런 작은 프로젝트의 집합체이다. 이런 기술을 복제하고 발전시켜서 집의 개체 수를 늘렸다. S-House는 연구소가 진행했던 기술 개발의 결정체이다.

□ 제로탄소리조트

- 태양열 온수, 바이오매스를 이용한 목재 난로 등의 에너지 기술을 사용하여 필리핀에 ‘제로탄소리조트(Zero Carbon Resort)’라는 건물을 만들었다. 건물마다 생긴

모양은 판이하게 달라도 필요한 욕구와 자연환경을 고려하는 기본적인 접근방식은 동일하다.

- 필리핀과 태국에 있는 500개의 리조트를 진단해서 친환경 서비스를 제공할 수 있도록 캠페인과 프로젝트를 진행했다. 지역에서 생산되는 음식을 소비하자는 내용도 포함되어 있는데, 실제로 리조트에서는 정원과 주변 마을에서 길러진 식재료로 음식을 만든다.
- 토종 종자를 가져다가 미끼로 농부들에게 재산을 빼앗은 일이 있었기 때문에, 농부들을 대상으로 토종 종자의 중요성을 인식하게 하는 교육 프로그램도 진행했다.
- 동남아가 태양빛이 강하기 때문에 태양열 에너지를 통해 전기를 생산하고 온도를 높여 요리에 사용하는 기술도 개발했으며, 갈대를 이용하여 오수를 전연으로 정화하는 장치도 활용되었다.
- 그 밖에도 대나무를 활용하여 빗물을 받는 집수 장치, 진흙을 밟아 압축시켜서 제작한 벽돌 등 사라진 전통 기법을 되살려내서 교육시켰으며, 교육 후 현지인들과 함께 워크샵도 진행했다.
- 현지인들에게 청정생산, 친환경 건축, 친환경 제품 생산, 에너지 개발 등을 교육하였고, 초등학교 학생들이 이러한 적정기술에 대해서 배울 수 있는 기회를 제공하기도 하였다. 결국 1년에 2백만 유로를 절약했다.

□ 네팔과 부탄 프로젝트

- 네팔에 에너지난이 왔었는데, 인도에서 정치적 이유로 국경을 막아서 LPG를 구하지 못해 나무를 때서 밥을 할 만큼 어려운 상황이었다. 이 때 현장에 있던 GrAT 연구원들이 사람들이 쉽게 만들 수 있는 난로를 만들어서 현지에서 바로 워크샵을 실시하기도 하였다.
- 부탄은 겨울에도 해가 많이 뜨는 곳으로, 태양열 온수기 시범사례를 설치했다. 원격으로 모니터링이 가능한 시스템을 만들었고, 문제가 생기면 원격으로 조종해서 수리가 가능하도록 하였다. 이곳의 태양광은 조도가 높아 반사 원리만 이용하면 형광 등 대신 사용이 가능하다.

2) 질의응답

Q 여기 말고 다른 연구소에서도 어린 학생들에게 적정기술에 대한 개념을 심어주는 교육 프로그램이 있는가?

A 여기도 적정기술이라는 용어가 일반인에게 널리 알려지진 않았다. 그러나 여러 연구가 시작되면서 학교, 사무실에 전파되고 있다. 패시브하우스는 비주류에서 주류가 된 선진국형 적정기술을 기반으로 하는 하우스다.

Q 친환경 소재로 10층 이상의 고층 빌딩을 건축할 수가 있는가?

A 목재의 경우 8층 높이까지 건축할 수 있고, 관련 기술이 개발되어 있다. 미리 가공해서 유닛을 쌓는 경우(prefabricated module, 조립식)에는 더 높은 건물도 건축할 수 있을 것 같다. 실제로 지어진 사례는 없다.

Q 현 건축 건설 공법과 일반적인 기존 건축 공법이 비슷한가? 크기는 어느 정도까지 확장할 수 있는가?

A 완전히 다르다. 오스트리아도 도시에 있는 집을 지을 때는 철근 콘크리트로 짓는다. 현 건축 건설 공법은 주로 목재를 사용한다. 유닛을 만드는 조립식 주택이다. 벽 같은 것도 방들이 다섯 개가 있는데, 방도 이런 벽으로 다 나누어져 있다. 압축해서 만든 벽이기 때문에 벽은 다시 분해할 수 있다.

Q 지붕 방수는 어떻게 하는가?

A A 지붕에 여러 개의 레이어가 쌓이는데, 두께가 상당하다. 밑에 목재가 있고, 그 위에 알루미늄 같은 메탈 재질이 들어가고, 방수가 들어가고, 그 위에 자갈이 올려져 있다. 그래서 밀집으로 지어진 집들은 큰 지붕이 있고, 모자가 커서 비가 들어오지 않도록 밑에 지붕과 건물 사이에 거리가 있다.

Q Straw Bell 디자인의 한계가 있는가?

A 단으로 만들 경우 곡면 구성은 어려우나 분사 방식으로 만들 경우 곡면도 가능하다. 곡면 처리로 벽을 만들고 지푸라기를 넣기만 하면 되는 방식으로 기술이 발전하고 있다. 현장에 기계가 있어서 벽만 있으면 지푸라기로 그 사이를 채우는 건 문제가 없다.

Q 단 방식과 분사 방식의 단열의 차이가 있는가?

A 고압분사이기 때문에 큰 차이는 없다. 비슷한 압력으로 만들어져 단열 효과도 똑같다.

Q 기술협력이 가능하려면 어떤 조건을 만족해야 하는가?

A 지푸라기를 붙여넣어서 단열할 때 먼지가 없는 기준이 있다. 그런 기준에 적합한 기기를 개발한 회사가 특허를 주는 방식이다.

5. 지역 시민이 설립한 재생에너지 기업 ‘솔라컴플렉스’



솔라컴플렉스

(solarcomplex AG)

Ekkehard Straße 10, 78224 Singen

www.solarcomplex.de

Tel: +49 7731 8274-0

브리핑 : Jutta Gaukler(Energy Tour Leader)

Tel: +49 163 14 10 357

gaukler@solarcomplex.de

www.solarcomplex.de

방문연수	독일	징엔	11/6(수)	14:30
------	----	----	---------	-------

1) 연수내용

□ 쓰레기 매립지역이 시민 주도의 지속가능한 에너지 도시로 전환

- 1990년대 중반까지 징엔 시는 생활쓰레기 매립장이었던 곳이다. 지난 2000년 ‘한 세대 안에 징엔 시를 중심으로 하여 반경 80km 이내 독일 남부 보덴제 호수 주변 27만 명이 사용하는 에너지를 100% 신재생에너지로 바꾸겠다’는 원대한 계획을 세웠다. 당시 인구는 4만 5천 명에 지나지 않았다.

- 솔라컴플렉스(Solarcomplex AG)는 2000년에 지역주민이 주도하여 큰 서커스 텐트를 빌려 5일간 개최한 주민워크숍의 결정으로 설립되었다. 워크숍의 가장 큰 주제는 ‘어떻게 우리의 삶을 지속 가능한 삶으로 바꿀 수 있을까’에 대한 것이었다. 처음 설립 당시에는 시민 20명이 참여하였는데, 이들에게 가장 중요했던 것은 △탈 원자력화 △기후보호 △지역경제창출이었다.



솔라컴플렉스의 시작이 된 징엔 주민워크숍

- 이곳은 21년간 근거리 난방시스템을 운영하고 있으며, 지역 에너지 소비의 97%를 공급한다. 20년 전에는 화석연료와 오일의 가격이 무척 높았다. 주민들은 지역 내에서 에너지 생산이 가능하다면, 연료비에 해당하는 돈과 그 가치가 그대로 지역 내에 유지될 수 있을 것이라고 생각했다. 하지만 그 당시 에너지 생산비용은 석유

의 3배에 달했다. 전 세계 40% 이상의 나라가 석유로 난방을 공급했다. 그럼에도 불구하고 징엔 지역사회는 주변의 사람들을 설득하여 자발적으로 참여할 수 있도록 유도했다.

- 솔라컴플렉스는 2000년 비상장 주식회사의 형태로 세워졌다가, 유한회사로 변경하였고 총 40여 명의 직원이 일하고 있다. 2015년을 기준으로 할 때, 주주는 약 1,000명, 투자금 약 1억 유로(한화 약 1,340억 원)의 기업으로 성장했다. 주요 투자자는 개인 50%, 기업이나 단체 50%로 구성되어 있다. 기업은 주로 전기 회사이며, 투자한 개인에게는 2~10%의 이윤이 지급된다. 처음 목표는 반경 80km 이내의 지역민을 대상으로 했지만, 현재는 150km까지 확대됐다.

□ 다양한 지역 재생에너지원 개발과 공급에 주력

- 솔라컴플렉스는 지역 내 다양한 재생에너지원을 개발·공급함으로써 지속가능한 사회를 만드는데 기여하고 있다. 주로 태양광, 수력, 풍력, 바이오가스, 우드칩 등을 활용하며, 근거리 열 네트워크(지역난방) 시스템으로 적용한다.
- 여기에서 실행한 첫 프로젝트는 2001년 프리드리히 빌러 고등학교 옥상에 설치한 18kW 용량의 태양광 집열판 발전기 설치이다. 여기서 생산된 전기를 전력회사에 팔았고, 그 수익은 주주에게 배당하였다.
- 최근에는 태양광 설비의 가격이 급격하게 하락해서 1kW 당 800유로 미만의 설치비용이 들어간다. 태양광 에너지 발전은 현재 매우 저렴해서 새로운 원자력 에너지 발전시설을 세우는 것보다 태양광이 더 저렴하다. 앞으로 생산가격은 더 빠른 추세로 하락세를 보일 것이라고 한다.
- 솔라컴플렉스는 설립 10년 만에 6MW급 태양광발전기를 설치하는 등 10년 만에 300배의 고속 성장을 이룩했다. 발전소 자산 규모 역시 2013년 기준 4,670만 유로(약 626억원)으로 10배 이상 성장했다.
- 이런 하드웨어적 사업뿐만 아니라, 재생에너지와 관련한 소프트웨어적 사업도 하고 있다. 대표적으로 교육훈련 프로그램과 인턴십 과정도 활발하게 운영되며, 재생에너지 개발을 위한 모금 활동과 네트워크 활동도 병행 중이다.

□ 징엔의 대표적인 패시브하우스, 솔라컴플렉스 본사

- 첫 프로젝트 이후 다양한 재생에너지 활용 시설을 설치하였는데, 대표적으로 솔라컴플렉스 본사의 패시브하우스를 들 수 있다. 뷔징엔의 태양열 진공관 지역난방, 리켈스하우젠 태양광 발전소, 마우엔하임(Mauenheim)의 바이오가스 시설과 풍력발전소 등도 대표적이다.
- 솔라컴플렉스 본사는 1963년에 지어진 낡은 콘크리트 건물을 2013년부터 2년간 골

조만 그대로 두고 패시브하우스 형태로 리노베이션했다.

- 건물 외벽 동·서·남쪽에 태양광 집열판을 설치했고, 2만 5,000ℓ 용량의 축열 시설과 바이오 열병합 발전기를 설치했으며, 창호 교체 및 공조시스템을 통해 열 손실을 최소화했다.
- 건물 옥상에는 정남향이 아닌 동서 방향으로 태양광 집열판을 설치해 꾸준히 일정량의 전기를 생산할 수 있도록 했다.



솔라컴플렉스 본사 전경

□ 뷔징엔(Büdingen)의 태양열 진공관을 이용한 지역난방

- 스위스 안에 자리 잡은 독일 영토 뷔징엔(Büdingen)은 솔라컴플렉스가 신재생 에너지 설비를 설치해 에너지를 공급한 9번째 마을이다. 뷔징엔에는 진공관 형태의 태양열 온수기를 설치해, 112가구에 지역난방을 공급하고 있으며, 일반적인 진공관 온수기로 사용하는 글리콜액 대신 온화한 기후 특성을 이용해 물을 사용한다.



뷔징엔 태양열 진공관 지역난방

- 글리콜액은 2~5년마다 교체해야 하고 지역난방과 연결하려면 한 번 더 가열해야 하는데, 물은 지역난방과 직접 연결이 가능하고 인근 강에 배출하여도 환경 오염 문제가 발생하지 않아 관리가 쉽다.
- 뷔징엔은 햇빛이 강해 대부분 태양열로 지역난방을 공급하지만, 햇빛이 약할 때는 우드칩으로 부족한 에너지를 보완하고 있다.

□ 전력 네트워크로 에너지 자립체계를 갖춘 리켈스하우젠 솔라 파크

- 리켈스하우젠 태양광 발전소 사례는 친환경 신재생에너지의 성공에 한 획을 그은 프로젝트로 평가받고 있다. 징엔 외곽에 위치한 리켈스하우젠에는 80만㎢의 광활한 부지에 태양광 집열판 3만 2,000개의 모듈이 설치되어 있으며, 지역주민 4,000여 명에게 전기를 공급하고 있다.
- 이곳은 1990년대 중반까지 쓰레기 매립장으로 사용되던 곳이었었는데, 솔라컴플렉스는 매립이 끝난 땅을 임대하여 태양광 발전소를 설치한 후 수익의 5%를 임대료로

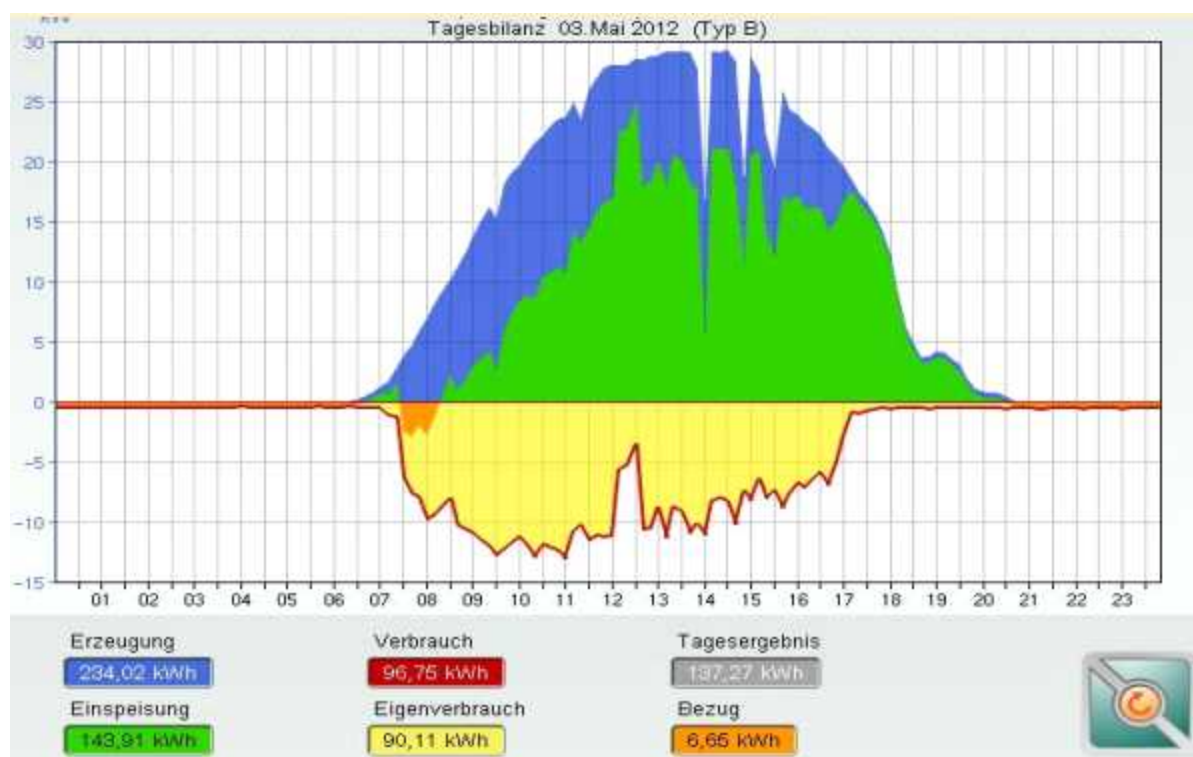
지불하고 있다.

- 2006년부터 2016년까지 10년 동안 발전비용이 4천 유로에서 3천 유로로 낮아졌고, 전력보상금도 25% 줄었다.

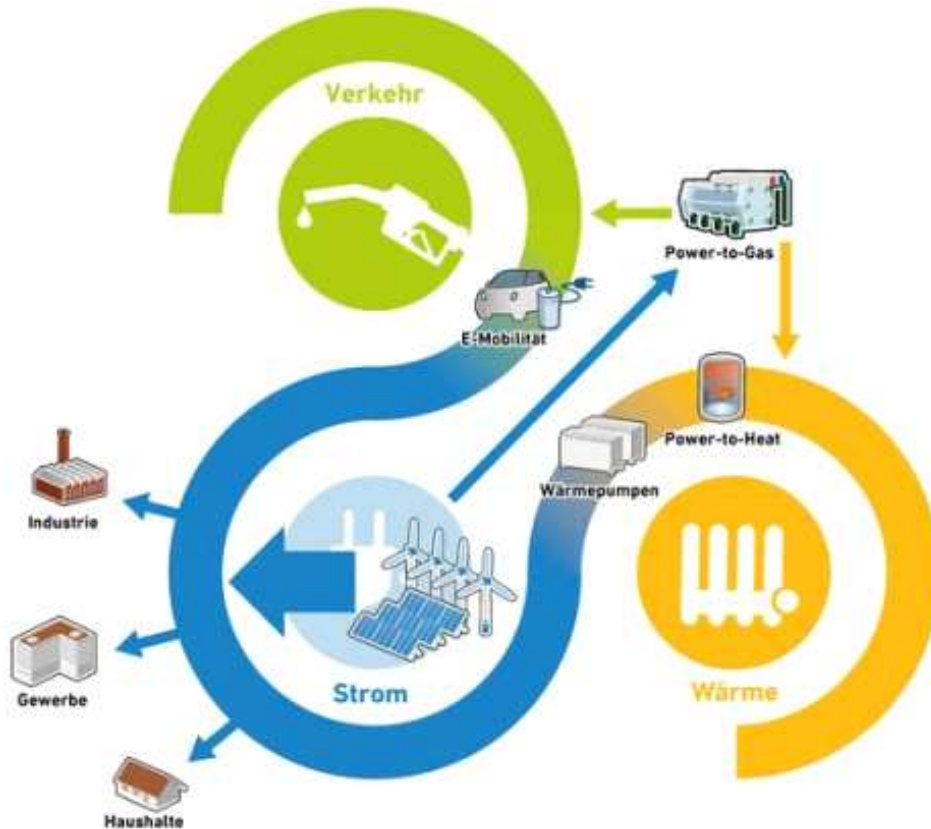


리켈스하우젠 솔라 파크 전경

- 에너지 수요가 많은 기업이나 가정은 자체 태양광 발전시설을 설치하기도 한다. 자체설비는 태양광 패널이 남향에만 한정되지 않고 동서로도 향하는데, 이렇게 하면 아침 일찍부터 오후 늦게까지 태양광을 활용할 수 있는 장점이 있다. 남향으로 고정된 경우에는 정오에 발전량이 정점을 찍고, 이때 발전량은 다 사용하지 못하기 때문에 낮은 가격에 되팔 수밖에 없다.
- 구체적인 사례로, 아래 그래프는 2012년 5월 3일 0시부터 23시 50분까지의 자체 발전량을 보여준다. 보통 근로자들이 아침 7시 30분에 근무를 시작하고 점심시간은 12시~1시, 퇴근시간은 4시 30분~5시라고 할 때, 12시가 가장 피크를 나타낸다. 5시 이후에는 태양이 강하지 않아서 에너지 전력을 위해 다른 에너지를 활용하는 발전시설이 가동된다. 이때를 제외하고는 전 기관에 걸쳐서 에너지를 커버한다.



