

PUTTING THE PIECES TOGETHER: TRANSITION AND TRANSFORMATION IN GLOBAL ENERGY MARKETS

Erin Grossi | Chief Economist

[UL 글로벌 리서치]

글로벌 에너지 시장의 점진적 변화와 전환

에린 그로시(Erin Grossi) | UL 수석 이코노미스트



본 리서치에 포함된 모든 견해, 의견, 가정은 UL 수석 이코노미스트의 연구 결과에 따른 것으로, UL LLC와 공식 견해와 일치하지 않을 수 있습니다



들어가며

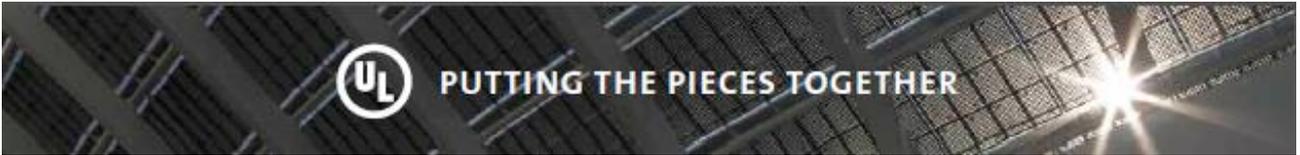
그간 전세계 많은 국가들이 재생에너지를 개발, 사용하는 데 있어 많은 실수를 범했다. 미국 국립과학원(National Academies of Sciences)이 발행한 일부 간행물에서는 정부의 기술 연구에 대한 관심이나 투자가 부족하고, 국립 연구소나 대학, 싱크탱크 등에서 만들어낸 아이디어를 상용화하는 데 실패했다는 점을 지적하고 있다. 이에 반해 정부는 시장에서 가치가 낮다고 생각되거나 아직 받아들일 준비가 되지 않은 기술에 대해 보조금을 지원하고, 도박과 다름없는 위험한 사업을 장려하기도 했다. 그러나 언론을 통해 지적된 많은 실수와 오류에도 불구하고, 현재 에너지 업계 및 선진국 내 광범위한 주류 시장의 이해관계자들은 재생에너지가 빠르게 부상하고 있다는 사실을 인정하고 있다. 독일은 관련 기술에 대해 막대한 투자를 진행해 재생에너지 개발에 상당한 기여를 하고 있다. 독일은 2022년까지 자국 내 모든 원자력발전소를 폐쇄한다고 결정하였으며, 이는 선진국들의 재생에너지 기술 투자 중 가장 대담한 도전 과제로 평가된다. 독일이 이처럼 매우 도전적인 기후 변화 목표를 제조 및 산업 분야에 대한 영향을 최소화하면서 어떻게 달성할 것인지에 세간의 관심이 집중되고 있다.

UL의 수석 이코노미스트인 에린 그로시는 이러한 독일의 과감한 행보에서 착안하여 독일과 미국의 에너지 생태계에 대한 연구에 착수했다. 관련 연구는 현재 세계에서 5번째로 큰 경제 대국인 독일이 재생에너지에 대해 상당한 경제적인 위험을 감수한 배경과 궁극적으로 재생에너지 분야에서 성공할 것이라 믿는 요인을 분석하고, 미국을 비롯한 다른 국가들이 에너지의 전환을 시도할 때 독일의 경험에서 무엇을 배우고, 또 어떻게 기여할 수 있을지를 이해하기 위해 진행되었다. 본 연구를 통해 시간이 오래 걸리고 복잡한 전환 과정과는 대조적으로 에너지 부문에서 혁신적인 결과를 달성하기 위해 어떤 점을 고려해야 하는지에 대해 파악할 수 있었다. 아울러 미국에서 개발, 상용화되고 있는 에너지 기술 혁신과 디지털 혁명이 어떤 방식으로 독일을 비롯한 글로벌 국가들의 에너지 전환 과정을 보다 용이할 수 있을지에 대해서도 살펴볼 수 있었다. 그러나 이번 연구에서는 이러한 전환 과정이 미국 및 개별 국가에서 어느 시점에 어떤 방식으로 진행되는지에 대해서는 다루지 않았다.



UL의 수석 이코노미스트는 지금까지 재생에너지와 전력 공급과 관련하여 독일이 축적한 경험은 기술적, 경제적인 측면에서 효과적인 에너지 전환의 실행이 가능하다는 것을 보여준다고 밝혔다. 독일은 심각한 기술 및 경제적 혼란 없이 에너지 전환을 진행하고 있다. 이제 남은 과제는 전세계에서 에너지 전환을 가속화하고 이러한 과정에서 경제적 우위를 확보하기 위해, 어떻게 다양한 재생에너지 제품에 대한 미국의 기술 혁신 역량과 대규모 그리드(전력 시스템) 균형 유지에 대한 독일의 노하우를 결합할 것인지에 대한 부분이다. 오래된 방법이나 시스템, 기술은 사라지고 결국에는 인류 및 지구와 관련된 혜택을 비롯해 잠재성 있는 새로운 산업과 시장에서의 가치 창출을 수반하는 새로운 것들로 대체될 것이다. 에너지 분야에서 기존 기술을 고수하려는 입장과 새로운 것을 수용하려는 입장은 궁극적으로 특정 가치와 신념을 평가하고 결정함으로써 그 간극이 좁아질 것이다. 기후 변화와 그 원인, 에너지와 국가 안보와의 관계, 자국의 산업적 영향력과 지속력에 대한 평가와 관련된 시각은 관련 정책과 시장 활동을 형성하고, 국가가 에너지 전환과 관련된 모든 목표를 달성할지, 혹은 오랫동안 지속된 이행 과정에서 뒤쳐질지 여부를 결정할 것이다. 미국과 여러 국가들이 여러 옵션을 검토하고 있는 동안, 독일은 자국의 가치와 신념에 기반해 명확한 결정을 내리고 실행해 집중함으로써 앞서나가고 있다. 에너지 전환 과정이 어느 정도 진행되었는지를 불문하고, UL은 공학 및 기술적 관점에서 프로세스를 잘 이해하는 것이 큰 도움이 될 것으로 믿는다. UL의 수석 이코노미스트는 재생에너지 자원의 비율이 늘어난 에너지 시스템으로의 점진적인 변화와 전환이 협업을 통해 보다 많은 혜택을 제공해줄 것이며, 이를 통해 스마트하고 탄력적이며, 환경친화적이고 경제성 있는 미래의 에너지 시스템과 관련된 주요한 기술 및 혁신에 대한 문제 해결을 위한 공동 연구 및 활동을 진행하고자 한다.

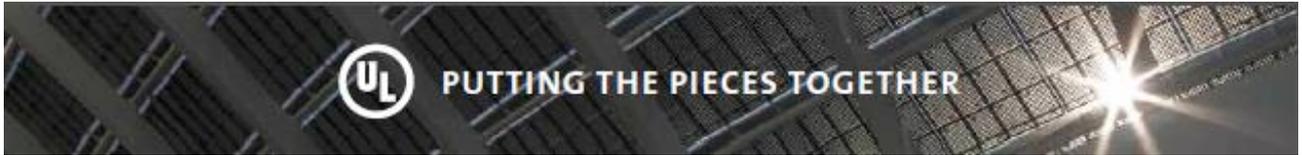




“전환(Transform)”에 따른 재생에너지 시장 촉진

전세계 많은 국가들이 독일을 주목하고 있다. 독일이 놀라운 속도로 재생에너지 자원으로 부터 생산되는 전기의 양을 늘리고 있기 때문이다. 실제 독일의 2014년 재생에너지 비율은 30%를 넘었으며, 2025년까지 전국적으로 40-50%, 2050년까지 80% 수준까지 높일 계획이다. 전체 생산량만 본다면 미국이 독일에 비해 훨씬 많은 재생에너지를 생산하고 있다. 현재 미국의 재생에너지는 총 발전 용량의 약 13-14% 차지하며, 대부분 수력 발전으로 생산된다. 독일과 미국의 차이는 확연하며, 많은 연구들이 재생에너지에 대한 두 국가의 발전 과정 상 유사점을 최소화하고 규모나 정책, 동질성, 기존 에너지 인프라 상태와 관련된 차이점을 조명했다. 언급되는 빈도는 낮지만 실제 두 국가 간 가장 큰 차이점은 독일 정부가 에너지 시장을 “전환(Transform)”하기로 결정했다는 데 있다. 문자 그대로 ‘에너지 전환(energy turnaround)’으로 해석되는 *Energiewende*이라는 이름은 독일이 재생에너지, 에너지 효율, 지속가능한 발전의 비중을 높인 에너지 포트폴리오로의 변화를 위한 의지와 정책들이 복합적으로 포함된 것이라 볼 수 있다.





