

# 공무국외여행 출장보고서

1. 여행기간 : 2018년 7월 1일 ~ 7월 12일(11박12일)

2. 여 행 자 : 충남연구원 환경생태연구부 여형범 연구위원

3. 여 행 국 : 독일

4. 방문지역 : 베를린, 뉘른베르크, 뮌헨

## 5. 출장개요

- 독일 연방 경제에너지부의 "독일 재생에너지 정책에 대한 스터디 투어(7.2~7.5)" 초청 (초청문 첨부)
- 산업부, 제3차 에너지기본계획 WG 위원, 한국전력공사, 전력거래소, 에너지경제연구원, 한국환경산업협회 등 국내 에너지 관련 기관의 연구진 20여명으로 참여단 구성
- 스터디 투어 프로그램 완료 후, 독일 연방 경제에너지부의 소개로 추가·보완 인터뷰 및 기관방문(독일 연방 경제에너지부, 환경부, Agora Energiewende, KDN, 재생에너지 협회 및 풍력협회, 뉘른베르크시 에너지공사, 전 독일 윤리위원회 위원장 Miranda Schreurs 등)

## 6. 주요 활동내역

- 연수주제 : 에너지전환 과정에서 에너지 갈등 해소 및 에너지 분권 추진 현황
- 연수목적 : 독일 연방정부 및 지방정부의 에너지전환 추진 사례 검토를 통한 충남 및 국내 에너지 분권 로드맵과 정책 수립
- 연수내용
  - ① 독일 에너지전환 과정에 대한 평가 및 과제
  - ② 독일 에너지전환 목표에 대한 합의 과정 및 방법 (독일 연방 경제에너지부, Agora Energiewende, KNE, 전 윤리위원회 위원장)
  - ③ 독일 에너지전환 추진에 따른 연방-지방정부, 지방-지방정부, 정부-민간 갈등 및 해소 사례 (산업협회, 재생에너지협회, 풍력협회, 뉘른베르크 에너지공사)
  - ④ 분산에너지 증가에 따른 송배전망 운영 관리 쟁점(BnetzA, 50Hertz 등)
  - ⑤ 충청남도 및 우리나라의 에너지전환 추진 과정에 대한 시사점

## 7. 방문기관 개요

일자	대상기관	인터뷰 및 방문 내용
연방정부	독일 연방 경제에너지부	◆독일 에너지 정책 현황 및 과제
	독일 연방 환경부	◆독일 기후변화 정책 현황 및 과제
송배전망 관·운영 기구	독일 연방 네트워크 관리기구 (BnetzA)	◆송·배전망 등 에너지 인프라 건설·운영 과정 및 독일의 갈등 관리 방법
	송전그리드사업자(50Hertz)	◆에너지전환으로 인한 송전망 운영 사업자의 역할 변화 및 쟁점
	배전그리드사업자(DSO)	◆에너지전환으로 인한 배전망 운영 사업자의 역할 변화 및 쟁점
재생에너지 산업 이해당사자	독일 산업협회	◆산업부문 에너지효율개선 및 재생에너지 목표 설정 및 추진 과정
	재생에너지협회	◆풍력, 태양광 산업 활성화 추진 및 갈등 해소
	풍력협회	◆풍력, 태양광 산업 활성화 추진 및 갈등 해소
	E.ON Climate & Renewables	◆에너지 기업의 변화와 새로운 역할
	EnBW	◆에너지 기업의 변화와 새로운 역할
	뉘른베르크시 에너지공사	◆지역에너지공사의 현황 및 과제
시민사회단체 갈등관리기구	미란다 슈로이어(MIRANDA SCHREURS) 교수	◆에너지전환 목표 설정 관련 독일 윤리위원회 진행 경험과 평가
	아고라 에너지원데	◆독일 에너지전환에 대한 민간의 노력 및 전문 씽크탱크의 역할
	KDN	◆에너지전환 과정에서 갈등 중재 방법 및 사례
현장	WindNODE	◆독일 연방 경제에너지부의 SINTEG 프로그램 (재생에너지+IOT_비즈니스모델) 시범운영지역
	솔라파크 Finnow	◆80MW 규모의 태양광 발전 및 110kV 그리드 연결 사례
	Feldheim 에너지자립마을	◆풍력, 태양광, 바이오가스, 바이오매스를 이용 한 난방 및 전력 공급 마을 추진 사례

## 8. 세부일정

일자	지역	주요 일정
7/1	인천	○ 인천 → 프랑크푸르트 → 베를린 - LH 713, 00:45 → 22:25 (1일) ○ 베를린 숙소 이동
7/2	베를린	○ 독일 연방 경제에너지부 - 국가에너지효율계획, 전력 부문의 에너지 전환 ○ Agora Energiewende ○ 독일산업협회 ○ 독일 연방 네트워크 관리기구(BnetzA)
7/3	베를린	○ 송전그리드사업자(50Hertz) 및 배전그리드사업자(DSO) - 에너지전환을 위한 송전망/배전망 운영소의 역할 ○ 태양광 및 재생에너지 센터(WindNODE Live!) 방문 - 독일 연방경제에너지부의 시범사업 운영지역 ○ PricewaterhouseCoopers(PwC) - 에너지 부문 투자 트렌드
7/4	베를린	○ E.ON Climate & Renewables, EnBW - 독일의 에너지 부문 공공사업 모델 변화 ○ 에너지자립마을(Feldheim) 현장 방문
7/5	베를린	○ 솔라파크 Finow 현장 방문 ○ 생태경제연구소(IÖW), Lower Saxony 대표부 - 에너지전환 국민 수용성, 지방정부 역할
7/6	베를린	○ 독일 연방 경제에너지부 및 환경부 방문 ○ Agora Energiewende 방문 ○ 독일 에너지전환 갈등 중재 기관(KNE) - 독일 에너지 갈등 중재 제도 및 사례
7/9	베를린 뉘른베르크	○ 독일에너지협동조합연합회, 독일 풍력협회 - 독일 재생에너지 경매 제도 도입 이후 변화 - 풍력발전 갈등 해소 방안, 지역간 격차 해소 방안 ○ 이동: 베를린 → 뉘른베르크
7/10	뉘른베르크 뮌헨	○ 뉘른베르크시 에너지공사 방문 ○ 이동: 뉘른베르크 → 뮌헨 ○ 전) 독일 윤리위원회 위원장(Miranda Schreurs) 면담
7/11	인천	○ 이동: 뮌헨 → 인천 - LH 718, 7/11 16:20 → 7/12 09:40

