

독일 뮌헨 시 추진 저탄소 녹색성장 친환경사례

- 아커만보겐(Acker-
mannbogen) 주거
단지의 태양열 난방
및 패시브하우스를
중심으로 -

주 현 경

독일 주재 외국법제조사원

I. 아커만보겐(Ackermannbogen) 주거단지의 개요

1. 개 요
2. 설립배경
3. 구 성
4. 건축구역별 특징

II. 친환경적 특징 1: 태양열 공급을 통한 지역난방

1. 태양열 에너지 이용
2. 언덕에 매립된 온수축열조
3. 태양열을 이용한 지역 난방이 이루어지는 방식
4. 비판점

III. 친환경적 특징 2: 패시브하우스

1. 패시브하우스란?
2. 네스트-패시브하우스의 개요

IV. 뮌헨 시의 에너지 절약 장려정책

1. 에너지 절약 장려 프로그램 (FES)
2. 성 과

V. 결 론

뮌헨 시의 에너지 절약 및 환경보호를 위한 다양한 시도 중 아커만보겐 주거단지의 태양열 지역난방은 뮌헨 시의 태양열 에너지 장려를 위한 대표적

인 모델 프로젝트로서, 커뮤니티 규모의 태양열 에너지 이용을 이루어낸 사례이다. 또한 패시브하우스는 주택단열을 통해 에너지 수요를 혁신적으로 감소시킴으로써 CO₂ 배출량을 줄이는 저탄소 녹색성장의 건축방식이다. 아래에서는 이 두 가지 사례에 대해 살펴보도록 하겠다.

I. 아커만보겐(Ackermannbogen) 주거단지의 개요¹⁾

1. 개요

독일 뮌헨(München)의 아커만보겐 타운은 올림픽공원(Olympiapark) 남쪽지역 39.5헥타르의 넓은 지역에 새로 들어선 도시구역으로, 총 4개의 건축구역으로 나뉘어 2,200가구의 주거공간, 500개의 작업공간 및 9.2헥타르의 새로운 녹색지대로 구성되어 있으며, 도시구역상 슈바빙-베스트(Schwabing-West) 구(區)에 속한다.

2. 설립배경

독일연방군이 이주하면서 토지를 뮌헨 시에 매각한 후, 뮌헨 시는 1998년 도시건축 및 지역계획 아이디어 공모대회를 개최하였다. 이 대회에서 1위를 차지한 건축가 크리스티안 포겔(Christian Vogel)과 지역건축가 리타 렉스-케르퍼스(Rita Lex-Kerfers)의 중심적 구상은 쌍둥이주택이나 연립주택, 여러 층으로 구성된 주택까지 다양한 거주형식의 건축물이 모여 있는 주거단지를 구성하는 것이었다.

이러한 공모대회의 결과물은 1999년 5월 시의회에서 새로운 도시구역을 구성하는 도시계획으로 결정되어 실제 작업에 들어가게 되었다. 새롭게 추가된 콘셉트(Concept)들도 있었는데, 이 구역의 북쪽과 남쪽 사이의 중간지대에 숲이 조성되고, 슈바빙 지역과 올림픽공원 및 노이하우젠 지역을 연결하는 자전거도로가 신축되었으며, 자동차 도로를 신호등 없이 바로 건널 수 있도록 자전거 및 보행자 다리가 설치되었다. 북쪽에는 큰 잔디밭이, 남쪽에는 상업시설 및 광장이 자리잡았다.

1) <http://www.monacomedia.de/muenchenwiki/index.php/Ackermannbogen> (2009.4.15); <http://www.muenchen.de/Rathaus/plan/bebplanung/projekte/ackermann/119644/index.html> (2009.4.15) 참조.



3. 구성

(1) 다양한 주거공간

주택은 싱글부터 대가족까지 모든 시민들이 이용 가능하도록 크기별로 다양하게 구성되었으며, 재정적으로도 다양하게 구성되어 자기 재정으로 구입할 수 있는 거주공간부터 사회보장주택까지 다양한 주택이 어우러져 있다.