자체 태양광 발전시설의 1일 발전량 및 소비량 사례



다양한 재생에너지원이 연결된 리켈스하우젠의 전력 네트워크

- 항상 자급자족을 하는 것은 아니지만 네트워크가 연결돼 있어 항상 위의 방식으로 활용할 수 있다는 것이 장점이다. 여기서 보여주고 싶은 것은 자체 전력생산을 통해 자체 에너지 소비를 커버할 수 있다는 점이다.

□ 발전시설의 잔열을 지역난방 에너지원으로 사용하는 란덱

- 란덱(Randegg) 지역은 바이오에너지 발전시설의 잔열 또는 폐열을 대기 중으로 발산시키지 않고 땅 밑에 설치된 네트워크(파이프라인)에 집열한다. 이 파이프라인은 도로 가장자리를 깊게 파고 각 가정까지 연결되도록 설치한다.
- 가정에는 자체적인 발전시설은 없다. 단지 파이프라인을 통해 전달된 온수 형태의 열을 에너지로 전환하고 배분하는 스테이션만 있다. 즉, 온수가 집으로 가는 것이 아니라 열로 전환된 에너지가 공급되는 것이다.
- 이러한 개념의 지역난방 네트워크(근거리 네트워크)는 초기 설치비용이 아주 비싸다. 처음에 설치할 때 비용이 굉장히 많이 든다. 주로 바이오에너지, 태양열, 기업과 공장에서 나오는 폐열, 지열, 수소, 연료전지 등이 에너지원으로 이용된다.



재생에너지 발전시설



도로변 난방네트워크



가정으로 공급되는 난방파이프

□ 마우엔하임(Mauenheim)의 바이오가스 시설 및 풍력발전소

- 마우엔하임은 독일 전체로는 두 번째, 바덴뷔템베르크 주에서는 최초의 에너지 마을이다. 마우엔하임에서는 동물 분뇨와 옥수수, 보리, 후프라는 목질류 등 식물성 재료를 활용해 자체적으로 바이오가스인 메탄가스를 생산해 주민들에게 전기와 온수를 공급한다.



마우엔하임 바이오에너지 시설 분포



마우엔하임 바이오가스 시설

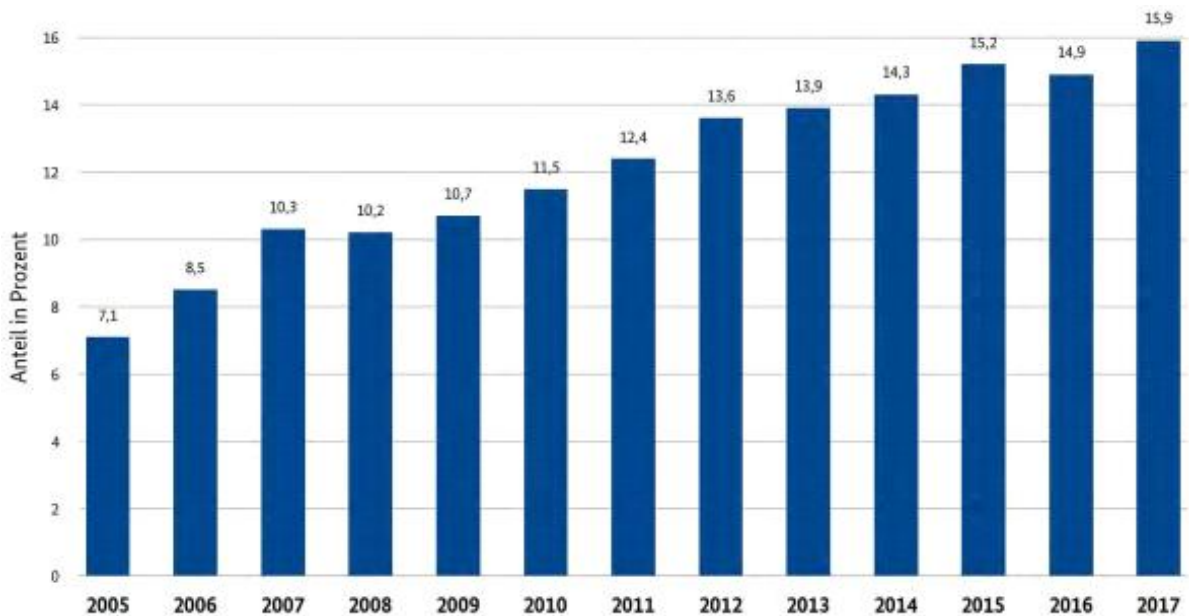
- 에너지 자립마을 추진 당시, 메탄가스의 위험성에 대한 우려와 기존 설치된 가스관 의무 사용 기간 이행에 대한 부담에도 불구하고, 친환경 에너지 사용을 통한 환경 보호에 대한 주민들의 적극적인 동조가 있었기에 가능했다.

□ 재생에너지법 발효로 에너지패러다임 전환에 성공

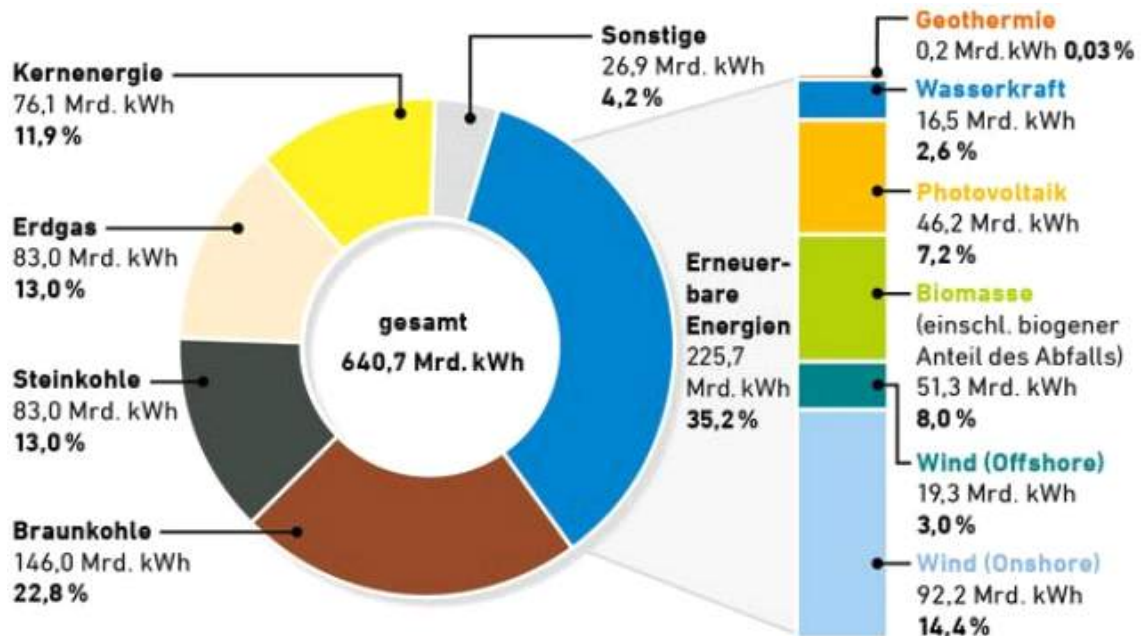
- 독일은 2022년까지 탈원전 계획을 완료하고, 2038년에는 갈탄 생산도 중단할 계획이다. 원자력과 화석연료를 통한 에너지 생산이 불가능하기 때문에 에너지 수요를 충족시킬 방법을 지속적으로 고민하고 있다. 갈탄 생산에 대한 토론을 진행해서 2038년까지 갈탄 생산을 중단하기로 결정됐다.
- 독일은 에너지 수요를 충족할 방법을 고민하다가 사민당과 녹색당이 중심이 되어

2017년 신재생에너지법을 발효하였다. 이를 통해 향후 20년간 신재생에너지 발전 시설에 투자한 비용을 보상하는 원칙을 세움으로써 경제적 이유로 인해 전력생산을 포기하지 않는 유인책을 마련하였다. 이로써 독일의 에너지패러다임 대전환이 이루어졌고, 난방뿐만 아니라 교통을 운영하는 에너지 생산까지 활용할 수 있게 되었다.

- 이 재생에너지법이 정치적으로 옳은 것인지는 논란의 여지가 있지만, 결과적으로는 성공적이었다. 2018년 현재 전체 에너지 중 재생에너지가 차지하는 비율은 16~17% 사이를 차지한다고 한다.

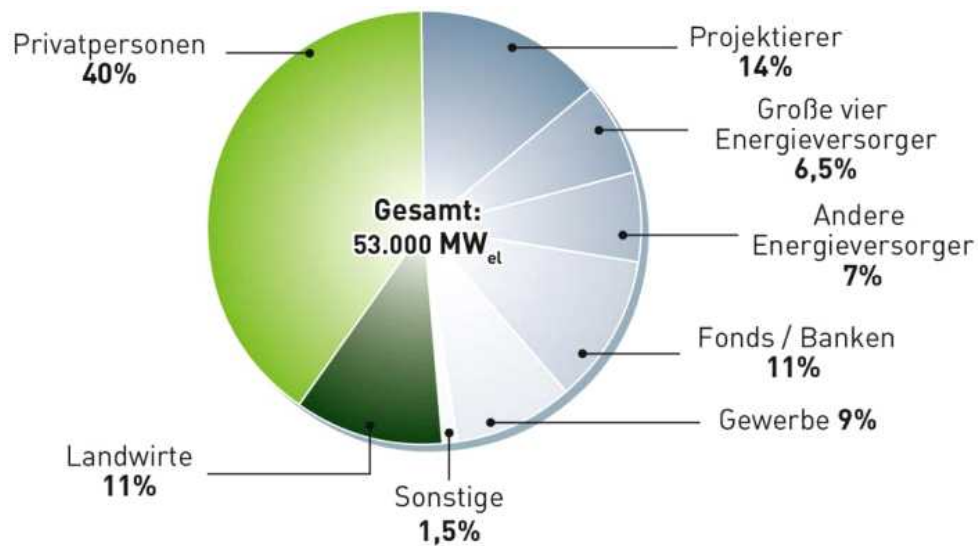


독일 신재생에너지 비율(2005년부터 2017년)



독일 신재생에너지 생산 유형별 비율

- 가장 투자가 활성화된 에너지원은 풍력이다. 일정 수준 이상의 수익이 보장되기 때문이다. 전력생산에 대한 보상금은 별도의 세금이 아니라 전력 소비자가 납부하는 공과금에서 나오는 것이다. 따라서 납세자의 추가 부담은 없다.
- 재생에너지에 대한 투자는 민간영역, 특히 개인이 40%로 가장 많은 비중을 차지하며, 그 가운데에는 농업 종사자가 11%로 가장 많다. 땅에서 바이오매스를 만들 수도 있고, 지붕에 태양광 에너지를 설치할 수도 있어 아주 중요한 역할을 하고 있다.



재생에너지 투자집단 비율

2) 질의응답

Q 에너지 생산의 경우 사회적인 합의가 이루어져야 가능하다고 생각하는데, 일본의 경우 후쿠시마 원자력 발전소 사건 때문에 원자력을 포기한다고 했다가 다시 생산하고 있다. 한국도 탈 원자력을 위해 태양열 생산을 시작하려고 하지만 거기에 대한 사회적 합의가 아직 이루어지지 않았다. 독일에서는 사회적 합의를 어떻게 실현했는가?

A 일단 독일에서 원자력 에너지에 대한 논쟁이 몇십 년 동안 이루어졌다. 모든 사회 계급과 정당에 관계없이 문제점에 대해 인식을 하고 있다. 하루아침에 논쟁이 끝난 것이 아니라 아주 장기간의 토론을 통해 합의가 이루어졌다. 정치적인 대립 없이 원자력 발전소에 관해서는 모두 문제점이 있다는 같은 의견을 갖고 있었다. 독일에서는 원자력 발전소뿐만 아니라 원자력 재처리장 등의 설비를 만들 때 굉장히 긴 논쟁이 있어왔다. 68세대부터 원자력이 정말로 괜찮은지에 대한 논쟁이 있었고, 2019년 재생에너지법이 발표되고 난 후부터는 원자력보다 재생에너지 쪽으로 중점을 맞췄다. 2011년 3월 후쿠시마 사태 때 독일은 더 빠른 속도로 탈원전화를 이루어야 한다고 생각했다. 일본은 그 사태로 인해 별로 영향을 받은 것 같지 않고 독일이 일본보다 더 영향을 받은 것 같다. 한 마을에서 원자력 발전소를 세우려는 계획이 시민들에 의해 무산된 적도 있다. 이 주에서 선거가 2011년 3월 말에 있었다. 2차대전 이후 처음으로 녹색당이 당선되면서 메르켈 총리가 녹색화에 대한 대안을 제시하지 못하면 시민의 지지를 받지 못하겠다는 위기의식을 느껴서 탈원전화를 빠른 속도로 진행한다.

Q 난방에 물이 들어오는데, 에너지로 전환되는가?

A 7km에 이르는 관이 있는데, 모든 집의 콘크리트를 뚫어서 관을 연결했다. 그 관을 통해 온수가 들어오는데, 집으로 온수가 들어오는 것이 아니라 열 교환기에서 에너지로 전환되어 전달된다.

Q 나무는 지역주민들에게 무상으로 공급하는 것인가?

A 목재상을 통해 나무를 사서, 가공한다. 석유를 이용하는 것보다 경제적으로 이익이 된다. 2년 동안 독일이 굉장히 건조한 적이 있었다. 따라서 나무도 망가져서 싼 값에 망가진 나무를 이용했었다. 나무로 에너지를 생산하는 데 1kW당 3~4센트밖에 들지 않는다.

Q 설비하실 때 직원들이 직접 현장에 나가서 굴착하고 매립했는가?

A 직원들이 다 하는 것이 아니라 공개입찰해서 가격 견적을 받은 다음에 결정해서 전문가들에게 맡긴다. 관을 만드는 것도 전문가들에게 의뢰했다.

Q 귀성에서도 목재, 태양광을 이용해 지역난방시스템을 운영하는데, 가정에서 온도를 조절 못한다고 했다. 이곳은 가능한가?

A 계약상 최저 온도가 정해져 있지만 각 가정마다 방열기로 온도를 높이거나 낮추는 것은 충분히 가능하다. 그리고 회사 측에서 80-82도의 온수를 공급하기로 정한다. 155개의 가정밖에 없는 곳이지만 일반 가정에 온수를 저장할 수 있는 조그만 비축고가 있다.

Q 우드 칩 활용하는 관 설치를 다 Solar Complex 측에서 진행하면 수익이 남는가?

A 직접 투자하는 이유는 당연히 수익이 남기 때문이다. 경제적인 문제는 없다. 독일연방 정부에서 에너지 효율이 일정 정도 이상이 되는 것에 대해 보조금을 지급한다. 그 보조금은 회사가 받는 것은 아니고 개인 가정으로 간다.

Q 태양열 관들을 주기적으로 세척하는가?

A 안에 들어있는 건 당연히 씻을 수 없다. 우리가 씻는 것이 아니라 비가 올 때 당연히 세척된다.

Q Solar Complex는 회사인가요, 시민들이 자발적으로 만든 회사인가?

A 2000년에 20명의 주민이 모여서 주주가 되어 회사를 만들었다. 지금은 1200명이 주주이고 40명의 직원이 있다. 조합도 있다. 주주의 형태는 다르다. 개인이 참여하는 경우도 있다. 100%의株式이 있으면 1,200명의 사람들에게 흩어져 있다. 사회적기업의 형태로 볼 수 있다. 이윤을 추구하는 기업이다.

6. 프라이부르크의 기후보호와 환경친화적 폐기물정책



혁신아카데미

(Innovation Academy e.V.)

Bertoldstrabe 45, 79098 Freiburg, Germany

www.innovation-academy.de

Tel: +49 761 400 44 81

브리핑 : Hans-Jörg Schwander(CEO)

Tel: +49 761 400 44 82

info@innovation-academy.de

www.innovation-academy.de

방문연수	독일	프라이부르크	11/7(목)	9:00
------	----	--------	---------	------

1) 연수내용

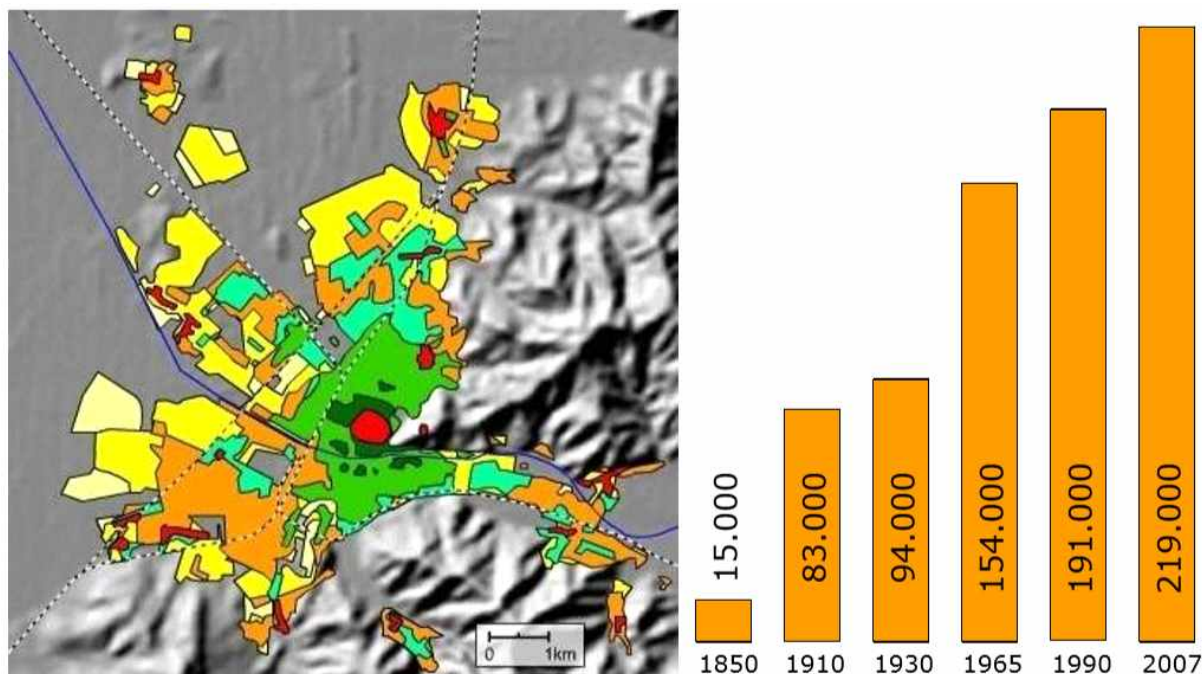
□ 42년간 바덴뷔르템베르크 지역 제일의 젊은 도시

- 프라이부르크 시는 한국에도 잘 알려진 태양의 도시이자 독일의 환경수도로, 'European City Of The Year 2010'에서 '지속가능한 도시 발전(Freiburg im Breisgau)' 상을 수상했다. 프라이부르크는 40년 전에 이미 신재생에너지를 보급하기 시작했으며, 1976년 유럽 최초로 태양광 에너지 박람회도 열리기도 했다.
- 프라이부르크는 독일·프랑스·스위스 세 나라 국경이 맞닿은 곳에 위치하고 있다. 2016년 기준으로 볼 때 인구는 22만6명 정도인데, 이 중 학생이 32,000명을 차지하는 젊은 도시이자 대학 도시이다. 바덴뷔르템베르크 주에서 42년 동안 가장 젊은 도시로 꼽히고 있다.
- 독일은 전체적으로 인구가 감소하는 추세임에도 불구하고 프라이부르크는 증가하고 있다. 전출자 수가 22,000명일 때, 전입자 수는 64,000명으로 약 3배에 달했



프라이부르크의 위치

다. 이 지역은 다른 산업시설의 비중은 크지 않고, 대학과 연구기관이 중심이다. 관광객의 비중도 크지 않지만, 연간 방문객 수가 145만 명을 기록했고, 이들을 위한 관광산업 규모가 커져서 실업률이 5.6% 수준으로 낮다. 전체 일자리는 117,000개로 집계되는데, 1987년과 비교할 때 약 56%가 증가한 수치이다.



