

모르겐슈타트-

이상기후에 대한 한 가지 대안

거의 30년째 모르겐슈타트 시청의 대기 오염 측정계는 매년 주민 일인당 얼마큼 탄소 배출을 하고 있는지 보여주고 있다. 이 도시는 홈페이지에 한 세대 이전부터 지속되고 있는 환경보호 노력의 발자취를 상세하게 기록하고 있다. 이미 오래 전에 대기 오염 측정계는 킬로그램 표준에 도달했고 모르겐슈타트의 젊은 시민들은 이 측정계의 존재를 특별히 의식하지 않는다. 그만큼 저탄소 생활방식이 그들에게 당연시사가 된 것이다. 그들의 부모, 조부모들에게 있어서 대기오염측정계란, 이미 세기 초부터 시정부가 얼마나 많은 자발적 참여를 통해 모르겐슈타트를 대기 환경 보호의 원동력이 되도록 만들었나를 가시화하는 증인이다. 이 도시는 지역 단위 에너지 정책의 실행폭을 그들의 목표를 위해 최대한 활용했다. 예컨대 그렇게 해서 독일내 대도시 중 태양열 활용도 제 1위 자리에 등극했다. 이 도시는 처음으로 환경보호적인 임대료 현황 일람표를 제시했는데, 이 일람표는 임대인들이 임대 주택의 에너지 시스템 개량을 하게 하는 추가적인 자극제가 되고 있다. 신시가지에는 일찍이 강화된 건축기준이 적용되어, 발전소에너지 생산중 발생열 재활용을 겸비한 근거리 난방공급과 태양에너지가 체계적으로 이 도시의 많은 지역으로 확장 적용되었다. 국가, 연방주, 그리고 유럽내 에너지 정책가들과 협력과 조정을 해 가면서 이 도시의 시장과 시의회는 차츰 활동폭을 넓혀갔고, 에너지 분야에서 유례없는 강도의 계획수립권과 결정권을 획득했다. 동시에 그들은 시민 참여 유도를 이루어냈다. 에너지 사안에 관한 자치 행정이 모르겐슈타트의 표상이 되었다.

2010년 현재 독일 대도시 건물들의 난방과 온수 공급이 탄소 배출로 인한 대기 오염 원인의 거의 절반에 달하는 데 반해, 모르겐슈타트 건물들의 난방공급은 탄소를 이제 거의 배출하지 않는다. 이 도시 건물들은 화석층에서 추출한 연료들에 의존하지 않기 때문이다. 이상기후화로 인해 여름 날씨가 더 뜨거워진다지만, 그로 인해 실내 온도를 더 시원하게 조정해야 하는 문제를, 모르겐슈타트의 기후적응형 건물들은 추가 대기 오염이 거의 없이 해결할 수 있다. 지난 몇 십 년간의 신축 건물들은 에너지제로하우스들인데, 이 건물들은 건물이 생산하는 에너지량 이상의 에너지를 필요로 하지 않는다. 대부분의 1,2층 건물들은 건물 에너지 수요량보다 더 많은 에너지를 생산하기까지 한다. 이 건물들이 태양 전지나 태양열 집열기를 장착하고 있기 때문이다. 이 도시의 구건물들은, 지역별 대기 환경 보호 단체들 일관성 덕분에 에너지 측면에서 완전히 개량되어, 난방수요가 급감했다. 대략 다섯 집 가운데 한 집만 패시브 하우스 수준이기는 하지만 말이다. 학교, 병원, 혹은 어린이방들을 위한 공공 건물들의 성공적인 에너지 현대화와 더불어 시정부는 이 과정에서 일찍 표준을 설정했고, 모범적으로 시행했다. 무엇보다도 시정부가 그것을 통해 목표했던 절약을 숨씨 좋게 이루어낼 수 있었기 때문이다. 건물들의 외벽이 그 사이에 너무나 얇아져서, 도시설계나 건축미가 더 이상 훼손되지 않는다. 개선된 외벽의 온기 집적 기능 덕택에 냉방기는 열외가 되었다. 역사가 보존된 구시가 중심가에서도 문화재 보호 요청에 충분히 상응할 수 있다. 무엇보다도 내벽강화가능성이 진화되었고 예전의 단점들을 현저하게 줄일 수 있었기 때문이다.