*Energiewende*가 강력한 정책과 함께 앙겔라 메르켈 총리와 행정부의 주도하에 추진되고 있으며, 이와 더불어 독일 국민 85% 이상이 원전을 완전히 폐쇄하고 에너지 부문을 개혁하겠다는 열망을 공유하고 있다. 실제로, 이러한 에너지 전환을 감독하는 독일 규제기관인 독일 연방통신청(*Bundesnetzagentur*)은 인프라 전환을 위해 2000년 당시 킬로와트 시 당 0.9센트에서 2015년 킬로와트 시 당 6.17센트로 인상된 재생에너지 추가요금(RES, Renewable Energy Surcharge)을 비롯하여 독일 소비자가 다양한 비용 증가를 감내하고 있다고 설명한 것과 같이 국민 대다수가 현재 진행되고 있는 기술 변화를 확고하게 지지하고 있다. 연방통신청의 에너지 조정 부서를 총괄하고 있는 나디아 호르스트만(Nadia Horstmann) 박사는 “독일 소비자들은 녹색 혁명의 영향을 체감하고 있으며, 결국 가격이 하락할 것으로 생각하고 있다. 실제 2015년에는 10여년 만에 처음으로 RES 요금이 내려간 해였다. 이러한 수준은 한동안 유지되거나 조금 더 하락할 수 있으며, 이전 가격 수준으로 돌아가지는 않을 것으로 본다.”고 말했다.

에너지 시스템을 전환하고 글로벌 에너지 시스템에 영향을 미치는데 따른 경제적 부담에도 대다수의 독일인들이 이를 지지하는 이유는 무엇인가?

다양한 이유가 있겠지만 독일의 에너지 생태계 내 주요 이해관계자와 전국 각지에서 나눈 대화를 통해 아래 네 가지 주요 이유를 도출할 수 있었다.

1. 많은 독일 국민들은 환경을 중요하게 생각하며, 화석 연료 기반의 에너지 시스템이 기후 변화에 영향을 미치는 것을 우려하고 있다.
2. 대부분의 독일인들은 화석 연료의 대안인 원자력이 2011년 일본 후쿠시마 원전 사고, 1986년 체르노빌 사고 등 가장 최근 대두되고 있는 안전 문제를 비롯해 중대한 문제를 야기한다는 데 동의한다. 독일인들은 심각한 국제 안보 문제를 수반하는 핵 기술과 핵 무기 사이의 관계는 물론, 핵 폐기물 처리 방법과 장소에 대해서도 우려하고 있다.
3. 많은 독일인들은 에너지 자립도가 높아질수록, 지역 내 천연가스의 높은 비용이 낮아지는 등 국가 안보에 유리하다고 동의한다.
4. 독일인이 에너지 전환을 지지하는 가장 큰 이유는 전문가들이 이를 이미 엔지니어링 측면에서 접근하고 있으며, 궁극적으로 관련 문제를 해결하고 통제할 수 있을 것이라는 자신감에서 비롯되었을 것이다. 이러한 노력을 통해 미래 가치를 창출하고 경제를 더욱 활성화할 수 있는 새롭고 생산적인 산업을 만들 수 있을 것으로 기대하고 있다.



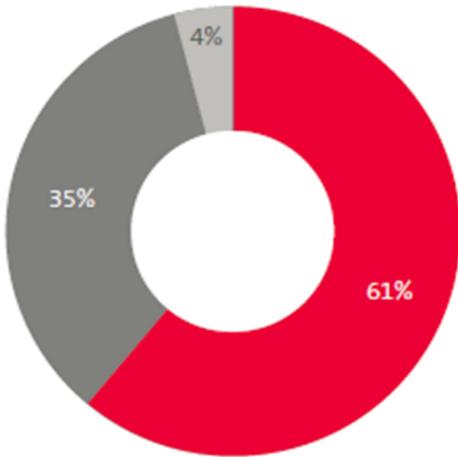
*전체적으로 봤을 때, 미국은 전환(Transformation)이 아니라
점진적 변화(Transition)에 좀더 가깝다.*

오늘날 독일의 주요 전력회사들 역시 에너지 전환은 기술적으로 가능하며, 동시에 피할 수 없다는데 동의한다. 국가 전력 회사 4곳 중 하나인 EnBW의 에너지 경제 및 시장 그룹의 전문가인 클레멘스 크리머(Clemens Cremer)는 EnBW가 독일 에너지 전환이 지속적으로 진행될 것이라고 인지한 것은 불과 5년 밖에 되지 않았다고 말한다. 1990년대에는 에너지 문제에 대해 국가적으로 의견이 분열되어 있었고, 다른 주요 전력 회사와 마찬가지로 EnBW는 보수 정권이 권력을 잡고 정책이 개정되기만을 기다리고 있었다고 한다. 이러한 정책적인 방향이 지속될 것이라는 것을 받아들인 것은 2010년이 되어서다. "2008년 입사 당시 에너지 이행에 대해 실제로 아무것도 느끼지 못했다. 회사는 재생에너지에 대해 기존 사고 방식에 근거해 투자했다. 예를 들어 해상 풍력은 비싸기 때문에 투자가 쉽지 않으니, 우리가 먼저 사업에 집중하자는 식이었다."고 설명했다. 현재 크리머는 EnBW가 혁신을 통한 개혁을 위해 과감한 행보를 보이고 있으며, 홈 오토메이션, 풍력 발전 유지보수뿐만 아니라 스마트 가로등 설계와 같이 새로운 제품과 서비스에 대해서도 고려하고 있다고 언급했다. 크리머는 또한 "우리는 소비자와 기존과는 다른 방식으로 소통할 수 있어야 한다. 오랜 기간 동안 우리는 안정적으로 전력을 공급한다고 알려져 왔다. 사람들은 이제 에너지 혁신을 비롯하여 전력 회사에 훨씬 많은 것을 기대하고 있다."고 덧붙였다.

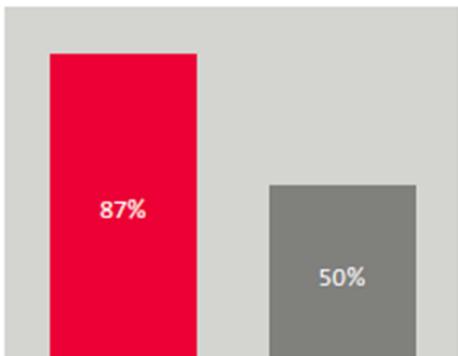
독일이 에너지 시스템 전환에 대한 의지를 표명하고 목표 실현을 위해 주요 조치를 취하고 있는 반면, 미국은 국가 수준에서 이러한 일들이 진행되고 있지 않은 상황이다. 캘리포니아나 하와이, 뉴욕과 같은 적극적인 주(State)들은 지속가능한 형태의 전력 시스템으로 전환하기 위해 제도 및 시장 측면에서 강하게 밀어붙이고 있고, 버몬트 주의 벌링턴, 콜로라도 주의 아스펜과 같은 도시들은 소속 주와는 별개로 자체적으로 유사한 조치를 취하고 있다. 그러나 전체적으로 봤을 때 미국은 아직 전환(Transform)보다는 점진적 변화(Transition)에 가까우며, 전국적으로 간헐적으로, 산발적인 방식으로 진행되고 있다. 버락 오바마 미국 대통령은 탄소를 배출하는 화석 연료에서, 환경에 영향을 줄일 수 있는 재생 에너지로의 전환을 지속적으로 지지하고 있다. 2014년 11월 미국과 중국은 2025년까지 온실가스 배출량을 2005년 대비 26-28% 줄이고, 2030년까지 비화석 에너지 자원의 비중을 20%까지 늘릴 것이라고 발표했다. 2015년 8월 미국 환경보호청(EPA)은 전력 부문의 탈탄소화를 포함, 기후 변화에 대처하기 위한 전략으로 청정 전력 계획(Clean Power Plan)을 마무리했다. 해당 계획에는 미국 내 온실가스 배출량의 1/3을 차지하는 화력 발전소와 효율이 낮은 천연 가스 및 중유 화력 발전소를 폐지하는 등 전체적으로 탄소 공해를 32% 가량 줄이기 위한 정책이 포함되어 있다.