프라이부르크의 지역적 확대(1850년-2007년)

□ 원자력 발전소 설립 반대운동에서 시작된 지속가능한 환경도시

- 1975년 프라이부르크에서 20km 떨어진 지역에 원자력 발전소를 설립하려는 시도가 있었다. 당시만 해도 원전은 신기술이었고, 원자력의 피해나 위험성이 대중들에게 심각하게 인식되지 않았으며 폐기물 문제 정도로만 인식하는 수준이었다.



원전반대운동을 펼치는 시민단체

- 하지만 프라이부르크 외곽 흑림 농가를 중심으로 원전으로 인한 수온상승, 그리고 포도농가에 대한 직접적인 피해를 우려하는 목소리가 생겨났다. 여기에 더해 프라이부르크 지역에 산성비가 내리고 흑림이 피해를 입는 것을 목격하면서 원전반대운동은 큰 시민운동으로 발전했다. 결국 원자력발전소 건축계획을 무효화시키는 성과를 낳았다.
- 시민 주도의 원전반대운동은 환경에 대한 인식이 높아지고, 원전이 아닌 대체에너지

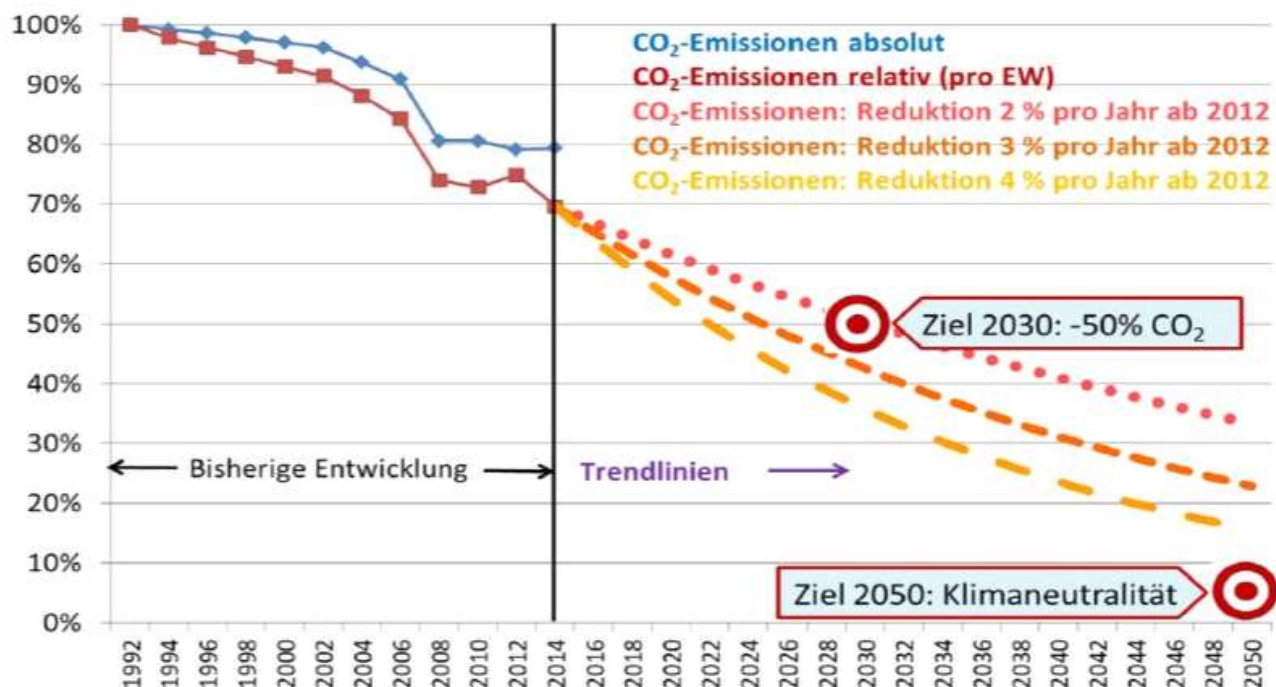
지에 대한 관심과 실천을 확산하는 계기가 되었다. 또한 정치적으로는 녹색당이 출범하는 계기로도 작용했다. 프라이부르크가 속해 있는 바덴뷔르템부르크 주는 독일 16개 주 안에서도 가장 보수적이라고 알려져 있는데, 후쿠시마 사고 이후 독일 최초의 녹색당 주지사가 탄생할 정도로 환경문제에 대한 관심이 높아진 것이다.

□ 원전반대운동의 주역이 지역의 환경정책 선도

- 프라이부르크 환경청이나 에너지연구소 관련자 중에는 1970년대 원전반대운동의 주역들이 많이 있다. 원전반대운동과 그 과정의 대안에너지운동을 통해 프라이부르크는 1986년에 시에 환경보호국을 설치했으며, 1990년에는 이를 환경부로 확대하고 환경부시장을 두는 등 환경정책에 집중하고 있다.
- 대표적인 인물이 태양열에너지 전문건축가인 롤프 디슈(Rolf Disch)와 태양광 모듈의 선구자인 게오르규 살바모제르(Georg Salvamoser), 친환경 호텔인 빅토리아호텔(Victoria Hotel)의 경영자인 아스트리드 스파스(Astrid Späth), 유럽 최대의 태양열에너지 연구기관인 프라운호퍼 ISD(Fraunhofer ISE)의 설립자인 아돌프 괴츠베르거(Adolf Götzberger) 등이다.
- 롤프 디슈는 세계 최초의 플러스에너지(Plusenergy) 주택인 헬리오트롭(Heliotrop)을 건축한 분이다. 그는 ‘모든 주택은 그 자체로 발전시설이어야 한다(Each house should be its own power plant)’는 철학을 가지고 있다.
- 게오르규 살바모제르는 태양광 모듈 생산회사인 솔라파블릭(Solar Fabrik)의 설립자이다. 이 회사는 1996년 처음 지어졌는데, 1999년 ‘이산화탄소 배출제로’의 생산공장을 준공했다.
- 국제적인 환경단체들도 프라이부르크에 모여 들었다. 유럽에서 가장 큰 태양광에너지연구기관인 프라운호퍼ISE와 더불어 태양에너지 국제연구조직인 ISES(International Solar Energy Society)도 1995년 미국에서 이곳으로 이전했다. 유로 솔라도 프라이부르크에 자리를 잡았다.
- 사용하는 에너지를 100% 자급하고 폐기물 제로를 지향하는 빅토리아 호텔도 프라이부르크의 자랑이다. 이 호텔은 건물 내에 있는 열병합발전소로 전력과 난방의 30%를 충족하고, 인근의 풍력발전소에서 공급받는 에너지로 나머지 전력의 대부분을 사용하고 있다.

□ CO₂배출 제로(0)를 목표로 하는 장기적인 환경보전정책 구축

- 프라이부르크는 1992년 독일환경원조재단이 주최한 콘테스트에서 151개 지자체 중 1위를 차지, 그 해의 ‘자연.환경보호에 있어서 연방수도’라는 호칭을 얻게 되고 이를 계기로 ‘환경수도’로 불리게 되었다.



프라이부르크의 이산화탄소 배출 저감 계획

- 프라이부르크는 에너지 자립을 위한 정책과 전략을 세우고, 이산화탄소 배출 제로 도시 구현을 실천하고 있다. 기후보호를 위해 △기후친화적 건물·도시설계·행정 △지속가능한 열 공급 △CO₂배출 제로 이동편의시설 △무역 및 산업 △재생에너지 △기후친화적 생활습관 등 6개 분야로 나누고 실천계획을 수립해 놓았다.
- CO₂저감정책은 1992년 시작하였는데, 2030년까지 50%, 2050년까지 0%, 즉 ‘제로 배출’을 달성한다는 목표를 정해 놓았다. 이 탄소저감정책은 ‘시민참여 극대화’가 유일한 해결책이라는 공감대를 토대로 추진하고 있다.
- 시는 CO₂감소를 위해 오래된 건물의 난방에 사용하는 에너지 소비량을 줄이는데 중점을 두고 있다. 연방정부에서 권장하는 난방 에너지 사용량 기준은 90kW이지만, 프라이부르크는 25kW로 매우 낮다.
- 신축건물은 에너지 절약형 건물로 지으면 되지만, 기존 건물은 리노베이션하려면 비용도 문제지만 기술력 있는 업체를 확보하는 것도 과제가 된다. 그래서 매년 박람회를 개최, 재정 지원기관을 비롯하여 원자재 생산업체 등이 참가하도록 정보와 지원을 아끼지 않고 있다.

□ 태양광을 중심으로 한 신재생에너지 보급

- CO₂ 배출 제로를 위해서는 신재생에너지 보급이 가장 중요하다. 프라이부르크의 태양광 에너지 발전 추이를 보면 1989년 시작 당시에는 0.008MW에 불과하였으나, 점차 증가하여 2011년 21.2MW로 증가했다.

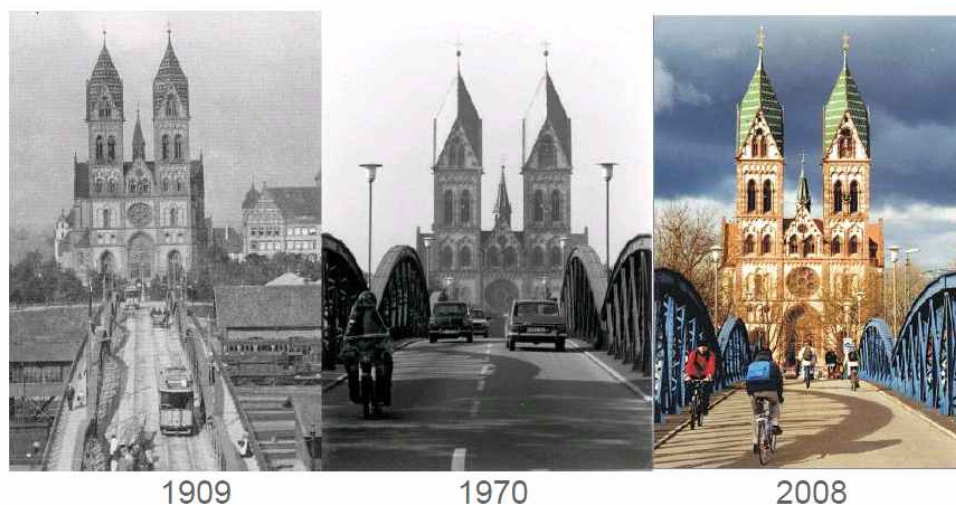
- 프라이부르크의 재생에너지 발전량을 보면 태양광 발전이 가장 많으며, 그 다음으로 시내 5개 풍력발전기에서 12.9MW를 생산한다. 프라이부르크 풍력발전의 특징은 대부분 주민들의 참여한 협동조합 형태로 만들어졌다는 점이다. 바이오매스를 통한 전력 생산과 일부 수력발전도 있다.
- 분데스리가 1부리그 축구클럽인 SC프라이부르크의 홈구장인 슈발츠발트 슈타디온 지붕의 태양광 패널은 축구팬들의 투자로 설치한 것이다. SC프라이부르크가 아이디어를 제안하여 이미 20년 전인 1995년에 만들었다. 구단은 태양광 패널 5개를 한 세트로 하여 약 700만원의 금액에 분양했다. 이 때 참여한 축구팬의 수는 148명이었는데, 패널 분양인에게 리그정기권을 선물하고 발전수익도 돌려주는 체계를 마련했다. 축구팬과 구단이 일체감을 갖게 하는 데에도 도움이 됐다고 평가받는다.

□ 바이오가스 설비를 통한 에너지 생산

- 프라이부르크 시의 쓰레기 폐기물 재활용 비율 추이를 보면, 1992년에 25%에서 2011년 60%까지 증가했다. 25년 전만 해도 바이오매스라는 개념이 부족해서 대부분의 쓰레기가 그냥 버려졌으나, 이제는 쓰레기를 분류하여 바이오가스 설비에서 에너지를 만들고 온수를 공급한다.
- 과거 쓰레기 매립지였던 곳에서 발생하는 가스를 이용하여 에너지를 만들어내고, 쓰레기 매립지 위에 태양광 설비를 지어서 태양광 발전이 가능하도록 하고 있다. 2.5MW의 발전을 가능하며 약 1,000세대의 에너지 수요를 담당하고 있다.

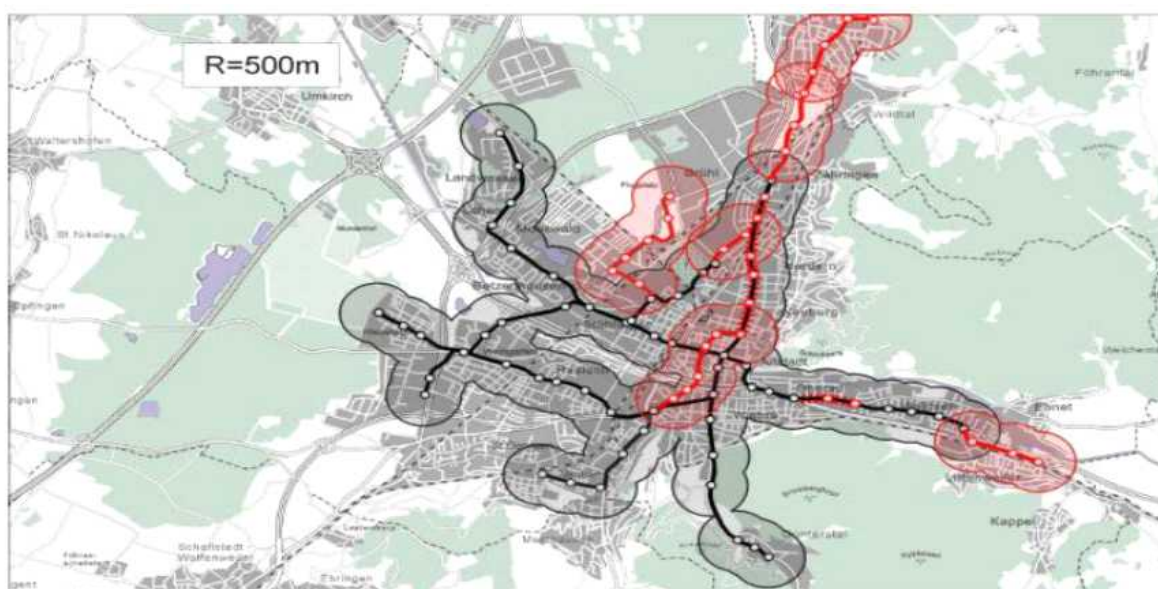
□ 트램, 자전거, 보행자 중심의 대중교통 체계

- 프라이부르크가 지속가능한 도시를 위한 계획을 굳건한 의지로 실시할 수 있는 것은 시민의 의지와 더불어, 이를 대표하는 녹색당 소속의 시장이 16년간 4회에 걸쳐 연임했기 때문에 가능했다는 평가도 있다.(독일에는 선거직 공무원의 연임 제한이 없어서 장기간 연임하는 사례가 흔하다.)
- 프라이부르크는 1970년대부터 트램, 자전거, 보행자 중심의 대중교통체계를 꾸준히 구축해 왔다. 교통수단 이용비율을 보면, 1982년에는 보행 35%, 자전거 15%, 트램 11%, 2인 이상 승용차 이용 9%, 1인 승용차 이용 29%였으나, 1999년에는 보행 23%, 자전거 27%, 트램 18%로 자전거와 트램 이용률이 점점 증가해 왔다.



프라이부르크의 대중교통 역사

- 트램은 100년 전부터 도입됐다. 하지만 자동차 산업이 본격화되는 1970년대에 들어서면서 다른 도시들은 트램을 없애는 추세였고, 프라이부르크는 반대로 트램 위주의 교통정책을 전개했다. 트램 설치 비용의 85%는 연방정부와 주정부에서 부담하고, 15%는 운송회사가 부담했다.
- 주거지역은 500m 이내에 트램역을 두는 원칙을 가지고 있으며, 트램역에서 거주지까지의 거리는 최대 250m 이내로 설정하는 것을 원칙으로 하고 있다. 시민들이 대중교통만 가지고도 충분히 이동할 수 있도록 해놓자는 것이다. 지금도 선로가 계속 신설되고 있으며, 이용률도 점점 높아지고 있다. 1980년에는 30만 명이 이용했는데, 2018년 현재 교통수요의 83%에 해당하는 80만 명이 트램을 이용하고 있다.



프라이부르크 전역을 이어주는 트램 노선망

- 트램은 최근 들어 친환경 교통정책으로 각광받고 있다. 과거 트램을 없앴던 프랑스,

스페인, 미국 등에서 새롭게 도입하려고 하는 추세이다. 프라이부르크에는 존립 자체가 어려웠던 상황에서도 트램을 없애지 않고 계속해서 운영해 온 노하우를 배우려고 다른 지역에서 방문을 많이 하고 있다.

□ 대중교통에 편리한 중앙역 환승시스템과 자전거 주차장

- 프라이부르크 중앙역은 도시 교통의 중심으로 자전거, 버스, 기차, 트램을 환승할 수 있는 중심 역할을 담당하고 있다. 트램을 타고 고가도로 위에서 내려 계단만 내려가면 바로 장거리 열차를 이용할 수 있는 플랫폼이 있고, 자전거 주차장에서 100m만 걸어가면 트램에 오를 수 있도록 설계했다.



자전거와 사람만 건너는 중앙역 다리

- 역을 가로지르는 다리는 기차와 트램 이용을 편리하게 연결해 준다. 이 다리는 보행자와 자전거, 트램만 환승이 가능하고 자동차는 불가능하다.

- 자전거 중심 대중교통체계를 한 눈에 볼 수 있는 자전거 주차장 ‘벨로(Velo)’도 중앙역에 건설해 놓았다. 벨로는 1,000대의 자전거를 주차할 수 있는 시설로 중앙역 역세권 종합개발계획의 일환으로 건설되었다.



중앙역과 자전거 주차장 ‘벨로’

- 벨로는 지상 3층 건물이며 1층에는 카셰어링에 참여하는 자동차 전용 주차장이 있고, 2층에 2단으로 된 자전거 주차장이외에 자전거 세차장, 자전거 용품 판매장과 수리점도 있어 자전거에 관한 모든 것을 다 해결할 수 있도록 해놓았다. 3층은 자전거 대여, 여행안내소, 휴게소 등 편의시설로 이용한다.