(2) 교육시설

전체 구역에는 충분한 수의 유치원 및 보육시설이 있으며, 학교시설도 학생들이 쉽게 도달할 수 있는 거리에 있다.

(3) 도로 및 교통

도로는 보행자 및 자전거 통행으로 어디든 갈 수 있도록 되어 있다. 남쪽 지역에 트램과 버스 정류소가 있고, 북쪽 지역으로 버스 노선이 연결된다.

(4) 녹색환경

도시 계획 당시부터 이미 존재하고 있는 자연환경들을 보존하도록 계획되었고, 도시건축상 거주자들의 상이한 요구에 부합할 수 있는 다양한 녹색환경이 조성되도록 조치되었다. 숲과 큰 잔디밭 외에도 썰매를 탈 수 있는 언덕이 계획되었다. 남동쪽에 원래 있었던 서식공간도 보존되었다.

4. 건축구역별 특징

이 지역은 크게 4개 구역으로 나뉜다. 북동쪽에 위치한 1차 건축구역에서는 바이에른 주(州) 주거공간장려 프로그램인 '바이에른의 공격적 미래' 라는 틀을 실현시켜, 가격이 저렴하고 친환경적이며 사회적인 새로운 방식의 주택들을 실험해 보았다. 630가구의 주거공간 및 1개 보육시설로 구성되었으며, 다양한 주택 또는 아파트 형식이 섞여 있다. 2004년에 입주가 시작되었다.

2차 건축지역에는 사회보장주택(Sozialwohnung), 공무원주택 및 가격이 비싼 개인주택으로 구성되어 있다.

3차 건축구역에는 400가구의 주거공간과 보육시설이 건축되었으며 2006년 말 입주하였다. 북서쪽에 위치한 3차 건축구역의 특징은 '지역 태양열 에너지' 프로젝트가 실현되었다는 점이다. 건물 지붕에 시공된 3개의 태양열 집열기를 통해 모아진 에너지는 단지 옆 공원 언덕에 매립된 대형 축열조에 저장되어 약 300가구에 열을 공급하고 있다.

남서쪽에 위치한 4차 건축구역에는 광장(Marktplatz) 및 상업·공급시설이 모여 있다. 그 외에도 노인을 위한 양로원 시설 및 대학생 기숙사도 있다.

II. 친환경적 특징 1: 태양열 공급을 통한 지역난방²⁾

아커만보겐 타운이 주목받는 가장 큰 특징은 바로 커뮤니티 규모로 태양열을 이용한 에너지 자립을 이루었다는 점이다. 기존의 단독주택이나 단독건물의 에너지 자급자족보다는 지역규모, 즉 커뮤니티 규모나 도시 규모의 에너지 자립이 설치나 유지 면에서 유리한 점이 많다. 공급면에서도 불규칙성을 줄일 수 있고, 여러 세대의 수요에 대처하기 때문에 이용면에서도 효율성을 높일 수 있기 때문이다. 최근 이러한 형식의 시도들이 전세계에서 계속되고 있다.

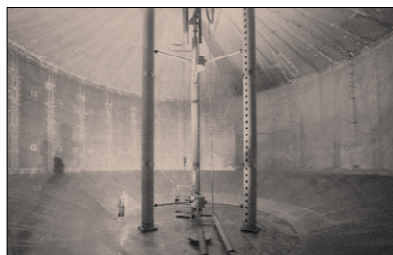
1. 태양열 에너지 이용

아커만보겐 타운은 태양열 프로젝트를 실행하여 320가구 난방수요의 약 47%를 태양열로 충당하고 있다. 이를 위해서 뮌헨 시는 연립주택 지붕에 2,900제곱미터 크기의 3개의 태양열집열기를 설치하였다. 이를 통해 모아진 태양열은 콘크리트로 만든 온수 축열조로 옮겨진다. 이 대형 축열조는 유럽에서 새로운 방식의 구조물인데, 이 프로젝트를 통해 매년 약 160톤의 CO₂ 배출을 막는 효과가 생긴다. BMU는 이 프로젝트에 180만 유로를 지원하였다.³⁾

[그림 1] 건물지붕에 설치된 태양열집열기



[그림 2] 온수 축열조 내부



2) <http://www.ackermannbogen.de/wiki/Solarwaermeprojekt> (2009.4.16.) 참조.