석유 혹은 가스 난방은 드물어졌고, 아직 석유나 가스 난방을 하는 곳은 재생 바이오 오일이나 재생 바이오 가스로 대체된다. 모르겐슈타트 주민들은 이미 오래 전에, 발전소 에너지 생산과정 중-발생열을-재활용하는 방식 (KWK)의 효율성을 깨달았다. 전기 생산 과정에서 발생하는 열은, 매우 효율적인 근거리-및 원거리 난방열 제공 시스템을 통해 밀집 지역 건물들에 분배된다. 이 시스템은 지난 이십년 간 지속적으로 개발되었다. 건물들이 그렇게 밀집해 있지 않은 곳에는 무엇보다 열펌프나 태양열 집적기가 장착되었다. 어떤 건물주들은 마이크로 KWK 기계들을 선호하는데, 이 기계들은 난방열과 전기 생산을 해당 건물 지하실에서 상호 접목한다. 주로 하수와 쓰레기들로 형성되는 바이오매스는 화력발전소의 주된 에너지원이 되었다. 그것은 바이오가스의 형태로 기존의 천연가스 조달 체계를 통해 분배될 수 있다. 몇몇 대로변 건물들이나 주택단지에 근거리 난방이나 전력을 공급하는 소규모 지역화력발전소에서 바이오매스는 중요한 역할을 한다.

하지만 저탄소 도시는 장기적으로는 주로 전력에 기반한 공급체계를 필요로 한다. 소규모 공동체들과는 달리 대도시들은 시내 전력사용량 자급자족을 이룰 수 없다. 대도시들은 수입 전력에 의존하고 있다. 이 전력은 대부분 재생에너지원에서 얻게 되고, 부분적으로만 대형 발전소에서 공급받고 있다. 이 대형발전소들의 탄소배출은 CCS (Carbon Dioxide Capture and Storage)기술을 통해 분리되어 침전될 수 있다. 태양열 집적기와 풍력발전소는 재생에너지원으로서 독일 전력생산에 주된 역할을 하고 있다. 뿐만 아니라, 남부의 대규모 태양열 에너지와 유럽 북부와 서부 해안 풍력에너지는 대개 전기로 전환된다. 그 전기는 유럽 전역을 안정적으로 망라하는 공급망을 통해 거의 손실 없이 공급된다. „우선적으로 생산하고, 이후에 수입한다“라는 모토에 따라, 지역별로 분산된, 시내에 분산된 태양열 및 풍력 발전 시설들이 추가로 양질의 전기를 생산한다. 이 도시 강의 흐름을 이용한 작은 수력발전소들도 전기를 보충 생산한다. 모르겐슈타트의 많은 주민들은 이를 통하여 „프로슈머(생산자를 겸한 소비자)“가 된 것이다. 그들은 전기를 생산하고 생산과잉이 되면 전기 공급망에 공급을 할 뿐 아니라, 전기의 소비자이기도 하다. 그러므로 에너지 공급공사 (EVUs)는 전기 생산자라기 보다는 주로 에너지 공급 중재자라고 하는 편이 옳다. 그들은 수요와 공급을 조정하고, 중앙집중 공급망과 분산형 공급망 사이의 부담을 조율하며 에너지 공급을 보장한다. 이것은 모르겐슈타트의 성능 좋은 도시발전소에도 해당된다. 이 도시발전소들은 똑똑한 자체 조율형 전기공급망 (Smart Grid)의 축조에 대단한 역할을 하고, 발전소에너지와-생산과정 중 발생열은-난방에 재활용 접목, 근거리 열이용과 주로 재생가능한 에너지에 기반한 난방 및 전기 공급에 지대한 역할을 한다.