□ 도보와 자전거 이동비율이 63%

- 프라이부르크가 처음 자전거도로 정책을 실시한 것은 1970년대이다. 도심에 29km의 자전거 전용도로를 설치했는데, 현재는 500km 이상 구축했고 여기에 300만 유로의 자금이 투자되었다. 그 결과 1982년 자전거의 도심 교통량 부담율은 15%였지만, 2016년에는 두 배가 넘는 34%까지 늘어났다. 같은 기간 자가용의 교통 부담율은 30%에서 16%로 떨어졌다.
- 프라이부르크 시민이 출퇴근이나 여가 때 이용하는 교통수단 1위는 자전거가 차지

하고 있다. 최근 프라이부르크는 자전거만 다닐 수 있는 전용도로인 자전거 고속도로를 지속적으로 확대하고 있다. 자전거는 편하고 자동차는 불편한 도시를 지속적으로 만들겠다는 것이다.



지역주민의 이동수단 비율

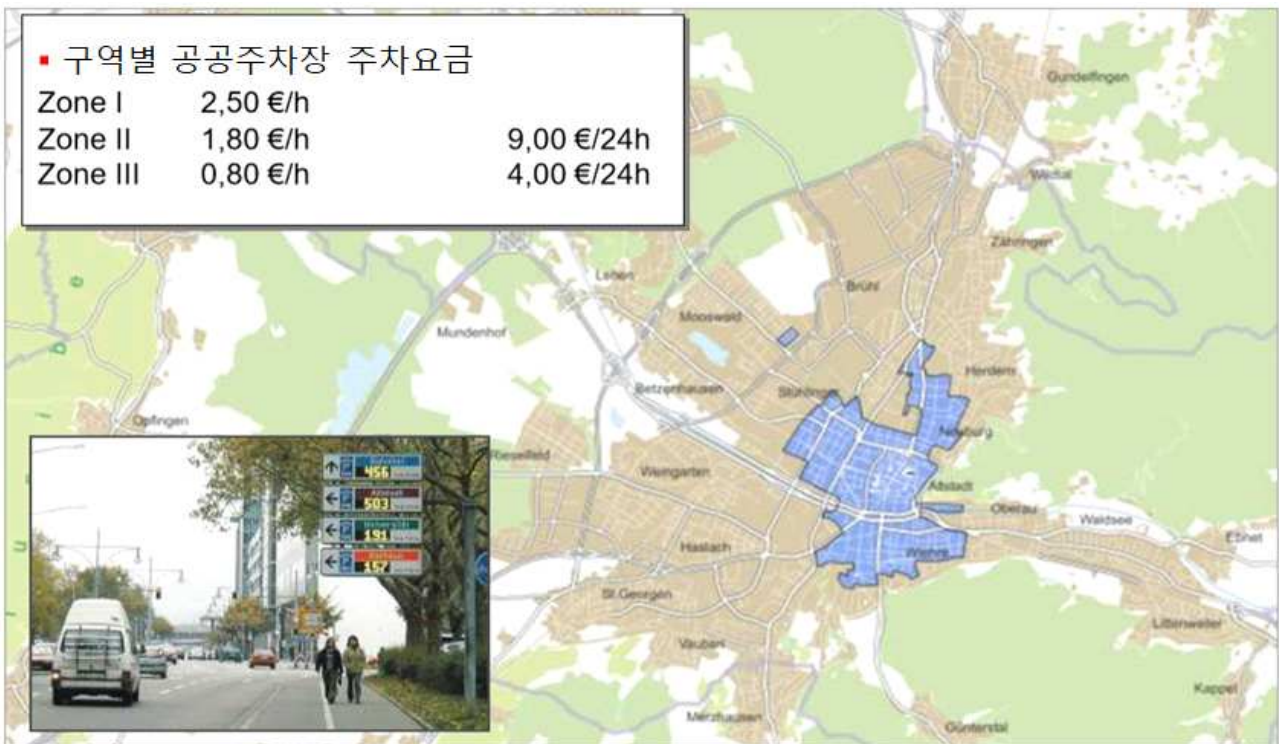


- 이런 자전거도로 네트워크를 세우는데 필요한 재정은 주정부가 50%, 시정부가 50%로 나누어 부담하고 있다. 자전거 전용 도로는 △자동차도로 근접 자전거도로 140km △숲과 강을 따라 외곽에 설치된 자전거도로 150km △주거공간의 자전거 친화도로 130km 등 모두 420km에 달한다. 특히 주거지역은 자동차나 자전거의 최대

속도가 30km 이하이고, 일방통행이기 때문에 자전거 친화도로로 운영하고 있다.

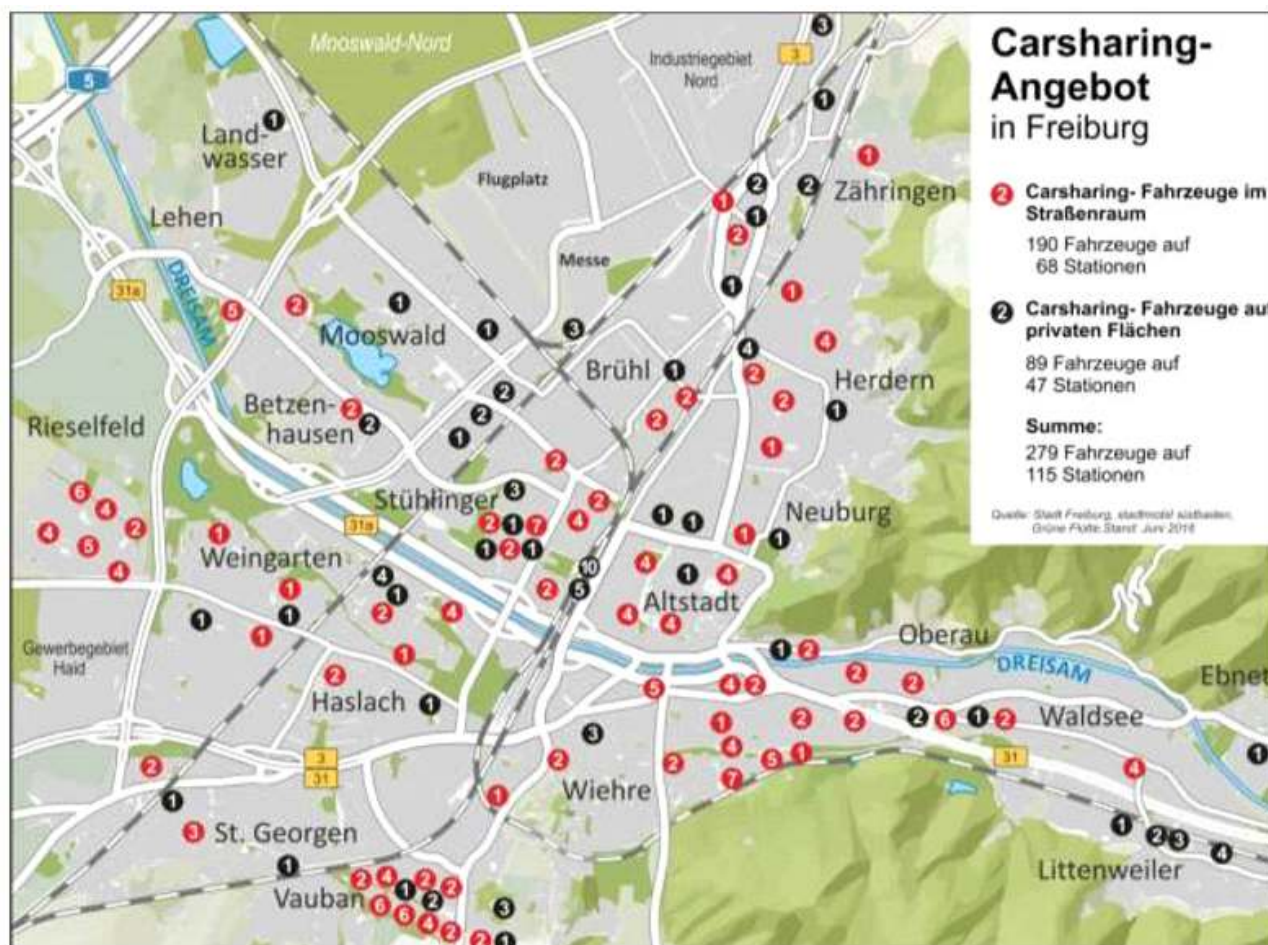
□ 보행자 전용거리로 운영하는 구도심과 외곽의 주차장

- 프라이부르크의 모든 건물은 이 도시에서 가장 높은 뮌스터대성당(116m)보다 낮게 건축하도록 규제하고 있다. 구도심은 보행자 전용거리로 지정했으며, 지속적으로 확장하여 총 50ha까지 넓힐 계획이다. 자동차 진입은 상가에 물건을 하역할 때만 제한적으로 허용된다.
- 주차장으로 사용하던 뮌스터대성당 광장도 보행자 전용거리로 지정하여 주6일 상설 시장으로 활용하고 있다. 교통유발요인이 큰 대형쇼핑몰은 도심에 아예 들어설 수 없다.
- 도심의 주차장은 자전거 거치대 중심으로 운영한다. 자동차주차장이 거의 없다고 해도 과언이 아니다. 자동차주차장은 주로 도심 외곽에 있다. Zone I, Zone II, Zone III 세 개 구역에 걸쳐 15개 주차장에 약 4천 개의 주차면이 있다. 구역별로 주차요금이 다른데, Zone I은 종일 주차가 아예 불가능한 지역이다. 도심 외곽에 차를 세워 두고 시내를 대중교통으로 진입하라는 확실한 신호가 주차장 정책이다.



프라이부르크 구역별 공공주차장 주차요금

- 도심에 자동차 제한구역을 확대하자 카셰어링도 활성화되었다. 시 전역에 걸쳐 80개의 카셰어링 주차장이 있는데, 시내 어디서나 필요한 시간만큼 자동차를 대여할 수 있다.



시내 곳곳에 위치한 카셰어링 거점지역

□ 프라이부르크 폐기물 처리 방법

- 프라이부르크 폐기물처리장은 1887년에 처음 공사를 시작했고, 1993년부터 시에서 관리하기 시작했다. 1999년에 시정부 산하 공사에 관리를 맡겼다가, 2000년에 ASF를 설립했다. ASF는 이 지역의 폐기물 전문처리기업인 프라이부르크폐기물처리공사(Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH)이다.
- ASF는 프라이부르크 시가 지분의 53%를 가지고, 국제적인 폐기물처리기업인 레몬디스(Remondis)가 나머지 47%를 소유한 민관합작기업이다.(프랑크푸르트 인근에는 이와 유사한 형태의 기업들이 많이 있다.) 2017년 기준으로 ASF에 소속된 직원은 377명이며, 보유차량은 177대, 수익금은 3,700만 유로이다. 수익금액은 매년 증가하고 있다.
- ASF 내에서 시정부와 레몬디스가 담당하는 역할도 구분된다. 시정부는 △도시쓰레기 관리 △분리수거 권장 △3개의 재활용센터 운영 △겨울철 도시경관 정리 △매립지 관리 △지방특별업무를 담당한다. 레몬디스는 △산업폐기물 처리 및 재활용 △컨테이너 서비스 및 폐기물 처리 △사유 재산에 대한 청소 및 서비스 △상업용 청

소 서비스 △중고의류 수집 △VerpackG에 따른 처분 서비스 △음식물 쓰레기 처리를 담당한다.

□ 쓰레기 종류별로 다른 방식으로 수거하고 처리

- 시내 곳곳에 있는 회색 수거함은 일반폐기물을 버리는 곳이다. 가장 오래된 형태의 폐기방식인데, 과거에는 여기에 모든 쓰레기를 버리고 회수했다. 하지만 지금은 소각이 가능한 일반폐기물만을 버릴 수 있다. 보통 1-2주에 한 번 수거하는데, 수거 주기는 주민들이 결정한다. 수거한 폐기물은 철도를 이용하여 시 남쪽 외곽에 위치한 소각장으로 운반한다. 여기에서 현대적인 처리방식을 거치는데 소각과정에서 발생하는 열은 에너지로, 잔여물은 슬래그로 만들어 산업현장에서 재활용한다.



소각장으로 운반되어 재활용하는 회색수거함의 일반폐기물



전자계량방식을 적용한 공동폐기물 수거함

- 공동폐기물 수거함은 개별 가구당 수거에 따른 불편함이나 비용 면에서 효율적인 부분이 많다. 주로 신도시에 배치하고 있는 새로운 형태인데, 지상부의 쓰레기 투입구는 작지만 지하에 만든 집합장소는 넓어 많은 양의 폐기물 처리가 가능하다.

- 해당 주민들은 공동수거함에 쓰레기를 넣고 각 가구에 배포한 카드를 이용하여 전자적으로 계량한다. 이렇게 누적한 쓰레기 배출량을 기록하여 연말에 요금을 정산한다. 따라서 폐기물의 수거와 운반, 소각에 있어 인력과 절차, 비용이 절감된다.
- 초록색 수거함은 종이만 버리는 쓰레기통이다. 일반쓰레기와 마찬가지로 2주에 한 번 수거하며, 폐지를 처리하는 공장으로 보내 재생지를 생산하는 원료로 변신한다.



종이를 재활용하기 위한 초록색 수거함

- 갈색수거함은 생화학적 처리를 통해 다른 자원으로 재생할 수 있는 바이오 폐기물을 담는 쓰레기통이다. 프라이부르크는 1996년부터 음식물쓰레기 분리수거를 시작했는데 지금은 갈색수거함에 음식물쓰레기 뿐만 아니라 잡초나 나무 등 가능한 모든 바이오 폐기물을 수거하고 있다. 이 갈색수거함은 위생 문제가 있어 일주일에 한 번 수거를 하며, 일 년에 두 번 청소를 한다.
- 갈색수거함의 폐기물은 별도 처리장으로 운반, 특정 온도로 처리한 후, 퇴비와 에너지로 재생산된다. 퇴비는 건조된 퇴비 또는 액체비료 형태로 생산되며, 이 과정에서 나오는 에너지는 열병합발전소의 연료로 활용한다.



매주 수거

발효공장으로 운반

퇴비와 에너지로 재생산

바이오폐기물 재활용을 위한 갈색수거함

- 프라이부르크 시 전역의 가로수와 가정에서 배출되는 정원수, 크리스마스트리 등도 연간 2회 정기적으로 수거한다. 이것들은 9개의 집하장에 모이는데, 여기에서 절단과 파쇄를 거쳐 바이오폐기물 회사로 보내지면 퇴비로 만들어 다시 공급된다.



시 전역에서 1년에 2번 수거

9개의 집하장별로 자체 배송

파쇄 및 발효과정을
거쳐 퇴비 생산

가로수와 크리스마스트리도 퇴비로 재생산

- 가구나 전자제품 등 일반 수거함에 들어갈 수 없는 폐기물은 우편이나 온라인을 통해 신고하면 지정된 장소에 버릴 수 있다. 가구당 1년에 2m³씩 2회, 또는 4m³씩 1회에 한해 버릴 수 있다.
- 또는 주민들이 직접 시에서 운영하는 3개의 재활용센터를 방문하여 버릴 수도 있다. 주로 부피가 큰 가구나 일반쓰레기, 폐지, 건축물쓰레기, 유리, 나뭇가지, 전자제품, 화학약품 등이다. 재활용센터는 업무시간을 유동적으로 운영하여 시민의 방문과 폐기가 언제든지 가능하도록 하고 있다.



큰 부피의 폐기물을 처리하는 재활용센터

- 유해폐기물은 토양이나 수질을 오염시킬 수 있기 때문에 반드시 일반폐기물과 분리하여 수거하고 처리해야 한다. 주로 △폐유 △배터리 △화학약품 △살균제 △에너지 절약 램프 △페인트 및 바니시 △소화기 △알칼리성 또는 산성 용제 △형광등

△기타 화학용제 등이다. 이런 폐기물은 재활용센터를 직접 방문하거나 전문 수거 차량을 이용해야만 하며, 일 년에 2회만 배출할 수 있도록 해 놓았다.



유해폐기물을 전담해서 처리하는 재활용센터

□ 연간 쓰레기 배출량 지속적 감소 추세

- 2017년의 주민 1인당 평균 쓰레기 배출량을 보면, 일반폐기물은 90kg, 바이오폐기물은 70kg, 폐지 등 종이폐기물은 84kg 수준이다. 재활용 가능한 플라스틱류는 24kg, 공병은 28kg 정도이다.
- 위에 소개한 수거함 외에 플라스틱이나 재활용이 가능한 비닐류를 담아 버리는 노란봉투가 있는데, 이를 이용하면 1인당 한 번에 20kg까지 버릴 수 있다. 여기에는 페트병과 비닐 등 각종 포장재를 담는다. 이 노란봉투의 연간 1인당 배출량은 24kg으로, 한 사람이 일 년간 봉투 1개를 버리는 수준으로 배출량이 매우 적다.



프라이부르크 지역의 연간 폐기물 수거량(2017년)

□ 쓰레기 배출 저감을 위해 처리비용과 수거함 비용 주민부담

- 주민들은 폐기물 수거함 이용요금과 처리비용 모두를 부담한다. 프라이부르크 시정부는 쓰레기 배출량을 줄이고 분리수거를 늘리기 위한 일련의 조치로 두 가지 비용을 모두 부담시키고 있다.
- 폐기물 수거함 이용요금에는 폐기물 운반비용까지 포함되며, 용량과 수거주기에 따라 차등 부과된다. 수거함은 35리터가 가장 작고, 240리터가 가장 크다. 쓰레기를 배출하지 않는 사람은 없기 때문에 최소부과요금은 1인당 5리터로 설정했다.
- 폐기물 처리비용에는 각종 폐기물의 처리와 재활용센터 운영비용까지 포함된다. 부과기준은 가족구성원수이다. 1인 가구는 107.76유로이고, 5인 이상 가구는 185.4유로이다.