## 9. 주요 내용 정리

### 1) 독일 에너지전환 사례 조사 개요

#### ■ 독일 사례조사 인터뷰 일정, 주제, 대상

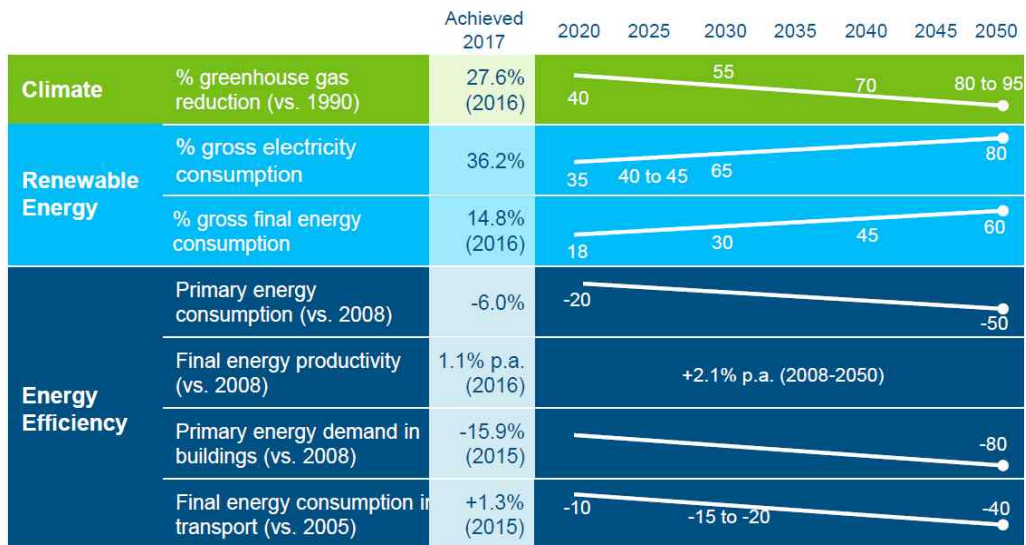
- 장소 : 베를린, 뉘른베르크, 뮌헨
- 기간 : 2018.7.2. ~ 2018.7.10.
- 독일 연방경제에너지부의 “독일 재생에너지 정책 스터디 투어” (7.2~7.4)
  - 주제 : 독일 에너지전환의 성과와 에너지전환 2.0 단계의 과제
  - BMWi, 독일산업협회, 에너지전환 민간싱크탱크 Agora Energiwende, 유럽에너지 거래소, 송전사업자 50Hertz, 배전사업자 E.DIS Netz, 네트워크 관리기구 BnetzA, 에너지프로젝트회사 PwC, 투자업체 HSH Nordbank, 발전사업자 EnBW
- 제3차 에너지기본계획 WG 독일 에너지전환 사례 인터뷰 (7.3~7.10)
  - 주제: 에너지전환 과정의 갈등 관리, 지방정부 및 시민사회의 역할, 산업 부문의 대응
  - 독일협동조합연합회 DGRV, 풍력협회, 에너지전환 민간싱크탱크 Agora Energiwende, 갈등중재기구 KNE, 풍력갈등관리협회 Fachagentur Windenergie An Land, 노조 Verdi, 환경단체 바이에른주 분트, 북바이에른 에너지 조직 EnergieAgentur, 바이에른주 에너지 네트워크 Energie region, 바이에른주 에너지 연구네트워크 Energie Campus, 2010년 탈핵 윤리위원회 위원 Miranda Schreurs)

#### ■ 독일 사례 조사에서 관심 사항

- 독일 사례를 통해서 본 한국의 에너지 분권의 필요성과 방향
  - 자치분권 역사가 긴 독일에서 지방정부는 에너지전환 과정에서 매우 큰 역할을 담당하고 있을까?
  - 지역별, 스케일별로 에너지전환 정책에 대한 선호가 다를 텐데, 국가, 광역지자체, 기초지자체의 역할이 서로 잘 조정·조율되고 있을까?
  - 분산에너지시스템과 에너지분권은 뗄 수 없는 관계일까? 독일은 스스로 어떻게 평가하고 있을까?
- 독일 사례에서 본 한국의 지자체별 에너지공사와 에너지센터 설립 구상
  - 독일과 한국의 에너지(전력)시장 구조 차이: 발전-송전-배전-판매의 분리 vs 발전 외 송배전-판매의 독점
  - 독일의 지역에너지공사는 실제로 무슨 일을 어떻게 하고 있나?
  - 지역에너지센터의 기능(정보제공, 컨설팅, 갈등조정, 네트워킹, 정책개발)은 누가 어떻게 수행하고 있을까?

## 2) 독일 에너지전환의 현황과 과제

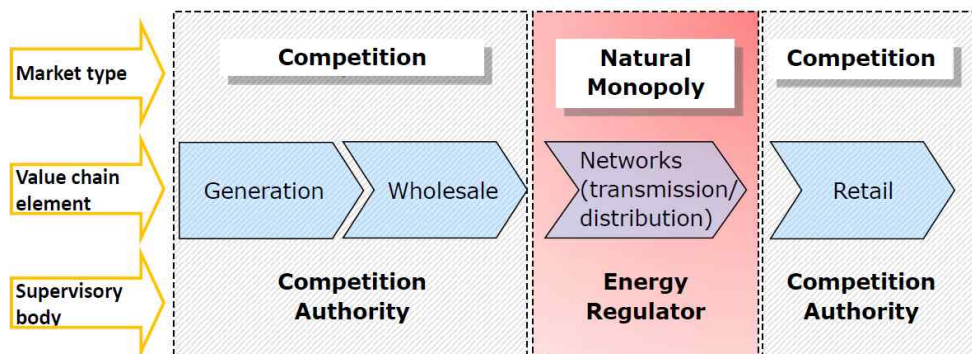
### ■ 독일의 에너지전환 목표



※ 자료: 독일 재생에너지 정책 스터디 투어 발표 자료(Martin Schöpe)

### ■ 독일 전력시장 구조

- 발전 및 도매 부문 시장 경쟁
- 판매 시장 부문 시장 경쟁
- 송전/배전 부문 지역별 독점

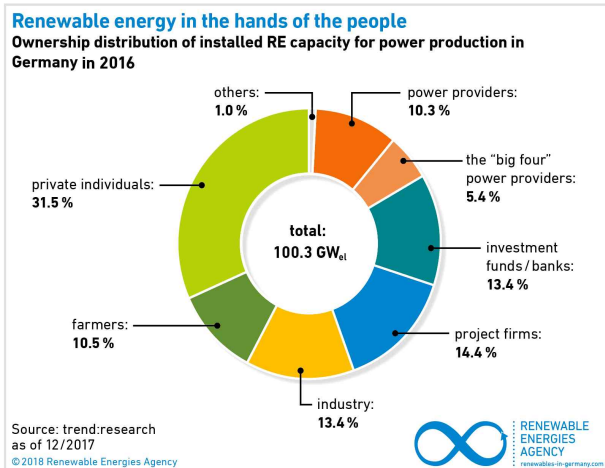


※ 자료: 독일 재생에너지 정책 스터디 투어 발표 자료(Simon Behrens, BnetzA)

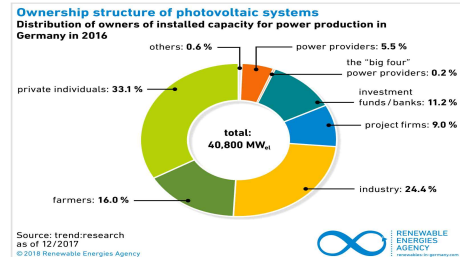
### ■ 재생에너지 설비의 소유 구조

- 시민(개인, 협동조합, 농민) 소유 42.0%
- 태양광은 49.1%, 풍력은 41.0%, 바이오가스는 74.9%(농민이 73.9%)