전기 잉여분을 비용을 덜 들이고 저장하는 과정의 기술적 난관은 극복되었다. 이로써 시간에 따라 변동폭이 심한, 재생 가능한 에너지원으로부터 획득된 에너지 공급이 고르게 조정되며, 이것이 자체 조율형 전기망의 부담 조정을 현저하게 경감한다. 실용적인 에너지 저장체로 증명된 것은 전기자동차들이다.

전기 자동차들은 재생 가능한 에너지원으로부터 공급 과잉시에 충전될 수 있고, 그 반면, 전기소비량부담이 심할 때는, 부담 완화기능을 담당할 수 있다. 뿐만 아니라, 차량에 설치된 배터리는 이동전지로서의 기능을 완수한 후에, 고정된 에너지 저장체로 계속 사용될 수 있다. 본질적인 연구투자 덕분에, 원초적인 에너지공급원인 수소에너지가 전기화학적 전기저장에 대한 강력한 경쟁자로 떠올랐다. 수소 에너지로의 성공적 전환의 행보는 다음과 같다: 초지역적 전기 잉여분은, 전기분해를 통한 수소 생산에 쓰이고, 그 수소는 다시금 에너지 획득을 위해,

예를 들면 연료체나 터빈에 사용될 수 있다. 가연료-응집체로부터 얻은 에너지는 높은 효율 덕분에 점진적으로 지역 열처리 발전소를 대체하고 있다.

모르겐슈타트에 확장 설치된 자체조율형 전기망은 건물기술의 똑똑한 자체 조정을 하게 한다. 많은 사람들이 주택에 센서를 장착했는데, 그 센서들은 필요할 경우에만 난방펌프나 조명을 위해 전기가 사용되도록 조정한다. 세탁기와 식기세척기를 작동시키기 위해 전기소비 부담이 적은 시간대에 보다 저렴한 전기요율을 이용한다. 시간대별로 다르게 책정된 전기요율을 통해 모르겐슈타트의 발전소들은 전기수요 최고점을 조절하고 생산 최고점을 맞춘다. 전기는 공급 과잉일 때 가장 저렴하고, 공급 부족 문제가 있을 때 가장 비싸다. 공급망에 의존하는 에너지원인 난방열과 전기의 가격, 그리고 그와 더불어 예컨대 온수공급 가격은 그래서 하루의 각 시간대별로 많은 차이가 있다. 모르겐슈타트 주민들은, 그들이 자신들 주택의 개인적인 에너지 매니저들로서 지속적으로 절약할 수 있다는 것을 알고 있다. 부동산 소유주들은 태양에너지기술을 전기와 난방공급에 이용하는 것이 표준이라고 여긴다. 하이브리드집열체가 태양열전기와 태양열을 생산하고, 제한된 면적의 지붕과 건물 전면을 최대한 효과적으로 활용한다. 많은 세입자들은 세입자 계약에 서명함과 동시에 건물 지붕의 태양에너지 시설에 대한 공동사용권을 얻었다. 이에 세입자들은 그들의 전기차량 “충전”을 위한 전기포인트도 교환할 수 있다.

모르겐슈타트의 교통량 증가는 줄지 않는다. 반대로, 교통량이 늘었다. 1인- 혹은 2인가정의 증가와 더불어 개인별 이동욕구가 증가했기 때문이다. 하지만, 이러한 현상을 체감할 수 없다. 교통이 막힘 없이 흐르고 교통체증이 드물기 때문이다. 차량들끼리 상호 소통하고, 차량과 그 이용체계간에 상호 소통하게 하는 똑똑한 자체 조율형 교통 관리 시스템들이 교통문제를 마찰 없이 조정한다. 시내외 공공교통망의 대폭 확장 개설과 포괄적인 이동교통망 콘셉트를 통해 개인 교통 수단의 부담이 경감되었다. 주택가에서는 „공간 공유 (shared space)“의 원칙이 관철되어, 공공 교통지역에서 보행자, 자전거운전차와 자동차운전자가 동등하게 교통공간을 공유하고 서로 배려한다. 시내 연결도로와 도시를 관통하는 도로에서는 보행로, 자전거길, 선로와 차로가 서로 분리되어 있다. 그곳에서는 자동차가 원칙적으로 우선권이 있다. 그 지역은 보행로가 넓고 가로수 조경이 잘 되어 있으며, 자전거도로망이 조밀하고 안전하며 개괄 가능하게 확장 조성되어 있다.