3) 참고로 독일은 1993년부터 2002년까지 10년 동안 '솔라테르미(Solarthermie) 2000'이라는 태양열 이용 지역난방 프로젝트를 전국적으로 실행한 바 있다. 신규 조성되는 마을뿐만 아니라 기존의 마을의 리모델링에 태양열 에너지를 이용하도록 하는 프로젝트였다. 2002년 이후 이 프로젝트는 종료되었으나 동일한 콘셉트의 '솔라테르미 2000 Plus' 프로젝트로 연장하여 계속적인 프로젝트를 실행하고 있다. 참고 웹사이트 <http://www.solarthermie2000.de/> 및 <http://www.solarthermie2000plus.de/>.



[그림 3] 온수 축열조 외부



[그림 4] 언덕에 매립된 온수축열기



2. 언덕에 매립된 온수축열조

직경 26m, 내부 높이 16m의 이 온수 축열조에는 약 6,000m³의 물을 저장할 수 있으며, 겉은 콘크리트로 시공되었다. 내부는 스테인리스 스틸로 마감되었고, 바깥쪽은 두껍게 포장되어 마감함으로써 축열조의 열 손실이 없도록 하였다. 축열조는 언덕 형식으로 매립하여 녹색공간을 확장하였다. 이 언덕은 아커만보겐으로 소음이 전달되는 것을 방지하는 방음벽의 기능을 하면서 동시에 겨울에는 썰매를 탈 수 있는 언덕으로도 이용된다.

3. 태양열을 이용한 지역 난방이 이루어지는 방식

우선 주택 건물 위를 덮고 있는 지붕에 큰 태양열집열기를 시공하여 태양광의 열을 받는다. 이 열은 큰 축열조에 모이게 되는데, 이 축열조 안에 있는 물은 계절적으로 가을까지 약 90도 정도의 온도까지 덩혀지게 된다. 겨울에는 반대로 열이 축열조에서 방출되어 주택들에 사용되도록 수송된다. 1월까지의 이 축열조의 열만으로 완전히 이 주거단지의 난방을 공급할 수 있다. 그 후에는 외부의 난방을 이용하게 된다.

1년 동안 이 주거단지 난방수요의 약 47%를 태양열을 이용해 충당하고 있다. 이 공급설비에 든 비용은 530만 유로이며, 2007년 여름에 완공되었다.

4. 비판점

이 태양열 지역난방에 대해서는 다음과 같은 점이 비판되고 있기도 하다. 320가구의 겨울 난방의 반 정도(11~1월)를 커버하는 데 530만 유로의 설치비용이 들었다는 것은 확실히 비용이 너무 비싸다는 것이다. 1년 내내 온수만 공급하는 것이었다면 지붕 태양열 집열기가 확실히 더 적게 필요했을 것이고 온수 축열조도 필요하지 않았을 것이다. '저에너지 표준'에 따른 주택 단열 역시 특별히 새로운 것은 아니다. 주택 단열에서 더 혁신적인 것은 사실 아커만보겐에 이미 실현되어 있

는 패시브하우스로 비용도 더 저렴하다. 예를 들어 로자-아셴브렌너-보겐(Rosa-Aschenbrenner-Bogen)에 있는 네스트-패시브하우스는 난방을 위한 열 수요가 100% 태양열 에너지와 지열 에너지를 통해 충당된다. 다음에서는 이 패시브하우스에 대해 살펴본다.

III. 친환경적 특징 2: 패시브하우스⁴⁾

1. 패시브하우스란?