가족구성원 수에 따른 쓰레기 처리비용 기준표

폐기물 처리비용		폐기물 수거함 이용요금		
가족구성원수	처리비용	수거함 용량	1주단위 수거	2주단위 수거
1인가구	107.76유로	35리터	79.44유로	39.72유로
2인가구	114.48유로	60리터	136.56유로	68.28유로
2인가구	139.08유로	140리터	317.76유로	158.88유로
4인가구	157.56유로	240리터	546.24유로	273.12유로
5인이상가구	185.04유로	—	—	—

□ 매립장 복원 후 녹지조성 계획

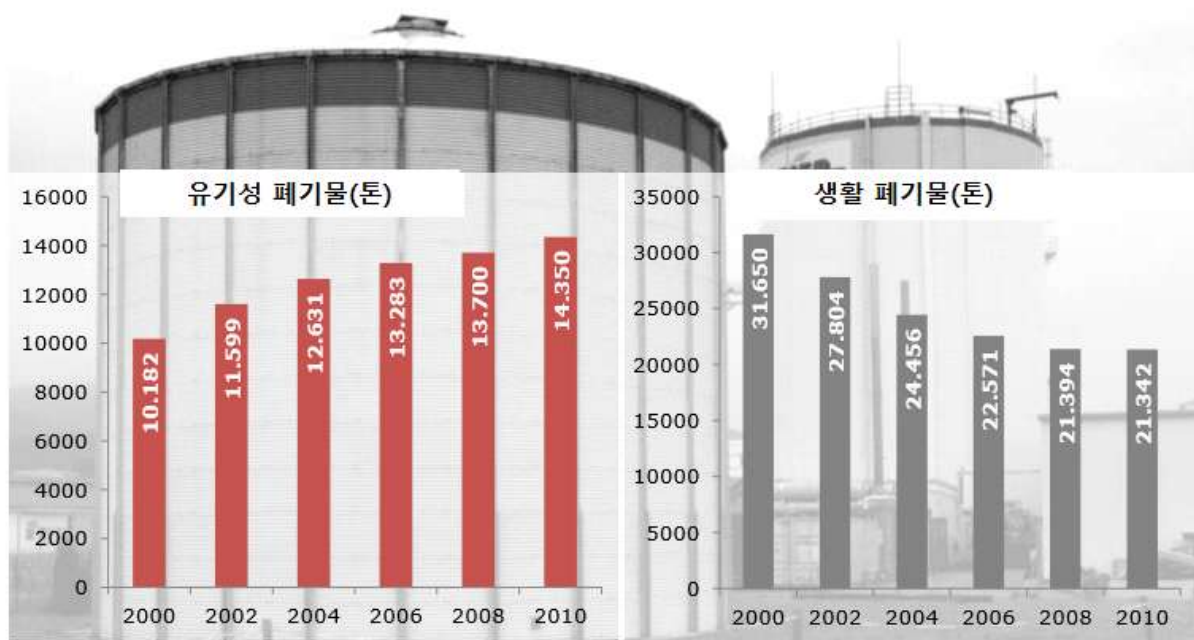
- 프라이부르크에는 1972년에 세워져 2005년에 매립이 끝난 쓰레기매립장이 있다. 14만 톤 용량의 매립지인데 넓이는 615만㎡이고, 높이는 50m에 달한다. 시정부는 2005년 6월 1일부터 2020년 12월 준공을 목표로 전체 매립장을 4개의 구역으로 나눠 표면을 흙으로 덮고 토질을 복원하는 매립지 재생작업을 진행 중이다.
- 매립장의 1구역(6만㎡)은 2008년부터 2012년까지, 2구역(4만6천㎡)은 2012년부터 2014년까지, 3구역(5만㎡)은 2014년부터 2018년까지 완료했고 현재는 4구역(6만4천㎡)에서 복원작업을 하고 있다.
- 복토작업은 한 번에 다 하지 않는다. 7개 층으로 나누어 흙을 덮고, 상부에는 식물을 심을 수 있는 흙으로 마무리해 녹지를 조성할 계획이다. 녹지를 조성한 다음에는 풍력이나 태양광과 같은 신재생에너지 발전구역으로 활용할 예정이다.

□ 메탄가스를 활용한 바이오가스 생산

- 매립지에서 발생하는 가스의 60%는 메탄가스이고, 나머지 40%는 유해가스이다. 메탄가스는 전기와 열을 생산하지만, 유해가스는 따로 처리해야 한다. 그래서 유해가

스를 사용할 수 있는 모터와 발전소를 별도로 만들어서 활용하고 있다.

- 여러 층으로 흙을 쌓아 유해가스를 없애는데, 음식물 등 바이오폐기물과 기타 매립 가스는 모두 모아 바이오가스를 생산하는데 이용하고 있다.
- 시 통계를 보면 바이오가스를 생산하는 유기성 폐기물은 증가추세이지만, 생활폐기물은 꾸준한 감소 추세를 보이고 있다.



바이오가스 생산에 활용하는 유기성 폐기물 증가 및 생활폐기물 감소 추세

현장학습

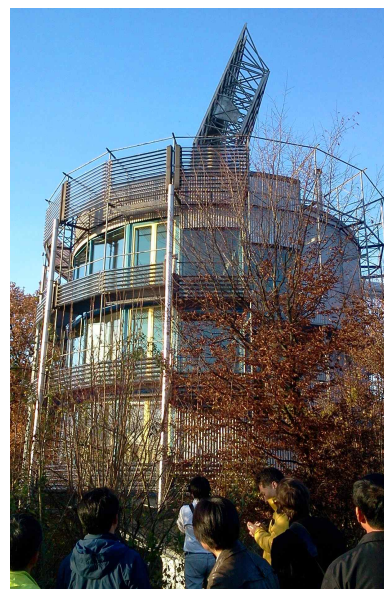
프라이부르크 지속가능 생태계

- (1) 소비전력의 5배를 생산하는 회전주택 - 헬리오트롭
- (2) 세계가 인정한 지속가능한 도시재생 - 보봉지구
- (3) 스타트업 지원 커뮤니티 - 그라운 호프
- (4) 에너지 절감과 주거복지 향상 - 바인가르텐 주거공동체 아파트
- (5) 시민참여형 지속가능 도시개발 - 리젤펠트

(1) 소비전력의 5배를 생산하는 회전주택 - 헬리오트롭

□ 태양을 바라보며 회전하는 집 ‘헬리오트롭’

- 헬리오트롭(Heliotrop)은 그리스어로 '태양을 바라본다'라는 뜻을 가진 말로, 태양에너지 건축가 롤프 디슈가 플러스에너지 주택을 목표로 보봉지구 외곽에 건립한 원통형 집이다. 플러스 하우스를 대표하는 프라이부르크의 대표적인 주택으로 유명하다.
- 헬리오트롭은 보봉지구 외곽 산책로에 있는 이 도시의 대표적인 태양광 주택으로 태양광과 태양열로 에너지를 생산하고 쓰레기는 다시 사용하는 생태적인 미래주택의 모델로 알려져 있다. 환경선진국들이 모여 있는 유럽에서도 각광을 받고 있는 건물이라 방문객이 끊이지 않는다. 환경적인 마인드를 가지고 지은 가정집 한 채가 '태양의 도시' 프라이부르크의 유명한 관광명소가 되어 버린 것이다. 헬리오트롭을 보면 잘 지은 주택 하나도 관광상품이 될 수 있다는 사실을 똑똑히 확인할 수 있다.



헬리오트롭 외관

□ 현존하는 미래의 주택

- 비센탈 거리(Wiesentalstr.)에 있으며, 설계자인 롤프 디슈가 주택 겸 자신의 건축 사무소로 활용하고 있다. 헬리오트롭은 인류가 당면한 환경 위기를 극복하기 위해 에너지를 소비하는 집이 아니라 에너지를 생산하는 집을 짓겠다는 것을 목표로 건축되었다. 생태보존, 에너지, 경제성, 건축학과 기술, 마지막으로 디자인까지 통합해서 주택을 오랫동안 매우 적은 비용으로 사용해 보자는 것이다. 그리고 그 목표는 충분히 달성했다.
- 헬리오트롭은 현재 사용 가능한 첨단기술을 모두 동원해 어떻게 에너지를 절약하고 쓰레기를 생태학적으로 어떻게 재활용할 수 있는지를 보여주는 미래의 주택이다. 에너지 요구량이 아예 없거나 더 나아가 에너지를 생산해내는 단계에 이른 주택, 즉 '플러스 에너지 하우스(Plusenergiehaus)'의 대명사가 헬리오트롭이다.
- 롤프 디슈가 처음 이 프로젝트를 시작할 때, 부지가 마음에 들지 않았다고 한다. 약간 경사지였기 때문이다. 하지만 결국 현재의 부지를 선택했고, 여기에 주택을 세웠더니 한쪽 면이 높았다. 그래서 경사지는 사용할 수 없거나 아주 작은 규모만 사용 가능했다. 기초는 원통형이라 기초공사에 필요한 대지는 9m²에 불과했다. 다음

은 헬리오트롭의 부지와 건축 면적과 관련된 주요 데이터이다.

헬리오트롭의 부지와 건축면적

· 부지면적 : 512m ²	· 지하창고·회의실·사무실 : 77.21m ²
· 지상아파트 면적 : 90.83m ²	· 서비스룸, 계단, 입구 현관, 발코니 : 40m ²
· 옥상정원·회의실·작업장 : 117.83m ²	· 총 건축면적 합계 : 325.87m ²

□ 적은 비용, 다량 제작이 가능한 조립방식

- 집은 외부지름이 11m에 이르는 3층짜리 원통 모양이다. 기초 콘크리트를 빼곤 친환경 소재인 목재를 주로 사용했다. 구조가 복잡하고 하중을 버텨야 하기 때문이다. 가장 먼저 제작된 부분은 중심부 하중을 견뎌야 하는 목재 중앙기둥. 이 기둥은 높이 14m, 지름 2.9m이고 현장에서 제작되었다. 다른 부분들은 공장에서 먼저 조립한 다음 현장으로 가져와 각 부분들을 중앙기둥에 연결해서 조립했다. 이런 조립방식 때문에 헬리오트롭은 건축할 때 비용이 적게 들면서도 다량으로 제작할 수 있는 이점이 있다.
- 세계 최초로 중앙기둥을 중심으로 다른 공간이 매달린 혁신적인 건축방식은 취리히에 위치한 스위스 기술대학과 합동으로 계산된 수치를 바탕으로 설계한 것이다.
- 목재는 핀란드에서 제작된 '케르토 큐(Kerto-Q)'라는 것을 사용했는데, 이것은 얇은 베니어판을 십자형으로 엮을 수 있는 유일한 목재라고 한다. 중앙기둥과 여기에 연결된 목재 기초는 모두 합쳐 18개의 목재판으로 되어 있으며, 목재판에는 반원형의 홈이 파여 있고, 그곳에서부터 목재가 세로로 뻗어 나와 있는데 서로를 접착시키기 위해 에폭시 합성수지를 사용했다고 한다.
- 원형 모양의 철근이 에폭시 합성수지 기둥을 둘러싼 형태로 완전히 밀착되어 있다. 세로로 잡아당겼을 때 결합되어 있는 목재강도는 90%에 이른다. 이 수치는 만약의 경우 건물에 강력한 충격이 가해지면 목재가 파괴되기 전에 철근과 에폭시 합성수지가 먼저 파괴될 정도라고 한다.
- 모든 예상되는 사고를 염두에 두면 최대의 압박을 받았을 때, 중앙기둥의 압력 수치가 계산된다. 평상 정도의 저항을 받을 때, 건축물 자체 무게, 물품이 적재되어 과부하일 때, 눈이 덮였을 때 압력수치는 단위면적당 1,700kN, 바람이 건물과 솔라 플랫폼에 불어올 때, 바람으로 인해 무게가 한 쪽으로 치우칠 때 등의 유연성 정도는 1,850kNm, 건물과 솔라 플랫폼에 비대칭의 바람이 불어올 때 비틀림 정도는 55kN, 최상층에서의 최고 진동 정도는 25mm로 기록되어 있다. 중앙기둥 관련 통계는 다음과 같다.

헬리오트롭 중앙기둥의 재원

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| · 중앙기둥 내부지름 : 2.9m | · 중앙기둥 속 기계장치와 계단 : 15t |
| · 중앙기둥 높이 : 14.5m | · 중앙기둥 벽 두께 : 111mm |

□ 쌍방향 태양열 추적 장치 장착

- 옥상에는 54m² 크기의 단결정 실리콘 솔라 셀(Monocrystalline Silicon Solar Cell)이 설치되어 있는데, 이 셀은 다결정(Multicrystalline) 실리콘 솔라 셀보다 높은 효율을 보인다고 한다. 이 패널은 쌍방향 태양열 추적 장치가 내장되어 있어, 태양의 각도에 따라 가로축과 세로축으로 방향을 바꾸면서 에너지를 받아들인다. 좀 더 많은 태양에너지를 이용하기 위해 기술을 발전시킨 것이다.



- 회전식 패널은 고정식 패널보다 30~40% 옥상에 설치된 실리콘 솔라 셀 정도 많은 태양에너지를 얻을 수 있다. 이 시스템은 독일 전체에서도 쌍방향 태양열 추적 장치를 장착한 가장 큰 규모의 광전지 전력공급시스템으로 기록되어 있다.

헬리오트롭 태양전지판의 특징

- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| · 솔라 셀 면적 : 54m ² | · 연간 동력 소비량 : 20kwh |
| · 회전각도 : 400° | · 외형상 지름 : 10.5m |
| · 전기모터 용량 : 120w | · 열저장 공간 타워 : 180m ² |

□ 집에서 필요한 전력의 5배 생산

- 태양광 전지판만 방향을 바꾸는 것은 아니다. 집도 계절에 따라 방향을 바꿀 수 있도록 240개의 기어와 수많은 베어링이 설치되어 있다. 집은 높이 14m의 나무기둥의 중심축을 따라 회전한다. 집과 전지판 모두 태양의 방향과 계절에 따라 방향을 바꾸는 것이다. 해가 지면 집은 정상적인 방향으로 돌아온다.
- 이 같은 구조 덕분에 헬리오트롭은 시간당 1kW, 일 년에 약 9.000kw의 전기를 생산하는데, 이는 이 집에 필요한 전력의 5배이다. 이러한 일이 가능한 것은 우선 철저한 단열 덕분이다. 단열 때문에 필요한 전기가 적으니 필요에너지의 몇 배 이상을 생산하는 '플러스에너지하우스(Plusnenergiehaus)'가 가능한 것이다.
- 헬리오트롭에서 생산된 잉여전기는 태양열 에너지가 부족한 비상시에 동력을 제공

해 주는 일반전기 송배전선로에 고정된 가격으로 제공되고 있다. 이 때 배전망은 전기보관창고 역할을 하는 셈이 된다. 생태학적인 관점에서 볼 때 이 방식은 매우 의미 있다. 전기 배터리로 쓰이는 중금속은 폐기될 때 환경문제를 일으킬 소지가 크기 때문이다.

□ 단열을 위해 열을 흡수하는 삼중창

- 태양이 아무리 많은 에너지를 흡수해도 건물의 단열이 엉망이면 소용없다. 단열이 먼저고 대체에너지는 나중이다. 건물의 한쪽은 전체가 단열을 위해 열을 흡수하는 삼중창으로 k-value는 0.4에서 0.6, 다른 한쪽은 최소 30cm이상 두께로 열을 거의 내보내지 않는 단열벽면으로 k-value는 0.1에서 0.13정도라고 한다. 완벽한 수준의 단열이라는 것이 전문가의 의견이다.
- 겨울에는 넓은 유리면을 통해 태양열을 받아들이고 여름에는 반대쪽 벽면이 태양열을 차단하는 구조로 되어 있다. 겨울에는 창호에서 손실되는 열이 단열재를 쓴 벽에 비해 높지만, 여름에는 단열효과가 좋지 않게 나타난다. 왜냐하면 실내에 남아 있는 열이 과열될 수 있기 때문이다. 이 때문에 발코니는 태양이 머리 꼭대기에 머물러 복사에너지가 상대적으로 적게 주택에 닿는 5월에서 7월까지 유리창에 비추는 햇빛을 가리는 햇빛가리개 역할을 해준다.

□ 옥상정원도 일종의 단열재

- 옥상에도 식재토를 깔고 정원을 만들어 놓았다. 60m² 정도의 옥상정원 역시 편안한 휴식공간을 제공하면서 단열재 역할을 한다. 옥상에 모인 빗물은 내부 시스템을 통해 빗물 저장 장치에 모이고, 이 물은 정화되어 세탁 용도로 다시 사용한다. 옥상은 또한 훌륭한 정원이다. 식물을 죽이고 땅을 파냈으면 그 면적만큼, 복원해 준다는 생각이 옥상 조경의 시작이었다.



단열재 역할을 하는 옥상정원

- 이 집은 온수와 난방을 위한 장치도 독특하다. 얼핏 보면 아름다운 조명처럼 보이는 발코니 난간은 진공관이다. 이 진공관 안에는 태양열을 받아들이는 흡수기가 설치되어 있다. 이 흡수기 안에 있는 두 개의 관을 통해 물이 이동한다. 태양열에 의해 이 물은 데워지고, 따뜻해진 물은 방 안에 있는 저장고로 가고, 이 저장고에서 온수와 난방시스템으로 이동한다. 여름에 발생하는 태양열로만 난방을 100% 공급할 수 있다.

- 지하실에 있는 서비스 룸에는 열 교환기가 있어 통풍장치를 가동시킨다. 원리는 아주 간단하다. 밖으로 나가는 공기 에너지는 차가운 공기로 바뀐다. 통풍 시스템으로 에너지 감소를 방지하는 것이다. 지상층의 통풍장치도 같은 원리로 작용하는데 이곳에는 열 교환기가 서비스 룸에 설치되어 있다. 통풍 시스템은 통제가 가능한데 공기를 데워주는 원리를 적용하기 때문이다. 공기는 지하실 아래에 위치한 열 교환기로 가게 하기도 한다. 8°C의 정도 차이로 여름에는 공기가 차가워지도록 하고 겨울에는 여름과 비슷한 정도로 예열된다. 공기는 열교환기로 향하게 되어 있고 마지막에는 태양열 축열 탱크에서 실내온도로 데워진다.

□ 열전달 무동력 바닥난방시스템

- 65mm 두께의 두꺼운 긴 막대모양 난방장치와 온수는 태양열을 저장하는 용도로 사용된다. 이 장치는 창을 통해 들어 온 태양열을 바닥에서 흡수한다. 이 저온 난방 시스템은 겨울에도 태양열 집열기와 함께 사용된다.
- 100°C를 넘길 수 있기 때문에 집열기들은 최고 온도에 다다르지 않게 되어 있다. 저온 난방 온도는 30°C면 충분하다. 겨울철에도 태양열 집열기로 얻을 수 있는 수치이다. 바닥 난방시스템은 온도를 제어하는 동력이 없는 방식이다. 이 방식은 신속하게 난방을 함에는 부적절하지만 공간을 예열시키는 데는 충분하다. 바닥 난방 시스템은 태양이 비추는 쪽의 방에서 비추지 않는 곳의 방까지 열을 전달 할 수 있어 각 방마다 자유롭게 난방을 할 수 있다.
- 헬리오트롭은 2주 동안 태양이 뜨지 않을 때는 폐목으로 만든 우드칩을 사용해서 난방을 한다. 태양이 없어도 폐자원을 이용한다. 이처럼 이 집에서 화석연료의 흔적은 전혀 찾을 수 없다.

□ 저온 천장 복사에너지 시스템

- 저온 천장 복사에너지 시스템은 신속하게 난방을 할 수 있는 방식이다. 온수가 이 장치 안으로 들어오면 난방이 시작된다. 금방 열이 오르고 나머지는 복사열로 건물 밖 37m² 표면으로 내보낸다. 방열체가 천장에 장착되어 있기 때문에 약간의 열만 있어도 공기를 데울 수 있다. 의도된 것은 아니지만 쾌적한 환경은 복사에너지가 얼마나 방출되느냐에 따라 달라진다.
- 이런 방식은 기존 건물보다 더 오래 난방이 지속되도록 해 준다. 복사열은 공간 난방을 위한 에너지 요구량을 낮춰주며 쾌적한 실내온도를 보장한다. 바닥 난방 방식과 비슷해서 45°C가 최고의 온도이다. 이 역시 태양열 집열기와 보완할 수 있도록 설계했다.
- 이렇게 데워진 온수는 난방과 세탁에 이용하고, 세탁에 사용한 물은 마당의 자연정

수장에서 정화된다. 건조된 퇴비생산 방식의 화장실은 집안 내에서 사용된 더러운 물을 정화시켜 외부로 깨끗하게 내보낸다. 기계장치와 화학적 정제작용 전에 두 가지의 삼투액을 사용한다. 물은 산소로 가득 찬 상태로 작은 못으로 흘러 들어가는 데 물고기들이 살 수 있을 정도로 깨끗한 수질이다.