전기차량은 이 도시 개인교통수단 중 가장 주요한 교통수단이 되었다. 휘발유 사용 차량과는 달리, 도심통행세나 주차료가 부과되지 않는다. 전기 자전거 (페델렉스)를 포함하는 융통성 있고 경제적인 이동 서비스 콘셉트를 통해 전기차량의 매력은 커지고 있다. 시간이 급한 사람은, 도시 내 어디서나 공공 영역에 주차된 빈 전기 차량을 찾게 될 것이다. 그 전기자동차를 자신의 휴대폰을 이용해 찾아내고, 시동을 걸어 이용한 후 시내 아무 곳이나 다시 주차해 놓을 수 있다. 전기자동차 사용료는 시내외공공교통망 (ÖPNV) 이용을 위한 정기권이나 교통카드에, 전기차량 서비스 료와 통합 정산된다. 대형 주택 건설사들은 교통카드를 임대료의 일부로 포함시킨다. 교통연결, 연착 및 지체 혹은 흥미로운 행사들에 대한 실시간 정보들을 이동 정보로 받는 것이, ÖPNV 이용자들에게는 당연한 일이 되었다. 즉흥적으로 교통망을 이용하게 되어도 아주 세밀하게 시간에 맞춰 계획할 수 있다. 예전에는 복잡한 탑승권 재판기 및 ÖPNV의 운행일람표를 거의 개괄하지 못했던 노인들이 이제는 시내외공공교통망이 이용자 편의를 보장하게 되었다고 칭찬한다. ÖPNV를 한편으로 도시간 원거리 교통망과 연결하고, 다른 한편으로는 보행로와 자전거교통과 연결해서, 외지에서 온 방문객들도 신속하게 파악해

이용할 수 있다. 높은 전기차량 이용도가 -선로운행차량이건 타이어 차량이건 상관없이- 주민들의 소음과 매연 부담을 현저하게 경감시켰다.

화물 및- 경제활동을 위한 교통망에서 새로운 조건과 기술이 도입된 점도 이에 기여한다. 화물 및 경제 교통망은, 세기 전환 이후 교통 계획에 관한 모든 노력에도 불구하고 배로 증가했다. 시내에서 이루어지던 화물 분배가 변두리 환적장에서 대부분 시내용-전기-운반차로 옮겨 실어진다. 하지만 전기 트럭이 너무 많이 다녀도 모르겐슈타트의 도로가 과부하 되므로, 화물 일부는 화물 운반용 시내전철과 하역선에 분할 적재된다. 환적장에는 필요한 모든 교통 수단들이(도로용, 선로용, 수로용, 항공용) 동원된다. 이 환적장들은 아스팔트로 된 평지가 아니라, 녹색지대 속으로 자연 훼손을 줄여 건설된 작업장들이다. 모르겐슈타트의 „화물-튜브“도 여기서 출발하는데, 우편 수하물을 송수관으로 운반하는 초거대 시스템으로, 지름이 2미터에 달하는 관들을 통해, 비교적 크기가 작은 수하물들을 시내에 배달한다.