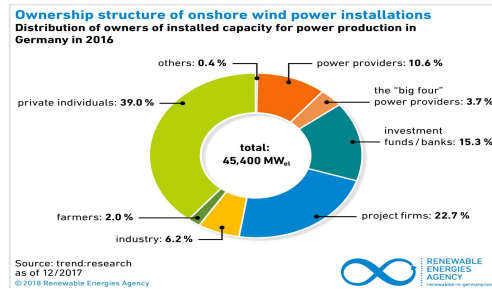
## 독일 재생에너지 발전설비의 소유권



## 독일 태양광 발전설비의 소유권

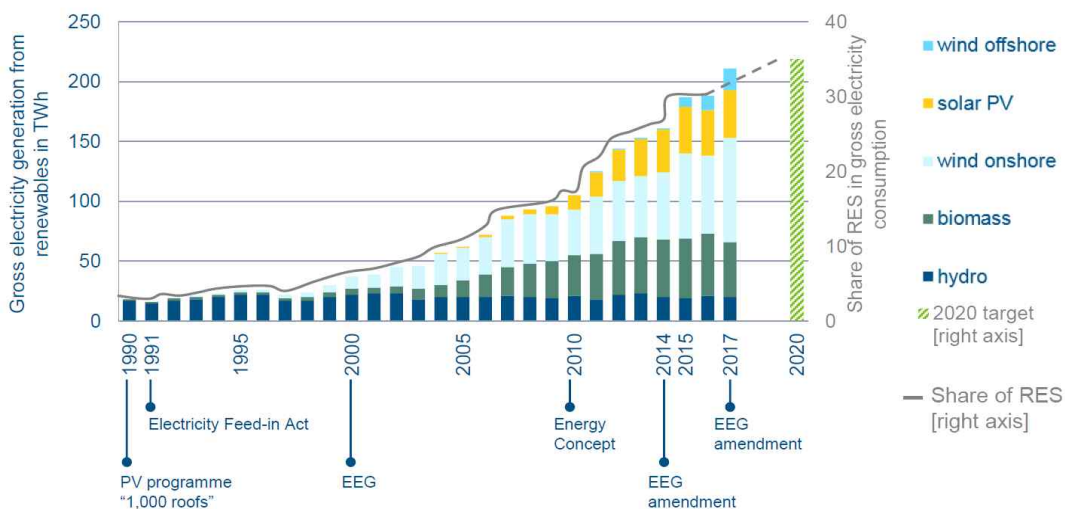


## 독일 풍력발전 설비의 소유권



## 독일 재생에너지 지원 제도의 변화

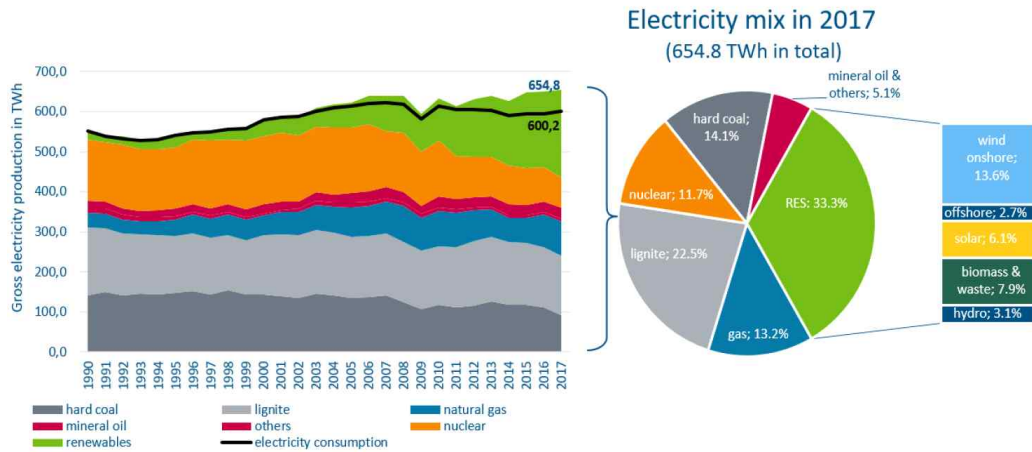
- 1991년 전력접속법(Electricity Feed-in Act) 제정: 재생에너지의 전력그리드 접근 보장 및 전력망사업자가 재생에너지에 프리미엄 가격(FIT) 매년 산정하여 지불
- 2000년 재생에너지법(EEG) 제정: **20년 고정가격 FIT 도입, 재생에너지 전력망 우선 접속 의무**
- 2009년 EEG 개정: 전력망 접속 관리, 출력제약(curtailment)
- 2012년 EEG 개정: **FIT 지원금 축소**, 시장 프리미엄 제도(FIP) 자발적 참여, 태양광 설치량 제한
- 2014년 EEG 개정: 태양광에 대한 경매 제도 시범도입, **풍력, 태양광 설치량 제한**
- 2017년 EEG 개정: **태양광과 풍력 경매 제도 도입, 시장 프리미엄 제도(FIP) 의무 참여**



※ 자료: 독일 재생에너지 정책 스터디 투어 발표 자료(Martin Schöpe)

## ■ 독일 재생에너지 설비 용량 및 발전량 비중

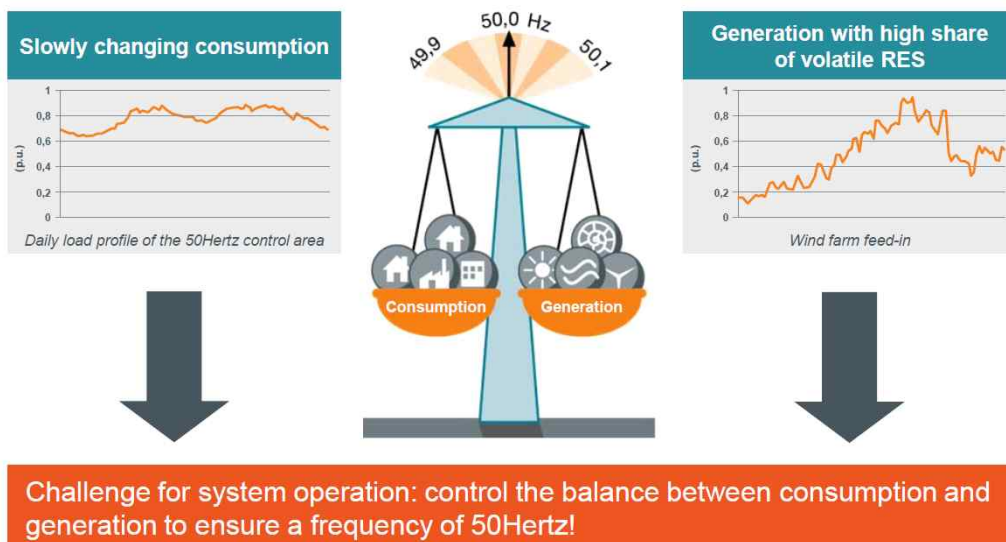
- 2017년 기준, 전체 전력생산량 대비 33.3% 차지
- 기상 여건에 따른 재생에너지 발전량의 변동성 영향 증대



※ 자료: 독일 재생에너지 정책 스터디 투어 발표 자료(Martin Schöpe)

## ■ 전력 소비와 생산 사이의 균형 관리 필요성 증대

- 기상-발전량 예측 시스템 고도화, 전력망 유연성 관리, 전력 수입-수출, 송·배전망 확충
- 수요관리, 저장(power-to-heat, batteries, pumped storage, power-to-x)



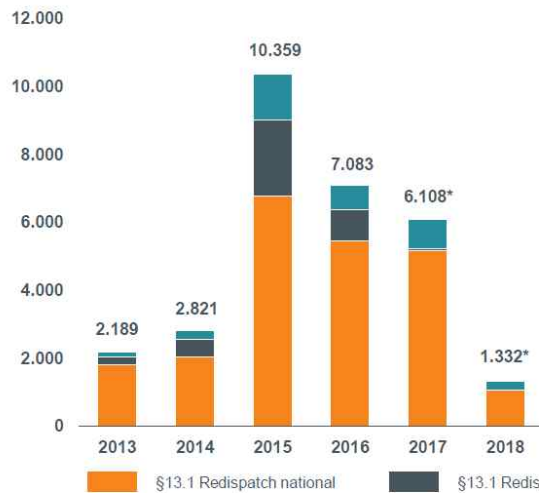
※ 자료: 독일 재생에너지 정책 스터디 투어 발표 자료(Martin Schöpe)