- 현대 기술이 동원할 수 있는 첨단 친환경 시스템은 모조리 모아 놓은 것이다. 미래형 기술이 환경을 살리는데 철저히 이용되고 있다. 빗물로 빨래를 하고 태양열로 난방을 하는 생활환경을 갖추고 있는 것이다.

□ 퇴비를 생산하는 '생태화장실'

- 이 집에는 '생태화장실'이라는 것이 있다. 생태화장실은 음식찌꺼기와 배설물을 퇴비로 만들어 준다. 음식물 쓰레기는 주방에서 바로 중앙 통로를 통해 버리면 지하에서 모여 1년에 한 번 재활용 퇴비로 활용된다. 헬리오트롭에서는 하수나 음식물 쓰레기가 나오지 않는다. 연간 40ℓ의 건조된 퇴비가 나올 뿐이다.
- 로프 디슈의 부인 레만(Lehmann) 여사는 이 집을 짓고 난 뒤에 생활이 달라졌다고 한다. 친환경적인 생활양식이 몸에 익은 것이다. 주방에 있는 냉장고는 냉장실만 신선한 것을 먹기 위해 냉매를 사용하고 있고, 자동차를 팔았으며, 접어서 한 손으로 들 수 있는 자전거로 하루 20km 정도를 다니는 생활에 익숙해졌다고 한다.

□ 끊임없이 경비를 절감할 수 있는 방법 연구

- 헬리오트롭은 건설 당시 전 세계의 첨단기술이 집약된 건물로 m²당 약 8천 유로의 건설비가 투자되었다. 당시 독일 일반주택의 건축비가 3천 유로였던 점을 감안하면 3배 가까운 건축비가 들어간 것이다.
- 현재는 이런 기술들이 많이 보편화되어 비슷한 건축을 할 경우 그때보다는 비용이 많이 절감되고 있다. 건축비용의 단순비교도 문제는 있다. 헬리오트롭은 자체적으로 에너지를 생산해서 판매하는 건축물이고 일반주택은 에너지를 소비하는 주택이기 때문에 추가로 에너지 비용이 많이 발생한다. 건축물의 생산성은 건축비용에 에너지비용을 포함하여 계산하는 것이 바람직하다.
- 태양광 주택의 건축비용은 계속 낮아지고 있다. 대량생산체제에 들어서서 가격이 많이 내려간 태양에너지 관련 제품 덕도 있지만, 다른 건축자재와 건축 공법에서 끊임없이 경비를 절감할 수 있는 방법을 연구하고 있기 때문이다.
- 헬리오트롭은 또 450유로만 있으면 단 이틀 만에 해체해서 다른 곳에 설치할 수 있도록 설계되어 있다. 건설과 해체를 기존 주택들보다 더 저렴한 비용으로 해결하고, 에너지를 판매해서 돈을 벌고, 방문객들에게 설명해 주고 돈을 벌고 있다.

(2) 세계가 인정한 지속가능한 도시재생 - 보봉지구

□ 군대 주둔지역을 신축과 리모델링으로 친환경 주거단지 전환

- 보봉지구는 과거 1938년 독일에서 군부대 막사로 건축한 지역인데, 2차대전 후 프랑스군 주둔 당시 프랑스사령관인 보봉(Vauvon) 장군이 도시형태로 개발했다. 그 후 1993년에 프라이부르크 시의회가 주거단지 개발을 의결함에 따라 현재의 보봉지구로 재탄생한 것이다.
- 프라이부르크 남동쪽에 있으며, 2008년 3만ha 면적에 6,000여 명이 거주하는 신도시로 거듭났다. 프랑스군 막사 등 주요 건물은 리모델링하여 사용하고 다른 건물들은 대부분 신축한 것이다.
- 시에서는 수익을 높이기 위해 더 많은 주거공간을 만들고 싶었지만, 주민의 요구를 받아들여 녹지와 복지시설로 리모델링한 곳이 많다. 군대 카지노로 사용되던 'haus037'이 대표적이다. 시에서는 건물을 철거하려고 했지만, 주민이 반대해서 복지편의시설로 개조했다. 시민들이 이 건물을 지키기 위해 시위까지 했다고 하는데, 지금은 보봉지구를 상징하는 건물 중 하나가 되었다.



주민들이 지켜내고 편의시설로 이용하는 'haus037'

□ 젊은층이 주도한 미래지향적 도시계획의 우수사례

- 보봉지구는 '2010 상하이 도시엑스포'에서 미래지향적 도시계획의 우수사례로 소개되었다. 친환경적인 도시계획과 주택건설로 전 세계에 알려져 있지만, 시민이 도시계획에 직접 참여한 사례로도 주목받고 있다.
- 입주민들의 연령은 프라이부르크 평균에 비해 낮은 편이다. 친환경적인 삶을 지향하면서 그에 따르는 불편을 감수할 각오가 되어 있는 젊은이들이 선호하는 주거단지이기 때문이다. 전체 인구의 30%가 18세 미만이며, 60세 이상은 2.2%에 불과하다.

□ 에너지 자립적 생태주거단지 지향

- 보봉지구가 자립적인 생태주거단지가 되기 위해 지킨 세 가지의 원칙이 있다. 첫째, 태양광을 주 에너지원으로 사용하고, 둘째, 대중교통 중심체계로 운영하며, 셋째, 키 큰 나무는 가급적 그대로 보존하는 것이었다.
- 보봉지구 내 주택은 연간 65kW 이하의 에너지를 사용하는 저에너지소비 건물이다. 기존 주택과 비교하여 25% 이하의 에너지를 소비하는 패시브하우스(Passive house), 에너지 사용량보다 생산량이 많은 플러스에너지 주택도 다수 있다. 디자인도 획일적이지 않고 다양하다. 건물마다 에너지 절감과 지구 온난화를 방지하기 위해 도입한 신재생에너지도 다양하다.
- 교통체계는 철저히 보행자 중심이다. 주민 1천 명 당 차량은 172대에 불과하다. 독일 평균이 250대 이상인 것을 생각하면 70% 수준에 불과하다. 상가 건물은 주택단지 바로 옆에 배치하여 편의성을 높였다.
- 쉐라이어베르크 태양단지 내에는 전기자동차와 자전거만 통행할 수 있도록 했고, 전 지구에서 자동차를 이용하지 않고 시민들이 자전거나 도보로 운동과 쇼핑, 직장생활, 문화활동을 할 수 있도록 했다.
- 보봉지구 내에는 3개의 초등학교와 3개의 유치원, 대형 슈퍼마켓, 유기농 매장, 주말장터, 광장, 도시농업 텃밭 등이 적절하게 배치되어 있다.

□ 주택협동조합을 결성하고 주택단지 개발

- 보통 신규 주거지역을 만드는 주체는 대부분 건설회사이다. 하지만 보봉지구는 주택협동조합에 가입한 조합원들이 주체가 되어 주택단지를 구상한다. 적게는 2~3명, 많게는 10명 이상의 입주 예정자가 모여 공동으로 땅을 매입하고, 개별적으로 전문 건축가에게 주택설계를 맡기는 주거공동체 방식을 선택했다. 그래서 모든 건물의 생김새나 색깔이 다를 수밖에 없다.



다양한 형태의 공동체 주택

□ 공용주차장 이용과 높은 요금으로 자동차 진입 최소화

- 독일 주택건축법에는 건물 신축시 의무적으로 주차장을 지어야 한다. 하지만 보봉 지구는 신규 주택지 개발에 주민들이 직접 참여하여 주차장 문제를 스스로 해결하도록 허용했다.
- 그 결과, 자동차가 진입할 수 있는 범위를 최소화했다. 자동차가 없는 주민들도 전혀 불편하지 않도록 근거리 마켓이나 학교가 있으며, 주거지에서 3곳의 트램 정거장까지 거리는 300m 이내이다.
- 보봉지구는 개인주차장이 있는 지역과 없는 지역으로 구분된다. 개별주차장이 없는 지역은 3개의 공용주차장에 주차를 하고 도보로 이동한다. 공용주차장 이용 보증금은 주차면 당 2만 유로이다. 자동차를 가지려면 우리 돈으로 약 2천6백만원 이상을 추가로 부담해야 하는 셈이다. 주차구역 보증금뿐만 아니라, 월별로 사용료도 내야 한다. 이런 장치 덕분에 프라이부르크 시 전체의 자동차 보유 비율이 35%인데 반해, 보봉지구의 자동차 보유 비율은 16%에 불과하다.
- 보봉지구 내 주차장에는 총면적 800㎡의 태양광 패널을 설치하여 연간 10만kW 전기를 생산한다. 이를 통해 30가구에 전기공급이 가능하다. 할인점 알디(aldi)도 자체적으로 패널을 설치하여 비슷한 양의 전기를 생산하고 있다.



보봉의 주차장 건물들(오른쪽이 할인점 알디(aldi)의 주차장)

□ 친환경주택의 최고 단계, 플러스에너지 주택

- 태양열 주택은 태양열을 이용하는 범위에 따라 △온수만 가능한 주택 △온수와 난방이 가능한 주택 △일반 주택과 비교해 4분의 1 이하의 에너지만 사용하는 '패시브 주택(Passiv haus)' △필요 에너지보다 많은 에너지를 생산하는 '플러스에너지 주택(Plusenergie haus)' 등으로 구분한다.
- 패시브 하우스에서 더욱 발전된 개념이 플러스에너지 주택이다. 집에서 필요한 에너지를 소비하고도 남는 전기를 판매하는 주택을 말한다.
- 저에너지 주택을 건설하기 위한 새로운 건축자재도 지속적으로 개발하고 있는데,

패시브 주택이나 플러스에너지 주택에 필요한 특수한 삼중창은 이제 일반화되었다. 창문은 단열뿐 아니라 내부의 오염된 공기를 빼내고 외부의 신선한 공기를 데워주는 역할을 해야 하는데 이를 위한 공기순환 시스템도 적용했다.

- 에너지정책의 초점은 에너지가 많이 들어가지 않는 주택, 즉 단열이 잘되는 주택을 짓는 것이 핵심이다. 건물 자체가 단열이 되지 않아 에너지를 과다하게 소비하는 구조라면 대체에너지를 아무리 열심히 보급해도 허사이기 때문이다.
- 보봉지구에는 화장실에서 물을 사용하지 않는 주택도 있고 지하에서 분뇨를 모아서 바이오가스를 생산하여 에너지로 재사용하는 주택도 있다. 보봉지구는 저마다 선호하는 친환경적인 요소를 경쟁적으로 도입한 친환경주택의 전시장이라 불려도 손색이 없을 것이다.



개인주차 불가를 알려주는 표지판

VAUBAN BY NUMBERS		VAUBAN EN CHIFFRES
Gesamtfläche:.....41 ha	Total area:.....41 ha	Surface totale:.....41 ha
Wohngebiet:.....16,4 ha	Residential area:.....16,4 ha	Zone résidentielle:.....16,4 ha
Gewerbegebiet:.....1,6 ha	Industrial area:.....1,6 ha	Zone commerciale:.....1,6 ha
Grünflächen:.....2,6 ha	Green spaces:.....2,6 ha	Espaces verts:.....2,6 ha
Verkehrsflächen:.....12,4 ha	Traffic spaces:.....12,4 ha	Espaces réservés à la circulation:.....12,4 ha
Gerätebedarfsflächen:.....2 ha	Public spaces:.....2 ha	Espaces réservés à l'équipement public:.....2 ha
Wohnbevölkerung:.....ca. 5.500 Einwohner in 2.472 Haushalten	Population:.....approx. 5.500 residents in 2.472 households	Population résidentielle:.....env. 5.500 habitants (2.472 foyers)
Durchschnittsalter:.....ca. 28,7 Jahre	Average age:.....approx. 28,7	Âge moyen:.....env. 28,7 ans
Einwohnerdichte:.....134,9 Einwohner je Hektar besiedelter Fläche	Population density:.....134,9 residents per hectare of populated area	Densité de population:.....134,9 habitants par hectare de surface bâtie
PKW-Dichte:.....172 pro 1.000 Einwohner im Vauban	Number of cars:.....172 per 1.000 residents in Vauban	Densité automobile:.....172 véhicules par 1.000 habitants du Vauban

보봉지구 입구에 있는 현황판



보봉지구의 다채로운 풍경

(3) 스타트업 지원 커뮤니티 - 그라운 호프

□ 유럽의 실리콘밸리 건설을 꿈꾸는 독일

- 스타트업은 일반적으로 창업 5년 이하의 디지털 기반 신생기업을 말한다. 제조업 중심의 경제가 2000년대 초반 인터넷 기반 전자상거래 경제로 넘어가면서 스타트업이 시장에서 두각을 나타내기 시작했다. 독일의 스타트업 수는 약 6천여 곳으로 추정된다. 이러한 움직임이 본격적으로 시작된 2012년 이후 스타트업으로 인한 일자리 창출은 8만여 개에 이른다.
- 스타트업의 강점은 혁신적 기술과 도전정신으로 무장하고 있다는 것이다. 특히 기술과 혁신 시스템을 보유하고 대규모 투자회사의 관심을 한몸에 받는 기업도 많다.
- 그러나 스타트업은 혁신과 기술 개발에 집중할 수 있는 여러 가지 여건이 미약한 것이 현실이다. 유럽 벤처투자의 중심지로 독일의 수도 베를린(유럽 벤처 투자액 1위, 2015년 21억 유로)을 꼽을 수 있다. 그 이유는 우수한 대학과 전 세계에서 모인 외국인 인재가 풍부하다는 특징도 있지만, 다른 대도시보다 임대료가 저렴하기 때문이다. 프라이부르크에서 스타트업에게 저렴한 비용으로 가장 효율적인 업무공간을 제공하는 곳이 그라운 호프이다.



스타트업에게 저렴하게 임대하는 그라운 호프의 업무공간

□ 혁신적 디자인의 스타트업 업무 공간

- 그라운 호프는 독일의 과학자이자 공학자이자 사업가였던 요제프 폰 그라운 호프 (Joseph Ritter von Graunhofer)의 이름을 따서 지어졌다. 연수단이 방문한 그라운 호프는 스타트업의 공동작업공간이다.
- Social Innovation Lab은 수명이 다한 해운용 컨테이너를 스타트업의 사무 공간으로 제공해 주는 프로젝트이다. 사무 공간과 이벤트 공간, 카페도 이 프로젝트에 포함되어 있다. 스타트업은 세금 관리와 기업회계 지원도 받을 수도 있다.
- 건축물의 혁신적 모습이 그라운 호프의 성격을 대변해 준다고 말한다. 스타트업의 창의성과 협업을 보여주는 디자인이기 때문이다. 사회혁신연구소는 Lokhalle Creative Park라는 협업 공간도 제공한다. 스타트업 창업자와 사회적기업은 이곳에서 무료로 협업과 네트워킹, 공유를 실현하고 있다. 이곳에서 다른 기업의 프로젝트나 아이디어, 노하우를 나눌 수 있다.

□ 포용과 열린 마음 관용으로 바라보는 미래

- 개인이나 팀이 사회혁신 아이디어를 현실화할 수 있는 Social Starter Program도 운영된다. 사회적기업 개발, 펀드 모금, 마케팅, 사회혁신 서비스 제공 방안 등을 현실화하는 방안에 대한 모듈을 제공하는 프로그램이다.
- 그라운 호프의 기조는 포용성과 열린 마음 그리고 관용이다. 혁신 기술이나 미래를 위한 공공서비스, 사회혁신 아이디어는 사회적으로 긍정적인 영향을 주는 것이어야 한다. 가치에 기반한 혁신적 아이디어가 현실화될 수 있도록 지원하는 것이 그라운 호프의 역할이다.

(4) 에너지 절감과 주거복지 - 바인가르텐 주거공동체 아파트

□ 에너지 효율과 주거복지 향상 목적의 리모델링

- 프라이부르크 구도심은 모든 건물이 뮌스터대성당(116m)보다 낮아야 한다. 또한 건물의 신·증축에 제한이 많다. 시는 낡은 건물을 리모델링하여 주거환경을 개선하는 것과 동시에 에너지 효율을 높이는 정책을 실시하고 있다. 연수단이 방문한 리모델링 아파트는 친환경적이고 사회주택적인 기능을 도입해 구조를 개선한 매우 모범적인 사례에 해당한다.
- 이 프로젝트는 리모델링 작업에 돈이 많이 들었지만, 저소득가구 밀집지역 주민들도 환경도시 만들기 에 동참시키자는 취지로 시작한 것이다.
- 리모델링은 에너지 효율 향상에 중점을 두었다. △ 최소 20cm 이상 두께의 단열재 사용 △아르곤 주입 삼중창 설치 △공기순환시스템을 이용한 난방시설 적용 등의 방법을 동원, 입주자의 에너지 비용을 무려 75%까지 절감하는데 성공했다.
- 이보다 더 중요한 것은 시가 단순히 에너지 효율에만 머물지 않고 공공임대주택 확대와 주거공동체 보급 정책과 연결해서 시행하고 있다는 점이다.
- 한 층에 6개 가구가 거주하던 공간을 다양한 크기의 9개 가구로 변경하고, 기존 층별 발코니를 없애는 대신 가구별 발코니를 설치하는 방식으로 구조를 바꾸었다. 다양한 세대가 입주해서 서로 소통하는 주택공동체를 의도한 것이다.



리모델링한 임대아파트

□ 주거공동체 방식의 저소득층을 위한 공공임대주택 프로젝트

- 이 프로젝트는 임대 전 이웃을 결정하고 입주자간 협의를 통해 리모델링을 하는 주거공동체 방식으로 진행되었다. 먼저 시에서 입주모집공고를 하고 입주를 원하는 주민들을 한 자리에 모은다. 이어 입주자들이 원하는 주거형태, 층수, 방수, 크기를 선택한 뒤, 이웃 입주자와 만날 수 있도록 했다. 입주 예정자들은 같은 동과 같은 층에서 공동체를 이루게 될 이웃과 테이블에 앉아 인사를 하면서 최종적으로 입주 여부를 결정한다.

- 이 과정에서 이웃이 마음에 들지 않으면 다른 테이블에 가서 협의하는 과정을 반복하면서 최종적으로 동과 층과 건물의 디자인과 설계까지 입주자들이 직접 선택하는 것이다. 누가 내 이웃이 될지도 모르고 입주 여부를 결정하는 것이 아니라 이웃까지 먼저 만나보고 결정하는 과정을 거쳐서 마을공동체를 활성화하고 삶의 질도 높일 수 있도록 한 것이다.
- 시는 집도 이웃도 자신의 마음에 드는 결정을 하도록 유도하는 주거공동체 방식을 채택하면서 공동체 활성화를 위해 각 동 1층에는 커뮤니티 공간을 두었다. 이런 과정을 거쳐 총 4개의 임대아파트가 각자 개성있고 독창적인 건물로 재탄생했다.

(5) 시민참여형 지속가능 도시개발 - 리젤펠트

□ 자연습지의 22%를 직주근접형 주거단지로 개발

- 리젤펠트(Rieselfeld) 생태주거단지는 프라이부르크 서쪽 끝단에 있다. 과거 프라이부르크의 하수가 모이던 대규모 습지였고, 지금도 야생 동식물의 서식지로 남아 있는 지역이다.
- 프라이부르크 지역이 확대되면서 인근의 주택 수요가 높아졌고, 개발의 필요성이 생겼다. 시정부는 여러 지역을 개발대상으로 고려하다가 이곳 리젤펠트의 전체 면적 320ha 중 70ha를 개발하기로 결정했다. 자연 상태로 남겨 둔 미개발 지역은 유럽연합이 생물서식처보호구역 'Natura 2000'으로 지정할 만큼 양호한 생태환경을 유지하고 있다.
- 주거단지 개발은 총 4개의 구역으로 나누어 단계적으로 진행했는데, 1994년 시작하여 2010년 무렵 완료되었다. 리젤펠트에는 4,200여 가구, 1만여 명의 주민이 입주했다. 이곳은 하이드 산업지구와 가까워 직주근접의 조건을 채워주지만, 자족적인 기능을 갖추기 위해 단지 내에도 학교와 일자리를 확보하려는 노력을 해왔다.



리젤펠트 신도시의 4개 구역

□ 입주민과 인근 주민 모두가 주거공동체

- 프라이부르크의 도시계획 과정에는 실제 외부 입주민과 인근 주민이 비슷한 비율로 참여한다. 이러한 주민참여는 주로 신문광고를 통한 참여주민 모집과 추진기구 수립으로 시작된다.
- 리젤펠트 도시계획 과정에는 주거공동체(Baugemeinschaft) 회원을 비롯해 140여명이 자원봉사자로 참여했다. 주거공동체는 임대와 분양이 섞여 있으며 공동체 수는 60여 개, 입주 가구는 800여 개이다. 처음에는 젊은 가구를 중심으로 형성되었으나, 지금은 노년층도 많이 참여하고 있다.
- 입주민뿐만 아니라 시내와 멀리 떨어진 외부 지역주민도 여기에서 문화여가 활동을 즐길 수 있도록 주민들의 공동공간을 함께 조성했다. 새로운 주거단지 입주자뿐만 아니라 인근 주민까지 도시계획 과정에서부터 참여하도록 해서 개발로 인한 갈등요인을 사전에 제거하고 있는 것이다.

□ 다양한 건축가의 협업을 통해 개성적인 도시경관 형성

- 리젤펠트는 4개 구역을 단계적으로 개발하는 방식을 채택했다. 1구역은 아파트와 상가 등 건물 디자인을 모두 차별화했는데, 매우 색다른 도시경관이 형성되었다. 이것은 건축사 한 명이 일률적인 디자인의 건물을 짓는 방식이 아니라, 여러 건축사가 협업을 통해 다양한 건축 디자인을 도입했기 때문이다.



- 중앙광장은 공동의 공간으로 사용하며, 지역 주민들이 주거공동체 형성을 위한 공간계획면을 돔처럼 올려서 자연채광을 확보한 어린이 체육시설로 활용하고 있다.
- 또한 카톨릭교회와 개신교회가 한 지붕 아래에 있는 애큐매니컬교회는 이 지역의 종교적 포용성을 상징하는 건물이다. 지역행사가 있을 때는 벽체를 모두 이동시킬 수 있도록 설계했다.

□ 자전거와 트램 잔디철도가 핵심 교통수단

- 리젤펠트는 자전거와 트램이 핵심적인 교통수단이다. 모든 도로는 일방통행이 원칙이지만, 자전거만은 쌍방통행을 허용한다. 트램 이용을 촉진하기 위해 트램 노선을 따라 상가와 도시의 주요 시설을 배치했다. 처음에는 도시 기반시설이 부족했지만, 트램을 따라 유동인구가 집중되면서 자연스럽게 확충되었다.

- 시내 중심과 리젤펠트를 연결하는 트램 선로는 총 연장 1.8km로, 건축과정에서 2,000만 유로가 소요되었다. 선로 주변에 깔린 잔디는 트램이 지나갈 때 발생하는 소음을 3분의 1로 줄여주는 효과가 있다고 한다.
- 현재 설치된 선로 대부분에 잔디가 깔려 있는데, 소음을 줄여주는 효과 외에도 빗물을 자연스럽게 흡수하며 콘크리트에서 발생하는 반사열을 줄여 도시를 시원하게 만든다. 또한 광합성 작용으로 대기 중 미세먼지를 흡수하는 효과도 있다.
- 또한 트램 선로뿐만 아니라, 트램에 전기를 공급하는 철제기둥에도 넝쿨식물을 식재하여 친환경 컨셉을 유지하고 있다.



잔디가 깔린 트램 선로



보행자가 우선인 도로



잘 정돈된 트램라인과 지역계획

2) 질의응답

Q 2030년까지 CO₂ 배출량 50% 절감이 가능하다고 보는가?

A 2018년에 이미 30% 절감 목표에 도달했고, 이 추세대로라면 2050년에 이산화탄소 제로에 도달할 것으로 자신하고 있다. 실제 프라이부르크는 2050년까지 'CO₂ 제로'를 어떻게 실현할 것인지 세부 실천 계획에 대한 연구를 진행 중이다. 목표 달성 방법에 대해 논쟁 중인데, '시민참여 극대화'가 유일한 해결책이라는 공감대에 도달하고 있다.

Q 좀 더 구체적인 방안을 듣고 싶다.

A CO₂제로 프라이부르크를 달성하기 위해서는 △에너지 절감형 건축물 △자전거 등 친환경적인 교통수단 △대체에너지 △시민들의 생활문화 개선 등 4가지에 성패가 달려 있다고 본다. 잘 해온 정책이고 아직 확산될 여지가 있다.

Q 친환경적 건축물만 허가한다는 정책이 놀랍다. 그런데 신축 건축물은 허가나 규제로 되겠지만 기존 건축물은 문제가 클 것 같다. 전통 건축물을 보존하는 것이 대세인데 그런 건축물은 단열 등이 취약하지 않은가?

A 좋은 지적이다. 에너지 효율적인 건축물을 짓는 것도 중요하지만 기존 건물의 리모델링도 중요한데, 기존 건축물은 개인소유라 접근하기가 쉽지 않다. 그래서 시에서는 에너지 효율적인 건축물로 리모델링하기 위한 기술박람회 등을 지속적으로 고민했고, 에너지 효율성을 경제적 효율성으로 연결해서 홍보했다. 현재 기존 건물을 리모델링할 경우 가구당 2천 유로까지 시에서 지원하고 있다. 리젤펠트에 있는 1970년대 건물을 이런 방식으로 독일 최초의 패시브하우스 고층건물로 리노베이션한 경험이 있다.

Q 태양광 패널의 수명이 다 되면 그것도 폐기물이 될 텐데 어떻게 처리하는가?

A 아주 중요한 문제지만 아직 당면과제는 아니다. 구체적인 자료는 지금 가지고 있지 않지만, 태양광 패널의 재활용은 국내에 상당수 처리업체가 있고 기술도 선진적이라고 알고 있다. 한국도 이 문제에 대응할 필요가 있을 것이다.

Q 보행자전용도로를 만드는데 시민들의 반대는 없었는가?

A 1973년에 처음으로 보행자 전용도로를 만들었다. 처음에는 시내 상점들의 반대가 많았다. 자동차의 접근성이 떨어지면 방문객이 줄 것이라는 우려 때문이었다. 설득했다. 결과적으로 더 많은 사람들이 시내를 찾게 됐고 상권도 활성화됐다. 보행자 전용구역의 상권이 살아나자 다른 지역도 보행자 전용구역으로 지정해 달라고 요구했다. 이런 과정을 거쳐 보행자 전용구역은 계속 확대되고 있다.

Q 독일도 자동차가 주력 산업인데, 대중교통 중심 정책이 마찰을 빚지는 않았는가?

A 자동차 회사에서 압력이 있기는 했지만 녹색당이 우세한 곳이라 대응이 가능했다. 하

지만 최근에는 자동차회사도 친환경 시스템으로 전환하는 추세이다. 대도시에서는 자동차회사가 최신 트렌드에 맞추기 위해 독자적인 카셰어링 시스템을 운영하기도 한다. 독일인들은 이제 30대만 되도 자동차 소유가 당연한 것이 아니라는 점을 받아들이고 카셰어링에 참여하는 등 트렌드 전환을 시도 중이다. 25세에서 40세 미만에서 자동차 소유가 줄어들고 있다. 앞으로 자동차 회사들이 카셰어링을 주도할 것으로 예상된다.

Q 교통정책이 큰 반발없이 전환되었고 그 이유가 원전반대운동이라 했는데, 당시 원전 반대운동에서 어떻게 찬성론자들을 설득하고 이해시켰는가?

A 원전 정책은 연방정부가 결정했지만 주민 반발로 무산된 일이다. 처음에는 흑림 주변에서 농사를 짓는 농부들이 반대운동을 시작했다. 원전에서 나오는 폐기물과 냉각수가 포도농사와 와인생산을 망친다고 믿었다. 이어 프라이부르크의 대학생과 교수들이 동참했고, 시와 시의회도 함께 했다. 녹색당이 압도적이었던 프라이부르크도 2011년 후쿠시마 사태 이전 잠시 보수당이 집권하기도 했다. 그러나 후쿠시마 이후 다시 녹색당이 집권했다. 원전반대운동과 후쿠시마 사태가 프라이부르크의 신념을 강화시킨 양대 사변이었다고 할 수 있다.

Q Q. 분리수거를 권장하기 위해 어떤 홍보 방법을 동원하는가?

A 분리수거와 쓰레기 감량정책은 1992년부터 시작했지만, 본격적인 캠페인은 15년 전에 시작됐다. 다양한 홍보 방법을 쓰고 있고, 분리수거 캘린더를 배포하는 방법도 사용한다. 내년에는 플라스틱 배출량을 줄이는 캠페인을 본격적으로 시도할 예정이다.

Q 길거리 분리수거를 잘 하지 않을 경우, 패널티를 주는 정책도 있는가?

A 산림에 페타이어 같은 쓰레기를 버릴 경우는 엄격하게 처리한다. 노란 봉투에 일반쓰레기를 섞어 버리면 계도를 위해 수거를 안 하는 경우는 있다. 하지만 벌금을 매기지는 않는다. 주민들이 자율적으로 문제를 해결하도록 하자는 취지이다.

Q 주민들이 수거함의 크기나 수거 주기를 결정하는 과정에 많이 참여하고 있는가?

A 주민 스스로 수거함의 용량과 수거기간을 결정하는 것이 원칙이기 때문에 많이 참여한다. 이를 통해 공동체 단위로 폐기물을 적게 배출하려는 노력이 일어나는 것이다.

Q 재활용쓰레기의 재활용율을 측정하는가?

A 수거된 페지나 유리는 거의 100% 재활용율을 보이고 있다. 이거는 문제가 없는데 노란봉투에 담겨오는 비닐과 페트병은 30% 정도 재활용율을 보이고 있다. 그래도 다른 지역보다는 상당히 높은 편이다.

Q 매립장을 건설하려면 반대가 많았을 텐데, 어떻게 설득했는가? 주변 주민에게 주는 혜택이 있는가?

A 매립장 주변이 개발제한구역이라 사람이 살지 않는다. 반대가 없었다.

Q 매립장이 몇 개인가? 소각장 신설은 계속되는가?

A 독일은 매립장을 없애는 추세다. 우리도 매립장을 새로 만들 계획은 없다. 산업폐기물 등은 다른 도시에 있는 매립장을 활용한다. 다이옥신 같은 유해물질은 거의 발생하지 않는 최신 소각기술이 개발되어 있어 소각비율이 차츰 높아지고 있다. 30~40년 전에는 소각장의 유해성에 대한 논란이 있었다. 지금은 필터 기준이 엄격해서 소각장 건설을 둘러싼 유해물질 논란은 없다.

Q 시민반대는 없는가?

A 소각장 신설로 인한 시민반대는 보지 못했다. 코펜하겐이나 비엔나 같은 도시는 일부러 도심 가까운 곳에 설치하여 폐열을 효율적으로 활용하고 있다.

3) 연수사진



7. 칼스루에대학 기술기반 스타트업 네트워크 & 에너지기반 창업센터



Cyberforum&Axel

브리핑1: Ceren Akbaba(Cyberforum)

Tel: +49 721 602 897 43

www.cyberforum.de

Haid-und-Neu-Straße 18, 76131 Karlsruhe

브리핑2: Christoph Klamouris(Axel)

Tel: +49 721 9649 2786

axel.energy/en/index.php

Haid-und-Neu-Str. 7, 76131, Karlsruhe

방문연수	독일	칼스루에	11/8(금)	10:00
------	----	------	---------	-------

1) 연수내용

□ 1,200명 이상의 회원을 보유한 사회혁신 네트워크

- 프리드리히 게오르크 호프너(Friedrich Georg Hoepfner) 박사는 1997년 칼스루에에 과학, 연구, 행정, 경제 및 금융 분야의 11개 파트너와 협력하여 최초의 사회혁신 단체 간 네트워크를 설립했다. 기술기반 스타트업 네트워크는 독일 최대 사회혁신 네트워크를 구축하고 있으며 유럽의 신생기업, 국제기업, 연구기관 및 대학에 이르기까지 1,200명 이상이 회원으로 등록되어 있다. 즉, 기업가와 투자자가 만나는 다양한 영역의 사람들을 위한 특별한 네트워킹을 제공하고 있다.
- 또한 칼스루에에 본사를 둔 비영리 단체로서 네트워킹을 통한 경험 및 아이디어 교환을 돕고 있는 활동적인 첨단 기업가 네트워크 역할을 하고 있다. 더 나아가, 스타트업 컨설팅부터 전문인력 및 마케팅 캠페인에 이르기까지 모든 개발 단계에서 IT 및 첨단 산업의 비즈니스를 지원하고 있다. 예를 들어 스타트업들이 원하는 직원, 전문가, 학생 등을 대상으로 컨설팅 지원을 해줄 수 있으며 매년 160개가 넘는 행사에서 1,000여 명이 넘는 사회적 경제 회원들과 네트워킹이 되어있다.

□ 칼스루에 기술지역의 중심에 있는 에너지 기반 창업센터

- 악셀(Axel)은 칼스루에 공과대학의 산학협력 기관으로 에너지를 기반으로 한 비즈니스를 도모하고 있으며 시장 출시를 가속화하고 있는 에너지산업 관련 스타트업을 지원하고 있다.
- 칼스루에는 에너지 기업의 창업에 좋은 위치와 환경 조건을 가지고 있다. 에너지와

관련된 연구 활동이 주변에서 활발하게 이루어지고 있기 때문이다. 에너지가 아니더라도 독일에서 4-5번째로 창업 기업이 많은 지역이다. 에너지 기업의 실리콘밸리가 되는 것이 악셀의 목표이다. 실리콘밸리가 그렇게 발전할 수 있었던 것은 투자자가 많았기 때문인데, 독일은 투자자들이 보수적인 편이라서 어려움이 있다고도 했다.

- 칼스루에 기술지역(Karlsruhe Technology Region)의 에너지 센터 중심에 위치한 이곳은 에너지에 100% 초점을 둔 유일한 에너지 창업지원 센터라 할 수 있다. 또한, 기업가들의 기술을 모니터링하고 개선하는데 도움을 주고 있고, 스타트업을 시작하려는 사람들에게 멘토, 코치, 기업가, 에너지 전문가 등 맞는 파트너를 찾아 설계해주는 컨설팅 프로그램도 지원하고 있다.
- 악셀은 이노에너지(InnoEnergy)와 함께 1년에 2회 ‘에너지 비즈니스 캠프(Energy Business Camp)’를 주최하고 있다. 이 캠프는 유능한 젊은이들을 모아 에너지와 관련한 유망한 비즈니스 모델을 구축하도록 한다.

□ 에너지 기업의 플랫폼 역할을 하는 비영리단체

- 악셀은 2014년 설립되어 현재 창립 5년 1개월이 된 에너지기업이자 비영리 지원 단체이다. 현재 90여 개의 기업과 단체, 공공기관, 연구기관, 개인 등이 회원으로 등록되어 있다.
- 주요 역할은 서로 다른 에너지 분야의 기업들을 묶어서 서로 새로운 아이디어를 교환하는 플랫폼을 제공하는 것이다. 중요하게 생각하는 부분은 다양한 규모와 형태의 기업들이 서로 만나서 아이디어를 교환하여 혁신적인 비즈니스 모델이 창출되는 것에 주안점을 두고 있다.
- 주로 에너지 분야의 새로운 창업 기업 보육 서비스를 제공한다. 에너지가 커버하는 분야는 에너지 생산, 에너지 분배, 에너지 저장과 관련된 기업들이다. 또한 스마트 에너지 분야도 커버한다.



악셀의 회원 네트워크

□ 공공자금을 지원받는 창업보육 프로젝트

- 악셀은 아이디어를 시장에 내놓기 위한 다리 역할을 하는 창업보육 프로젝트를 수행하며, 그 자금은 공공으로부터 지원받는다. 주로 아이디어나 기술은 완성하였음에도 상업화하는 방법을 모르는 기업 또는 연구소를 지원한다.
- 주로 창업 세미나에서 창업에 관련된 기초 지식과 마케팅 방법, 관리 방법, 지적재산권 보유 방법 등에 대한 조언과 기술 지원을 해준다. 예를 들어 창업자들이 가지고 있는 기존 아이디어와 제품에서 경쟁력을 높이려면 어떻게 해야 하는지, 어떻게 개발을 하는지도 알려준다. 이런 종류의 세미나는 한 달에 2-3회, 연간 약 30회 정도 실시한다.
- 또한, 투자자와 창업 기업을 연결해 주는데 공공기관에서 지원을 받아서 제품화할 수 있도록 펀딩을 소개시켜 준다. 재원을 마련할 수 있도록 도와주는 것이다.
- 악셀의 주요 파트너는 프라운호퍼연구소, ENBW(Energy Baden-Württemberg), 시정부, 주정부 등인데, 시정부의 펀딩이 가장 큰 부분을 차지한다.



악셀의 파트너기관

- 보통의 창업보육기관과는 달리 독립적인 연구실은 없고 사무공간만 무상으로 제공한다. 대부분 에너지와 관련된 하드웨어적 기업이기 때문에 필요한 장비가 있을 때 인근 대학교와 연구기관에 가서 시험할 수 있도록 지원하고 있다.
- 창업보육 프로그램을 시작한 지는 약 2년이 되었고, 그동안 12개 기업을 지원했다. 평균적인 지원기간은 15-18개월이다. 주력 분야는 △태양에너지(4개) △인공지능과

디지털화(5개) △전기 자동차(5개) △에너지 저장(3개) △스마트홈 기기(2개) △기타(6개)이다.

- 에너지 비즈니스 캠프 학생을 대상으로 하는 창업프로젝트로, 매년 7월에 5일간 합숙과정을 실시한다. 캠프 참가를 원하는 학생은 아이디어를 사전에 제출하고 참가자로 선정된 후에 참가할 수 있다. 국가를 제한하지 않는 국제적인 프로젝트로, 올해에는 파키스탄, 인도, 중국, 폴란드, 터키 등에서 학생들이 왔고 작년에는 멕시코에서도 학생이 왔다. 비즈니스를 배우는 곳이기 때문에 에너지에 대한 프로젝트를 어떻게 상업화할 것인지에 대해 배운다.



2019년 에너지 비즈니스 캠프 현장

2) 질의응답

Q 에너지의 범위는 광범위한데, 성공적인 에너지 종류의 샘플이 있는가?

A BRC Solar는 태양광 패널에 장착하는 하드웨어를 개발했는데, 그늘지는 효과를 저감해서 효율성을 높인다. 그늘이 저서 효율이 떨어지더라도 낮은 정도의 에너지라도 흡수한다. BRC Solar는 잘 팔려서 300개 정도 팔았다. TRL 지수는 기술이 시장에 나갈 수 있는지 지수를 보여주는데, 1-10까지 있다. 7+를 기록하고 있는데, 그 정도면 시제품이 나와서 기능이 검증된 정도이다. NECOL은 태양광 패널에서 나온 폐열을 회수해서 온수를 제공하는 기계를 만들었다. 저개발 국가의 메인 전력 공급소에 연결되어 있지 않은 사람들이 가져다 쓸 수 있다. 이것도 검증돼서 300개 정도 칠레, 중국, 아프리카 등지에 판매했다. HILABS는 리튬 이용 배터리가 아닌 신개념의 배터리 시스템을 개발하고 있다. 시간이 많이 걸리는 프로젝트이기 때문에 아직 진행 중이다.

Q 산학연 시스템이 있는가? 대학과 협업해서 진행 중인 프로젝트가 있는가?

A KIT (Karlsruhe Institute of Technology) 가 공과대학인데, 굉장히 밀접하게 협력하고 있다. 사회자 분도 여기서 일하기 전에는 KIT에서 일했다.

Q 어떤 조건을 충족시켜야 회원이 될 수 있는가?

A 아이디어만으로는 안 되고, 구체적인 비즈니스 모델이 있어야 한다. 팔려고 하는 제품이 하드웨어 장비일 경우 어느 정도 구체화되어 만들어져 있어야 한다. 창업 보육 프로그램에 들어가기 위해서 여기까지 단계가 이루어져 있어야 하지만 그렇지 않은 기업의 경우 조그만 형태의 프로그램이 있다. 여기서는 창업의 기초부터 알려주는 일을 한다. 프로그램에 들어가는 기업을 선정하는 기준 중 하나는 근접성이다. 한마디로 Karlsruhe 안에 있어야 한다. 가까이 있어야 한다. 큰 프로젝트는 관련된 것들이 많아서 복잡하지만, 비즈니스 모델이 없는 경우에 조그만 프로그램에는 들어갈 수 있다.

Q 제품이 나오기까지 테스트 단계가 있는가? 그 과정이 까다로운가?

A 어떤 제품인지에 따라서 어떤 테스트 과정을 거쳐야 하는지 달라서 일반적인 과정이 정해져 있다고 말씀드리기는 어렵다. 일반적으로 제품 개발에 있어서 90%까지 하는데 2-3년이 걸리면 나머지 10%를 완성하는 데 시간이 오래 걸리는 인증, 표준화 등의 단계일 수 있다. 간단하지 않다. 기본적으로 여기서 선호하는 것은 기업이 시험을 다 해서 시장에 내놓는 것이 아니라 시제품을 하나 만들어서 기업과 손을 잡고 사용해 보고, 사용한 결과에 대해 피드백을 주고, 문제점을 개선하는 등의 과정이다. 시험을 개발 업체에서 모두 담당하는 것이 아니라 이곳과 함께 손을 잡고 이런 과정을 진행하는 것이다. 정부지원금을 받아서 진행하는 프로젝트이기 때문에 완전히 시장에 진입한 기업과는 일을 하지 않는다.

3) 연수사진



8. 생명이 다한 스케이트 보드 목재를 활용하는 업사이클링



레스터트 업사이클링

(Restwert Upcycling)

Reichenbachstraße 8A, 68309 Mannheim

브리핑 : Florian Thierolf(Founder)

Tel: +49 621 17290151

www.restwert-upcycling.de

방문연수	독일	만하임	11/8(금)	15:30
------	----	-----	---------	-------

1) 연수내용

□ 생명이 다한 스케이트보드 목재를 활용하는 업사이클링 1인기업

- 겹겹이 화려한 색감과 스케이트 보드 특유의 질감을 자랑하는 아기자기한 소품이 전시된 레스터트 업사이클링 (Restwert Upcycling)을 찾은 시각은 11월 8일 오후였다. 레스터트 업사이클링은 나무와 목공과 지구를 사랑하는 Florian Thierolf가 2017년 창업한 오픈 업사이클링 메이커 스페이스이다. 주로 버려진 스케이트보드를 재활용한 제품을 생산한다. 레스터트 업사이클링은 아직은 1인기업 규모이다. 비정부 민영기관이기 때문에 운영자금을 스스로 마련해야 한다. 소규모 워크샵과 이벤트 운영, 제품판매, 회원제 서비스로 운영비를 마련하고 있다.



화려한 색채의 보드

- 창업을 위해 시제품을 만들어 시험해 보려는 사람들도 이곳에서 활동한다. 기업은 세 군데 존으로 나뉘어져 있다. Creative Zone은 프린터와 티셔츠 판금기계가 있고 Fabric Zone에는 재봉틀, Electric Zone은 다양한 커터기계와 3D 프린터 등이 있다. 철공을 배울 수 있는 장소를 건설 중이라 레스터트 업사이클링은 목공과 철공 작업이 가능한 곳으로 거듭날 예정이다.
- 창업자 플로리안 티롤프 씨는 원하는 사람 누구나 와서 재활용 재료로 만들고 싶은 것을 만들어 볼 수 있는 장소로 개방하고 있다. 사용법을 배워 도구와 기구를 사용할 수 있다. 그러나 무엇보다 사람들이 이곳에 모이는 이유는 서로의 아이디어를

교환할 수 있기 때문이다. 스케이트보드를 재활용하면 만드는 사람에 따라 각기 다른 결과물이 나오기 때문에 서로 큰 경쟁 없이 아이디어와 정보를 교환한다. 또한 재료가 되는 스케이트보드 물량이 제한적이기 때문에 정보교환이 중요하다. 나무와 지구를 생각하는 사람들을 연결시켜 준다는 점이 이 공간이 가지는 의미이다.

□ 스케이트보드의 제품 라이프사이클에 대한 생각

- 업사이클링은 가치를 잃고 버려진 제품의 가치를 재발견하여 자연에서 새로운 원료를 채취하지 않고도 필요한 새 상품을 만들어내는 것이다. 티롤프씨가 스케이트보드를 선택한 이유는 제품 라이프사이클 때문이다. 스케이트보드는 캐나다 단풍나무를 7겹 압축하여 만든다. 겹겹이 색을 입히고 두께를 달리하여 만들도록 공정이 표준화되어 있다. 성장이 느린 편에 속하는 단풍나무는 목재로서 가치를 가질 만큼 성장하는 데 80년이 걸린다. 캐나다에서 전 세계 스케이트보드 생산업체로 목재가 운송되면서 많은 양의 이산화탄소가 발생한다. 이렇게 만들어진 스케이트보드는 거의 사용되지 않고 버려진다. 실제 수거한 보드는 마치 새것처럼 보이는 것들이 대부분이다.



보드와 직접 제작한 작업도구

- 스케이트보드를 재활용할 때의 장점은 색 조합이 강렬하고 다양하여 공예품으로 가치가 있다는 점이다. 그러나 대량 주문이 있을 때는 기성품처럼 똑같은 색을 match할 수 없고 모든 제품이 다르기 때문에 개별 사진을 찍어 온라인샵에 올려야 한다.
- 열쇠고리는 이 업체의 인기 상품으로 판매율이 높고 기념품으로도 많이 제공되고 있으며 맞춤형으로 제작이 가능하다. 티롤프씨는 우리가 제품을 소비할 때 방법에 대해 한번 생각해 봐야 한다는 말을 하고 싶었다고 한다. 스케이트보드를 타면서 어떤 과정으로 만들어지고 유통되어 버려지는지 한 번쯤 생각해 보기를 원했다.



스케이트보드를 재활용한 열쇠고리

- 연수단은 업사이클을 통한 스케이트보드 판매의 성공적인 전략에 대한 브리핑을 들은 후 작업현장을 방문해 직접 관찰하였다. 마케팅은 가장 어려운 부분으로 목재는 무료로 얻을 수 있지만, 제품 생산과정

이 수공으로 품이 많이 들어 가격이 높은 편이다. 따라서 고객을 열심히 찾아야 한다. 지속가능성에 기반한 제품을 판매하는 온라인샵이나 친환경제품 온라인샵에 등록하여 제품을 판매하며 레스터트 업사이클링 온라인샵도 운영하고 있다. 친환경 제품의 가치를 알아보는 도시 거주 30대 이상의 고객층이 대부분이다. 업사이클 제품이기에 구매하는 소비자도 있고 제품 색깔과 공예품적 가치 때문에 구매하는 소비자도 있다.

※레스터트 업사이클링의 온라인 쇼핑몰: <https://www.restwert-shop.de/>

□ 쉽게 배우는 무거운 환경문제 - 아동 대상 업사이클링 제작 워크샵

- 레스터트 업사이클링은 출범 때부터 제품 생산만이 아니라 아동 대상 워크샵을 운영하고 있다. 아이들이 스케이트보드 목재와 폐자전거체인을 고리부분에 이용해 업사이클링 체험을 하는 워크샵이다.
- 보통 워크샵에는 8세 이상의 어린이들이 참가하고 있으며, 감독당 최대 6명의 어린이가 그룹이 되어 작업 활동을 하게 된다. ‘차가운 소재’의 스케이트보드 목재를 사용해서 톱질과 연삭 활동을 함께하면 아이들의 운동 기술과 집중력을 향상시키는 교육적 효과를 달성할 수 있다. 업사이클링 체험을 통해 자원의 유한성과 지속가능한 이용이라는 인류의 과제를 자연스럽게 배우는 것은 물론이다.



스케이트보드 겹판 색감이 그대로 나타난 열쇠고리



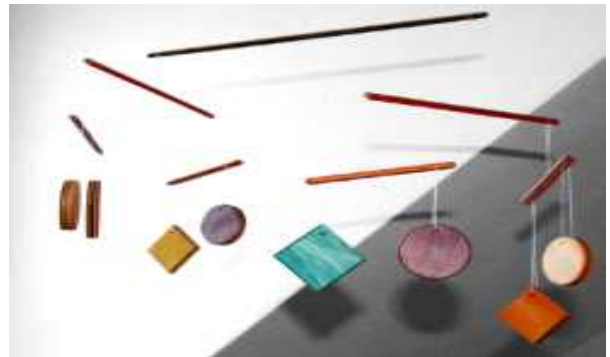
컵받침



명함케이스



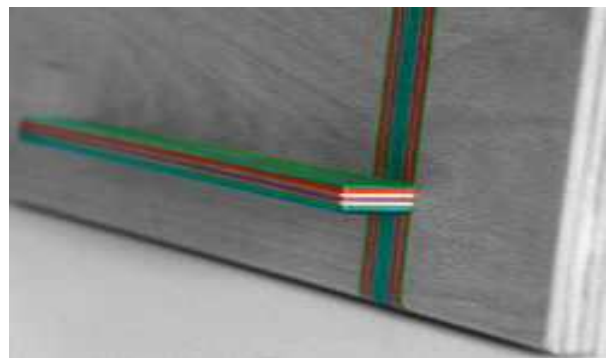
거울틀



모빌



냉장고용 자석



가구

2) 질의응답

Q 창업을 지원하는 메이커 스페이스의 기능이 한국은 희망하는 사람이 많이 없어서 운영하는 데 어려움을 겪고 있는데, 여기는 운영상의 어려움이 없는가?

A 이곳을 운영하는 자금은 민간이기 때문에 스스로 알아서 해야 하는데, 기본적으로는 정부지원이 없다. 하지만 직업학교에서 직장을 못 구하는 경우, 목공 등 재교육시키는데, 재교육시키는 것에 대한 지원금을 받는다. 그래도 기본적으로는 스스로 운영해야 한다.

Q 헌 보드를 가져다주면 할인권을 주는가?

A 보드를 사오지 않고, 얻은 보드에 대해서 여기서 만든 제품을 주거나 한다.

Q 만든 제품도 예술성 있고 작업장도 정리가 잘 되어있는 것 같다. 타고난 창의적인 재능이 있으신 것 같다. 스케이트보드 말고 다른 작품을 만든 적이 있는가?

A 본인이 좋아하는 일을 하면 계속하게 되니까 나아지는 것 같다. 아버지가 집에서 필요한 것을 고칠 때 지하실에서 놀기도 했다. 방에서 나무를 톱으로 조금씩 썰어보는 것에서부터 시작됐다. 아이디어는 있는데 작품으로 나오지 않는 경우도 있다. 가장 큰 문제는 시간이 모자라다.

Q 스케이트보드를 하는 사람들끼리의 네트워크가 있다고 하셨는데, 스케이트보드뿐만 아니라 Upcycling을 하는 사람들끼리도 네트워크가 있는가?

A Trash-Up이라는 컨벤션 행사가 있다. 모든 종류의 Upcycling을 하는 사람들끼리 모여서 만나고 인사하는 장이다. 보통 11월 초에 도르트문트에서 개최한다.

Q 접착하는 본드는 친환경적이지 않는데, 그런 것까지 생각하는가?

A 그런 부분도 고려한다. 예를 들어 주문을 받았을 때 비건 오일을 쓰지 않고 제품을 만들어달라고 하는 요청을 받은 적이 있다. 그 일이 계기가 되어 쓰고 있는 재료가 환경에 얼마나 영향을 미치는지 생각해봤다. 법적으로 요구되는 수준보다 화학제품으로 덜 쓴 것들 위주로 사용하고 있다.

3) 연수사진



3. 정책적 시사점

1

규제형 한국 행정에 대한 인식전환 필요

□ 지역주민은 최고의 지역 정책가이자 실천가

- 유럽은 수백 년 이상 계속된 주민 중심의 자치와 협치의 전통을 가지고 있다. 지역을 가장 잘 알고 있으며 애정을 가진 주민들이 그 지역에 가장 필요한 정책을 펼 수 있다.
- 지방자치체와 자치분권을 시도하고 있기는 하지만 한국은 여전히 행정 공무원 중심으로 규제형 TOP-DOWN 정책에 익숙하다. 지역 문제를 피부로 느낄 수 있고 생활에서 경험하는 주민들이 그 지역 문제 해결의 주체라는 인식전환이 선행되어야 한다.
- 지역의 빈곤문제 해결, 분지지형으로 인한 환경문제 해결, 에너지 수입 비용 절감 등 지역 문제를 주민들이 토론하고 합의하고 실천하여 세계적인 친환경 생태마을로 만들어 가는 과정에서 민주주의와 협치란 무엇인지를 엿볼 수 있다.

□ 마을 대소사 모든 분야의 공공서비스 제공

- 그라츠 교통공사는 미세먼지 해결을 위해 바이오디젤로 운영되는 교통체계를 도입하고 관리하는 주체이다. 이에 그치지 않고 폐기물처리, 항공 서비스, 장례 서비스, 시 광고 등 마을에 필요한 공공서비스 전 분야를 관할한다. 시의 대소사와 주민 근접 생활권까지 관리하고 지원하고 있다.
- 대도시 이주로 인해 중소도시와 농촌의 인구 감소, 지역 격차 문제 등이 심각하다. 소규모 지역 거주는 오히려 이를 장점을 살려 주민 생활에 더 밀접하고 공동체 문화가 살아있는 공공서비스를 제공할 수 있을 것이다.

2

협오시설을 시민참여시설로 지역주민 지갑과 연계

- 우리나라 발전소와 폐기물 처리장은 필수불가결한 시설이지만 협오시설로 불린다. 발전 연료 조달에 지역주민이나 기업의 생산 부산물을 활용하여 시는 연료 비용을 절감한다. 주민들은 수익을 얻을 수 있다. 상생 전략으로 공익시설 건설 문제를 피해간 무레크 사례는 인상적이다. 도시형 아파트에는 발전 연료로 사용되는 폐기물에 대해 관리비를 지원하는 등 한국 상황에 맞는 정책 활용이 가능할 것이다.
- 시민참여시설로 신재생에너지 사업을 민간이 참여하고 수익을 배분하는 형태도 인상적이다. 태양광 발전설비의 경우 시민참여로 건설비를 충당하고 수익을 나눔으로

써 부지확보와 재정 문제를 한번에 해결할 수 있다.

- 주민 참여로 건설되거나 운영관리 되는 시설의 경우 연말 전기요금이나 난방요금을 지역에서 활용 가능한 쿠폰이나 이용권으로 정산하는 사례가 있다. 원료를 공급하거나 최종 생산물을 공급하는 등의 주민 참여를 경제적 혜택으로 보상하며 지역 경제 순환도 도모할 수 있는 방안이다.

3

원료 채취부터 폐기물 재이용까지 자원순환 경제

- 대부분의 신재생에너지 시설은 발전 폐기물이나 폐열을 퇴비나 지역난방으로 활용하고 있다. 원료공급과 발전 프로세스 폐기물 처리까지 전 과정을 자연으로 돌려보냄으로써 친환경이라는 목표를 달성한다.
- 지방정부나 공공기관뿐 아니라 사기업도 자연순환시스템을 개발하고 적용한다. 면화를 생산하는 귀성 기업의 경우 면화 생산에 필요한 전력을 자체 발전하고 이산화탄소 제로 기업 인증을 받았다.
- 기업뿐 아니라 개인 주택이나 건물도 기후 친화적으로 설계하고 재생에너지를 활용한 열 공급, 이산화탄소 제로 배출 공조시스템 적용 등 인공적 건축물도 자연의 일부가 될 수 있다는 점도 인상적이다.

4

너무 짧은 제품 라이프사이클 업사이클링으로 장수 제품화

- 물질 소비가 부의 척도라는 생각에 인식전환이 필수적이다. 스케이트보드의 라이프사이클을 늘려 새로운 상품으로 업사이클링 하였다. 유럽은 중고의류 상품에 대한 인식도 짠 옷이나 헌옷이 아닌 돌려 입는 옷 쇼핑의 한 가지 방법이라는 인식이 있다. 생산에서 폐기까지 많은 에너지가 소모되는 만큼 제품 소비의 라이프사이클을 장수화하는 것이 중요하다.
- 공간을 정리한 후 발생하는 폐기물 대부분은 기능이 남아있어 버리기 아까운 물품이다. 나눠쓰고 돌려쓰는 재사용 재활용 시장을 활성화하여 환경 부담을 줄임으로 얻는 환경적 이익은 매우 크다.

5

선진국도 생활수준에 맞는 적정기술 필요

- 화석연료 수입이 멈춘 우리나라를 만들기 위한 기술, 한번 쓰면 버려야 하는 건축자재를 대체할 수 있는 친환경 자재, 지속적인 활용이 가능한 제품 등 선진국의 문

턱에 있는 우리나라에도 친환경 적정기술 개발이 필요하다.

- 대기업이 생산하는 전기차, 수소차도 필요하지만, 우리나라 생활 수준에 맞는 재활용 제품 개발도 필요하다. 우리 생활에 필요한 모든 것이 지속가능한 환경을 위한 제품으로 전환되어야 하겠다.

2019 사회적기업 해외연수 결과보고서



발행일: 2019.12.20
발행처: 한국사회적기업진흥원(13292)
경기도 성남시 수정구 수정로 157 8층
발행인: 김인선(한국사회적기업진흥원장)
연락처: Tel 031-697-7700
Fax 031-697-7899
(<http://www.socialenterprise.or.kr>)
기획·제작: 글로벌엔로컬브레인파크

<비매품>

※ 본 책자의 내용은 무단으로 전제할 수 없으며, 책자의 내용
및 활용에 관한 문의는 한국사회적기업진흥원으로 연락해주
시기 바랍니다.

2019년 해외연수사업

2019년 사회적기업 해외연수 결과보고서



한국사회적기업진흥원
Korea Social Enterprise Promotion Agency



BRAINPARK
BRAIN POWER PARK