패시브하우스란 기존 방식의 난방이 더 이상 필요하지 않을 정도로 단열을 강화한 집을 뜻한다. 이 주택에서 생성된 열, 예를 들어 자연 태양광이나 인간의 몸에서 나오는 열, 그리고 가전제품에서 나오는 열 등이 마치 보온병 안에 있는 것처럼 벽과 창문의 최적화된 단열을 통해 집에 보존된다. 이로써 에너지 절약을 실현하면서도 동시에 높은 생활편리성을 누릴 수 있다는 특징을 지니고 있다.

뮌헨과 그 근교에서는 많은 수의 패시브하우스들이 성공적으로 건축되었다. 아커만보겐에는 이미 2개의 패시브하우스가 건축되었다. 2004년에 네스트 패시브하우스(Nest-Passivhaus)가 로자-아셴브렌너-보겐(Rosa-Aschenbrenner-Bogen)에 건축되었고, 2006년에는 센타-헤르커-보겐(Centa-Herker-Bogen)과 엘리자베스-콘-스트리트(Elisabeth-Kohn-Straße) 사이에 건축공동체의 패시브하우스가 건축되었다. 네스트-패시브하우스에는 환기 시스템, 태양열을 이용한 난방 및 전기이용 설비, 그리고 지열 펌프가 설치되어 있다.

2. 네스트-패시브하우스의 개요⁵⁾

주 소	Rosa-Aschenbrenner-Bogen 3-5
형 태	20가구의 연립주택
기술적 정보	완공: 2004년 에너지 공급면적: 2,138 m ² 난방에너지 사용량: 13 kWh/(m ² ×a)

패시브하우스는 환경열, 배출열 및 태양 에너지를 사용하여 한겨울에도 기존 난방장비를 사용하지 않을 정도로 단열이 가능한 집이다. 이 패시브하우스의 난방

4) <http://www.ackermannbogen.de/wiki/Passivhaus> (2009.4.16) 참조.

5) http://www.muenchen.de/Rathaus/rgu/wohnen_bauen/energie/best_practice/102593/index.html (2009.4.16) 참조.



열 수요는 1제곱미터에 시간당 13kWh로 1.3리터의 난방유에 해당하는 정도이며, 이는 뮌헨 평균의 7% 정도밖에 되지 않는다. 네스트-패시브하우스는 70제곱미터의 태양열 장치를 설치하여 모자라는 난방 및 에너지 수요를 해결하고 있다.

이러한 건축방식으로 맞은 편에 에너지절약규정(Energieeinsparverordnung: EnEV)의 요구에 맞는 주택을 하나 더 건축하였는데, 이 주택은 연간 에너지 절약을 시간당 약 240메카와트, 연간 CO₂ 배출량을 약 24톤으로 목표하고 있다. 건축 비용은 뮌헨 에너지 절약 장려 프로그램에서 5만 유로가 지원되었다.

IV. 뮌헨 시의 에너지 절약 장려정책

앞에서 살펴본 아커만보겐의 태양열 지역난방 및 패시브하우스 등은 뮌헨 시가 시 차원에서 장려하고 있는 다양한 방면의 에너지 절약 사례의 일부이다. 다음에서는 뮌헨 시의 에너지 절약 장려 프로그램에 대해 살펴본다.

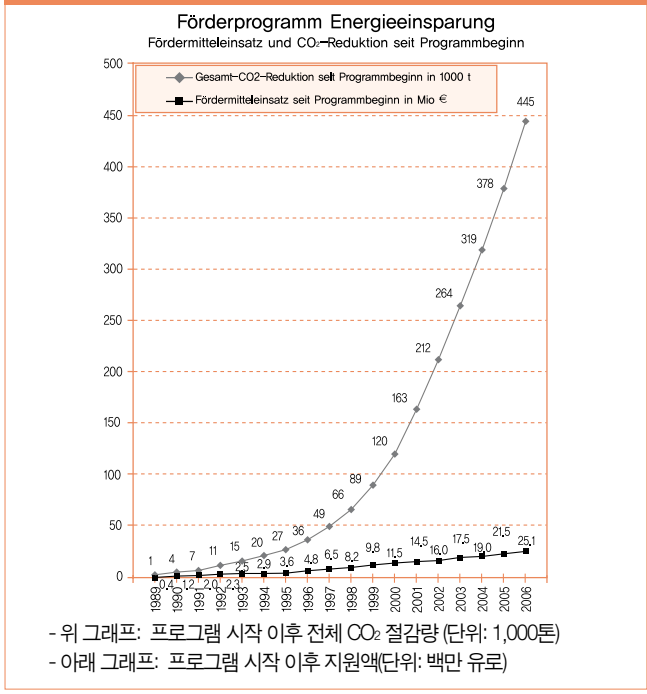
1. 에너지 절약 장려 프로그램(FES)