온실가스 배출량 감축에 대한 청정 전력 계획은 에너지 부문의 전환을 위한 본격적인 노력으로 보여질 수 있으나, 관련 시행안은 기후 문제에 대한 정치권의 분열에 의해 약화되었고 이는 반드시 실행안이 뒤따라야 하는 법적 관점에서 형성되었다는 점에서 비롯된다. 환경의 가치에 대한 미국인들의 생각은 달라지고 있지만, 기후 변화는 이념에 따라 대다수 사람들의 경계가 나뉘는 문제다. 2014년 정치 유형(Political Typology)에 대한 퓨 리서치(Pew Research) 연구에 따르면, 미국인의 61%가 지구가 점점 따뜻해지고 있다고 생각하는 반면, 35%는 이에 동의하지 않는다. 응답자 중 40%가 지구 온난화의 주요 원인으로 인간 활동을 꼽았지만, 18%는 지구 온난화의 주범은 자연 환경 패턴의 결과라고 생각한다고 답했다.



- 미국인의 61%는 지구가 점점 따뜻해지고 있다고 생각한다
- 미국인의 35%는 이에 동의하지 않는다
- 4%는 기타 의견



- 87%의 과학자는 인간활동이 지구온난화를 가속하고 있다고 생각한다
- 50%의 미국인은 인간활동이 지구온난화를 가속하고 있다고 생각한다

2015년 미국 과학진흥협회(American Association for the Advancement of Science, AAAS) 소속 과학자들의 응답과 일반 시민의 응답을 비교한 퓨 리서치 연구는 2009년에 이루어진 여론조사와 비교했을 때 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 예를 들어, 과학자의 87%가 인간 활동이 지구 온난화를 촉진하고 있다고 대답한 반면, 설문조사에 참여한 미국 시민의 50%만이 이에 동의했다.

한편, 2014년 USA 투데이와 퓨 리서치가 국제적 위협과 관련 문제를 해결하기 위한 미국의 역할에 관한 대중들의 의견을 알아보기 위해 실시한 여론조사에 따르면, 기후 변화 문제는 정치적 배경과

밀접하게 관련되어 있는 것으로 생각하고 있었다. 민주당 지지자의 경우 68%가 글로벌 기후 변화를 가장 큰 위협 중 하나로 고른 반면, 공화당 지지자는 단 25%만이 기후 변화를 주요 위협으로 간주했다. 대부분의 공화당 지지자는 글로벌 기후 변화가 미약한 위협(32%)이거나 전혀 위협이 아니라고(40%) 답했다. 2012년 공화당의 대통령 후보가 기후 변화 회의론자로 구성되었다는 것은 전혀 놀라운 사실이 아니며, 2016년 현재까지도 기후 회의론은 여전히 존재한다.



실행안을 수반한 국가 및 글로벌 안보 문제에 대한 상대적 가치나 중요성을 비롯하여, 기후 변화와 그 원인에 관한 근본 원칙에 일관성이 없다는 것은, 미국이 에너지 전환에 필요한 법적 장치나 권한이 부족하다는 것을 의미한다. 반면 미국 내에서도 환경과 기후 변화 대응에 이념적 가치를 공유하고 재생에너지 기술이나 첨단 전력 시스템을 선호하는 캘리포니아나 하와이, 콜로라도 주의 아스펜, 혹은 보다 효과적이고 안정적인 스마트 전력 시스템을 통해 경제 및 안보 측면에서 시민에게 제공되는 잠재적인 혜택을 고려하는 뉴욕 주와 같이 주나 도시 차원에서 개별적인 노력을 기울이고 있다는 점을 확인할 수 있었다. 2012년 비공식적으로 “슈퍼 스톰 샌디(Super Storm Sandy)”라 알려진 뉴욕의 이상 기후는 엄청난 정전 사태를 일으켰고, 이로 인해 정치인들은 탄력적으로 대응할 수 있는 전력 시스템 구축을 위해 보다 신중하게 전력 공급 기술을 분석, 조사하게 되었다. 뉴욕 관계자는 이를 통해 잠재적으로 시장 내 유리한 위치를 선점할 수 있고 에너지 공급 기술과 IT 기술을 통한 경제적 혜택을 누릴 수 있다는 점을 파악하고, 이러한 변화를 추구해야 하는 정당성을 확보하기 시작했다. 2013년 갤럽 여론조사에서의 경제적 논쟁이 미국인들에게 반향을 불러일으켰다. 75%가 태양열 발전을 지지하며, 71%는 풍력 발전이 추가 개발되는 것을 지지한다고 답했다. 그러나 에너지 시스템 변화의 전체적인 동력이나 필요성에 대해서는 여전히 합의점을 찾지 못하고 있다.

테슬라 모터스의 규제 업무 담당 부사장인 제임스 “짐” 첸(James “Jim” Chen)은 국가 안보 문제가 국가 에너지 시스템을 준비하기 위해 더 많은 활동을 주도해야 한다고 생각한다. “석유의 절반이 해외에서 수입되며, 이 중 상당 부분이 중동에서 유입된다. 석유의 수입이 중단되면 이는 본질적으로 경제 전쟁이나 다름없다. 우리는 석유 라인을 유지하기 위해 페르시아 만에 상당한 군사력을 배치하고 있으며, 테러리즘과 테러 정권이 만들어지는 중동 지역에 매년 수백억 달러를 지출하고 있다”고 주장했다. 물론, 이와 같은 주장은 지난 수십 년 동안 미국 내 실제 일어나고 있는 문제에 대한 정치적, 경제적 입장 전반에 큰 변화 없이 다양한 구성원에 의해 제시되어 왔다.



2015년 6월 교황 프란치스코가 기후 변화에 대한 184 페이지 분량의 방대한 편지에서 자세히 설명한 것과 같은 ‘가치 중심’의 문제와의 단절은 미국 내에서 어떻게 에너지 시스템을 변화할 것인가에 대한 문제에 앞서 고려되어야 하며, 독일은 이러한 점에 있어 이미 국민적 합의를 이끌어냈다.

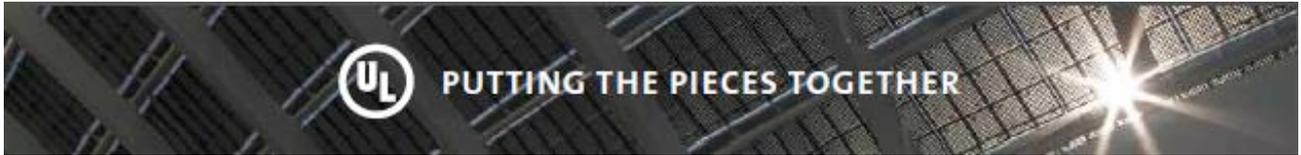


가능성에 대한 기술

재생에너지 추가와 안정된 전력 시스템에 초점을 맞춘 독일

공급 전력 중 재생에너지의 비중을 늘려온 지난 5년 동안 독일이 경험한 것은 본질적으로 전력 시스템, 혹은 그리드의 균형과 안정성에 대한 것이다. 독일 내 모든 분야에서 규제기관, 송전 관련 기관(transmission system operators, TSO), 배전 관련 기관(distribution system operators, DSO), 재생에너지 공급 기관은 세계적으로 가장 안정적이라고 인정받고 있는 독일의 전력 시스템에 대해, 태양열이나 바람과 같은 재생에너지 지원의 불규칙한 공급이 줄 수 있는 영향을 최소화하기 위해 긴밀하게 협업하고 있다. 처음 사업이 시작되었을 때, 전문가 대부분이 회의적이었다. 크레멘스 크레머가 설명한 것과 같이 “대형 전력 회사 내에서는 재생에너지가 제대로 작동하지 않을 것이기 때문에 재생에너지 비중이 10% 이상을 넘지 못할 것이라는 의견이 팽배”했다. 물론 기존 전력 시스템 운영자는 높은 비중의 재생에너지와 균형을 이룰 수 있도록 돕는 IT 기술과 도구의 발달을 예상하지 못했다.