국경을 넘어서 확장되고 있는, 가속발전 중인 이동교통 서비스 덕분에, 점점 많은 모르겐슈타트 주민들이 자동차 소유를 포기한다. 다양한 용도의 주거 지역이나 건물내부에서까지 주거, 일, 쇼핑이 일관성 있게 연결 되어, 모르겐슈타트의 많은 길들을 걸어서 혹은 자전거 타고 다닐 수 있게 해 주었다. 이 점이 도시 계획자들과 주민들에게 지금까지 자동차들이 차지했던 면적들을 새로이 조성할 수 있게 되돌려준다. 이를 통해 그늘을 드리워 주는 나무들이 조경된 넓고, 녹음 우거진 자전거길과 보행로들, 주거지 곳곳에 주민 편의를 위한 장소들, 그리고 녹색 도심이 가능해졌다. 이것은 생활의 질을 고양시킬 뿐 아니라, 아직 남아 있는 탄소 대기 오염을 완화해 준다. 모르겐슈타트에서는 건물 신축할 때, 도시 환경을 위해 필요 불가결한, 청정공기 산책로들이 훼손되지 않도록 했을 뿐 아니라, 에너지 역학상 더 이상 개량 불가능한 주택가를 철수하면서, 그 자리에 새로 산책로들을 만들었다. 물질의 순환체계를 지속적으로 조성하는 것은 계획 단계의 필수요건으로 자리잡았다. 하수와 난방열에서 얻은 메탄가스가 모르겐슈타트 중앙 폐수 처리장에 흘러나온다. 가장 중요한 부산 물질들인 에너지, 쓰레기, 물과 하수를 체계적으로 분석해 최대한 활용하는 것을 실현했다. 예컨대, 주거지 사이로 난 청정공기 산책로 안에 생겨난 커다란 공동정원에, 이미 사용된 물을 다시 정수해서 물을 준다. 이러한 도시적인 환경친화적 농경은 도시를 돌보는 데만 기여하는 것이 아니라, 그 주민들에게 건강과 영양공급이라는 주제에 친숙하게 한다. 주거지역은 도시 계획의 가장 중요한 차원으로 발전했다. 무엇보다도 도시 변두리 주거지역에서는, 생활, 일, 생산 활동이 예전보다 더 많이 혼합된다. 여기에서 작은 길들을 가진 도시가 배태되었다. 모르겐슈타트 다른 어느 곳보다 이곳에서 다양한 사회 계층, 다문화, 여러 세대들이 보다 수월하게 공존해 갈 수 있었다. 특히, 분산적인 에너지 공급, 그러니까 한 골목 집들간에 태양열지붕 공동 사용과 차량 공동사용이 -활동적인 지역 주거지 관리자를 통해 후원되는- 여기에 정체성을 부여했고, 예를 들면 현명하게 계획된 다연령층을 위한 다세대주택 처럼, 함께 하는 삶의 새로운 형태로 이끌었다. 이 지역들에서는 강한 유대 안에서 보다 큰 개인적 활동폭이 집합적 내지는 협조적 개인주의화와 연결된다. 이 지역에서 모르겐슈타트가 다시 도시화되는 과정의 윤곽이 잡혔다. 그리고 이것은 단일문화가 지배하는 도시의 다른 지역들과 교외지역, 그리고 도심에 대해 모범적인 예로 작용했다. 도심은 일반적으로 생기 있는 중심으로서, 공동체 생활의 왕래 빈번한 장소가 되고 무수한 축제와 행사의 장이 되었다.

모르겐슈타트의 많은 주민들은 그들의 환경이 점점 복잡해지는 점을 처음에는 이해하기 어려웠다. 그들은 대기환경보호에 대한 제안들을 통찰하지 못했다. 특히 장기적인 비용-이득-관계에 관한 점을 파악하지 못했다. 도시 계획 설비자들조차도 처음에는, 모르겐슈타트를