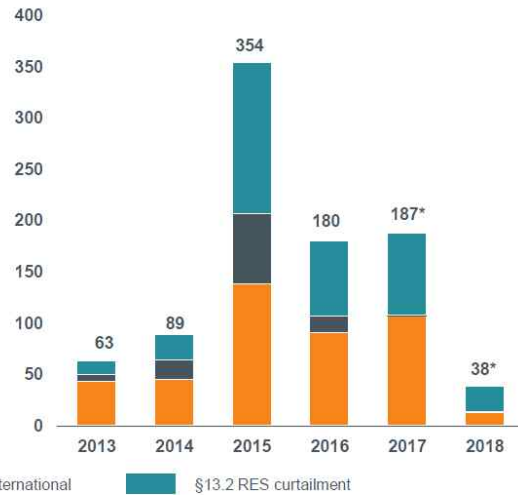
## ■ 송·배전망 유연성 관리

- 재급전(Redispatch), 출력제약(Curtailment) 등
- 유연성 관리를 위한 비용 증가

Redispatch and RES curtailment volumes in GWh



Redispatch and RES curtailment costs in m. € \*\*

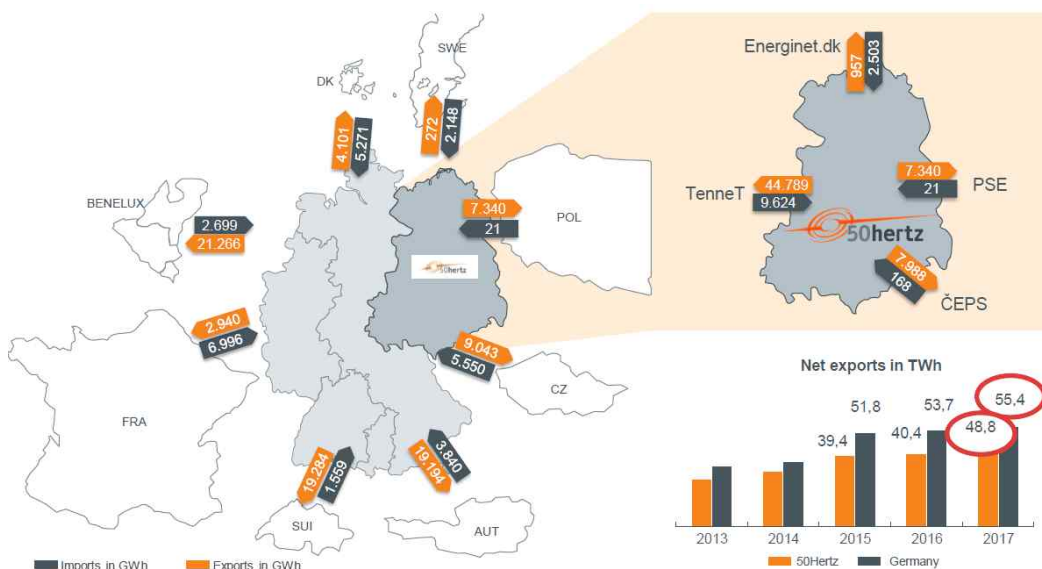


Source: 50Hertz; \*preliminary data, as of 16/01/2018

\*\*net costs, with reference to period of performance

※ 자료: 독일 재생에너지 정책 스터디 투어 발표 자료(Martin Schöpe)

## ■ 독일의 전력 수입-수출

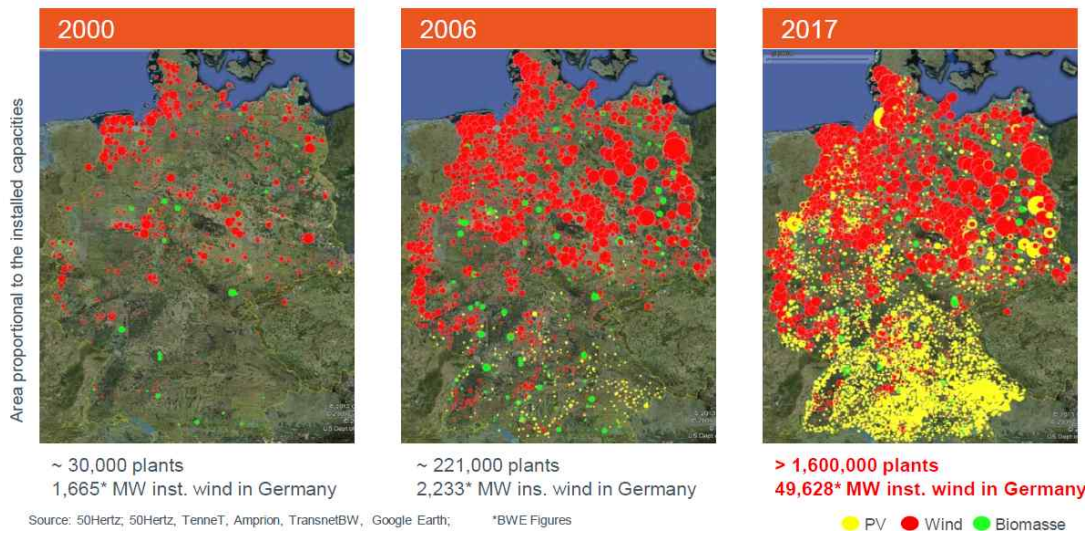


※ 자료: 독일 재생에너지 정책 스터디 투어 발표 자료(Martin Schöpe)



## ■ 지역별 재생에너지 개발 차이

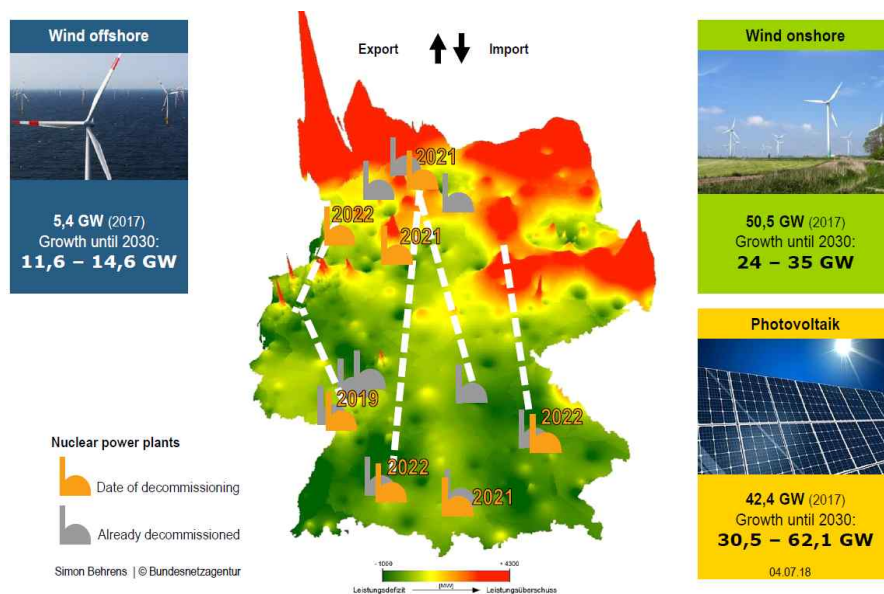
- 북부 지역 풍력발전 위주 재생에너지 생산
- 남부 지역 태양광 위주 재생에너지 생산



※ 자료: 독일 재생에너지 정책 스터디 투어 발표 자료(Gunter Scheibner)

## ■ 지역별 재생에너지 생산 차이 및 핵발전소 완전 폐쇄(2022년)와 송전망 건설 갈등

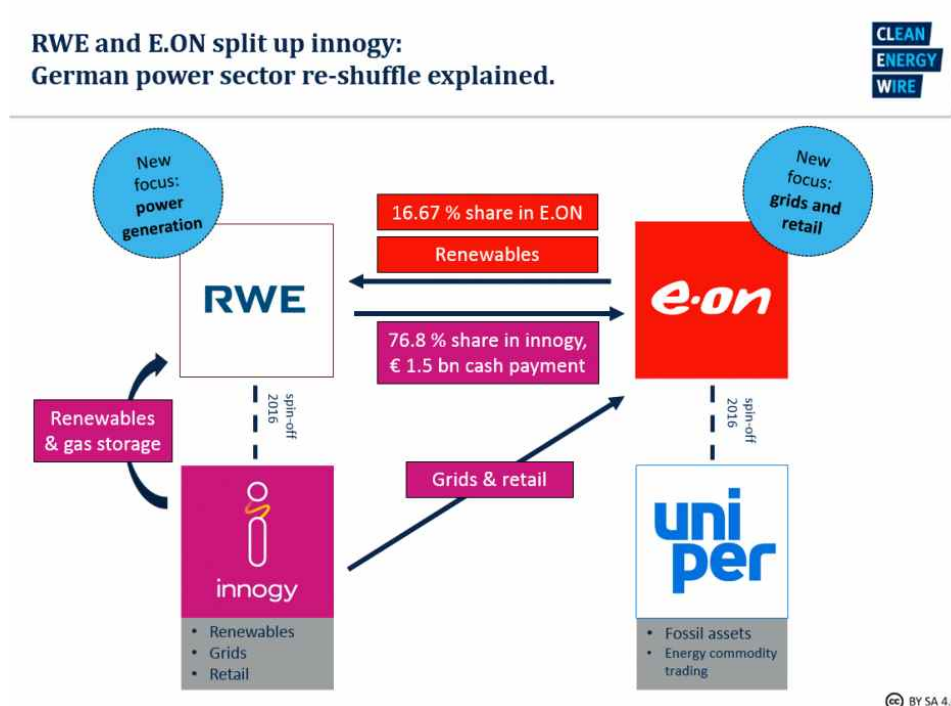
- 원자력 의존도 높은 남부 지역의 전력 소비를 위해 전력소비량이 적어 생산량이 남는 북부 지역의 풍력발전량을 송전하기 위한 초고압송전망 건설 추진
- 초고압송전망 경로에 있는 지역의 반발로 추진 지연



※ 자료: 독일 재생에너지 정책 스터디 투어 발표 자료(Simon Behrens, BnetzA)

## ■ 독일 발전회사의 변신

- 기존 원전 및 화력발전 사업 분리, 재생에너지 사업 확장, 배전 및 판매 사업 위주 개편 등
- 독일 4대 전력회사인 RWE와 E.ON의 자산 교환 합의 (2018.3.)



※ 자료: Clean Energy Wire 기사

(<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-largest-utilities-glance>)

## ■ 더 많은 정보, 더 투명한 절차, 더 많은 참여

- 연방정부는 에너지전환 정책의 방향과 큰 틀만 설정, 구체적인 행동은 지방정부, 기업, 단체, 시민들의 몫 (어떻게 관심, 공감, 참여를 이끌어낼까?)
- 에너지전환 진척도, 송전망 관리 및 요금, 발전시설 및 발전량, 제도 개선 방안 등에 대해 의사결정 과정과 관련 정보를 투명하게 제공하고 이해당사자를 적극 참여시킴으로써 갈등을 예방하고 정책 수용성을 증진
- 정부기관, 단체, 협회, 발전사업자(생산, 송배전, 판매) 모두가 '대화의 장'을 적극적으로 마련

### 3) 독일 바이에른주 사례

#### ■ 독일의 행정체계

- 16개 연방주 (베를린, 함부르크, 브레멘은 시이면서 연방주)
- 게마인데가 최소 자치 단위 : 13,666개, 별도 헌법 제정, 토지이용계획 수립, 인구 17명에서 350만명(베를린시)까지 규모 다양, 일정 규모 이상은 시(2,064개), 자치도시(110개)로 지정
- 연방주별로 카운티나 현(일부 연방주) 존재, 2000년 이후 유럽 메트로폴리탄 대도시권 지정(11개)

#### ■ 바이에른주의 특징 및 지방정부의 권한

- 바이에른왕국은 프로이센, 오스트리아와 함께 독일연합 구성 국가였음
- 2차 대전 이후, 동독 지역의 기업들이 이전하면서 경제 성장 (현재, 독일에서 가장 부유한 주)
- 정치, 종교적으로 보수적 (뮌헨, 뉘른베르크 등의 시 지역은 상대적으로 진보적)
- 남부 바바리안 지역(뮌헨 중심)과 북부 프랑켄 지역(뉘른베르크 중심)의 언어·역사·문화적 차이
- 지방정부는 에너지 계획에 대한 전략환경평가와 사업안에 대한 환경영향평가 권한 이용 (바이에른주는 풍력발전에  $\times 10$  규정 적용: 높이의 풍력발전기 열 배 거리에 주거지 등이 없어야 함)
- 토지이용계획과 지구단위계획 수립 의무/권한을 지닌 게마인데(시, 자치도시 포함)는 이를 통해 재생에너지 설치 규제(환경침해사항 조정)

#### ■ 분트 (BUND Naturschutz in Bayern e.V.)

- 바이에른주에 230,000명의 회원, 76개의 지역 조직, 600여개의 지방 조직으로 구성
- 원전 폐쇄와 석탄화력발전 폐쇄를 주장하고, 기후변화 대응, 분산형 에너지전환, 자연생태계 보호 등의 교육, 연구, 캠페인 진행

#### ■ 북바이에른 에너지 전담기관 (EnergieAgentur)

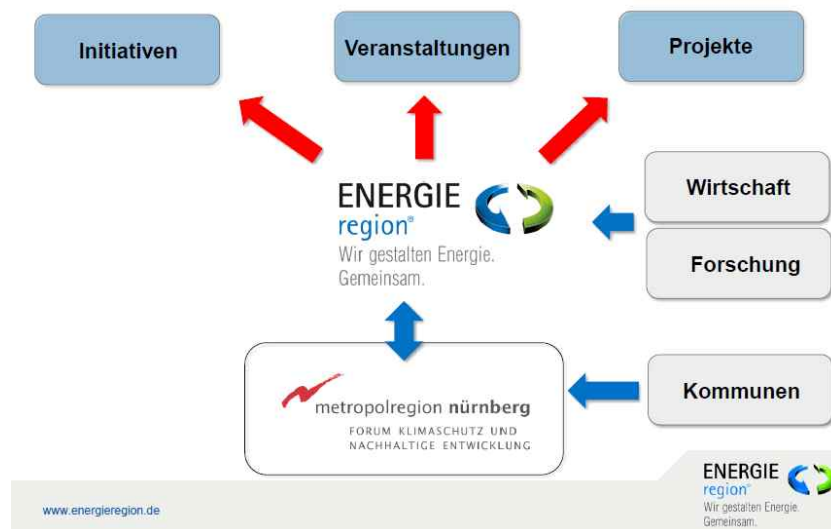
- 바이에른의 에너지 전담기관이 모여서 2015년 설립, 게마인데별 에너지 정책 및 사업 지원
- 에너지 이용 계획 수립, 에너지 관리, 컨설팅(갈등 중재, 시민참여 프로그램, 펀딩 조언, 홍보), 유럽에너지상(european energy award) 추진 지원
- 에너지 전담기관은 연방주별로 설치되어 있으나(주정부 산하 기관), 바이에른주는 북부 지역만을 대상으로 설치(바이에른주의 재정 지원 없음. 게마인데 및 지역회사 컨설팅으로 예산 확보)



※ 자료: 북바이에른 에너지 전담기관 홈페이지

## ■ 에너지 네트워크 플랫폼 ENERGIE region

- 기업, 단체, 연구조직 등이 모여 만든 협회(77개 회원), 50%는 회비, 50%는 연구 펀드로 충당
- 산업체, 연구기관들이 모일 수 있는 플랫폼을 제공하면서 선도적인 사업 구상, 공청회·워크숍 등의 행사, 시범사업 등을 추진함
- 더불어, 유럽 메트로폴리탄 뉘른베르크 지역의 게마인데 수준에서 시민들의 참여를 유도하는 포럼을 운영함

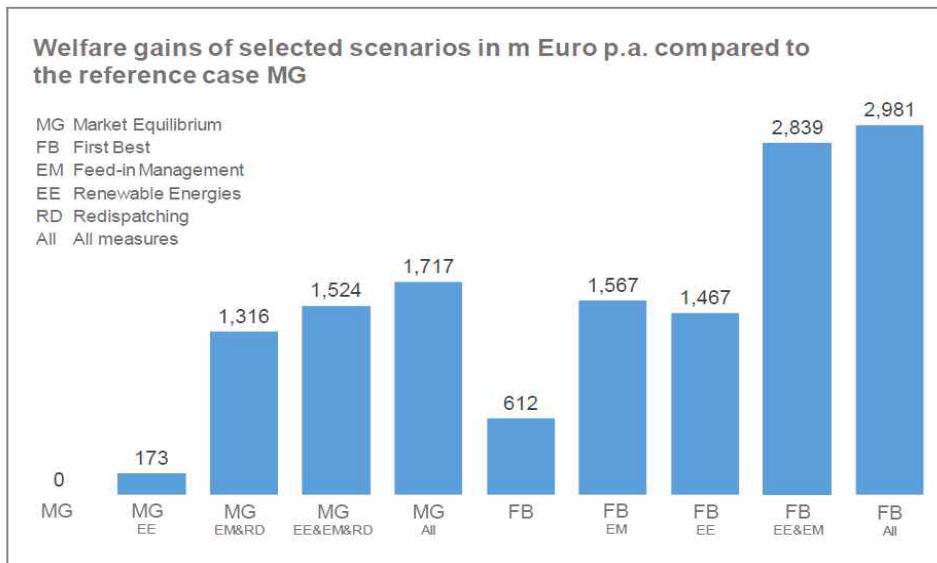


## ■ 에너지 연구 네트워크인 Energie Campus nürnberg

- 7개의 연구 기관, 31명의 교수, 100명 이상의 연구자, 13개 연구 분야에서 학제 간 연구 진행
- 바이에른주에서 10년간 7500만 유로 펀딩, 외부에서 4400만 유로 펀딩
- 대표적으로, 2016년 계획 중인 초고압송전망을 건설하지 않으면서 재생에너지를 계속 확충할 수 있는 대안이 있다는 연구 결과 제시



Figure 1: Welfare gains in selected scenarios in million Euro p.a. compared to the reference case MG, which reflects the current conditions of the NDP framework.

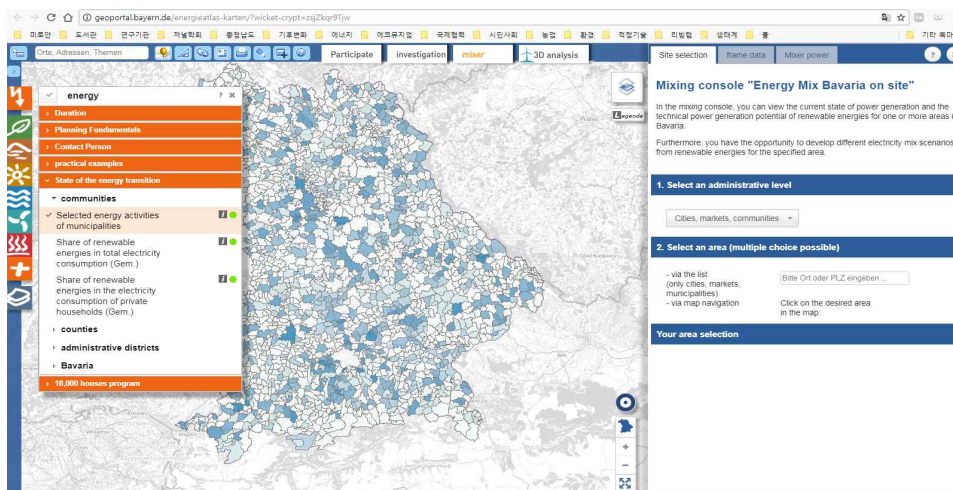


Source: own representation

※ 자료: energie campus nürnberg 홈페이지

## ■ 에너지 정보 플랫폼인 Energie-ATLAS Bayern

- 바이에른 주정부가 에너지 관련 모든 정보를 담은 온라인 플랫폼 제작·운영
- 에너지 일반 현황, 재생에너지 설치 현황, 주체별(시민, 기업, 게마인데) 가이드 제공
- 게마인데 수준, 카운티 수준, 현 수준, 주 수준의 지도 정보를 제공(에너지 현황과 함께 에너지 정책 역량 정보도 함께 제공)



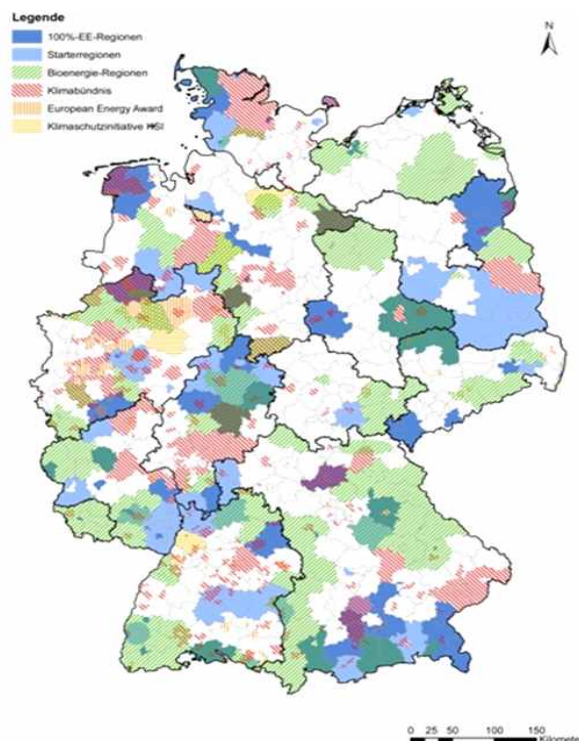
## ■ 메트로폴리탄 뉘른베르크 지역에너지공사인 N-ERGIE

- 독일에서 열 번째 규모의 에너지 공급자로 전력, 가스, 상수도, 하수도, 지역난방, 대중교통 서비스 제공 (2,600명 고용, 연간 매출액 28억 유로 이상, 50,000개의 분산전원, 27,000km의 배전망)

- 다양한 서비스를 제공하는 다양한 자회사 설립·운영(전력 생산, 고객 서비스, 부동산 개발, IT 서비스, 배전사업, 효율성 개선, 바이오매스 발전소, 재생에너지 사업 컨설팅, 행정 대행 서비스 등)
- 매년 메트로폴리탄 뉘른베르크 시민들이 참여하는 행사 기획(Civil Dialogue of the N-ERGIE)
- 사회적 책임 강조하면서 지역사회 지원, 환경 및 기후보호, 지역경제 활성화, 고객 지원, 역량 배양 등의 활동

## ■ 참고. 독일 게마인데의 에너지전환 참여도

- 독일 내 게마인데의 50% 이상이 100% 재생에너지 지역 참여, 유럽에너지상 참여, 에너지 계획 수립 등의 에너지 활동 진행 중임



※ 자료: Miranda schreurs 교수 제공

## ■ 참고. 독일 지역 유틸리티 연합(VKU)

- 1,458개의 지역공기업(에너지, 상하수도, 대중교통 등) 회원(에너지 부문은 733개)
- 회원들이 독일 내 전력 판매의 60%, 가스의 65%, 열의 71% 담당
- VKU는 베를린과 브뤼셀에 지부를 두고 연방정부와 EU에 제도 개선을 로비
- 독일내 1,400개 이상의 지역에너지공기업이 존재했으나, 1998년 에너지부문 자유화에 따라 경쟁 우려
- 대부분의 지역에너지공기업이 잘 살아남았으며, 2005~2016년 사이에 지역 에너지공기업 72개 신규 설립

#### 4) 한국에 주는 시사점

- 에너지전환에 관한 이해하기 쉬운 정보 생산과 투명한 공개
- 다양한 이해당사자가 만나서 논쟁하고 토론하고 합의할 수 있는 '대화의 장' 마련
- 시민들의 다양한 참여 방식을 보장하고 적극적인 참여를 지원 (재정적+계획적 참여)
- 에너지협동조합이나 지방공기업의 사회적책임 활동처럼 에너지전환의 '사회적 가치' 강조
- 지역별 에너지 여건 차이와 영향에 대한 고려
- 다양한 수준(중앙-광역-기초 등)에서, 다양한 기능을 담당하는 주체 육성 및 설립·운영
- 작은/많은 행정 단위, 작은/많은 사업자, 작은/많은 지역에너지공사가 에너지전환 정책의 수용성과 속도를 높일 수 있을지에 대한 실험 필요
- 지역에너지공사, 지역에너지센터라는 형태 외에 다양한 형태의 에너지 사업체 및 중간지원조직을 검토할 필요성 (뉘른베르크 지역에너지공사의 다양한 자회사 참고)