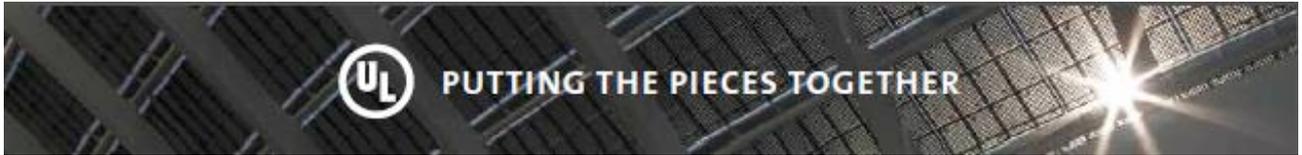


켈른대학교 재학 시절 넥스트 크라프트베르케(Next Kraftwerke)라는 스타트업을 설립한 한 경제학자 그룹은 전력 시스템의 균형을 위한 통합 지원 기술의 필요성을 예견한 혁신가 중 하나였다. 오늘날 대규모 가상 발전소(VPP, virtual power plant)인 넥스트 크라프트베르케는 EPEX 현물거래소에서 인증 받은 전력 거래업체다. 작은 기업에 불과했던 넥스트 크라프트베르케는 2012년 VPP가 에너지 시장에 직접 전기를 판매할 수 있도록 허용한 독일 재생에너지 법이 시행되면서 성장했다. 넥스트 크라프트베르케의 설립자 중 한 명인 헨드릭 자에미쉬(Hendrik Saemisch)는 “우리가 VPP 설립을 고민하고 있을 때, 재생에너지가 기존 발전소로부터 생산되는 것과 동일한 수준으로 전력 시스템의 전력을 대체할 수 있으면 어떻게 될까, 라는 질문을 한 적이 있다. 우리는 VPP가 에너지 부문 내 재생에너지의 양을 늘릴 것이라 생각했다. 현재 우리의 가상 발전소는 몇 분 이내 전력 시스템 내 불균형을 규칙적으로 조정하며, 트레이딩 부서는 매년 5 TWh 의 재생에너지를 판매하고 있다. 우리는 이것이 시작에 불과하다고 생각한다.”고 말했다.

실제로 넥스트 크라프트베르케를 비롯한 30여개의 VPP는 독일 내 재생에너지의 급증에 필수적인 역할을 하고 있다. VPP는 정교한 센서 기술과 소프트웨어 도구를 활용하여 밭이나 농장에 태양전지를 설치한 농민들과 같은 개별 전력 생산자가 에너지 시장에 전력을 판매할 수 있도록 돕는다. VPP는 또한 전력 시스템의 신뢰성을 확보하기 위한 조율 기관의 역할을 한다. 독일 전력 시스템 운영자는 전력 공급업체에 직접 커뮤니케이션하여 전력 수요량이 최고조일 때는 전력 공급량을 늘리고, 과부하를 피하기 위해 생산을 줄일 수 있어, 원자력과 화력발전소가 작동하지 않을 때의 전력 공급량을 안정적으로 조절하면서 유연성을 확보할 수 있다. 이처럼 균형에 대한 시장의 수요는 넥스트 크라프트베르케에 큰 기회가 되었다. 설립자들은 2014년에 1억 8천만 유로의 수익을 얻었고, 사업을 설립한지 몇 년이 되지 않아 수익을 냈다고 말했다.

2015년 3월 20일의 일식은 약 3시간 동안 유럽 전역의 태양 빛 80%를 차단했고, 이는 VPP가 전력 시스템 내 전력이 유연하게 공급되도록 유지할 수 있는지를 테스트할 수 있는 기회가 되었다. 자에미쉬는 이는 매우 도전적인 상황이었다고 하며, 짧은 시간 내 가격이 급등하고 또 급락했다고 설명했다. 그러나 전력 부족 사태는 일어나지 않았고 불균형의 정도가 더 컸다고 해도 시스템 내에서 결함 없이 이를 해결했을 것이라고 덧붙였다. 독일의 전력 시스템은 세계에서 가장 안정적으로 작동되고 있는 시스템 중 하나이며, 실제 재생에너지의 양이 증가함에 따라 2012년과 2013년 독일의 SAIDI(System Average Interruption Duration Index, 평균 시스템 중단기간 지표)는 낮아진 바 있다. SAIDI는 고객 당 연간 평균 정전 시간을 측정하는데, 독일의 경우 2013년 15.32분으로 영국 전력 시스템의 ¼에 해당하고 미국 시스템보다는 월등하게 나은 수치다. 독일은 일식과 같은 상황을 원활하게 해결하고 전력 시스템을 안정적으로 유지함으로써 전국적으로 보다 높은 수준의 재생에너지 역시 성공적으로 추가될 수 있다는 신뢰를 얻었다. 자에미쉬는 “일부에 지나지 않더라도 대형 전력회사 없이 100% 재생에너지 통합이 가능할 것 같다”며 독일 내 많은 에너지 관련 이해관계자의 정서를 설명했다.

“우리가 VPP 설립을 고민하고 있을 때, 재생에너지가 기존 발전소로부터 생산되는 것과 동일한 수준으로 전력 시스템의 전력을 대체할 수 있으면 어떻게 될까?” - 넥스트 크라프트베르케 창립자 헨드릭 자에미쉬

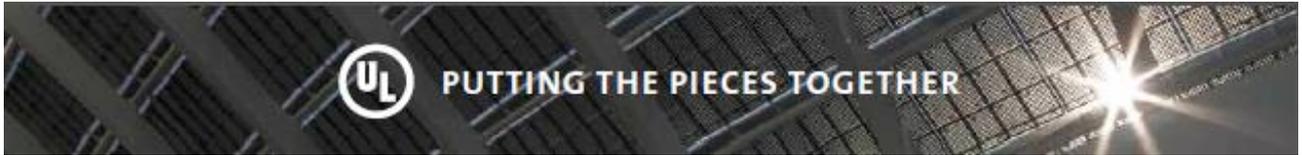


기존 공급업체들은 그렇게 간단한 일이 아니라고 지적한다. 독일의 대표적인 송전 관련 기관(TSO)인 50Hertz의 상호 운영 및 시스템보안 부문 책임자인 마틴 볼터(Martin Wolter) 박사는 VPP와 함께, 전반적인 시스템 관측성 및 발전소의 제어를 향상시키는 이상 변압기(phase-shifting transformer)와 같은 지능적인 그리드 제품에 대한 수요가 늘어날 것이라고 지적한다. 관련 제품이 충분히 공급될 때까지는 TSO가 시스템 내 과부하를 관리하고 균형을 맞추며 다른 국가의 전력 시스템과 연결하는 등 에너지 전환에 있어 중요한 역할을 할 것이라고 설명한다. 또한 그는 에너지 전환과 관련된 경제적 문제를 지적했다. 특히 독일에서는 전체 에너지 수요는 증가하지 않고 가격은 현저히 낮으면서 태양 발전에 대한 정부 인센티브가 감소해, 기존 시스템이 완전히 파괴되지 않는 한 추가적으로 재생에너지를 도입하는 데는 어려움이 있다고 말한다.

독일 내 재생에너지를 늘리기 위한 영역 중 하나가 배터리 저장장치다. 볼터 박사는 “배터리 저장장치의 도입과 함께, 태양광 발전기를 통해 이른 아침에 전력을 판매하고 낮 시간 동안 충전해 해가 질 때 다시 에너지를 판매할 수 있다.”고 설명한다. 그러나 독일은 배터리 저장 기술에 초점을 맞추지 않고 있으며, 특히 대용량 배터리는 아직 생소한 영역이라는 것. 독일의 일부 에너지 업계 관계자는 태양광 발전이 시장 수용 과정에서 태양광 발전에 대한 인센티브가 지급되고 이에 따라 태양광 전력에 대한 비용이 급락한 것과 같이 빠르게 낮아질 가능성이 있기는 하지만, 아직은 높은 배터리 가격 때문에 광범위하게 채택되기는 어렵다고 설명한다. 지금까지 독일 에너지 전환 과정에서 배터리가 부각되지 않았던 큰 이유는 기존 시장 참여자들이 그들 자체 기술을 배터리 저장장치에 대한 실현 가능한 대안으로 홍보해왔기 때문이다.



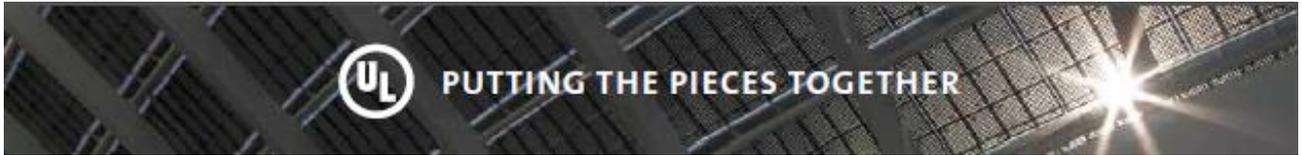
대형 전력회사는 최대 출력까지 신속하게 이동할 수 있는 수력발전이 에너지 저장장치에 대한 대안이라고 지적한다. 반면 VPP는 전력 시스템에 내 재생에너지 비율이 높은 경우에도 유연하다는 장점이 있다고 주장한다. 독일 내 혁신적인 사고와 노력은 P2H(Power-to-Heat) 기술과 같은 잉여 에너지를 전용하여 활용하는 방법 개발에 기여하고 있으며, 이러한 기술은 석탄 연료를 사용한 난방을 줄여준다. 전문가 대부분은 재생에너지 발전 비중이 성공적으로 50%를 넘으려면 저장장치가 필요할 것이라는 데 동의하지만, 독일이 배터리와 관련된 기술에 있어 다소 뒤쳐져있는 것은 사실이다. 배터리는 에너지를 저장하고 초과 에너지에 대해서는 시스템에 재판매를 할 수 있도록 하는 등 향후 소비자에게도 도움이 될 수 있다. 또한 주거용 배터리는 향후 5년 이내로 예상되는 전기차에 대한 수요 증가를 지원할 수 있을 것이다.



그간 독일 에너지 관계자들은 전력 시스템의 신뢰성을 손상시키지 않으면서 어떻게 더 많은 재생에너지 자원을 추가할 수 있는냐에 초점을 맞춰왔다.

또한 독일 정보 기술 통신 뉴미디어 협회(BITKOM)의 스마트 그리드 및 에너지 책임자인 펠릭스 뎀스키(Felix Dembski)는 그간 독일 소비자가 스마트 홈 오토메이션 기술에 접근하기 어려웠다고 지적한다. 뎀스키에 따르면, 독일 정부는 2017년부터 연간 6,000 kWh 이상의 전기를 소비하는 모든 가구에 대한 스마트 미터 설치를 시행할 것이라고 발표했다. 전력회사들은 현재의 낮은 전기 요금에 비해 장비가 너무 비싸고 해당 수요가 적을 것이라며 거세게 반발했다. 대부분의 에너지 전문가들은 현재 독일 내 소비자들이 에너지 사용량을 관리하도록 강력하게 요구하지 않을 것이라는 데 동의하지만, BITKOM은 정부가 이러한 조치의 대상으로 적정 수준의 주거 소비자들을 선택했다고 생각한다. 또한 BITKOM은 전력 시스템 전반의 부하 상태와 함께 가격 정보를 가정에 보내면 소비자들은 수요가 많은 시간대를 피하고 저렴한 가격을 활용하기 위해 행동 패턴을 변경하기 시작할 것이고, 이에 따라 오토메이션과 같은 에너지 절감 기술이 유행하게 될 것으로 내다본다. 뎀스키는 "이러한 인프라를 구축하는 것은 바람직하며, 이는 혁신적이고 소비자 친화적인 애플리케이션의 기초가 될 것이다. 디지털은 이러한 방식으로 실현되었다. 요즘 신용 카드는 전자 예금 계좌 이상의 기능을 하며, 스마트폰 역시 전화의 기능을 뛰어넘는다. 우리 모두가 협업한다면 에너지 역시 이러한 변화를 가져올 수 있다. 현 시장에서는 너무 비싸고 너무 복잡하며 수요가 없다는 등 에너지 시스템과 연결하고 상호작용하는 것이 불합리하다는 이유를 생각해내기 위해 머리를 쥐어짜고 있는 이해관계자가 너무 많다. 이러한 것들은 15년 전 그들이 재생에너지에 대해 말한 것과 동일하다."고 설명했다.

스마트 미터 및 오토메이션 시스템과 더불어, 뎀스키는 독일 내 에너지 전환이 성숙 단계에 접어들고 그 범위가 전국으로 확대되는 향후 5-10년 동안 스마트 미터 및 오토메이션 시스템과 함께, 다양한 전력 그리드 모니터링 및 진단 시스템과 모든 수준의 전력 시스템을 위한 IT 보안 관리 시스템이 필요할 것이라고 지적했다.



재생에너지 산업 부문을 위한 사업 개발 협회인 재생에너지 함부르크 클러스터의 국제 대표 잔 루카 플레와(Jan Luca Plewa)는 드디어 독일 내에서도 스마트 그리드 기술이 사용되기 시작했다는 데 동의한다. 그는 조만간 전력 시스템 내 혼잡을 원활하게 관리할 수 있는 센서와 에너지 저장 기술에 대한 필요성이 부각될 것이라고 생각한다. 그는 “우리를 데이터 전문가로 만들어줄 수 있는 IBM이나 구글과 같은 기업이 필요하다. 전력 시스템과의 커뮤니케이션은 우리 미래를 위해 매우 중요하며, 전기보다는 우리가 앞으로 나아갈 길을 보여줄 수 있는 정보를 잘 다룰 수 있는 전문가가 절실하다”고 덧붙였다.

지금까지 독일에서 에너지 전환은 대개 엔지니어링에 초점이 맞춰져 있었다. 그간 독일 에너지 관계자들은 전력 시스템의 신뢰성을 손상시키지 않으면서 어떻게 더 많은 재생에너지 자원을 추가할 수 있느냐에 초점을 맞춰왔다. 그들은 전력 시스템을 안정적으로 유지하면서 태양광이나 풍력 기술에 대한 수요를 높이고 이들이 시스템 내 안착할 수 있는 적절한 정책 수단을 효과적으로 활용했다. 국가의 에너지 리더들은 시스템의 균형을 맞추는 것에 보다 능숙해진 후, 현재 진행 중인 에너지 전환이 다음 단계로 나아갈 수 있도록 성숙하고 정교한 비즈니스 케이스를 개발하는 것에 초점을 맞출 것이다. 향후 저장 기술의 통합, 국가 내 다른 시스템 및 유럽 연합 내 다른 국가들과의 연결, 즉각적으로 반응하고 탄력적인 전력 시스템을 구축하기 위한 스마트 그리드 시스템 개발 등 에너지 전환에 있어 다양한 해결 과제들이 존재한다. 독일은 지금까지 전력 시스템의 안정성과 관리 문제에 무게를 둔 반면, 미국은 재생에너지 비율을 50-60% 혹은 그 이상의 수준으로 끌어올리기 위해 독일이 직면한 과제들을 해결할 수 있는 기술 영역에서 에너지 혁신을 도모해왔다.



독일의 에너지 사각지대를 채울 수 있는 미국의 기술 혁신

에너지 분야에서의 변화와 현대화에 관하여 독일과 미국 사이의 가장 흥미로운 차이 중 하나는 전력 시스템의 균형과 유지보수 문제가 독일에서는 가장 중요하게 다루어졌던 반면, 미국 내 에너지 전문가와 혁신가들에게는 전혀 흥미를 끌지 못했다는 것이다. 독일의 엔지니어들은 재생에너지 시대에 전력 시스템의 안정성 유지에 무게를 두었으나 이러한 주제는 미국을 충분히 매료시키지 못했다. 미국에서 가장 주목 받는 주제는 건물부터 전력 시스템, 기술, 도시를 잇는 전체적인 "스마트" 기술이고, 에너지 부문의 미국인 혁신가와 기업인들은 의도적이고 파편화된 개념적인 "네트워크"에서 자주 영감을 받는다. 독일에서는 필요한 곳이 어디든 에너지를 보낼 수 있는 하나의 시스템으로 보고 있어 에너지 전환에 대해 총체적인 시스템 기반의 접근 방식을 취하는 반면, 미국은 규제기관과 전력회사보다는 혁신적인 기업과 기업가의 주도하에 단편적인 시도들로 진행되었다.

독일이 스마트 에너지 시스템에 관심이 없는 것은 아니다. 오히려 펠보름(Pellworm)에서의 아일랜드 마이크로 그리드(island micro-grid)와 같은 시범 사업과 같은 사례로 미루어봤을 때 미국보다 더욱 많은 관심을 보이는 것으로 생각된다. 독일 내 에너지 전문가와 엔지니어들은 스마트 미터와 배터리를 통해 전력 시스템으로부터 전기를 공급받고, 비중이 높아진 재생에너지와 균형을 이룰 수 있도록 전력 시스템의 가시성과 관리 능력을 확보하려고 노력하고 있다. 펠보름 섬의 'SmartRegion' 프로젝트 대표인 디터 하크(Dieter Haack)는 그들이 건설한 스마트 그리드로 1년 동안 섬에 필요한 전력보다 세 배나 많은 양을 생산했다고 주장하였으며, 현장에서 보다 적절한 균형을 유지할 수 있는 스마트 배터리 저장장치 개발 등 혁신 기술 개발을 위해 지속적으로 노력하고 있다고 말했다.



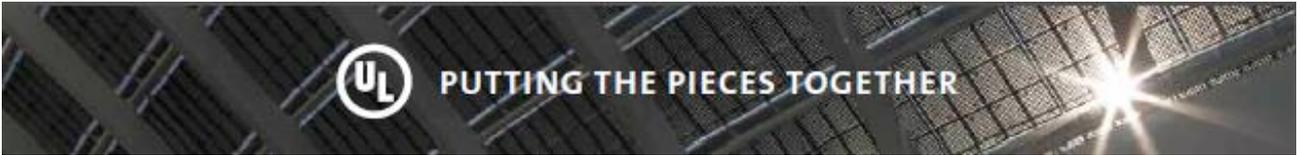


이러한 연구와 실험이 독일에서는 실제 사용지와는 먼 곳에서 일어나고 있는 반면, 미국에서는 전력 시스템 활동을 관리할 수 있는 배터리 기술, 오토메이션 시스템, 그리드 간의 상호연결과 다양한 정보 기술 도구를 상용화하는 과정에서 시작되었다. 미국 내 에너지 전환에 대한 인식이나 의지, 배터리 자원 추가 등을 통한 전국적인 그리드 시스템 연결, 중앙 집중 관리에 대한 방침 등이 부족한 것은 사실이나, 미국에 기반을 둔 사업가들은 독일 내 에너지 전환 과정에서 필수적인 다양한 기술을 개발하고 이를 상용화해왔다.

고급 전기 자동차로 유명한 테슬라 모터스가 가정, 기업, 전력회사에 전력을 공급하는 배터리를 팔 것이라는 테슬라 모터스의 CEO인 엘론 머스트(Elon Musk)의 최근 발표는 재생에너지뿐만 아니라 배터리 기술 산업의 판도를 뒤집어 놓을 만한 중요한 사건이었다. 가정용 배터리인 파워월(Powerwall)의 경우 약 3,500달러, 산업용 배터리인 파워팩(Powerpack)의 경우 약 25,000달러 선으로 가격이 책정될 예정으로, 올해 후반부터 고객에 배송되기 시작할 것이라고 한다. 가정용 배터리는 미국 가정의 평균 전력 사용량 기준으로 약 8시간 정도 사용할 수 있는 10 킬로와트의 전력을 저장할 수 있으며, 산업용 배터리는 캐비닛-랙(cabinet-and-rack) 형태로 랙 추가를 통해 이론적으로는 100 킬로와트 용량의 유닛을 추가함으로써 시간당 최대 500 킬로와트까지 확장할 수 있다. 멀티 유닛을 사용한다면 시간 당 10 메가와트의 용량도 가능하다는 설명이다. 많은 애널리스트들은 부유 계층이나, 특히 미국 내 평균 전기 요금보다 높은 지역에 위치한 첨단 산업이 접근할 수 있는 수준의 가격대가 형성될 것으로 보고 있다. 이러한 수요의 크기만으로도 보다 새로운 기술에 필요한 비용을 충당할 수 있을 것이다. 태양전지 패널과 결합한 파워월 기술의 손익분기점은 여전히 미국 내 일반 소비자나 기업이 충당하기에는 높은 가격대에 형성될 수 있지만, 궁극적으로는 시장이 테슬라가 추구하는 기술과 방향성을 함께 할 것이고 태양전지 패널과 마찬가지로 비용이 점차 낮아질 것이다. 이를 촉진하기 위해 테슬라의 창립자들은 기술에 대한 특허를 공개하고 있다.



테슬라는 지금까지 파워팩을 예약한 고객의 90%가 전력회사라고 발표했다. 그리드 시스템 내 재생에너지 자원의 비중이 높아짐에 따라 그리드의 균형과 안정성을 유지하기 위해 배터리 저장장치의 이용을 고려하고 있는 미국 전력회사가 늘고 있다. 이는 새로운 수준의 재생에너지가 추가됨에 따라 안정성과 관련된 조치를 추가하고 있는 독일의 송전 시스템 운영자에게도 기회가 될 수 있다. 테슬라는 배터리 가격이 빠르게 하락할 것으로 예상하고 있으며, 네바다 주에 있는 테슬라 기가팩토리(Gigafactory)에서 생산되는 양만으로도 기존 가격 대비 1/3으로 낮출 수 있을 것으로 기대하고 있다. 테슬라 설립자 중 한 명인 JB 스트라우벨(JB Straubel)은 배터리는 전력 밀도와 비용 절감 측면에서 매년 8-13%씩 향상될 것이라고 설명했다. 일부 분석가들은 중국의 산업 장비로 인해 태양전지 패널의 상용화가 촉진되어 향후 3년 간 최대 50%까지 가격이 하락하고, 이를 통해 시장의 주요 구성원들이 접근 가능한 범위 내에 가격이 형성될 수 있을 것으로 예상하고 있다.



IBM 과 시스코는 그리드 시스템 관리를 위한 센서 기술과 데이터 중심 솔루션 측면에 있어 그리드 가시성, 제어 시스템, 보안의 향상에 상당한 기여를 하고 있다. 지금까지 IBM 은 향후 비즈니스 가능성을 염두에 두고 전력 회사를 대상으로 새로운 전력 공급 그리드 시스템에 대한 가시성을 확보하고, 제어와 조율에 대한 중심을 잡을 수 있도록 지원한다고 발표했다. 이를 통해 효율을 극대화하면서 시장 수요에 기반한 재생에너지 증가와 대규모 배터리를 비롯한 다양한 기술을 활용할 수 있을 것으로 기대한다고 한다. 클라우드가 비즈니스에 혁신을 가져온 것과 같이, IBM 은 또한 클라우드 기술을 통해 그리드와 관련 데이터를 관리할 것을 제안하며, 이를 통해 비용을 줄이고 최적화할 수 있을 것이라고 덧붙였다.

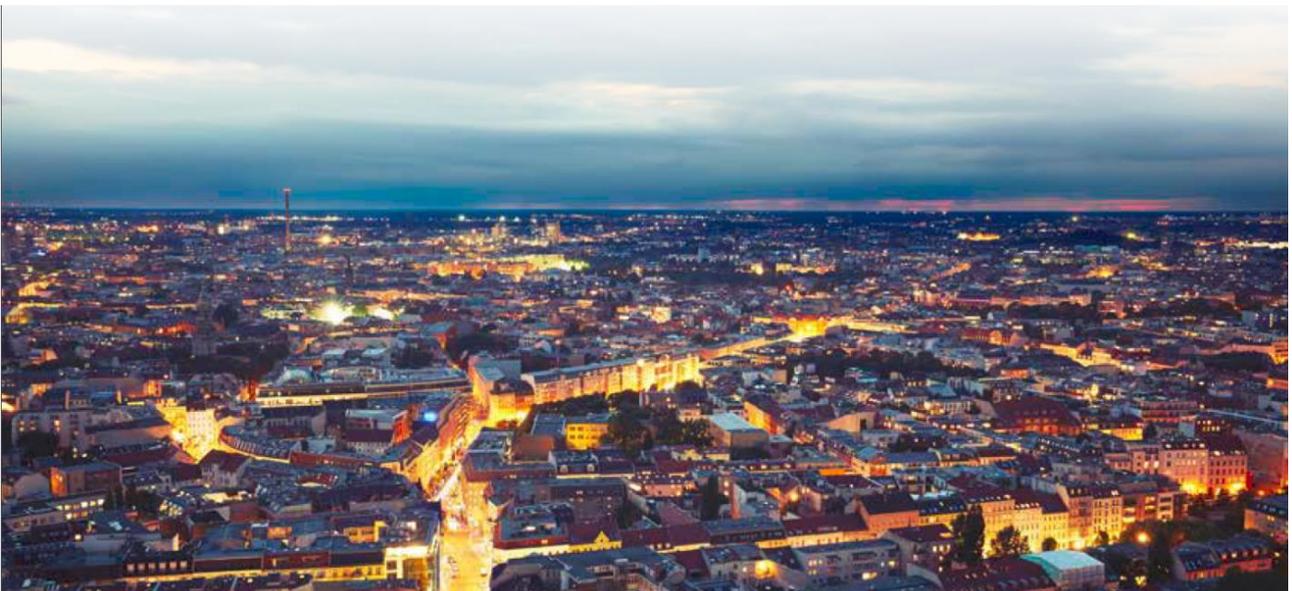
UL과 IEC(International Electrotechnical Commission)와 같은 조직은 해당 부문에서 엔지니어링 및 상업적 발전을 촉진하면서, 지능형 제품과 그리드 시스템에 대한 요건에 대해 국제적 교류와 협업을 위한 장을 제공한다. 전력 공급과 스마트 그리드 개발과 관련된 기술적 문제에 대한 독일과 미국의 협업은 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)의 가입과 참여를 통해서 이루어지고 있다. IEEE는 업계 내 다양한 사례와 정보를 공유하고, 산업을 위한 필수 제품과 시스템 규격 개발 및 표준화를 위한 전세계 전문가들의 허브 역할을 한다. 인버터는 미국과 다른 글로벌 전문가들이 힘써온 관련 규격 개발에 대해 독일이 상당한 기술 지식과 전문성을 전수한 중요한 제품군이다. IEEE 전력 및 에너지 협회의 상임이사인 패트릭 라이언(Patrick Ryan)은 이러한 조직이 전세계 엔지니어를 한데 모으고 장벽을 부수며 에너지 혁신에 대한 사고를 발전시키기 위한 네트워크를 확장하는 중요한 역할을 한다고 말한다. 그는 “스마트 그리드라는 용어는 아직 많은 엔지니어들에게 생소할 것이다. 우리는 엔지니어와 기술자에게 그러한 이유로 황금알을 낳는 거위를 죽이지 말라고 조언한다. 결국 이러한 용어는 일반 대중에게 익숙해지고, 배전, 송전, 사용 관점에서 그리드를 현대화할 수 있는 기회를 제공하며, 에너지 부문에서 일어날 새로운 커뮤니케이션과 공유를 가능하게 할 것”이라고 덧붙였다.





결론: 개발도상국의 스마트, 분산형 에너지 시스템으로의 도약

UL의 수석 이코노미스트가 실시한 연구는 미국과 독일이 잠재 에너지 솔루션을 찾거나, 서로의 기술을 최대한으로 활용하고 하기 위한 충분한 노력이 이루어지지 않고 있다고 지적한다. 독일의 경우, 그리드 내에서 대규모 재생에너지의 균형과 관리에 대해 보다 폭넓은 정보를 공유해야 하며, 미국은 미국 기반의 데이터 관리나 분석에 대한 역량은 물론, 배터리, 상호연결, 각종 지능형 오토메이션 장치에 대한 제품 차원의 기술 노하우를 공유해야 한다. 양 국가 및 시스템의 차이점이 장애물이 될 수는 있지만, 관련 정보는 국제적으로 연관성을 가지며, 다른 에너지 생태계 내에서 규격화되거나 활용될 수 있다. 해당 영역에서의 규격 개발을 위한 연구와 협업 역시 필요하다. 독일이 기술적으로 재생에너지의 비율을 100%로 실현할 수 있다는 것을 고려하는 반면, 미국은 독일 엔지니어들이 에너지 전환의 실현을 위해 필요하다고 깨닫기 시작한 디지털 기술을 포함한 다양한 기술에 대해 지속적으로 투자, 연구해야 한다. 다수의 미국 기반 기업들이 초점을 맞추고 있는 단말 간(end-to-end) 데이터 분석과 유연성을 확보한 장시간 저장 기술과 같은 혁신은 향후 5년 동안 에너지 가치 사슬 내 극적인 변화를 가능하게 하는 기술의 일부일 뿐이다.





PUTTING THE PIECES TOGETHER

설계와 구현 및 그리드 균형과 안정성에 관한 노하우는 10억명 이상의 사람들이 최소한의 전기도 사용하지 못하고 있는 많은 개발도상국에서의 스마트 그리스 시스템을 더욱 신속하게 발전, 구현할 수 있게 해줄 것이다.

연구에 참가한 독일의 이해관계자들이 지적했던 것과 같이, 미국은 보다 깨끗하고 효율적이면서 분산되고 탄력적인 시스템으로의 전환 과정에서 극복해야 할 많은 문제들을 가지고 있다. 우선, 국가 차원에서 노화된 장비와 시스템을 교체하기 위한 노력을 기울여야 한다. 독일은 신뢰성이 높은 그리드 시스템을 통해 유리한 위치에서 출발했다. 독일의 송전 및 배전 시스템은 대부분 제2차 세계대전 이후 파괴되고 대체되었다. 반면 미국 대부분의 지역에는 훨씬 오래되고 불안정한 그리드가 설치되어 있다.

수익성이 떨어진다고 생각하는 대규모 전력회사나 기존 그리드 시스템에 투자를 하는 규제 당국에 의해 에너지 관련 사안이 결정되는 경우, 에너지 전환이 더욱 불확실해진다. 반면, 유럽이나 중화권, 아프리카와 같은 신흥 에너지 시장에는 배터리나 소비자 기반의 쓸만한 스마트 센서 장비와 각종 오토메이션 기술과 같은 필수 장비의 가격을 낮추고 다양한 제품의 상용화를 앞당길 여건이 충분히 갖춰져 있다. 이는 미국 전력 회사나 다른 업계 관계자들이 이러한 시스템에 투자하도록 유도할 것이다. 미국은 에너지 분야에 있어 기업 활동이 왕성하고 기술력이 막강한 나라로, 자국 내 이러한 기술을 상용화하고 활용하는 데 상당한 기여를 할 뿐만 아니라 글로벌 시장에 큰 영향력을 미칠 것이다.

분산형 에너지 제품의 설계와 구현 및 그리드 균형과 안정성에 관한 노하우는 10억명 이상의 사람들이 최소한의 전기도 사용하지 못하고 있는 많은 개발도상국에서의 스마트 그리스 시스템을 더욱 신속하게 발전, 구현할 수 있게 해줄 것이다. 동남아시아, 라틴아메리카, 아프리카의 국가들이 빠르게 변화하는 무선 기술의 혜택을 본 것과 같이, 이들은 초기단계부터 보다 분산되어 있고 효율적인 에너지 시스템을 적용하는 것을 고려해볼 수 있을 것이다.

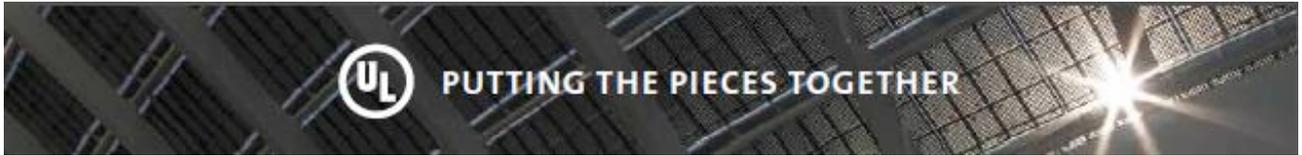
에너지 공급 기술에 대한 집중과 수요를 촉진하는 관점에서 이러한 국가들은 혁신을 증가시키고, 점차 설비의 가격을 낮출 것이다. 이러한 국가들은 거대하고 복잡한 에너지 네트워크로 어려움을 겪고 있는 미국에 비해 에너지 부분에 유효한 비즈니스 모델, 예를 들어 커뮤니티 공유, 독립 운영, 전력 회사 지원과 같은 다양한 모델을 좀더 자유롭게 설계할 수 있다. 대부분의 산업처럼 미국 내 유틸리티 산업은 경제적 이익에 의해 움직이고, 국가의 많은 부분에서 다양한 이해관계자와 관련 비용을 함께 부담하게 하는데 이러한 이해 관계와 비용 부담이 에너지 부문의 혁신을 방해하고 있다. 이러한 문제점 중 하나는 전력회사가 단순 상품이 아닌 필수 공공재를 취급한다는 것이며, 이는 그들이 사회가 해결하고자 하는 중요한 가치 문제에 대해 비즈니스적 입장을 취할 수 밖에 없다는 것을 의미한다.



전국의 민간 에너지 및 기술 기업들은 전력회사보다 먼저 기존 전력 시스템으로부터 독립하기 위한 필수 제품을 개발함으로써 전력회사가 혁신에 뒤쳐진 데 대한 대가를 치르게 하고 있다. 대학과 의학 캠퍼스에서 사용되는 마이크로그리드(microgrid)부터 사내용으로 에너지를 생산하고 저장하기 위해 재생 가능 전력과 배터리 기술에 기꺼이 투자하는 포춘(Fortune) 500대 기업들은 전력회사에 대한 투자 자금을 회수하고 있으며, 시스템과 장비를 보유하고 이에 대한 자금을 대는 것에 대한 방향을 전환하고 있다.

보다 많은 전력회사들과 이해관계자가 좀더 환경 친화적이고, 탄력적이며 스마트한 에너지 시스템을 구현하기 위해 미국 내 에너지 전환이 가능하고, 동시에 필요하다는 것을 수용하기 시작하면, 관련 공급 장비의 가격이 전체 프로세스 내 장애가 아니라 유용한 도구가 될 것이라고 이해할 것이다. 예를 들어, 독일이 태양광과 풍력 발전 설비에 대해 임시로 많은 보조금을 제공해 특정 공급 시스템의 일부에 대한 가격 문제를 통제함으로써 행동 변화를 기대하는 영역에 가격 압력을 가할 수 있고, 전체 전환 과정이 진행되면서 이러한 압력이 유연한 방식으로 반영된다는 점이다.

독일 규제 기관이 태양광을 너무 저렴하게 만들었고 그리드 균형에 따른 부하가 걸리고 있다는 것을 인지하고, 관련 인센티브를 줄이는 대신 수요 감소에 대한 인센티브에 초점을 맞췄다. 이는 미국이나 기타 국가에서도 빠른 시일 내 발생할 수 있는 상황으로, 상업 및 주거용 건물 내 에너지 효율을 촉진하기 위해 전기 요금을 인상하는 등에 대한 고민을 수반할 것이다. 실시간으로 그리드 시스템 내 부하 현황에 대한 정보를 제공할 수 있는 오토메이션 제품을 통해 소비자에 데이터와 가격 정보를 결합, 제공하는 것은 전력 공급 시장에서의 가격을 정상화하는데 중요한 단계 중 하나다. 이에 앞서 달성될 수 있는 많은 중요한 단계가 있으며, 독일에서는 순조롭게 관련 절차가 진행되고 있다. 미국 역시 에너지 부문에서의 전반적인 사고방식과 철학의 변화를 불러일으킬 수 있는 정도로 국가적인 차원에서의 에너지 전환을 달성하는 수준의 의지를 발전시킬 수 있다.



미국 내 에너지 부문의 다양한 이해관계자들은 태양전지 패널이나 풍력 터빈, 인버터, 배터리 등 공급 시스템의 개별 요소 가격이 스마트하고 재사용이 가능한 그리드 시스템을 채택하는 데 장애물이 될 수 있음을 인식할 필요가 있다. 그러나, 에너지 전환은 시스템적 사고를 요구하면서, 동시에 조정을 필요로 한다. 독일 에너지 시스템이 미국과 다르기는 하지만, 독일은 상대적으로 단시간 내 그리드의 상당한 변화를 이끌어내기 위해 에너지 부문의 다양한 이해관계자 간 어느 정도 조정이 가능하다는 것을 입증했다. 미국이 대규모 재생에너지와 그리드 안정성에 있어 독일이 개발한 엔지니어링 노하우를 활용하는 방법을 찾아 센서, IT 제어 시스템 및 제품, 데이터 분석을 통해 자국의 기술력과 노하우를 결합할 수 있다면 상당한 경쟁력을 갖출 것이다. 또한 미국이 배터리 저장장치를 상용화하고 가격을 낮추기 위해 독일 및 글로벌 이해관계자와 협력할 수 있다면 전력 공급 시스템의 가장 중요한 요소를 모두 갖춘 셈이다.

결론적으로 UL의 수석 이코노미스트는 향후 수십 년 간 전세계적으로 훨씬 더 분산되고 탄력적이며 스마트한 에너지가 확산될 것이라고 예측한다. 전세계 글로벌 시장을 움직이는 주요 세력들이 이미 분산형 발전이 환경 문제에 중요한 기여를 하고, 오늘날의 기계/전기 공학과 정보통신 기술을 통해 구현할 수 있으며, 관련 장비, 규격, 시스템, 정보 자원에 대한 다양한 새로운 산업의 출현과 발전이 가능하다는 것을 인식하고 있기 때문이다. 일부는 계속 과거에 집착하고 구식 사고방식과 시스템으로 해결하고자 애쓰는 반면, 경제학적 관점에서 모든 것을 갖춘 국가와 산업 관계자들은 세계에서 가장 밝고 강력한 에너지 미래에 기여하고 이를 발전시키기 위해 애쓸 것이다.

본 연구는 비즈니스 가치를 가속화하기 위해 Lismore Advisors의 도움을 받아 국제경제와 정책이 내부에 미치는 영향에 대한 관점과 국내의 요인에 기반한 외부 환경 분석을 결합하며 완성되었다.

www.lismoreintl.com