뮌헨 시는 1989년부터 에너지 절약 장려 프로그램(Förderprogramm Energieeinsparung: FES)을 통해 시민들의 에너지 절약을 지원하고 있다. 재정적 지원을 신청할 수 있는 에너지 절약 조치로는 수자원 절약을 위한 리모델링, 주택의 단열(외부벽 및 창문, 패시브하우스 등), 합리적 난방설비를 위한 조치, 태양열 에너지 이용을 위한 설비(태양열 난방장치 등) 등이 있다. 이 장려 프로그램은 뮌헨 시의 기후보호정책에 큰 성과들을 가져왔으며, 매해 연간보고서를 통해 그 결과가 기록되고 있다.

2. 성 과

그 성과를 간단히 살펴보면 다음과 같다. 1989년 프로그램 시작 당시의 지원액은 40만 유로에 CO₂ 절감량은 1000톤이었고, 10년 뒤인 1999년 지원액은 980만 유로에 CO₂ 절감량은 8만 9000천톤, 그리고 2006년에는 지원액 누적액이 2,510만 유로이며 CO₂ 절감량은 44만 5천톤이 되었다. 다음의 그래프를 통해 볼 수 있듯이 지원액의 누적증가율보다 CO₂ 절감량의 누적증가율이 훨씬 더 큰 것을 알 수 있는데, 이는 초기 시설투자가 이루어진 후에는 별도의 비용이 발생하지 않기 때문에 일정한 시간이 지나면 CO₂ 절감효과가 점점 더 커지는 것을 확인할 수 있다.⁶⁾

〈표 1〉 프로그램 시작 이후 누적 지원액 및 누적 CO₂ 절감량⁷⁾



V. 결론

이처럼 현재 독일 뮌헨을 포함한 세계의 많은 도시에서는 에너지 절감 및 에너지 자립, 더 나아가 탄소배출 0에 도전하는 도시까지 환경을 생각하는 다양한 시도와 노력들이 계속되고 있으며, 실제 가시적인 성과를 보여주고 있다. 아커만보겐 주거 단지의 태양열 에너지를 이용한 지역난방과 패시브하우스는 좋은 사례이다.

뮌헨 시는 또한 에너지 절약 장려 프로그램을 통해 지속적으로 시 차원에서 시민들의 에너지 절약을 장려하고 재정적으로도 지원하고 있다. 이 프로그램으로 이루어낸 성과는 연간보고서로 작성되어 기록되고 있다.

또한 뮌헨에서는 격년 주기로 건축박람회⁸⁾가 개최되고 있는데, 이곳에서도 에너지 절약형 건축 또는 리모델링, 관리방식 등에 관련된 미래지향적 주제들이 선보이고 있다. 이러한 제품들은 유럽 내의 실용화를 목표로 한 것들이다. 최근의 박람회는 2009년 1월 12일 ~ 17일에 열렸으며, 다음 개최는 2011년이다.

6) http://www.muenchen.de/Rathaus/rgu/wohnen_bauen/energie/foerderprogramm/49950/index.html (2009.4.16) 참조.
 7) FES 2006년 연차보고서(FES Statistik 2006), 20쪽 참조.
http://www.muenchen.de/cms/prod1/mde/_de/rubriken/Rathaus/70_rgu/07_wohnen_bauen/energie/foerderprogramm/pdf/fes_statistik_2006.pdf에서 다운로드 가능.
 8) <http://www.bau-muenchen.de/en/homepage> 참조.