저탄소-도시로 바꾸고자 하는 복합적 요구에 대한 설득력 있는 해법을 개발하는데 어려움이 있었다. 하지만, 대기환경보호 정책에 기반한 결정들을 내릴 능력이 있고 새로운 시스템 도입을 그 복잡성과 불투명성 때문에 좌초하도록 좌시하지 않았던 시정부의 의지는 충분히 강해서, 시민들을 조심스럽게 이 프로젝트에 몰입시키고 국가적인 대기환경보호에서 선두가 되게 했다. „복잡함을 줄이기“가 화두가 되었다. 에너지 및 자원효율성의 실용적 문제가 곧 모르겐슈타트 학교들과 구민회관광좌의 교과에 올랐다. 모르겐슈타트 대학에는 당시로서 독일 최초로 KEMO-통합학부 (대기환경/에너지관리 및 조직)가 개설되었다. 이 학부는 대학에서 전공을 한 에너지 자문가라는 직업을 대중적으로 만들었다. 모르겐슈타트 시정부는 지당하게도 세밀한 잠재력분석의 선구자가 되었다. 이 분석들은 시정부로 하여금 목표지향적으로 가장 효과적인 대기환경보호 정책에 착수하도록 했다. 그 과정에서 시정부는, 말하자면, 학문과 연구분야에 이익이 되는 대기환경보호-센트를 통한 요금 인상과 같은 불편한 조처도 관철했다. 왜냐하면, 그것이 모르겐슈타트에서 그 역동성을 전혀 잃게 하지 않았기 때문이다. 다른 한편으로 이 도시는 가능한 한 모든 비용 절감 방안을 지시하고, ÖPVN에서 현저하게 더 저렴한 요율을 받을 수 있게 한다. 이 모든 것이 불안감을 가져왔지만, 전반적으로는 알고자 하는 강력한 욕구를 불러 일으키는 분위기를 창출했다. 그러한 분위기 속에서 사람들은 새로운 행동양식을 습득하는데 호기심을 갖게 되었다. 점점 더 많은 모르겐슈타트 주민들이 그들 도시를 새로 조성해가는데 일익을 담당했다. 그 과정에서 많은 논쟁들이 일어났다. 예를 들면, 몇몇 시민들은, 확실적인 태양열 지붕이 구시가 전경의 미관을 해칠 것이라고 불만을 토로했다. 다른 사람들은 개량된 구건물들의 인상된 월세를 어떻게 지불해야 할 것인가 물었다. 서로 다른 교통 수단들의 평가에서 거품을 뺀 실제 가격에 대한 요구가 쇄도했다. 지나치게 똑똑한 전기공급자들로부터 개인 정보를 어떻게 보호할 것인가의 문제는 지속적인 테마였다. 이 모든 토론들이 주민들 대다수로 하여금 모르겐슈타트 개발을 이해하고 그에 참여하게 만들었다. 주민들은 그들의 선조들보다 그들이 사는 도시에 대한 연대적 동질감을 더 강하게 느낀다. - 그리고 일찍 시작한 저탄소 도시로의 전환의 결실을 누리고 있다. 비교 가능한 독일의 다른 도시들보다 모르겐슈타트의 에너지 비용은 현저하게 낮다. 이 점은 사회적 시각에서 볼 때 장점이 된다. 이동교통 수단들은 분명 사용하기 더 매력적이고 더 간단하다. 더 이상의 휘발유나 가스가 연소되지 않기 때문에 생활의 질이 높아졌다. 뿐만 아니라 유럽의 다른 많은 지역들보다 에너지 공급이 더 확실하다. 무엇보다도 도시 복지가 향상되었다. 저탄소 도시 전환으로 인해 미래기술분야에 일자리가 창출되었고 에너지 분야에 새로운 사업체들이 들어왔기 때문이다. 에너지를 얻기 위해 예전에 외국으로 흘러갔던 자금의 큰 몫이 오늘날은 이 도시와 주변 지역에 남아 있다.

관할 당국의 대표전문가들 외에도 다음 전문인력들이 독일 연방 과학기술부

장관 아네테 샤반과 경제-학술-연구연합 대표이자 프라우엔호퍼 협회장인 한스-외르크 불링어의 위임 하에 제시된 결과들의 연구에 참여했다: