한-독 상공회의소 주관 독일로의 인포메이션 트립

국외 출장 결과 보고서

- 신재생에너지의 전력망 통합, 전력망 확대 및 유연화 -

’19. 4

시장계통개발처
계통개발팀
차장 김진이(☏8652)

장기수급계획처
전원분석팀
차장 김 권(☏8342)

1 출장개요

□ 출장목적

○ 독일 신재생에너지 전력망 통합 및 유연화 관련 해결책 파악

○ 신재생에너지의 전력망 통합운영 기술 및 서비스 개발 방향 모색

□ 출장기간 : '19. 4. 8 ~ '19. 4. 14 (5박 7일)

□ 출장자 : 시장계통개발처 시장개발팀 차장 김진이
장기수급계획처 전원분석팀 차장 김 권

□ 관련 프로그램 : 한-독 상공회의소 주관 독일로의 인포메이션 트립
- 신재생에너지의 전력망 통합, 전력망 확대 및 유연화 -

□ 주요일정

일 자	일 정	비 고
4.8(월) 12시	인천공항 출국	출국
4.8(월) 17시	프랑크푸르트 도착 → 슈투트가르트로 이동	
4.9(화) 09시	독일 에너지 솔루션 이니셔티브 네트워킹 행사	
4.9(화) 15시	Netze BW 및 E-Mobility Avenue 방문	
4.10(수) 09시	태양/수소에너지 연구센터(ZSW) 방문	
4.10(수) 14시	바덴-뷔르템베르크 주정부 환경부와의 협력방안 논의	
4.11(목) 09시	슈투트가르트 공항의 마이크로그리드 구축 현장 방문	
4.11(목) 15시	지멘스 연구소 방문 및 전력망 유연화 관련 논의	에어랑엔
4.12(금) 09시	Next-Kraft와 함께 Haßfrut 시립 발전 사업장 방문	하스푸르트
4.12(금) 15시	전력망 통합 기술 관련 Venios GmbH 회의	프랑크푸르트
4.13(토) 18시	프랑크푸르트 출발	
4.14(일) 12시	인천공항 도착	귀국

□ 세부 프로그램

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

MITTELSTAND GLOBAL EXPORTINITIATIVE ENERGIE

신재생에너지의 전력망 통합, 전력망 확대 및 유연화

한국의 관련 의사결정권자들을 위한 인포메이션 트립: 09.-12.4.2019

업데이트: 04.04.2019

2019.04.08. 월요일	
참가자들 독일 슈투트가르트 도착, 호텔 체크인	
2019.04.09. 화요일	
08:15	호텔 로비 집합, 슈투트가르트 Haus der Wirtschaft로 버스이동
슈투트가르트 Haus der Wirtschaft, Studio B 에서 Kick-Off Event	
09:00 - 09:30	참가자들 도착 및 등록
09:30 - 09:40	환영인사 및 Exportinitiative Energie 소개 *Baden-Württemberg International*
09:40 - 10:10	독일의 에너지전환 : 현 상황과 독일 연방정부의 목표 *Dr. Langniß - Energie & Analyse*
10:10 - 10:40	신재생에너지의 통합을 위한 기본 및 지원 조건 : 법제, 지원 구조 및 지원 주체 *r2b Energy Consulting*
10:40 - 11:10	에너지 인프라의 현대화: 독일의 관점에서 본 신재생에너지 통합을 위한 과제와 해결책 *Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI)*
11:10 - 11:30	참가자들과 함께 하는 토의: 전력망 통합 및 미래의 에너지 산업
11:30 - 12:00	커피 브레이크 및 네트워킹
12:00 - 12:25	에너지시스템의 미래 : 신재생에너지의 전력망 통합을 위한 C/sells - 프로젝트 *C/sells - Smart Energy Showcases*
12:25 - 12:45	에너지 부문의 블록체인 애플리케이션 *OLI Systems GmbH*
12:45 - 13:15	섹터 연결: 현 상황 및 시스템 통합을 위한 잠재력 *Intelligent Energy System Services / IEZS*
13:15 - 13:20	요약 및 마무리
13:20 - 14:15	간단한 점심식사 및 네트워킹
14:15	Netze BW GmbH로 버스이동
14:45 - 17:30	Netze BW GmbH 방문 - **오스트필더른 슈투트가르트** (Ostfildern Stuttgart) - grid-control: 미래의 배전망에 대한 전반적 개념

AHK Korean-German Chamber of Commerce and Industry 한독상공회의소

Durchführer bw-i Baden-Württemberg International Gesellschaft für internationale wirtschaftliche und wissenschaftliche Zusammenarbeit mbH

	- 신재생 에너지의 통합을 위한 지능형 시스템 모델 프로젝트(E-Mobility Avenue) - 시설 방문 *4시 경에 E-Mobility Avenue로 버스 이동 (약 20분 소요)*
	호텔로 복귀 선택사항: 슈투트가르트 시내 하차 후 함께 저녁식사 (자비), 대중교통으로 호텔 복귀
2019.04.10 수요일	
08:00	호텔 로비 집합, 버스 픽업 *※ 신분증(여권) 을 반드시 지참해주시기 바랍니다. 이후 환경부 방문 일정에 필요합니다.*
09:00 - 12:00	바덴 뷔르템베르크의 태양 및 수소에너지 연구 센터 (ZSW) 방문 - **슈투트가르트** (Stuttgart) - 네트 안정화와 유연화를 위한 Power -to -gas 방법 - 전기자동차에 사용되는 지능형 충전방법을 통한 신재생에너지의 전력망 통합 - 연구소 견학
점심식사	Katzenbacher Hof 에서 점심식사
14:00 - 17:00	바덴 뷔르템베르크 주 정부_환경부 방문 - **슈투트가르트** (Stuttgart) - 에너지전환 내의 연방정부와 주정부의 역할 - 에너지전환 관련 주민(공공) 과의 대화를 위한 컨셉과 전략
	호텔로 복귀 선택사항: 17:45-18:45 시 슈투트가르트 도심 가이드 투어 후 함께 저녁식사 (BWI 의 초대), 대중교통으로 호텔 복귀
※다음 날 아침에 출발이 지연되지 않도록 호텔 복귀 시 방값을 지불하는 것을 추천 드립니다.	
2019.04.11 목요일	
07:30	호텔 체크아웃 후 로비 집합, 버스 픽업
08:30 -11:30	슈투트가르트 공항 방문 - 네트 안정화와 유연화를 위한 에너지 수요 관리 - 독일의 최초 지역간 스마트그리드로의 연결 - 스마트 데이터 시스템을 통한 에너지 수요 예측 개선 - 공항 시설 견학
점심식사	에어랑엔으로 이동하는 버스 안에서 점심식사 (도시락)
15:00 - 18:00	Siemens 의 마이크로그리드 연구소 방문 - **에를랑겐** (Erlangen) - 지리적으로 제한적인 전력망 안에서 발전, 배전 그리고 전력저장 - 네트 컨트롤, 관리 및 계획을 위한 디지털 IT 기술 - 장비시연
	에어랑엔 호텔로 이동, 호텔 체크인 후 함께 저녁식사 (자비)
2019.04.12 금요일	
07:30	호텔 체크아웃 후 로비 집합, 버스 픽업
08:30 - 12:00	Next-Kraftwerke AG 와 함께 Haßfurt 시립 발전 사업장 방문 - **하스푸르트** (Haßfurt)

	- 신재생에너지의 시스템 통합을 위한 풍력발전기 소개 - 변동적인 분산전원의 관리와 네트 연결을 위한 가상(Virtual) 발전소 /마케팅 메카니즘 - 발전 사업장 견학
점심식사	프랑크푸르트로 이동하는 버스 안에서 점심식사 (도시락)
15:00 - 17:30	독일 업체 Venios GmbH 방문 - **프랑크푸르트** (Frankfurt) - 지능적 전력망 증강과 전력망 유연화 - 전력망의 설계 및 관리에 있어서 IoT, Big Data, 그리고 KI
	프랑크푸르트 호텔로 이동, 공식적인 일정 종료
2019.04.13 토요일	
14:45	호텔 로비 집합, 프랑크푸르트 공항으로 버스이동
	한국으로 출국

독일현지 담당자

Baden-Württemberg International
Gunner Adams
Tel: +49(0) 711 227 87 66/
+49 (0)1727402006
E-Mail: gunner.adams@bw-i.de

한국담당자

한독상공회의소
정지희 부장
Tel: +82 (0)2-3780-4690/ +82 (0)10-9879-2883
E-Mail: jhjeong@kgcci.com

2 세부 출장활동 내용

1일차 오전 - Kick-off Event

세션1-0	환영인사 및 Exportinitiative Energy 소개
발표자	Bettina Klammt bettina.klammt@bw-i.de
소속기관	Baden-Württemberg International bw-i Baden-Württemberg International

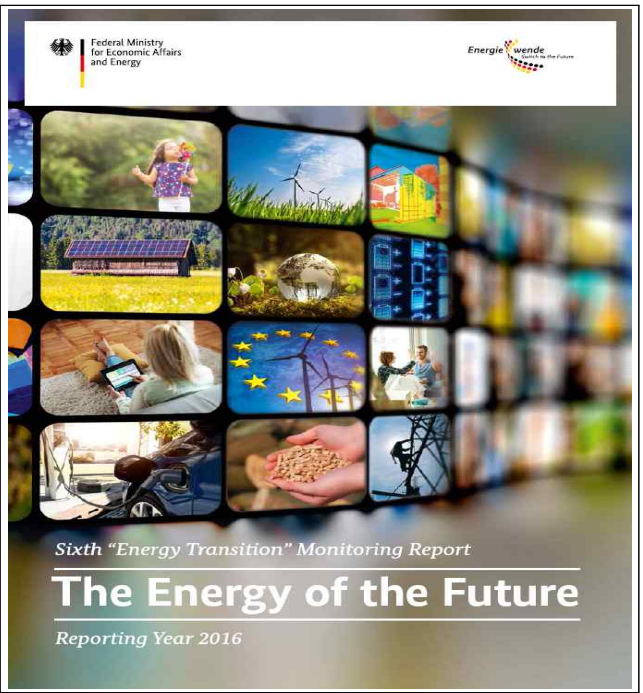
□ 주요 발표내용

○ 바덴-뷔르템베르크주 국제협력부(bw-i)는 2002년부터 독일 연방정부 경제에너지부의 지원을 통해 주에 속한 중소기업의 해외진출을 지원

○ 주요 역할은 독일 에너지전환의 솔루션 제공, 비즈니스 네트워킹 형성, 노하우 교환, 플래그십 프로젝트의 쇼케이스 진행 등

○ 금년 4분기에 한-독 상공회의소를 통해 한국에서 바이오가스 및 바이오연료와 관련한 세미나 진행 예정

※ [참고] 독일연방 경제에너지부(BMWi)에서 발간·제공한 책자는 독일의 에너지전환 추진 현황 및 목표에 대해 많은 정보 제공



세션1-1	독일의 에너지전환 : 현 상황과 연방정부의 목표
발표자	Elena Chvanova
소속기관	Dr. Langniß - Energie & Analyse*

* 에너지전환 분야 권위자인 Dr. Ole Langniß를 중심으로 하는 에너지전환 및 관련 분석 전문 컨설팅 업체

□ 주요 발표내용

○ 에너지전환은 에너지 공급의 미래에 대한 공공담론을 통해 2050년까지의 긴 타임플랜을 갖는, 전통연료원에서 재생에너지로의 기술적 전환이며, 에너지정책과 에너지시스템의 근본적인 전환을 의미함

○ 독일은 에너지전환을 통해 에너지 공급안정성은 높이면서 에너지 수입의존도와 CO_2 배출은 낮춤으로써 기후변화 목표를 달성함과 동시에 관련 일자리 창출의 효과를 얻고 있음

○ 현재까지의 에너지전환에 있어 재생에너지 보급 측면에서는 어느 정도 성과를 거두었지만, 에너지 효율과 수송 부문에서는 미흡한 측면이 있다는 자체 평가

< 2050년까지 독일의 에너지전환 부문별 목표 >

		2017	2020	2030	2040	2050
Climate	% greenhouse gas reduction (vs. 1990)	-27.7 %	-40 %	-55%	-70%	-80-95%
Renewable energy	% gross final energy consumption	14.8 %*	18%	30%	45%	60%
	% gross electricity consumption	38.2 %**	Min 35%	Min 50%[1] (65%)[2]	Min. 65%	Min 80%
	Share in heat consumption	12.9 %	14%			
	Share in Transport sector	5.2 %	10% (EU)			
Energy efficiency	% primary energy consumption (vs. 2008)	-6.5 %*	-20%			-50%
	Final energy productivity (2008-2016)	1.1% p.a.*	2.1% per year (2008-2050)			
	Gross electricity consumption (vs. 2008)	-3.6 %*	-10%			-25%
	Primary energy demand (buildings) (2008)	-18.3 %*				- 80 %
	Heat demand (buildings) (vs. 2008)	-6.3%*	-20%			
Transport	Final energy consumption in transport (vs. 2005)	+4.2%*	-10%			-40%
	Number of Electric vehicles (1/2018) (hybrid cars)	53.861 (236.710)	(1 million)	(6 million)		

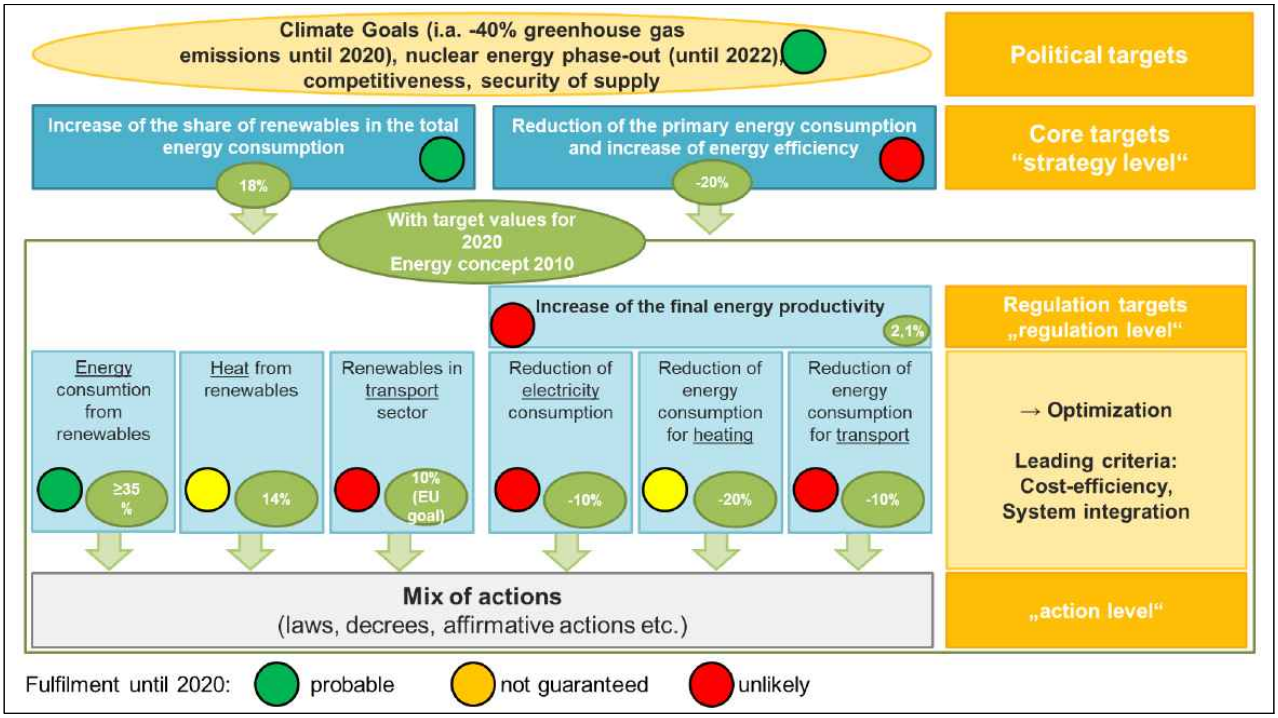
The energy transition follows a transparent, long-term strategy with specific targets.

* = 2016
** = 2018

[1] EEG 2017
[2] Coalition agreement 2018.

Sources: BMWi 2018, UBA 2017

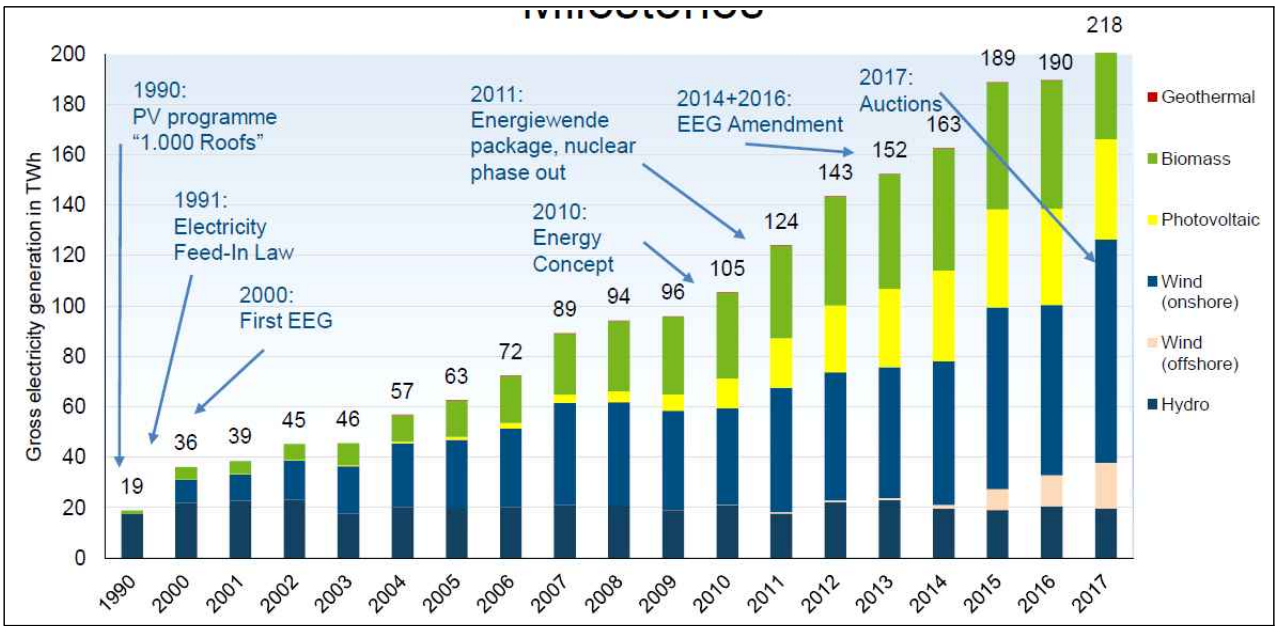
< 2020년까지 독일의 에너지전환 부문별 목표 구조화 >



○ 1990년 '1,000개의 지붕'을 슬로건으로 2000년 EEG법 제정과 이후 수차례의 법 개정을 통해, 1990년 대비 2017년에는 11배 이상의 재생에너지 발전량 증가를 이루어 냈으며, 현재는 옥션제도 도입

- 2017년부터 750kW 이상의 태양광·풍력, 150kW 이상의 바이오매스는 옥션을 통한 진입 의무화(낙찰 가격 20년 보장)

< 1990년 이후 독일의 에너지전환 추진 주요 마일스톤 >



- 옥션을 통한 도입물량은 육상풍력 연간 2.8GW('20년부터 2.9GW), 해상풍력은 '20년까지 6.5GW, '30년까지 15GW, 태양광은 연간 2.5GW, 바이오매스는 연간 150MW('20~'22년은 200MW)임

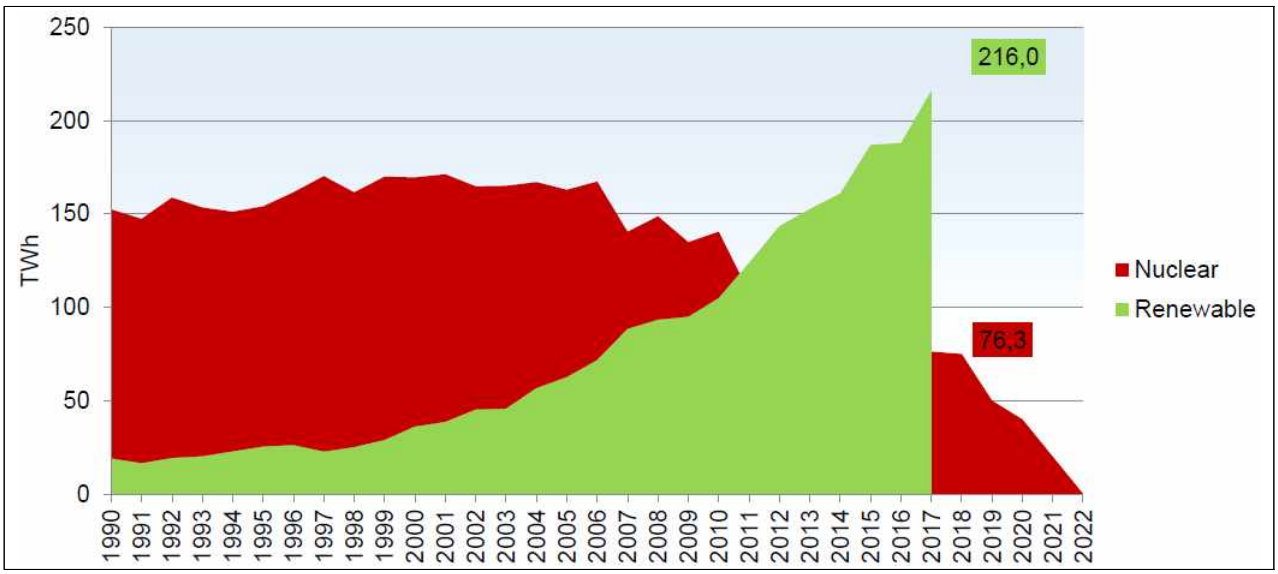
  * 2015년 4월 9.17ct/kWh에서 시작한 태양광 옥션 가격은 2018년 10월 4.69ct/kWh까지 떨어지며 하향 안정세를 보이고 있음

○ 재생에너지는 2017년 독일의 연간 발전량(654.8TWh) 구성 중 가장 많은 비중(33.2%)를 차지하고 있으며, 2018년 설비 비중에서도 216GW의 전체 설비용량 중 113GW를 재생에너지가 차지

- 2030년에는 예상 설비용량 276GW 중 70%가 넘는 203GW를 재생에너지로 충당하는 것이 목표
- 원자력의 발전 비중은 2022년 제로를 목표로 빠르게 줄어가고 있으며, 그 자리를 재생에너지가 급속히 채우고 있는 형태
- 탈원전과 더불어 석탄화력도 2038년까지 완전 폐지를 목표로 하고 있으며, 2030년 재생e 발전량 비중은 65%에 이를 것으로 전망

○ 에너지전환의 경제적 타당성은 GDP에서 전기·열·수송 부문이 차지하는 비중의 변화를 통해 알 수 있으며, 1990년 이후 전기는 1.5~2.5%, 열은 3.0~3.5%, 수송은 2.0~3.0%의 안정적 변화를 보여주고 있음

< 독일의 원자력 vs. 재생에너지 연도별 발전량 변화 >



○ 독일의 에너지전환 추진의 다음 과정으로는 탈석탄 스케줄링, 수송 및 에너지효율 부문의 개선과 더불어 전기·열·수송 부문간 섹터 커플링이 중요한 역할을 하게 될 것으로 생각됨

- 그리드와 시장 인프라의 디지털화, 전기차와 충전 인프라 구축, 국가간 연계, 증가하는 재생에너지의 망 통합도 함께 추진 계획

□ 주요 질의응답

Q1 : 재생에너지 옥션 참여는 의무인가?

A1 : 일정 규모 이상의 태양광·풍력·바이오매스는 연간 목표량까지 옥션을 통해서만 시장 진입 가능

Q2 : 보조금의 지불 주체는?

A2 : EEG법에 의해 모든 전기소비자는 전기요금에 의해 일정부분 에너지전환에 의한 분담금을 부담하도록 되어 있음

Q3 : 재생에너지 옥션의 용량은 어떻게 설정되는가?

A3 : 재생에너지 도입 속도, 전력망 확장에 의한 연계 가능성 등을 종합적으로 검토하여 설정하며, 현재 설치용량 상한선도 향후 조정 가능

Q4 : 전기요금 상승에 대한 설득과정은 어떠했는가?

A4 : 독일의 전기요금은 절반가량인 6ct/kWh가 에너지전환에 따른 추가부담금으로 유럽 평균에 비해 2배 정도 비싸지만, 독일 국민은 전반적으로 재생에너지에 긍정적 입장으로 에너지전환에 의한 분담금을 부담하는 것을 받아들이고 있음

Q5 : 미래의 설비구성, 발전량 시나리오 등에 대해 어떠한 과정을 거쳐 목표를 설정하고 국민적 공감대를 얻고 있는지?

A5 : 2011년 후쿠시마 사고 이후 탈원전을 비롯한 에너지전환에 대한 국민적 공감대가 크게 형성되었으며, 다양한 채널을 통한 소통 과정을 거쳐 정치적 결정에 힘을 얻고 있음

세션1-2	신재생에너지의 통합을 위한 법제도, 지원 구조 및 지원 주체
발표자	Dr. Ralf Wissen ralf.wissen@r2b-energy.com
소속기관	r2b Energy Consulting*
* '09년 독일 쾰른에서 창업한 에너지전환 및 관련 분석 전문 컨설팅 업체로 Dr. Ralf Wissen은 4명의 공동 창업자 중 하나	

□ 주요 발표내용

○ 독일의 에너지전환 히스토리는 크게 재생에너지 도입과 에너지시장 자유화, 재생에너지 통합, 자유시장경제에서의 경쟁체제 3단계로 구분

○ 재생에너지 도입과 에너지시장 자유화

- (StromEinspG 1991) 망운영자에 재생에너지로부터 전력 구입 의무 부여와 재생에너지 최소 보상 보장
- (EnWG 1998) 발전·송전·배전의 사업영역 분할
- (EEG 2000) 재생에너지 발전 우선 구매 및 소비자요금에 재생에너지로 인한 추가비용 부과
- (EnWG 2005) 규제기관을 통한 망접속 보장(from 협상)

○ 재생에너지 통합

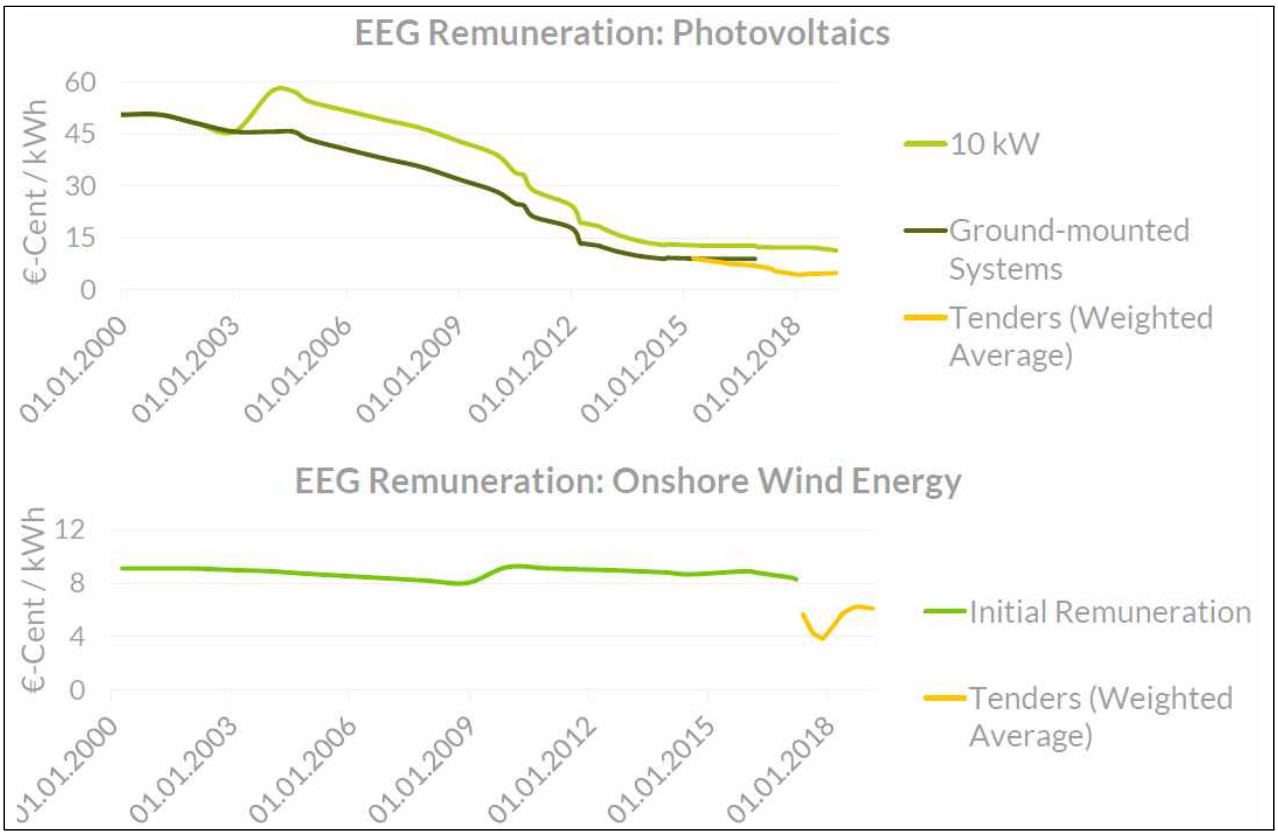
- (EEG 2009) 100kW 이상 재생에너지 설치에 대한 망 안정성 검토
- (EnLAG 2009, BBPIG 2013, NABEG 2011) 초고압 송전선로를 통한 전력망 확장 및 재구성
- (EEG 2014) 망 확장 비용과 마이너스 전력 가격 발생 감소를 위한 필요시 신규 재생에너지 진입 제한
- (EEG 2012, EEG 2014) 재생에너지로부터의 직접 구입 시장 도입 및 바이오가스 발전의 유연성 증대를 위한 펀딩 도입
- (AbLaV 2013) 망 안정을 위한 산업계의 단기부하조정 펀딩 도입
- (GDEW 2016, MsbG 2016) 2032년까지 국가 단위 스마트미터링 구축
- (EEG 2017) 에너지저장장치에 대한 요금 감면 시행

○ 자유시장경제에서의 경쟁체제

- (FFAV 2015) 재생에너지의 경쟁도입체제를 위한 시도로 대지 건설 태양광에 대한 파일럿 옥션 도입
- (EEG 2017) 육상풍력, 해상풍력, 태양광, 바이오매스로 옥션 확대

○ 에너지전환 초기 단계부터 지속적으로 하락해 온 재생에너지 도입 단가는 옥션의 도입과 함께 더욱 하향 안정화되는 모습을 보여줌

< 재생에너지 도입단가 하락 추이 (태양광, 육상풍력) >



○ 에너지전환을 위한 지원 구조는 연방정부 차원과 주정부 차원의 구분, 그리고 기업(연구소) 차원과 민간 차원의 구분으로 크게 4분화 영역으로 구분하여 표현할 수 있음

- 연방정부와 기업 단위의 큰 규모 프로젝트로는 SINTEG이 대표적이며, 주정부 차원에서는 스마트홈 보급 사업과 지역단위 스마트 그리드 구성 사업이 대표적(각 사업은 독립적인 개별 사업으로만 기능하지 않고 서로 연계되어 운영)

< 에너지전환 펀딩 구조와 주요 프로그램 예시 >

□ 주요 질의응답

Q1 : 각 국가의 에너지전환 달성 정도를 나타낼 수 있는 객관적인 지표(에너지전환지수)를 개발한 것은 없는지?

A1 : 에너지전환지수와 관련해서는 잘 모르고, 현재 독일의 상황은 발전 부문은 앞서가고 있지만, 전력망과 관련해서는 아직 해야 할 일이 많은 상황

Q2 : 탈원전·탈석탄 정책은 해당 산업의 고용문제와 연결되어 있는데, 일자리 문제는 어떻게 대처하고 있는지?

A2 : 원자력 부문은 폐로 부문으로 기술인력 전환이 이루어지고 있으며, 석탄 부문은 현재 석탄협회 및 관련 노동연합과 일자리 문제에 대해 함께 고민하고 있는 상황임

Q3 : 독일의 분산형 전원 정책은 어떻게 추진되고 있는지?

A3 : 바덴-뷔르템베르크주는 주로 중소기업 위주의 산업 구조를 갖고 있으며, 이로 인해 분산형 정책 추진에 유리한 조건을 가지고 있음. 분산형 정책은 각 지역마다 특성에 맞는 시스템 필요

세션1-3	독일의 관점에서 본 신재생에너지 통합을 위한 과제와 해결책
발표자	Dr. Marian Klobasa marian.klobasa@isi.fraunhofer.de
소속기관	Fraunhofer ISI*

* 프라운호퍼는 독일 전역에 72개의 연구소와 25,000여명의 직원을 둔 유럽 최대의 응용과학연구소로 ISI(Institute for Systems and Innovation Research)는 바덴-뷔르템베르크주 카를스루에에 위치한 에너지 정책·기술 전문 연구소

□ 주요 발표내용

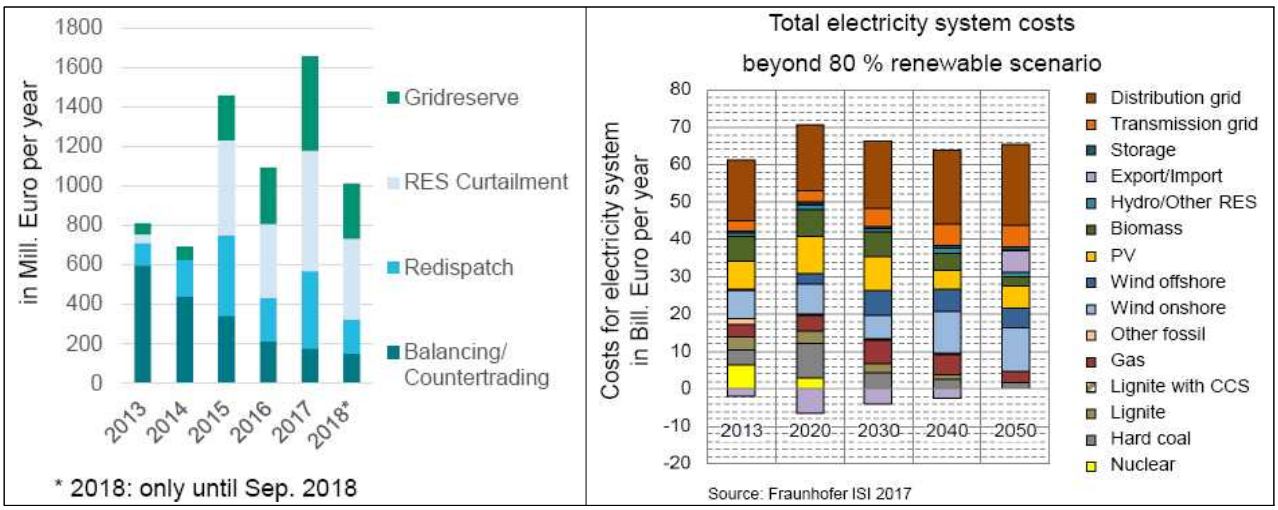
○ 재생에너지의 증가는 전력망의 혼잡과 비용 증가, 전력시장 가격 변동 등 기존과 다른 새롭고 도전적인 과제를 안겨주고 있음

- 2019년 주간 발전량 차트를 보면 풍력과 태양광 발전량이 전체 발전량의 70%에 달하는 상황까지 재생에너지가 확산되고 있으며, 이로 인해 (-)의 도매시장 전력가격도 자주 형성
- 전력시장의 밸런싱 비용은 줄고 있는 반면, 지연되고 있는 망의 확장은 예비력·Curtailment 등 계통 운영비용을 증가시키고 있음

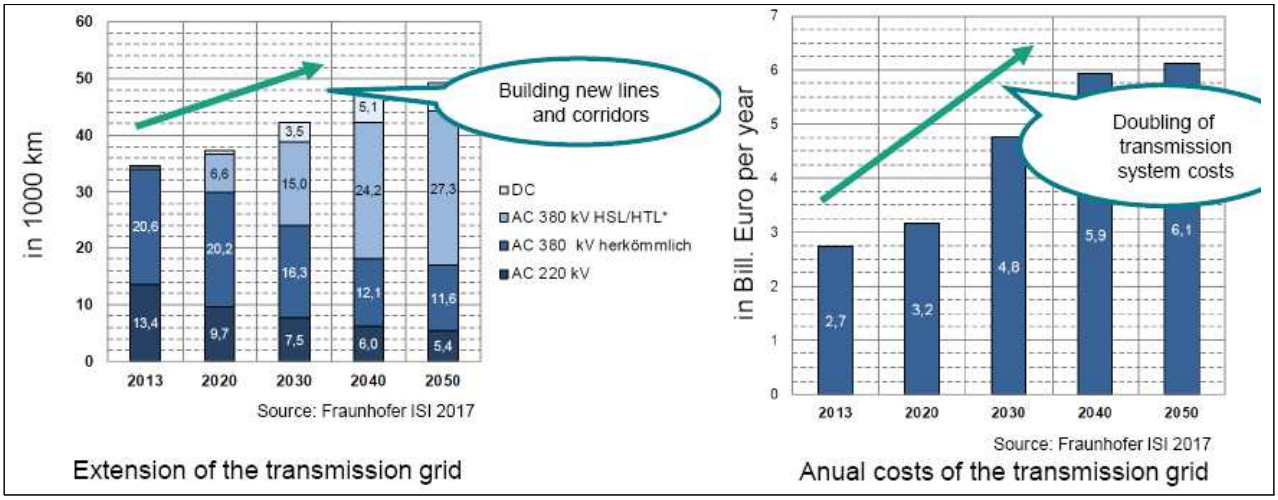
○ 스마트한 인프라 구축과 장기 계획은 효율적 운영의 핵심 요소로 독일은 2050년까지 80% 이상의 온실가스 감축을 목표로 시나리오별로 비용 분석을 하고 있음

- 기온상승을 1.5°C로 억제하기 위해서는 95%의 온실가스 감축이 필요하며, 이를 위해서는 충분한 망구성과 효율적 운영 필요

< 재생에너지 확대로 인한 비용 추산 및 미래 계통운영 비용 예상 >



< 재생에너지 확대로 인한 비용 추산 및 미래 계통운영 비용 예상 >

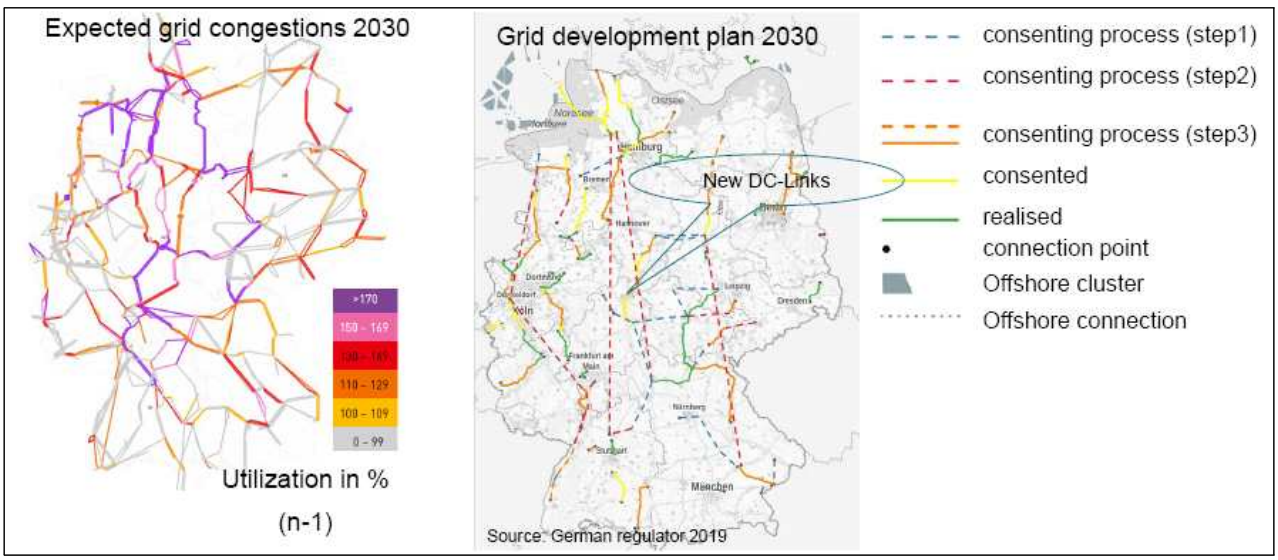


- 이를 위해서는 2050년까지 연간 60억€에 달하는 비용이 송전망 확장에 필요할 것으로 추산됨

○ 전력망·통신 인프라 구축과 분산화된 지역 단위 스마트그리드의 구성은 비용 효과적인 미래 재생에너지 통합의 핵심 열쇠

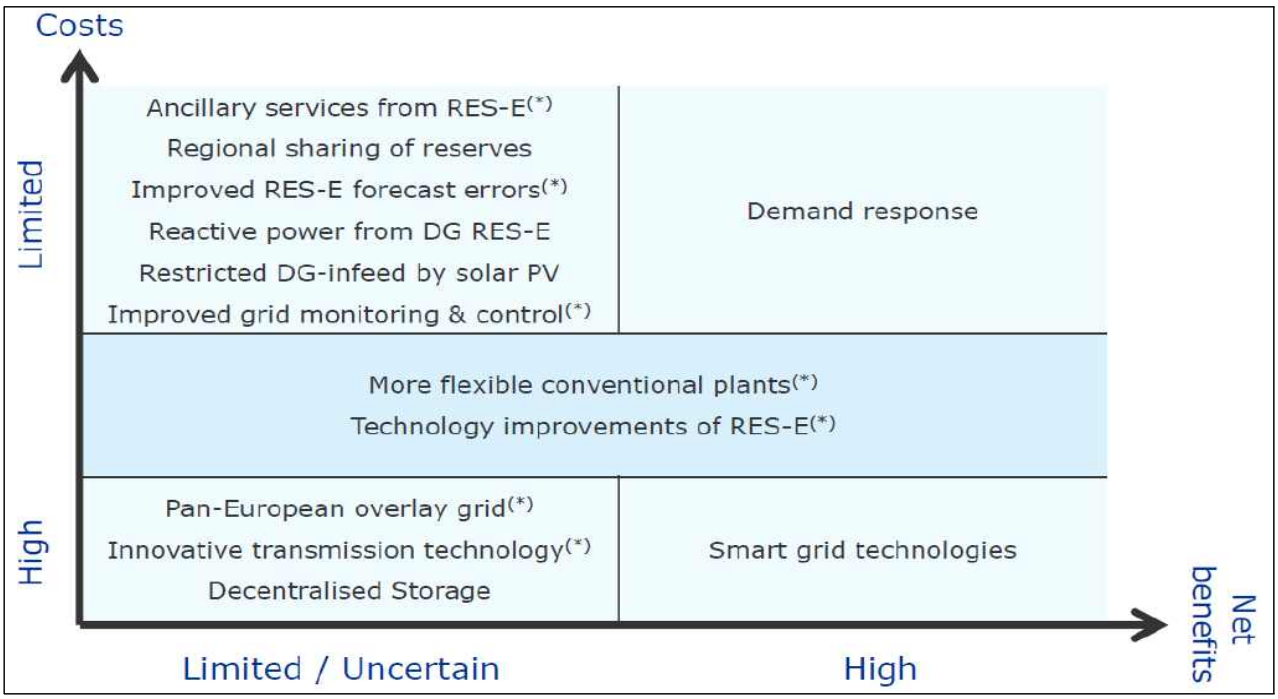
- 북부의 대규모 풍력발전 생산전력을 남부의 산업단지로 이송하기 위한 전력망 확충을 지속적으로 진행 중이며, 추가적인 인프라 구축비용은 장기적인 발전비용 절감분으로부터 충당 예정
- 분산화된 스마트그리드 구성을 위해서는 여러 발전원을 결합하는 Aggregation과 손쉽게 결합이 가능한 플랫폼 개발이 필수

< 2030년 독일의 전력망 혼잡 예상 및 송전망 확충 계획 >



- 스마트미터 인프라 구축도 중요하며, 이를 통해 전력 소비자와 생산자, 중개사업자, TSO, DSO 간의 효율적인 연결이 가능
- 가장 비용 효과적인 재생에너지 통합 솔루션은 수요반응(DR)이며, 이외에도 재생에너지의 보조서비스 참여, 예측정확도 향상, 기존 발전원의 유연성 향상 등이 필요 기술로 분석됨

< EU에서 제시하는 재생에너지 통합 솔루션 >



□ 주요 질의응답

Q1 : 에너지전환으로 유틸리티의 비용이 증가할 것으로 예상되는데, 망 확충 비용은 어떻게 지원되고 있는지?

A1 : 유틸리티는 일반운영비와 사용량을 바탕으로 기본 사용료를 책정하고, 운영비용 등을 투명하게 제시하면 연방 전력망 관리청에서 요금을 승인하는 구조. 해상풍력 단지와의 연계 비용은 별도의 펀드에서 지원하고 있음

Q2 : 재생에너지 예측시스템은 어떤 방식으로 활용되고 있는지?

A2 : 재생에너지 예측은 전문적인 서비스 업체가 별도로 존재

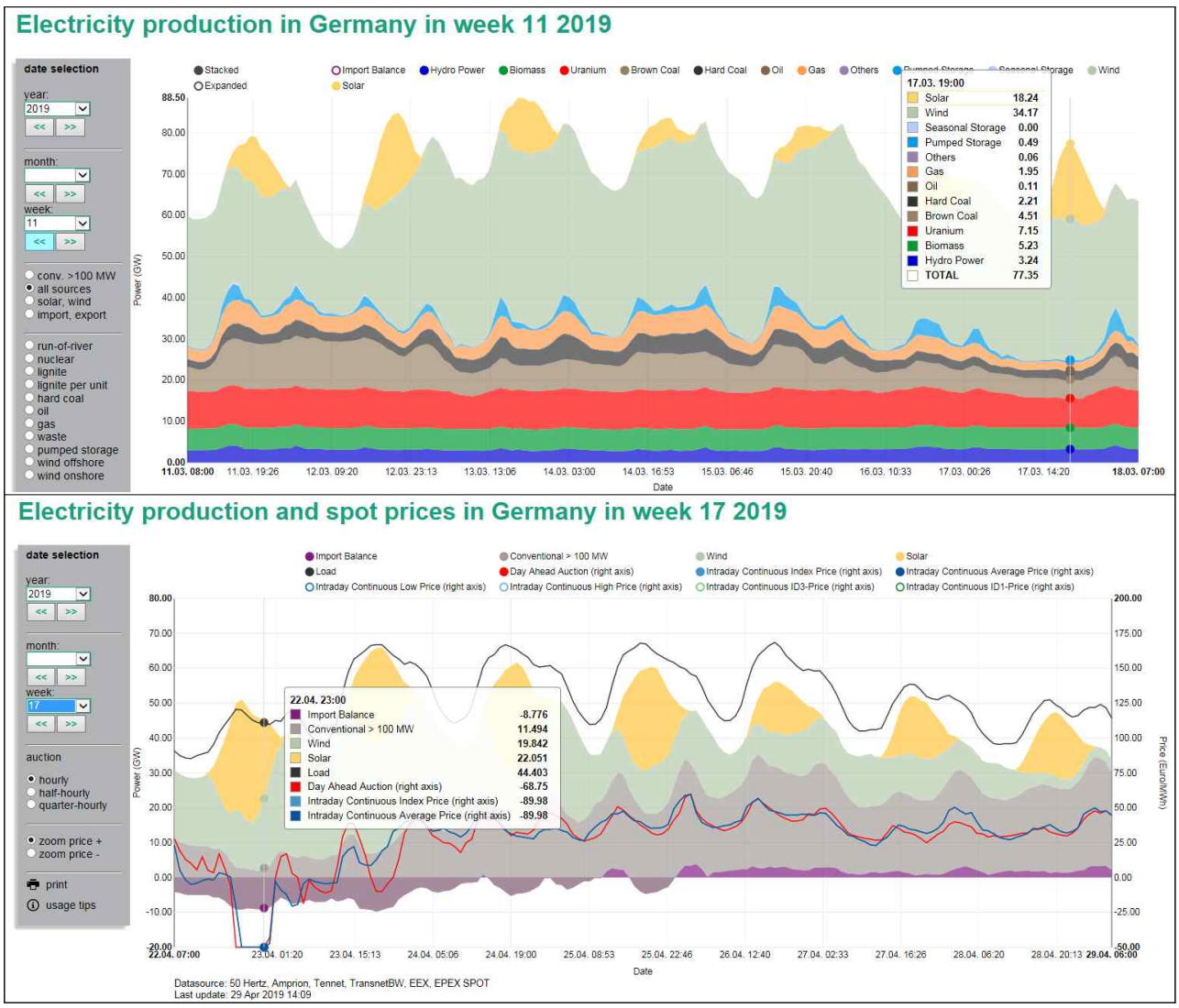
Q3 : 재생에너지 발전량 제한과 관련하여 시스템 비용 부담 주체는?

A3 : Curtailment와 관련해서는 일반적으로 3%까지는 발전량 제한이 무상으로 가능하고, 3% 이상은 공급업자에게 기회비용을 보상하고 있음. 대규모 설비에는 제어장치가 존재

Q4 : 에너지전환으로 전기요금이 높아지는 상황에서 사회적 약자 계층의 요금체납과 같은 일은 없는지?

A4 : 재생에너지로 인한 분담금 정책은 장려금 정책과 함께 진행되고 있으며, 많은 토론 과정을 통해 사회적 약자를 보호하려 노력하고 있음

※ [참고] 프라운호퍼는 웹사이트(https://www.energy-charts.de/index.htm)를 통해 독일 전력시장의 다양한 통계 제공



세션2-1	신재생에너지의 전력망 통합을 위한 C/sells 프로젝트
발표자	Dr. Albrecht Reuter albrecht.reuter@fichtner.de
소속기관	Fichtner IT Consulting GmbH*
* 피쉬트너는 1922년에 설립된 전세계 100여개 지사에서 1,500여명의 직원이 일하는 에너지·환경·인프라·엔지니어링 분야 컨설팅 그룹	

□ 주요 발표내용

○ 독일의 에너지·기후변화 정책목표는 에너지수요 증가를 억제하는 한편, 에너지공급 구조를 청정에너지체제로 전환하여 달성하고자 하며, 특히 재생에너지의 역할을 중시하고 있음

○ 독일 정부가 추진하는 SINTEG(Schaufenster INTelligente EnerGie) 프로젝트는 재생에너지 증가에도 전력망을 유연하고 지능적으로 개선하고 발전·전력망·소비 및 저장 과정에 혁신적인 기술도입과 시스템 개선 및 디지털화를 목표로 하는 대규모 에너지 프로젝트임

- 독일 전체를 5개 지역으로 구분하여 각 지역 특성에 맞게 전력공급의 기술 솔루션을 개발하고, 기술적·경제적·법적 문제들을 해결해 나가고자 함

< SINTEG 프로젝트의 5개 세부지역 구분 >

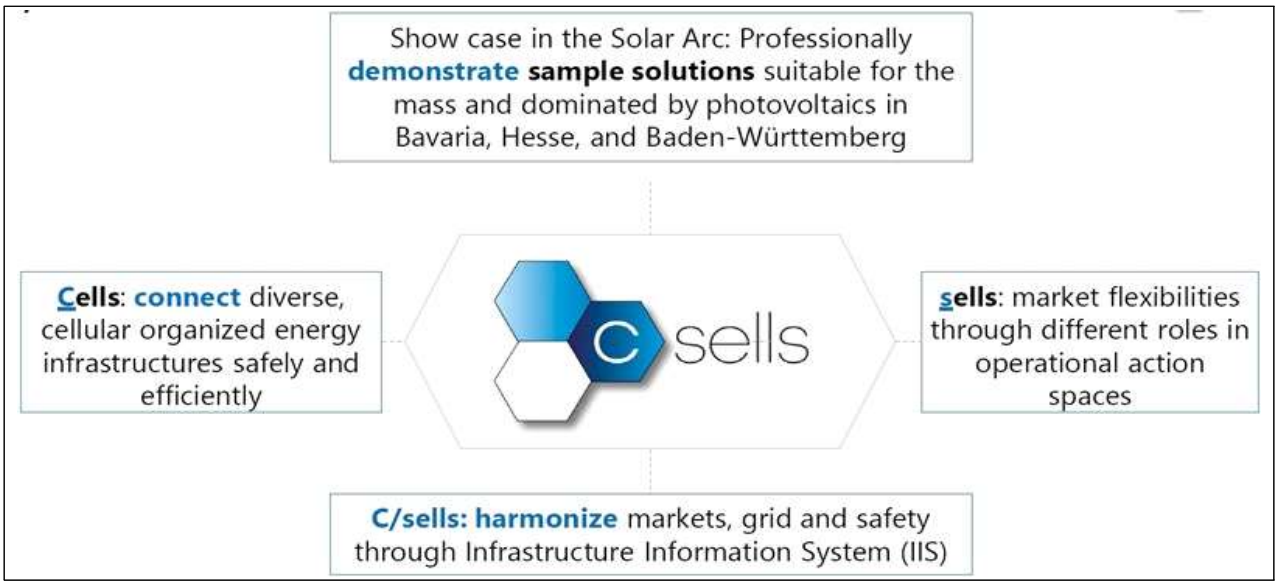
- 2017년 6월 시작된 SINTEG 프로젝트는 5개* 지역 각각에 특화된 대규모 쇼케이스로 진행되며, 300여 기업 및 기관이 참여하고, 총 5억€의 투자가 이루어지게 됨

  * NEW4.0(함부르크 등) : 2025년까지 재생에너지 발전량 비중 70%를 목표로 에너지 수출 및 혁신적 보조서비스를 통한 계통유연성 향상 목표
  * enera(니더작센) : 높은 풍력발전 비중을 바탕으로 계통유연성 향상과 스마트 데이터 및 서비스를 제공하는 스타트업 양산
  * DESIGNETZ(서부3개주) : 분산화된 태양광·풍력 에너지 공급 및 스마트미터·센서를 활용한 분산 네트워크 형성
  * WindNODE(구 동독) : 전력-열-수송 부문의 최적화와 계통유연성 향상을 위한 ICT 플랫폼 구축
  * C/sells(남부3개주) : 독일 남부의 태양광 특성을 살린 프로젝트 진행

○ C/sells는 독일 남부 3개주(바덴-뷔르템베르크, 바이에른, 헤센)를 대상으로 하는 태양광 중심의 에너지 인프라 구축 프로젝트

- C/sells는 수십·수백만개의 작은 분산형 발전(셀)에 대한 정보를 네트워킹 연결을 통해 모으고 이를 활용하여 최적화된 계통·시장을 구축하는 것을 목표로 함
- 분산화된 시스템에서 TSO와 DSO는 긴밀한 협력을 필요로 하며, C/sells는 이러한 협력 과정을 셀단위의 조밀한 네트워킹과 디지털화를 통해 자동화 하는 것이 목표

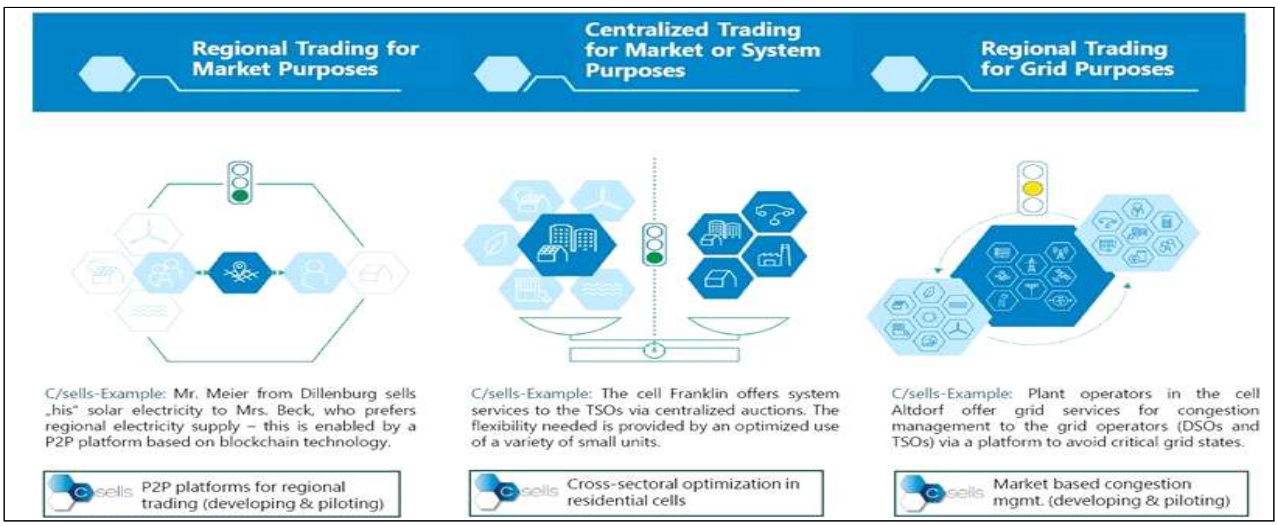
< C/sells 프로젝트의 정의 및 목표 >



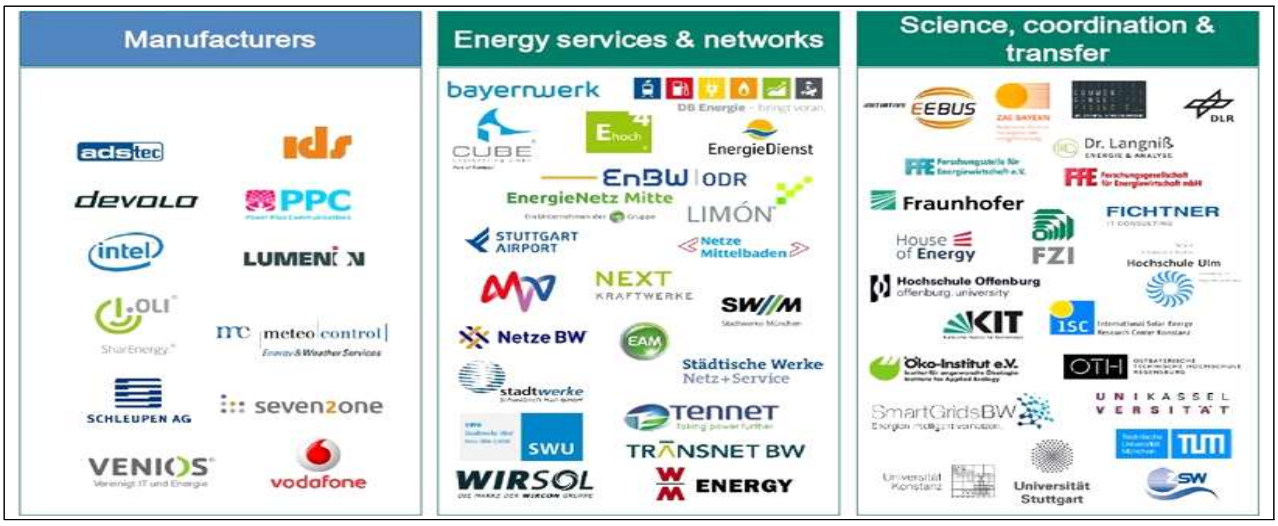
○ C/sells 프로젝트의 추진을 통해 전력부문에 시스템 개선과 디지털화를 이룰 수 있으며 다양한 산업에 많은 기회를 제공할 것임

- 에너지 인프라와 정보통신 인프라의 융합·연결으로 가상발전소 운영과 같은 새로운 시장 창출 가능
- 네트워킹 강화를 통한 전력망의 분산화를 이끌고 이를 바탕으로 유연성 자원을 매매하는 서비스가 가능해짐
- 지역의 주요 에너지 기업 및 연구소가 모두 참여한 C/sells 프로젝트를 통해 지역단위 에너지 거래인 P2P 플랫폼을 형성하고, 전력-열-가스-수송의 섹터간 연결을 통해 전체 단위의 최적화된 에너지 공급과 소비 가능할 것으로 기대

< C/sells Market Places >



< C/sells 프로젝트 참여 기업 현황 >



세션2-2	에너지 부문의 블록체인 애플리케이션
발표자	Felix Förster felix.foerster@my-oli.com
소속기관	OLI Systems*

* 에너지전환 관련 2016년 창업한 스타트업 기업으로 블록체인 기술을 통해 투명하게 관리 가능한 에너지 플랫폼 개발

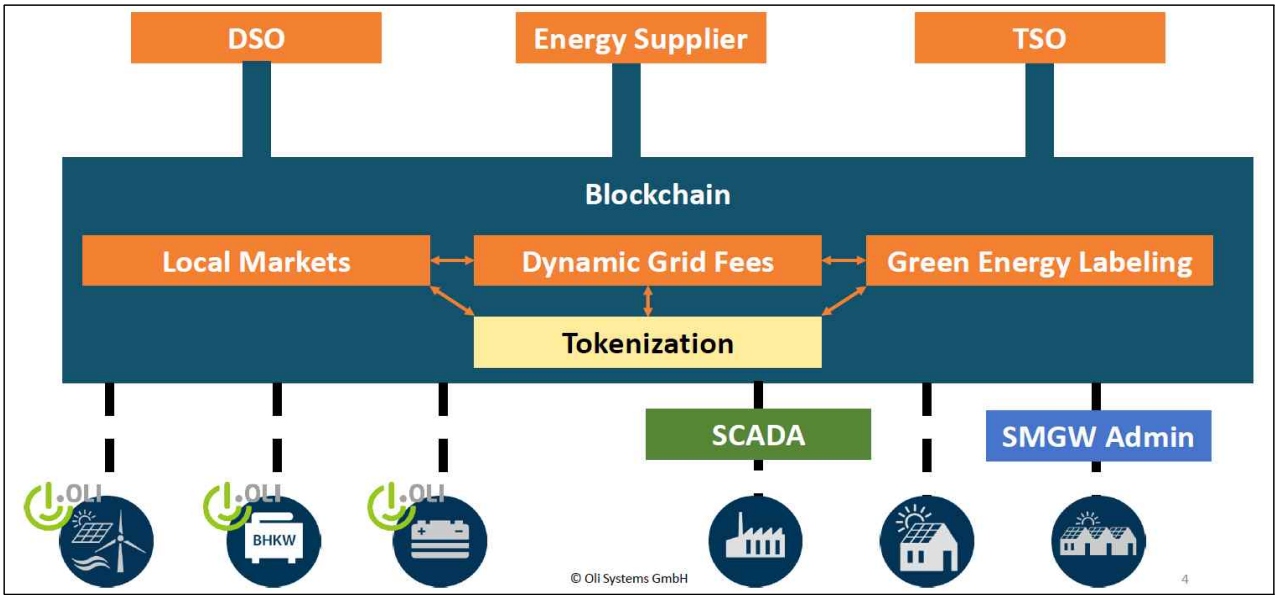
□ 주요 발표내용

○ 에너지전환은 기존의 전통전원 중심의 대규모 거래에서 벗어나 소규모 사업자간의 P2P 거래를 가능하게 하였고, 이러한 소규모 분산 거래는 모두에게 투명한 거래시스템을 요구하게 되었음

○ OLI가 개발하는 에너지 플랫폼은 블록체인 기술을 적용하여 투명한 관리가 가능하며, 스마트한 인프라를 통해 전력 소비자와 생산자, 중개사업자, TSO, DSO 간의 효율적인 연결을 가능토록 해줌

- 재생에너지·배터리 등 프로슈머 생산자의 정보를 효율적으로 연결하고 있으며, 모든 사용자의 정보는 디지털 토큰으로 변환하여 개인정보를 보호하고 있음
- 프로슈머가 참여한 P2P Trading은 블록체인 기술 적용의 출발점이며, 녹색에너지 인증에도 블록체인 기술 적용을 통해 투명한 관리가 가능

< OLI가 개발한 에너지 플랫폼 개념도 >



○ OLI는 지역의 쇼케이스인 C/sells에도 참여하고 있으며, 에너지 플랫폼에 대한 지속적인 기술 개발과 피드백 과정을 통해 완성도를 높여가고 있음

- 플랫폼에 연결될 스마트미터로 OLI Box를 개발하였으며, 기존 미터계에 송·수신 기능을 제공하여 측정 정보의 전송이 가능
- OLI 에너지 플랫폼은 모바일앱 형태로 개발되어 사용자가 요금 정보 및 재생에너지 생산량 정보를 손쉽게 확인할 수 있음

< 기존 미터계에 부착된 OLI Box >

< OLI 에너지 플랫폼의 모바일앱 개발 화면 >

세션2-3	섹터 연결 : 현 상황 및 시스템 통합을 위한 잠재력
발표자	Sebastian Bothor Sebastian.Bothor@mhp.com
소속기관	Intelligent Energy System Services*

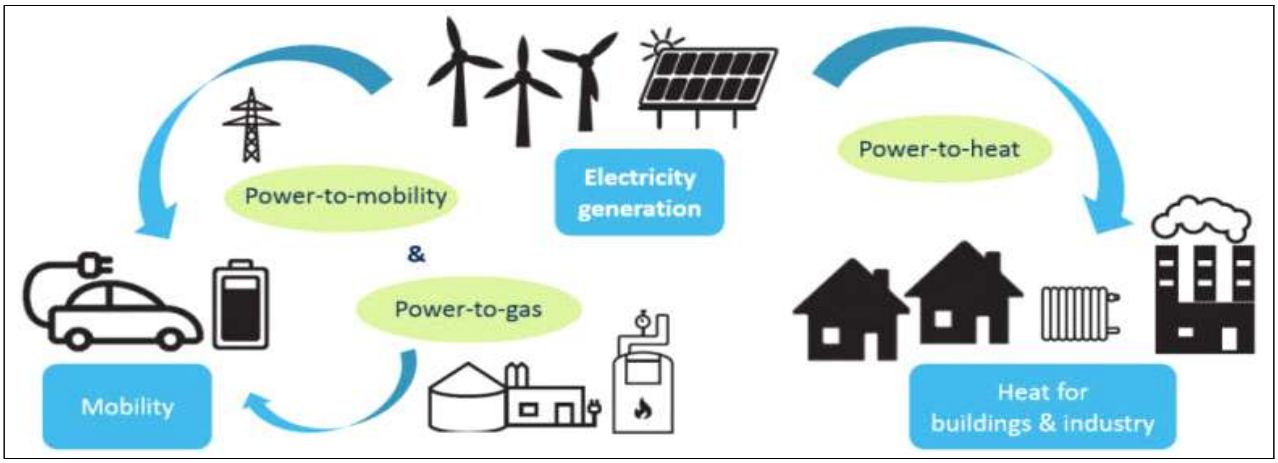
* 포르쉐 그룹의 자회사로 전력과 자동차의 섹터 커플링을 목표로 비즈니스 모델 개발 및 연구 진행

□ 주요 발표내용

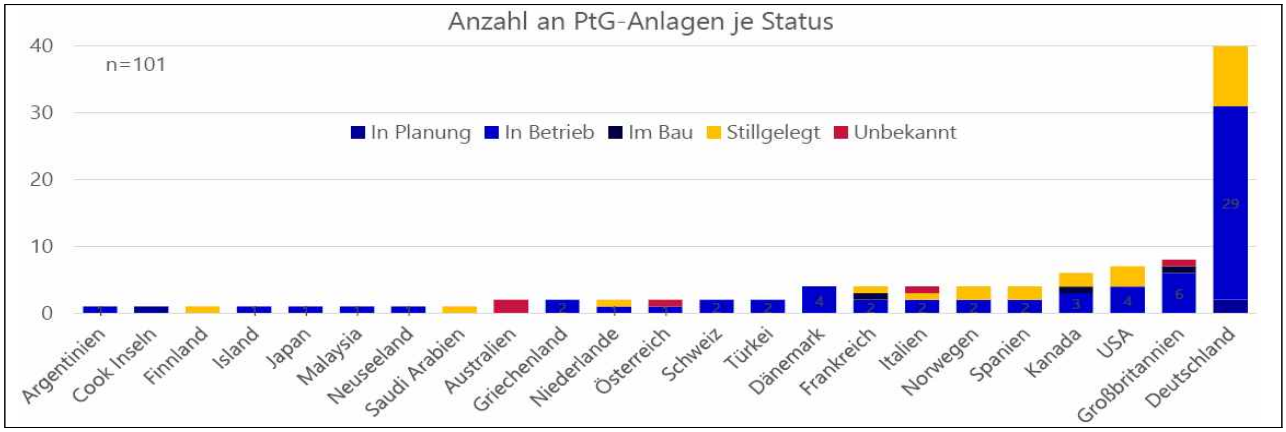
○ 독일에서는 에너지전환에 있어서 재생에너지 보급 확대는 어느 정도 성과를 거둔 가운데, 전력-가스-열-전기차 간의 섹터 연결이 향후 연구의 주요 화두로 떠오른 상황

- 2050년 재생에너지 전력량 비중 80%를 목표로 하는 상황에서 재생에너지의 변동성에 대처하기 위해 섹터 커플링은 필수
- 주로 재생에너지 증가로 인해 남는 전력을 다른 에너지 부문으로의 저장을 통해 활용하는 방안이 연구 중이며, 섹터간 정보교환을 통한 최적 에너지 이용도 중요한 연구 목표
- Power to X에서 새롭게 각광받는 분야는 전기분해를 통한 수소 저장 및 연료전지, 열병합, 수소차 등 수소의 다양한 활용 부문도 활발한 연구가 진행 중
- 전세계적으로 101개의 P2G 프로젝트가 진행되고 있는 가운데, 독일은 현재 40개의 크고 작은 프로젝트를 계획하고 진행하면서 P2G 부문을 선도하고 있음(영국 8개, 미국 7개 등)

< 전력 에너지 부문 섹터 커플링 개념도 >



< 전세계 Power to Gas 프로젝트 진행 현황 >



< 독일의 Power to Gas 프로젝트 진행 현황 >

▶ 세션1-0 Exportinitiative Energy 소개	▶ 세션1-1 독일의 에너지전환 및 목표
	

▶ 세션1-2 법제도 및 지원구조	▶ 세션1-3 재생에너지 통합 과제 및 해결책
	
▶ 세션2-2 에너지 블록체인 애플리케이션	▶ 세션2-3 섹터 연결
	
▶ 패널토론 및 질의응답	
	
▶ 독일의 에너지전환 설명 청취 및 단체사진	
	

1일차 오후 - Netze BW 및 E-Mobility Avenue 방문

발표주제	Project Grid-Control
발표자	Katharina Volk & Linda Rupp k.volk@netze-bw.de, l.rupp@netze-bw.de
소속기관	Netze BW*

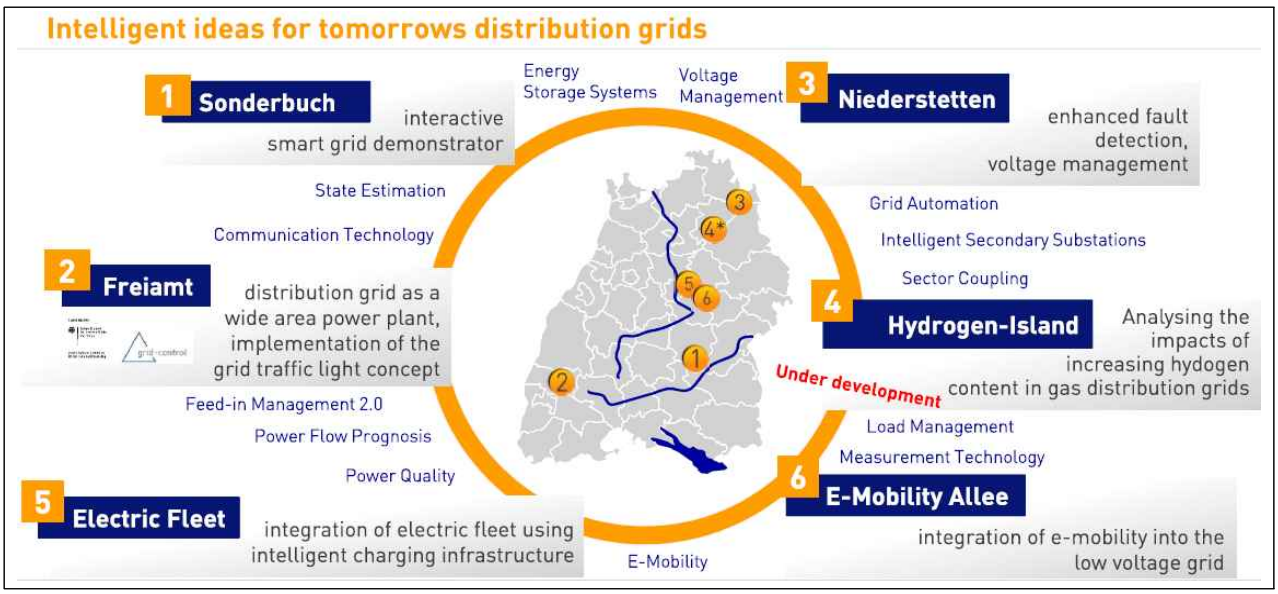
* 바덴-뷔르템베르크주 최대 규모의 전기·가스·수도 그리드 회사로 EnBW가 100% 지분을 소유하고 있는 자회사(임직원 약 3,700명)

□ 주요 발표내용

○ Netze BW는 바덴-뷔르템베르크주 76개 지역에서 약 232만 수용가에 전력을 공급하고 있으며, 에너지전환 추진 관련 배전망 차원의 다양한 혁신 프로젝트를 시행하고 있음

- 2018년 현재 재생에너지 설비용량은 4GW를 넘었으며, 2030년까지 10GW 이상을 확보하는 것이 목표
- 새로 설치되는 태양광의 절반 이상이 ESS를 함께 설치하고 있으며, 신축 건물의 25% 가량이 히트펌프를 갖추고 있음
- 혁신 기술 담당부서를 통해 에너지저장, 전기차, 수요관리, 섹터 커플링, 전압관리, 전력조류 진단 등의 미래 배전망 혁신을 위한 기술을 지역 실증사업을 통해 개발하고 있음

< Netze BW에서 수행 중인 미래 배전망 혁신 프로젝트 >



○ 그리드 컨트롤 프로젝트는 2015년 7월에서부터 2018년 12월까지 수행된 미래 배전망 필요 기술을 정의하고, 실제 지역 실증을 통해 적용 가능성을 시험하는 산-관-연 통합 프로젝트임

- 산-관-연 9개* 파트너가 참여하였으며, 900만€의 예산이 투입

  * 산업-sevenzone·fichtner·adstec·Landis, 연구-FZI·Stuttgart대·KIT, DSO-Netze·PRE

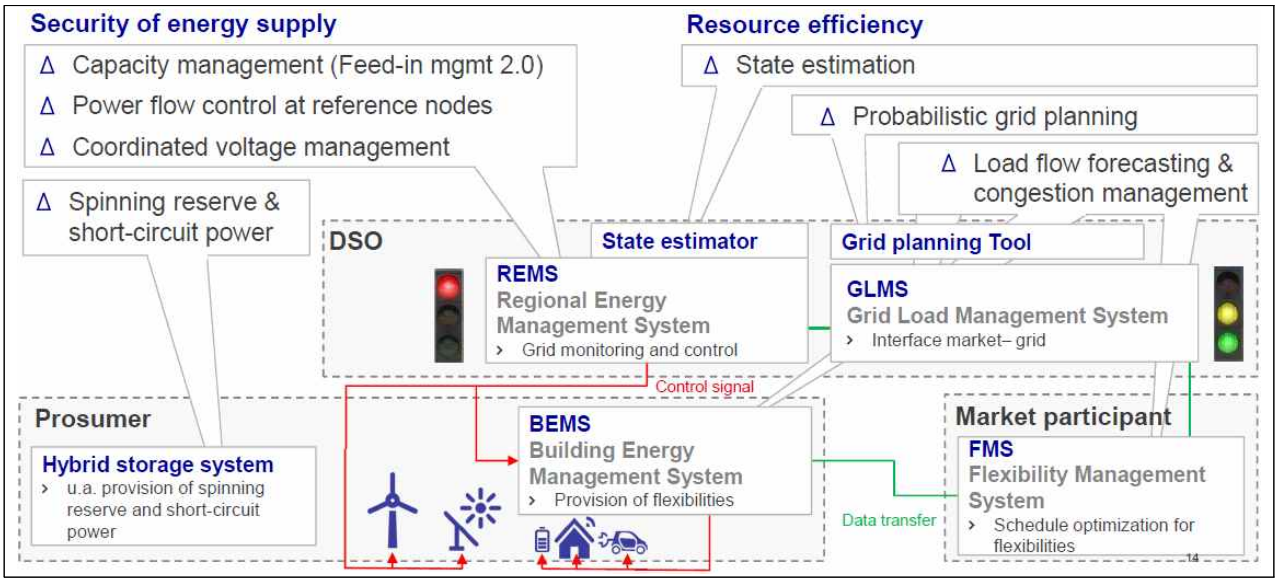
- 필드 테스트 지역으로 선정된 Freiamt는 주민 약 4,000명에 2개의 20kV 배전망으로 전력이 공급되고 있으며, 태양광 설치 비중이 높은 지역임

- 필드 테스트는 2017년 후반기부터 1년간 진행되었으며, 각 가정에 스마트미터를 보급하고, 30개의 지능형 2차 변전소, BEMS 기술이 적용된 4개의 배터리 저장장치, REMS와 연결된 700kW의 재생에너지, 22kW의 전기차 충전소가 설치되었음

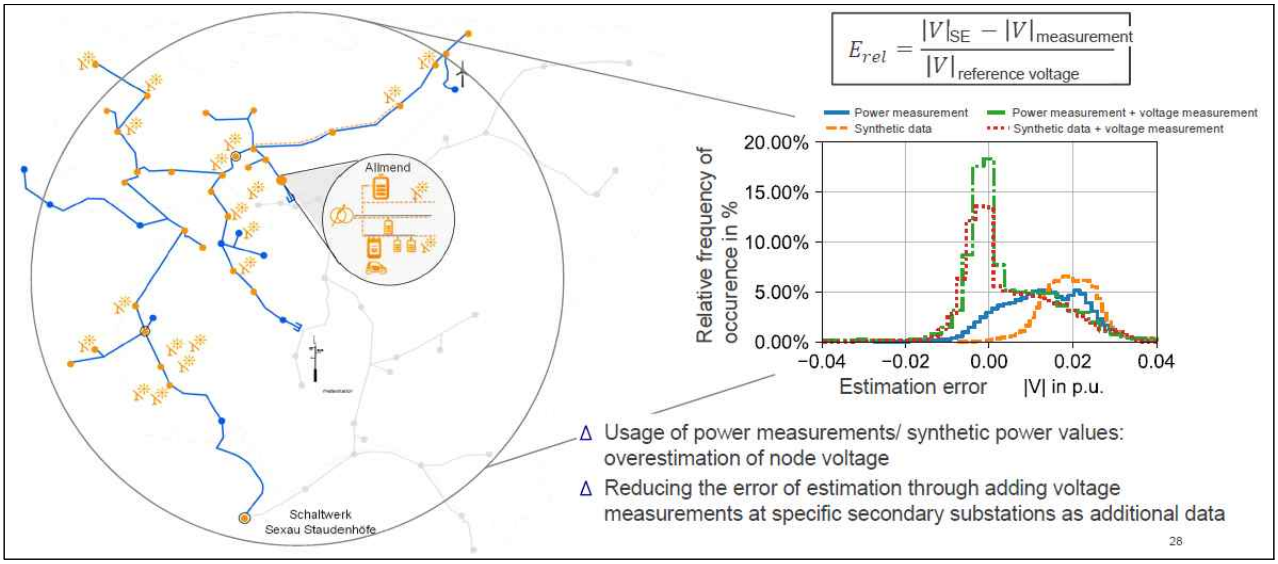
○ 그리드 컨트롤 프로젝트를 통해 배전망 차원에서 프로슈머-DSO-시장참여자 간의 상호 정보 교환을 통해 그리드의 상태를 자체 진단하고 신호등 체계를 통해 그리드 상태를 표시할 수 있게 됨

- 1년간의 필드 테스트를 통해 다양한 자료를 축적할 수 있었으며, 후속 프로젝트를 통해 재생에너지 통합 환경의 지능형 전력망 운영의 발판을 마련할 수 있을 것으로 기대함

< Use Cases and System Solutions of Project Grid Control >



< 그리드 컨트롤 필드 테스트 예시 – 그리드 상태 평가 >



□ E-Mobility Avenue 방문

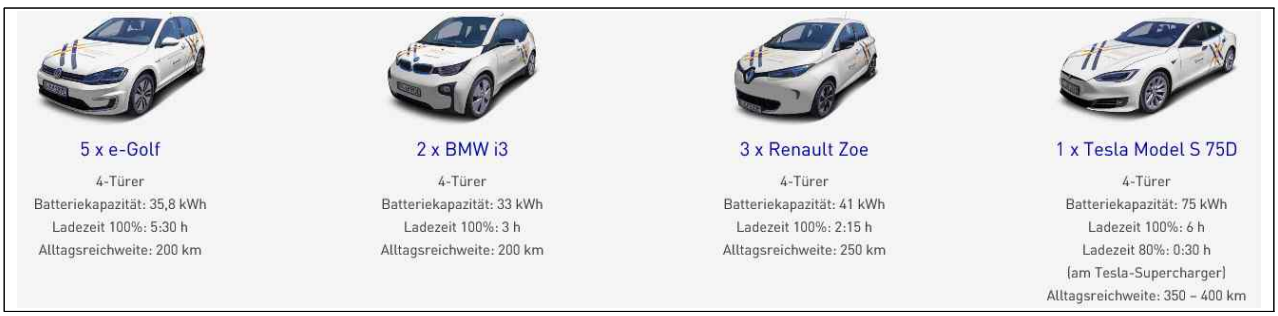
○ E-Mobility Avenue는 Netze BW가 수행하고 있는 6개 미래 배전망 혁신 프로젝트 중 하나로, 슈투트가르트 외곽 Ostfildern 지역에서 전기차와 관련하여 수행하고 있는 필드테스트임

- Ostfildern 지역의 한 거리를 중심으로 하나의 배전망에 연결된 10가구*, 11개 전기차의 충전패턴 수집과 동시 충전에 의한 그리드 영향 자료를 수집하고 분석함

  * 참여가정에는 전기차와 더불어 22kW의 충전월박스, 19kWh의 배터리를 제공하고, 공급 배전망에는 66kWh 배터리를 추가 설치

- 참여가구의 선정은 아이가 있는 가정에서부터 젊은 커플, 연금수급자에 이르기까지 특정 계층의 행동 양식을 대표할 수 있도록 다양하게 구성하도록 노력

< E-Mobility Avenue에 공급된 11대의 전기차 목록 >



▶ Netze BW에서 그리드 컨트롤 설명


▶ E-Mobility Avenue의 전기차들


▶ E-Mobility Avenue에 설치된 Secondary Substation 설명

▶ Netze BW에서 관계자들과 함께 단체사진

2일차 오전 - ZSW(태양 및 수소에너지 연구센터) 방문

발표주제	ZSW 소개 및 바덴-뷔르템베르크주의 에너지전환
발표자	Maike Schmidt maike.schmidt@zsw-bw.de
소속기관	ZSW(Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung)

□ 주요 발표내용

○ ZSW는 1988년 바덴-뷔르템베르크주, 슈투트가르트 대학, 울름 대학, 독일 항공우주센터에 의해 설립된 비영리 연구재단

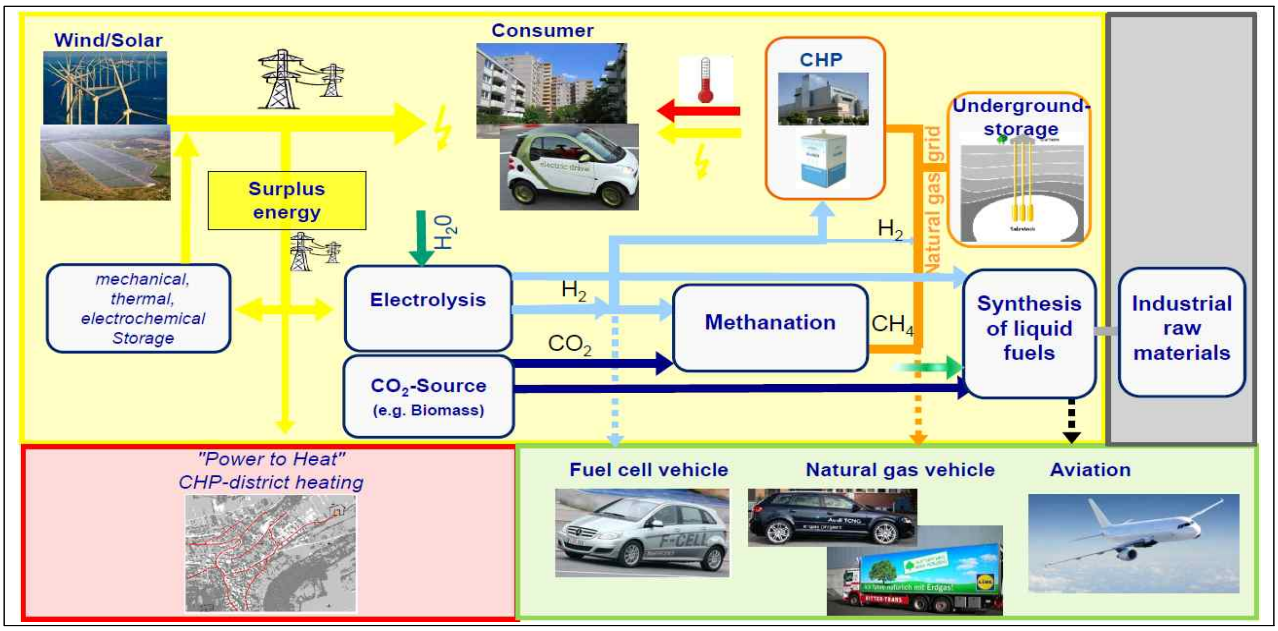
- 태양광·배터리·연료전지·수소생산 분야 응용연구 및 에너지 경제학적 시스템 분석을 수행하며, 태양광 thin layer 분야*에 강점

* 필요 원료물질의 양이 많지 않아 적은 원료로 유연한 생산이 가능하며, 현재 셀단위로 22.6% 효율을 달성했으며 일본과 최고 효율 경쟁 중

○ ZSW는 주로 주정부와 연방정부에 컨설팅을 제공하고 있고, 실험실 차원의 응용연구를 협력업체를 통해 양산체제로 전환 가능

○ P2X는 재생에너지 통합의 중요 요소로 잉여전력을 열·수소·배터리의 형태로 저장하는 기술이며, 현재 수소를 메탄화 과정을 통해 가스화하여 천연가스를 대체하는 것을 목표로 연구 추진 중

< Power to X - 종합 개념도 >



○ 풍력 기술은 풍력단지의 확장 대비 산악지대의 풍속·풍향 연구를 하고 있으며, 일반지형 설치 풍력과 동일 성능·수명을 갖도록 하는 것이 목표

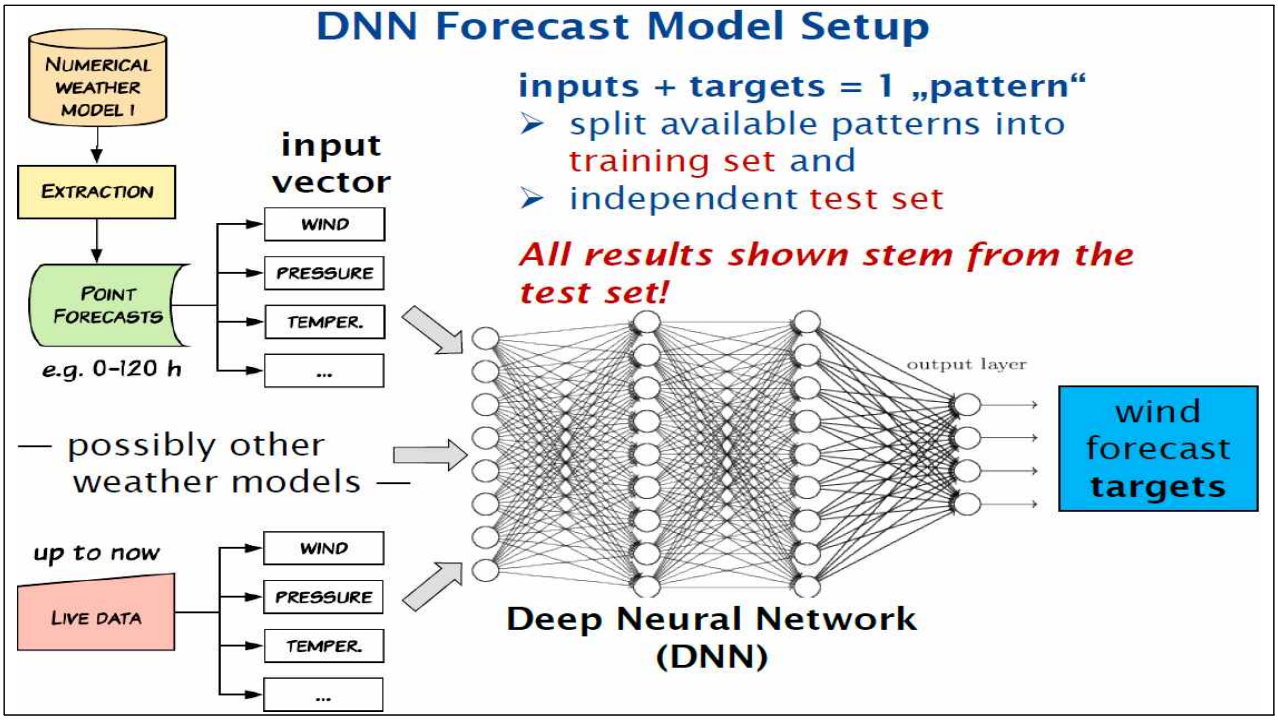
○ 자동차 연료의 대체 기술로 배터리와 연료전지를 연구하고 있으며, 핵심은 기존의 천연가스 인프라를 이용할 수 있는 기술을 개발하는 것이 목표

○ 바덴-뷔르템베르크주의 에너지전환 평가 프로젝트를 통해 주정부의 전력망 확장, 수요의 변화, 시장 정책에 대한 모니터링 지속

- 바덴-뷔르템베르크주는 생산산업 집약지역으로 아직 가동 중인 원전에 대한 탈원전 정책과 연방정부의 석탄발전 감축 정책의 영향을 고려한 재생에너지 확대 정책 마련 필요
- 에너지전환에 의한 전력망 사용자의 지출은 '13년을 기점으로 조금씩 감소하고 있으며, 에너지전환 기간 동안의 GDP 성장을 고려할 때 에너지전환으로 인한 추가적인 비용 부담은 없다는 결론

○ 풍력 예측 프로그램은 신경망 머신러닝 기술을 적용하여 개발하고 있으며, 칠레의 Serena 대학과 협업으로 칠레의 풍력단지에 예측 결과를 적용하여 예측 정확도 향상 과정 중에 있음

< Deep Neural Network 기술 적용 풍력발전 예측 기술 개요 >



□ 주요 질의응답

Q1 : Power to Gas의 전환 손실율은 어느 정도인가?

A1 : 수소로 저장시에는 75% 비율로 저장 가능하며, 이를 다시 메탄화 할 경우 다시 50~60% 전환율을 보임

Q2 : Power to Gas의 효율을 높일 수 있는 여지가 있는지?

A2 : 고온 전기분해 기술 등을 적용하여 예측상으로는 80~85%까지 전환율을 높일 수 있을 것으로 기대하며, 메탄화는 70%까지 가능할 것으로 생각됨

Q3 : 바덴-뷔르템베르크주의 탈원전 정책 이행 현황은?

A3 : 연방정부의 탈원전 정책에 따라 주내의 가동 중인 2기의 원전은 2022년까지 모두 폐지될 예정임. 탈원전 정책은 법적인 결정이지만 후쿠시마 이후 주민들의 위험 인지도가 높아서 지지를 얻고 있는 상황

Q4 : 에너지전환에 의한 재생에너지 투자비용이 있었을텐데, 추가적인 비용 부담이 없다는 결론이 논리적인지?

A4 : 과거 대비 전기요금 수준을 비교하면 크게 오른 것이 사실이지만, 바덴-뷔르템베르크주 뿐만 아니라 독일 경제의 전반적인 호조로 GDP도 함께 상승하였기 때문에 그것을 고려하면 에너지 전환에 의한 비용 부담이 큰 수준은 아님

Q5 : 온실가스 감축을 위한 전원 대책으로 LNG복합의 역할을 강조하였는데 그 이유는?

A5 : LNG복합은 재생에너지와 달리 기후중립적이진 않지만, 원전 폐지 시점인 2022년까지 바덴-뷔르템베르크주는 100% 재생에너지로의 전환 가능성은 없었기 때문에 LNG복합을 중간 단계로 생각

Q6 : 재생에너지 보급 확대로 인한 간헐성 문제 대응은?

A6 : 간헐성 문제는 변동의 양상이 다른 재생에너지를 결합하여 보완하고, 배터리·수소 등의 저장장치를 활용함과 동시에 소비자의 가격 반응을 통해 수요를 조절하여 해결해야 함

발표주제	The Lighthouse Project : Power-to-Gas Baden-Württemberg
발표자	Dr. Marc-Simon Löffler marc-simon.loeffler@zsw-bw.de
소속기관	ZSW(Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung)

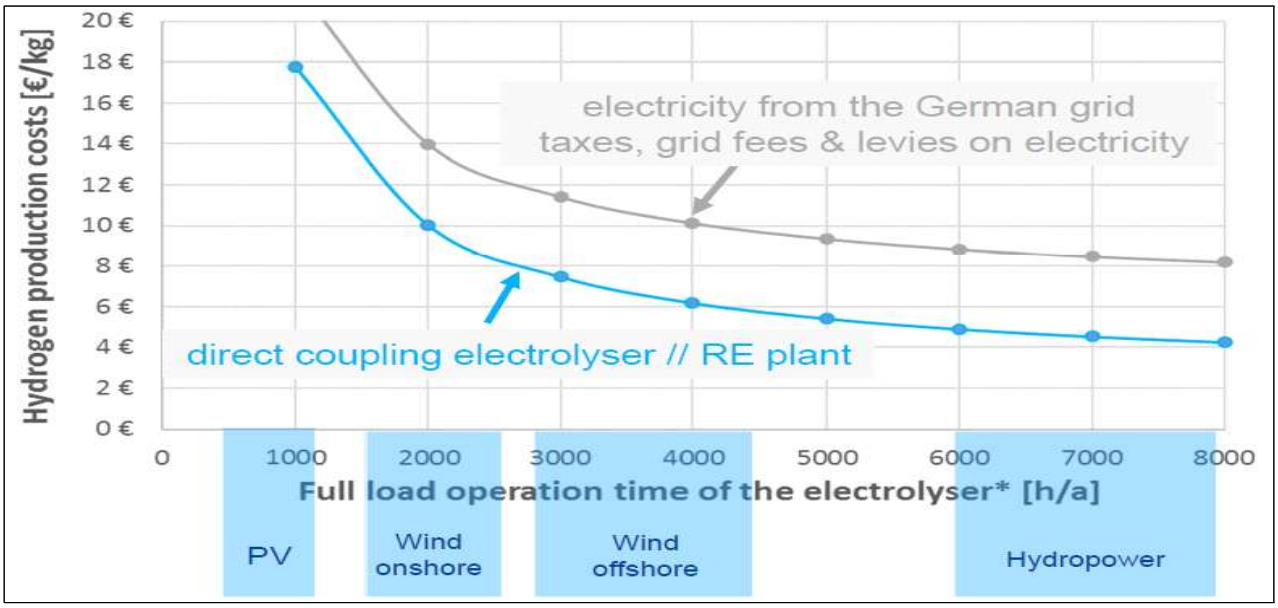
□ 주요 발표내용

○ Power to Gas의 첫 단계는 수소생산으로 전기분해 기술 향상이 필수적으로 요구됨

○ 현재의 기술 수준에서 재생에너지 연료원별로 연간 운영시간에 따른 수소생산 비용을 비교해보면 수력으로부터 얻은 전력을 수소로 전환하는 것이 가장 경제적임

- PV는 운영시간이 짧아 PV를 통한 수소생산은 비용이 높음
- 배전측 전기요금(회색선)과 전기분해시설 직접 연결 시 세금해택을 반영한 비용(파란선)을 고려해 보면, 재생에너지를 통한 수소생산 및 저장은 경쟁력이 있음
- 이러한 수소생산 전기분해 기술 개발의 목표수준은 디젤 연료를 통한 전력생산 비용보다 낮아지는 것임
- 클린 수소생산은 아직 경쟁력이 부족한 상태로 어떠한 기술·정책이 필요한지 연구하고 있음

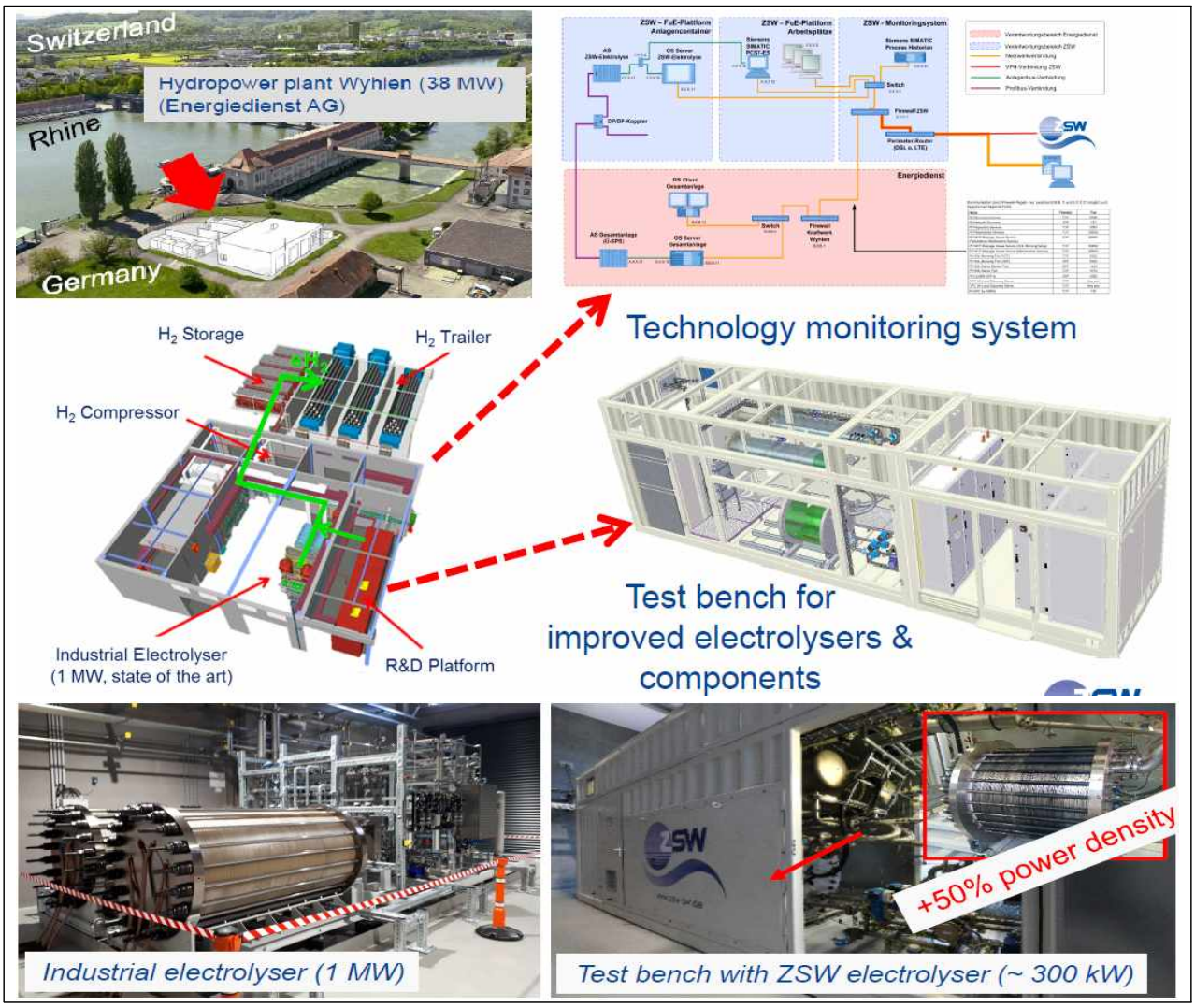
< P2H 기술 적용 재생에너지 전원별 경쟁력 비교 >



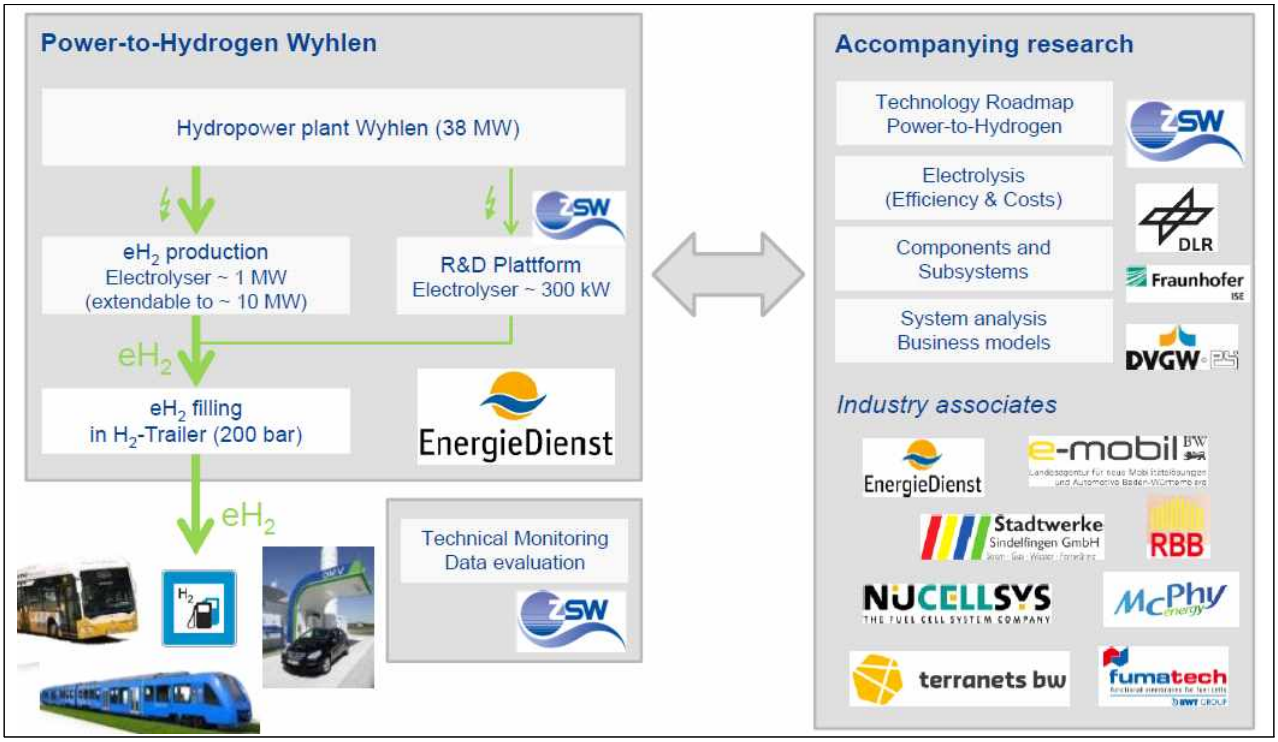
○ Power-to-Gas Baden-Württemberg는 독일 남부의 38MW급 수력 발전소에 수소생산 시설을 직결한 프로젝트로 ZSW를 포함한 4개 연구소, 8개 업체가 프로젝트에 동참하였음

- 연방정부의 수소생산 시설에 대한 제시 조건은 파일럿 프로젝트 이후에도 경제성을 유지해야 된다는 것이어서 연간 이용률이 높아 비용경제적인 수력발전을 연결 대상 발전소로 선정
- 프로젝트 시설은 1MW급의 전기분해 능력을 가진 상업 수소생산 시설과 효율성 50% 향상을 목표로 하는 300kW급의 연구차원의 시설을 모두 갖추고 있음
- '19년 말까지 4,000시간의 시험 운전이 계획되어 있으며, 관련 데이터는 슈투트가르트에 위치한 연구소로 실시간 모니터링 되고 있음

< Power-to-Gas Baden-Württemberg 프로젝트 개요 >



< Power-to-Gas Baden-Württemberg 프로젝트 구조 >



□ 주요 질의응답

Q1 : 전기분해 시설의 용량 결정 기준은?

A1 : 75%의 전기-수소 전환율을 기준으로 설정하였으며, 프로젝트 용량은 어떤 사업 모델을 가지고 접근하느냐에 따라 달라짐

Q2 : 수소저장은 배터리와는 다르게 유연성 전원으로는 활용하기 힘들어 보이는데, 잉여전력을 팔 것인가 아니면 수소로 저장할 것인가의 전략 설정 기준은?

A2 : P2H의 장점은 장기간 저장이 가능하고, 저장용량도 계속 무한대로 늘릴 수 있으며, 산업에 필요한 원료물질로도 활용 가능하다는 점에 있어서 향후 계통 운영을 위한 전략 보다는 비즈니스 모델로 접근해야 할 것으로 보임

Q3 : 수소 저장장치 설치의 안전 관련 규제는?

A3 : 안전 규제는 있지만, 수소가 메탄 등 다른 가스와 비교할 때 크게 다루기 힘든 기술은 아님

발표주제	재생에너지의 전력망 통합과 지능형 E-mobility 충전
발표자	Dr. Jann Binder jann.binder@zsw-bw.de
소속기관	ZSW(Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung)

□ 주요 발표내용

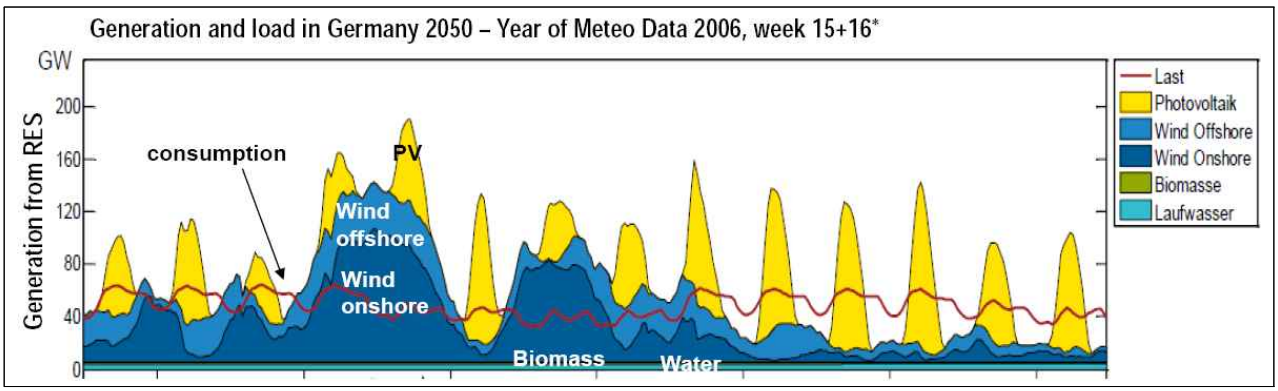
○ 2050년 재생에너지 80% 달성을 위한 시나리오 분석 결과, 전력수요에 비해 필요 이상으로 많은 재생에너지 발전이 이루어지는 시간이 많이 발생할 것이며, 해결책은 Power to Gas, 열저장, 전기차 충전 등이 될 것임

- 태양광 발전에 대한 모니터링 가능 용량은 독일도 1/3에 그치고 있고, 태양광·전기차·ESS의 영향으로 가정의 소비패턴이 바뀌고 있기 때문에 인공지능을 이용한 전력망 상태 예측이 중요
- 현재 예측 툴의 수준이 상당히 많이 향상되고 있고, 호주·칠레에도 진출하여 예측 툴의 정확도 검증을 위한 실험 진행

○ 2050년 재생에너지 1,000TWh 발전을 위한 비용은 2050년까지 1조€, 매년 300억€(GDP의 1.2% 수준)이 소요될 것으로 전망

- 2015년 화석연료의 수입비용으로 연간 870억€가 사용되었음을 감안하면 에너지전환으로 인한 비용은 그렇게 큰 것은 아님
- 최근 몇 년간 FIT 가격의 상승에도 도매가격 하락에 의해 전기요금은 하향 안정세를 보이고 있으며, 2019년 신규 설비 투자는 연료비용까지 감안할 경우 재생에너지가 화석연료에 비교 우위

< 2050년 특정 주(week)의 전력수요 및 재생에너지 발전 전망 >



○ 미래 재생에너지 전력망 통합을 위해서는 스마트그리드와 디지털화가 중요하며, 바덴-뷔르템베르크주에서는 C/sells 프로젝트를 통해 혁신 기술 솔루션을 개발하고자 함

- 전력망 상태 예측 기술은 기상정보, 메타정보, 현재와 과거 정보를 바탕으로 전력망의 상태를 신호등* 체계로 나타내고자 함

* Red – Load Shedding, Yellow – Restricted Energy Trading, Green – Unrestricted

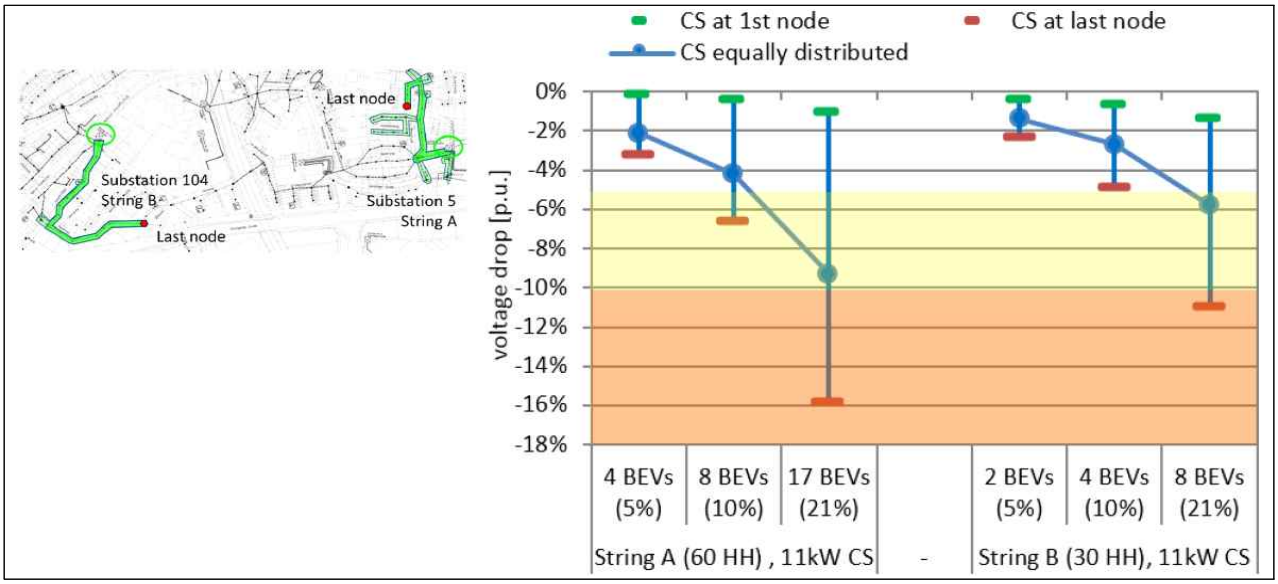
○ ZSW에서는 전기차의 동시 충전에 의한 전압영향을 실험하였으며, 향후 전기차가 많아질수록 충전시간대 분산 또는 충전효율을 떨어뜨려야 전압강하를 방지할 수 있음

- A지역 60가구, B지역 30가구로 구성하여 실험 결과, 10%를 초과하여 동시 충전시 5% 이상의 전압강하 발생

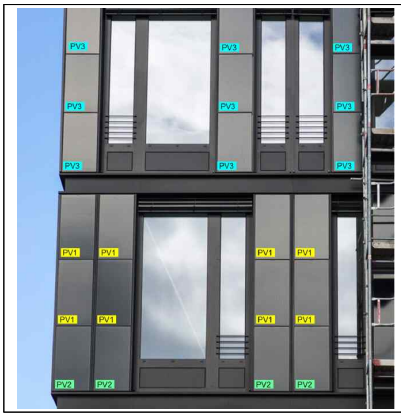
- 보통 40kWh의 배터리 용량을 가진 전기차가 마지막 5kWh를 유연하게 충전을 결정하는 메커니즘을 적용한다면 대폭 향상된 전압강하 결과를 얻을 수 있으며, 반대로 이러한 제어가 없다면 망 보강 등의 비용 상승을 초래해 비경제적 수단이 될 것

○ ZSW는 자체 연구개발한 Thin-Film의 반사방지 코팅 처리를 한 건물 외벽 태양광을 연구소 건물에 설치하여 외벽 태양광의 기술 향상 및 상용화 추진 중

< ZSW의 동시 충전에 의한 전압강하 현상 실험 >

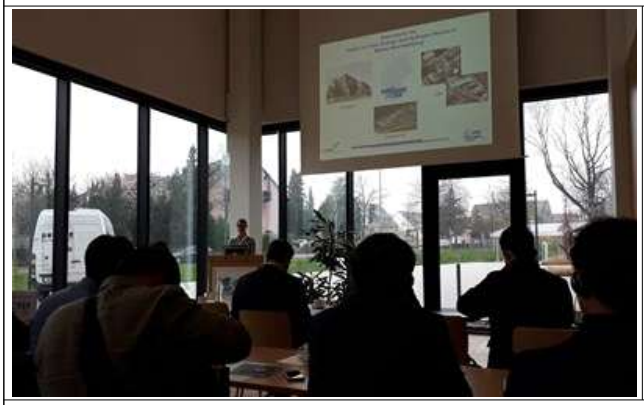


< ZSW에서 개발하여 설치한 건물 외벽 태양광 >



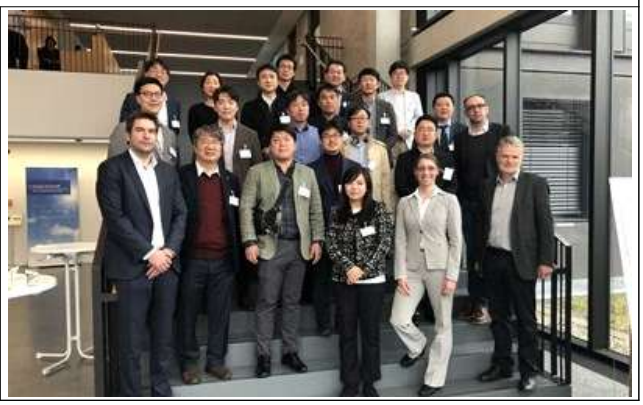
element height [mm]	floor
3560	2, 3
3170	3
3050	4
3360	4, 5

▶ ZSW 소개 및 P2G 설명



▶ 재생에너지 통합 설명 및 청취

▶ 자유토론 및 단체사진



2일차 오후 - 바덴-뷔르템베르크주 환경부 방문

발표주제	바덴-뷔르템베르크주 소개 및 환경에너지부의 역할
발표자	Tobias Elsele tobias.eisele@um.bwl.de
소속기관	BW Climate Protection and the Energy Sector Baden-Württemberg

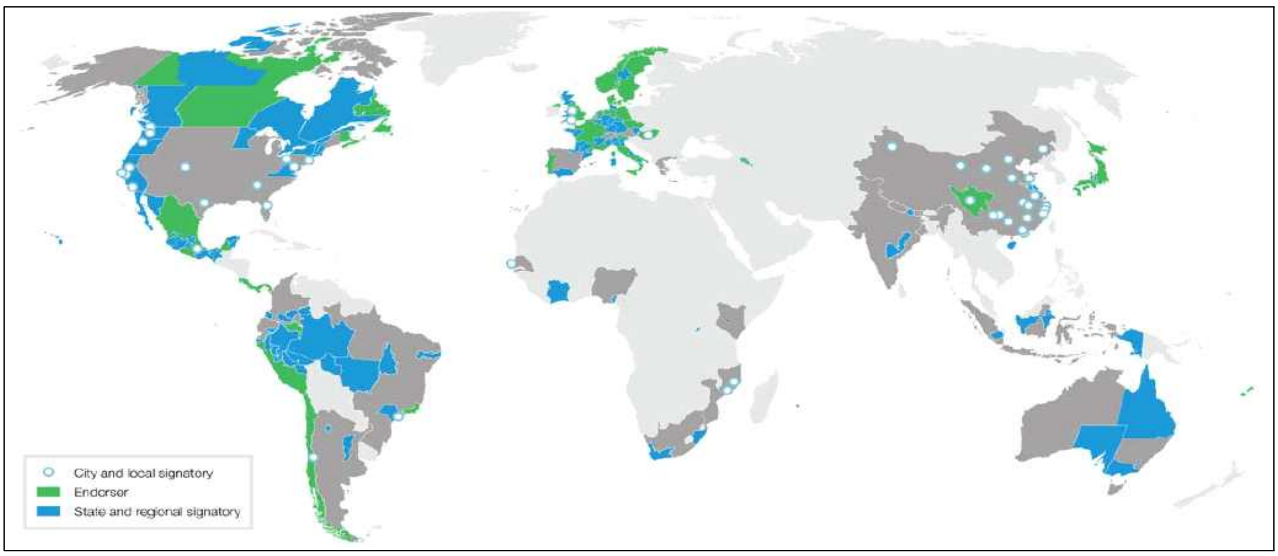
□ 주요 발표내용

○ 바덴-뷔르템베르크주는 독일연방 16개주의 하나로 프랑스·스위스와 국경을 마주하고 있으며, 인구 1,100만, 1인당 GDP 43,600€, 포르쉐와 벤츠의 본사가 위치해 있으며, 매년 14,000여개의 특허가 출원되는 공학기술이 발달한 지역임

○ 주정부의 환경에너지부는 체르노빌 사태 이후 탄생하였으며, 7개 부서에서 400여명의 직원이 기후변화 관련 국제협력·정책개발, 원자력 등 에너지 관리, 대기오염 방지, 수질 및 토양 관리 등의 일을 하고 있음

○ Under2 연합은 43개국, 222개 지역이 참여하는 기후변화 운동으로 지구온난화 진행을 2℃ 이하로 막고, 1인당 CO_2 배출량을 2050년까지 1990년의 80~95%를 감축하는 것을 목표로 하여 2015년 5월 탄생하였으며, 한국도 국제적 운동에 참여하길 희망함

< 전 세계 Under2 Coalition 참여 현황 >



발표주제	바덴-뷔르템베르크주의 에너지전환 및 주민수용성 향상 과정
발표자	Karl Greißing
소속기관	BW Climate Protection and the Energy Sector

□ 주요 발표내용

○ 독일은 2011년 후쿠시마 원전사고 이후 2022년까지 탈원전을 실현하는 것을 목표로 에너지전환 정책을 수립·추진하여 왔음

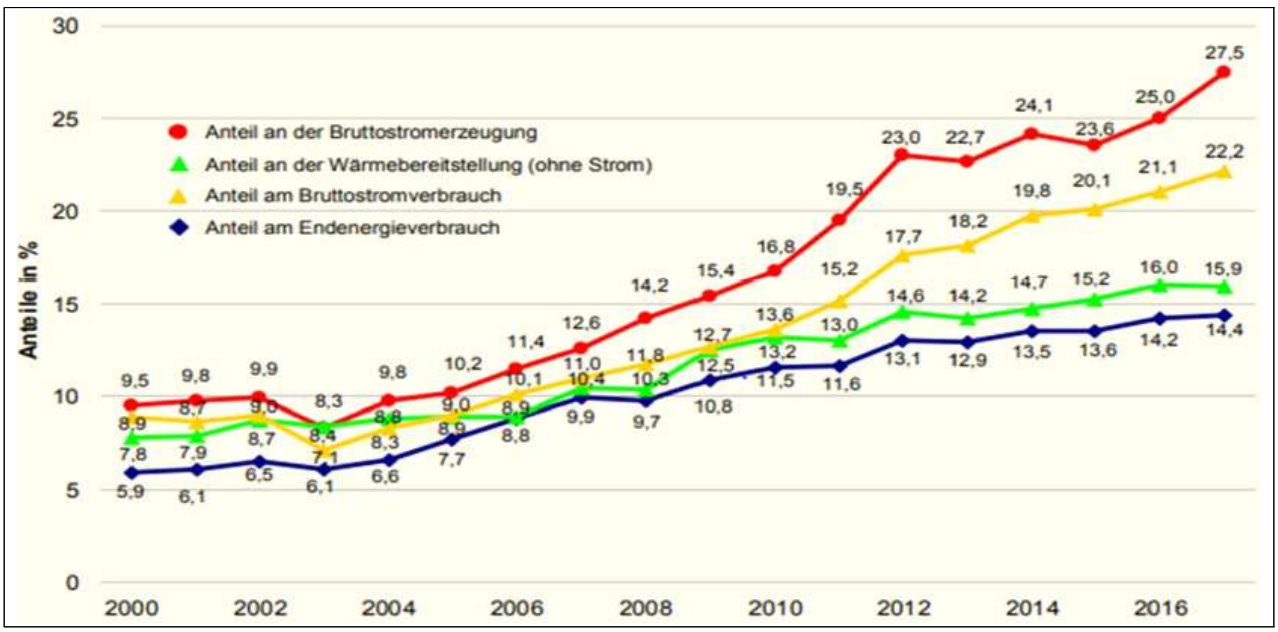
* 본래 2010년 당시는 원전 운영기간을 연장하려는 움직임이 있었으나, 후쿠시마 사고 이후 탈원전으로 사회적 논의가 급격히 수렴

- 2011년 독일의 탈원전 결정이 가능할 수 있었던 것은 사회적으로 전기요금 인상을 수용하고, 인상된 전력요금 하에서도 독일의 GDP 및 산업경쟁력이 유지될 수 있는 기반을 보유하였기 때문

○ 바덴-뷔르템베르크주는 산업기반이 튼실한 인구밀도가 높은 주로 에너지전환을 비롯한 정책결정에 있어 시민들의 협력이 중요한 분권적인 정치 문화를 보유하고 있음

- 바덴-뷔르템베르크주는 아직 운영 중인 원전 2기(독일 전체 7기)를 보유하고 있으나, 석탄화력이 별로 없고, 중공업 비중도 낮은 주이며, 주 차원의 기후보호법을 보유하고 있음

< 바덴-뷔르템베르크주의 총 발전량 중 재생에너지 비율 변화(빨간색) >



○ 대규모 풍력단지가 많은 북부에 비해 남부에 위치한 바덴-뷔르템베르크주는 태양광의 비중이 높음

- 태양광은 주로 루프탑 형태이며, 같은 남부의 바이에른주는 솔라파크도 많이 설치되어 있음
- 주 전지역에 PV 관련 상담소를 설치·운영하고 있으며, 현재 도심 신축건물의 외벽에 PV 모듈을 설치*하는 법안도 추진 중

* 빌딩과 아파트가 많은 한국의 특성을 고려할 때, 바덴-뷔르템베르크주와 한국이 기술 협력 가능성이 있는 분야로 설명

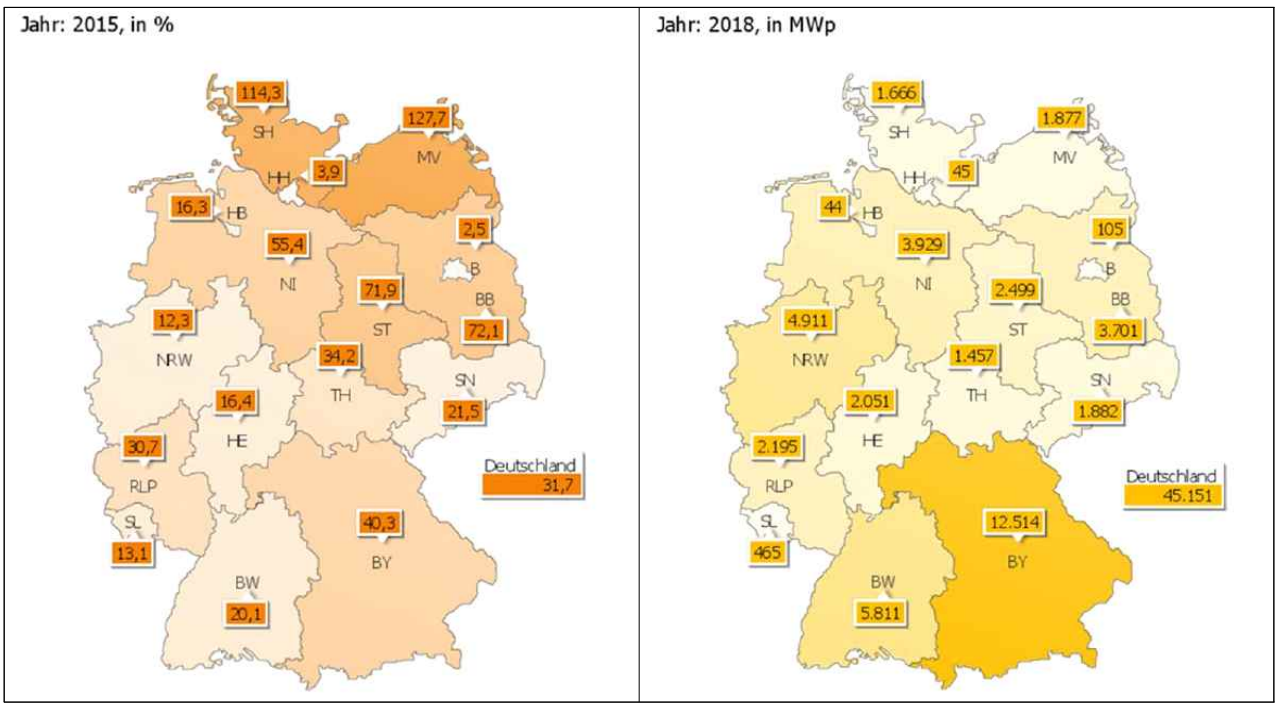
○ 바덴-뷔르템베르크주는 난방, 수송, 에너지효율화 분야도 에너지 전환 정책의 한 축으로 중요하게 생각하고 다양한 정책 추진 중

- 2008년 주정부는 주거열의 10%를 재생에너지로 충당하는 것을 의무로 하는 법안 추진·통과

* 연방법은 신축 건물에만 해당되지만, 바덴-뷔르템베르크주는 공격적인 정책을 추진하고 있으며, 2015년에는 15%로 확대 적용

- 주요 도시에 열배관망 구축 필요성이 논의 중이며, 석탄화력이 제공하는 열을 LNG나 지열·태양열 등의 재생에너지를 활용하여 열배관망에 공급하여 탈탄소화 추진

< 독일 각 주별 재생에너지 발전 비중(%) 및 태양광 설비용량(MW) >



- 에너지 효율화를 위해 중소기업을 대상으로 하는 컨설팅을 진행 중이며, 자동차 산업계*와도 지속적인 미래 모빌리티 환경변화에 대한 논의 진행 중

* 바덴-뷔르템베르크주 슈투트가르트는 벤츠와 포르쉐의 본사가 위치한 자동차 도시

○ 독일의 전기요금은 국제적으로도 높은 편이지만, 주민들은 재생에너지 확대 및 기후변화 대응으로 인한 높은 전기요금을 대부분 수용하는 입장

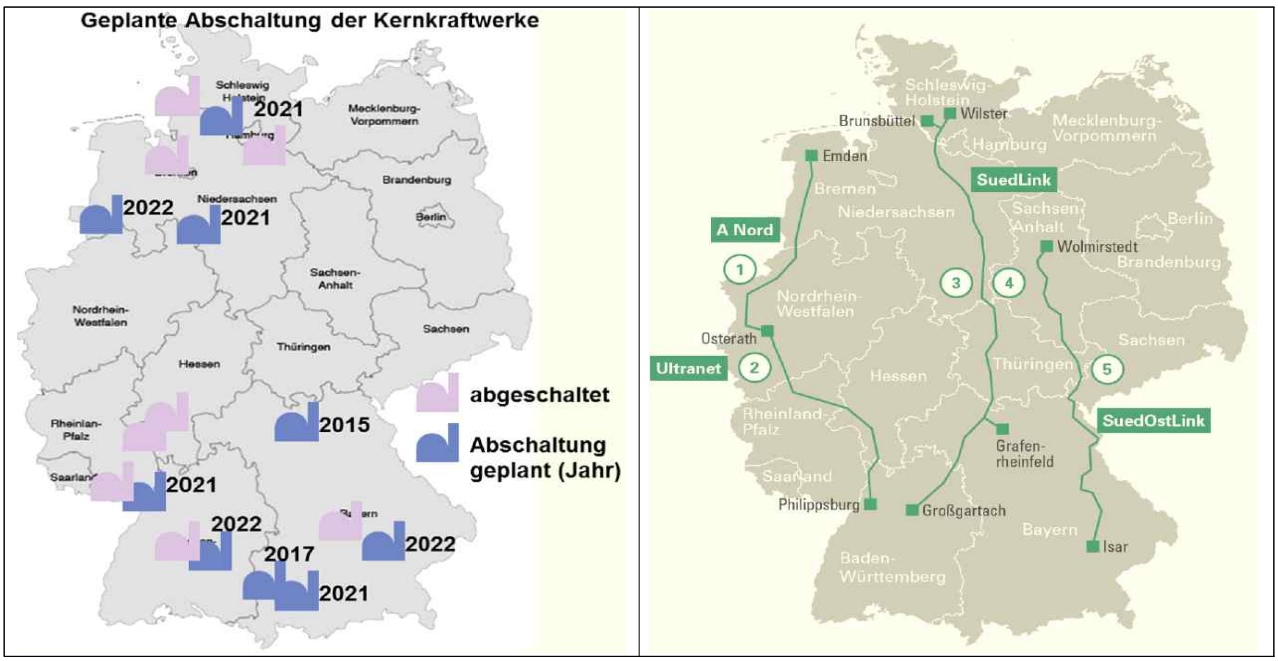
- 평균적인 가정의 연간 소비량은 3,500kWh 정도로 연간 1,000€ 정도를 납부하게 되는데, 통신이나 자동차 운행비용과 비교하면 그렇게 많은 수준은 아님

- 전기요금을 하향 조정할 수 있는 방안은 지속적으로 연구 중이며, 연료·난방유·LNG 등 기후변화 대응의 다른 부분을 인위적으로 가격을 높이는 방안도 고려하고 있음

○ 바덴-뷔르템베르크주에 현재 운영 중인 2기의 원전은 2022년까지 모두 폐지될 예정

- 북부의 풍력단지에서 발전한 전력을 남쪽으로 송전하기 위한 송전망 계획은 폐지 예정의 원전 위치까지 선로가 계획되어 있음

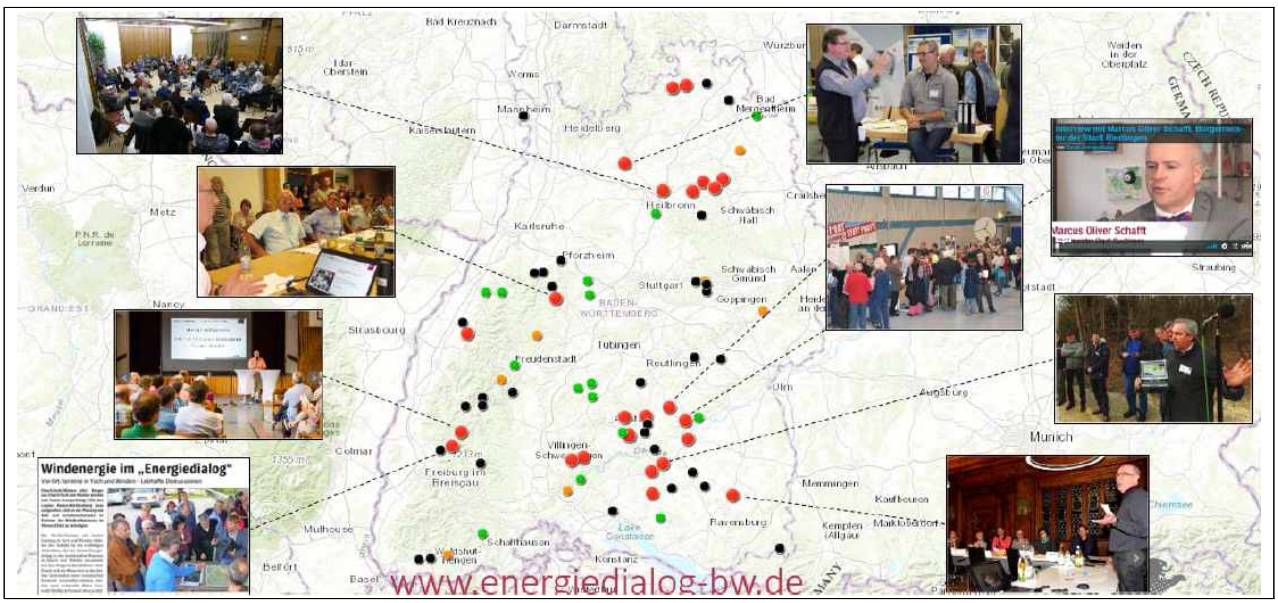
< 독일 원전 폐지계획 및 남-북간 송전선로 확충 프로젝트 >



○ 과거 에너지 분야는 몇몇 전문가만의 영역이었으나, 지금은 에너지 경제의 구조가 바뀌는 모든 시민의 참여가 필요한 시기임

- 독일에서 3번째로 큰 전력망 운영 업체인 바덴-뷔르템베르크주에 위치한 en BW는 재생에너지를 통해 수익을 내기 시작
- 바덴-뷔르템베르크주는 주 곳곳에서 Energy Dialogue Forum 진행을 통해 에너지전환과 관련한 모든 당사자가 의견을 개진할 수 있는 소통의 장을 제공하고 있음
- 주민 포럼이나 설명회가 항상 원하는 방향의 결과를 내는 것은 아니지만, 모든 시민이 참여한 에너지정책 결정은 중요하며 계속 개선방향을 찾고자 노력하는 중

< 바덴-뷔르템베르크주의 Energy Dialogue Forum 진행 >



□ 주요 질의응답

Q1 : 주거열의 10%에 대한 재생에너지 충당 정책은 주민들의 건축비 상승을 초래하는데, 시민들은 정책을 어떻게 수용한 것인가?

A1 : 법안 결정 당시, 보수-자유 연정에 녹색당은 야당인 상황으로 재생에너지 정책에 유리한 상황은 아니었지만, 환경장관이 야심차게 추진한 정책으로 수많은 토론 과정을 통해 시민들의 수긍을 이끌어 낼 수 있었음

Q2 : 전체 가정에 대한 재생에너지 충당 비율 확인이 쉽지 않을 것으로 생각되는데?

A2 : 신축 건물은 확인이 쉽지만, 기존 건물은 개조 과정에서 확인이 어려운 것이 사실. 굴뚝청소부 등을 활용해 최대한 확인하려 노력

Q3 : 전기요금 인상에 대한 거부감이 높고, 재생에너지 설치비용이 비싼 한국의 에너지전환 정책 추진에 대해 조언을 해준다면?

A3 : 각기 처한 상황이 달라 조언을 어렵지만, 어떠한 정책이든 반대하는 사람은 꼭 있기 마련이고, 독일의 경우는 다양한 토론과 합의를 바탕으로 제정된 법을 통해 갈등을 해결하려 노력. 또한 에너지전환에 대한 투자를 통한 기술 확보도 중요한데, 기술을 선도하게 되면, 산업 확장에 따른 이득도 확보 가능함

Q4 : 연방정부와 주정부의 정책 추진의 conflict 상황에서 우선순위는?

A4 : 정서적인 문제일 수 있는데, 독일은 예로부터 각기 독립된 소규모 공동체 중심의 사회였고, 바덴-뷔르템베르크주의 경우에도 일반적인 주민들의 생각은 절약하고 아끼는 것을 미덕으로 여겨서 에너지효율을 강조하는 정책을 추진하면 통하는 경향이 있음. 또한 독점에 대한 거부감도 강해서 에너지자율집단 운동을 통한 분산형 전원 추진에 강점을 가지고 있음

Q5 : 독일의 높은 전기요금 부담으로 요금을 제때 납부하지 못해 단전을 당하는 세대가 많아지고 있다는 기사를 접한 적이 있는데?

A5 : 어떠한 기사인지는 모르겠지만, 통계로 나오는 단전 수치는 크게 염려할 만한 수준은 아님. 독일은 사회복지제도가 잘 갖추어져 있어 요금 미납이 실제 단전으로 이어지는 상황은 드물 것임

Q6 : 탈원전, 탈석탄 정책의 추진 과정에서 해당 업계 종사자의 고용 안정성 문제는 어떻게 해결하는지?

A6 : 원전의 경우는 이미 30년 전부터 탈원전에 대한 논의가 시작되었고, 2000년대 초반 사민당-녹색당은 정책적으로 추진하려는 움직임이 있었기 때문에 원자력 관련 종사자들은 소위 감을 느

끼고 그때부터 원전 관련 학과는 기피가 시작되었었음. 원전 인력은 폐로 부문으로 전환을 시작하였지만, 주로 독일 동부에 위치한 갈탄 관련 산업이 문제임. 해당 지역은 독일 전체로 보았을 때 경제력이 약한 지역이기 때문에 극우 정당이 주민 설득 과정을 통해 탈석탄 반대 움직임을 보이고 있음. 하지만 지속적인 논의와 재정적 지원을 통해 해결해 나갈 것으로 보임

▶ 바덴-뷔르템베르크주의 에너지전환 및 주민수용성 향상 과정 설명

▶ 바덴-뷔르템베르크주의 에너지전환 설명 청취 및 단체사진

3일차 오전 - 슈투트가르트 공항 방문

발표주제	슈투트가르트 공항의 에너지시스템, 수요관리, E-Mobility
발표자	Elias Siehler Siehler@stuttgart-airport.com
소속기관	Stuttgart Airport*
* 슈투트가르트 공항은 연간 50GWh의 전력를 소비하며 2050년까지 1990년 대비 CO_2 90% 절감이라는 목표를 위해 스마트에너지시스템 구축 중	

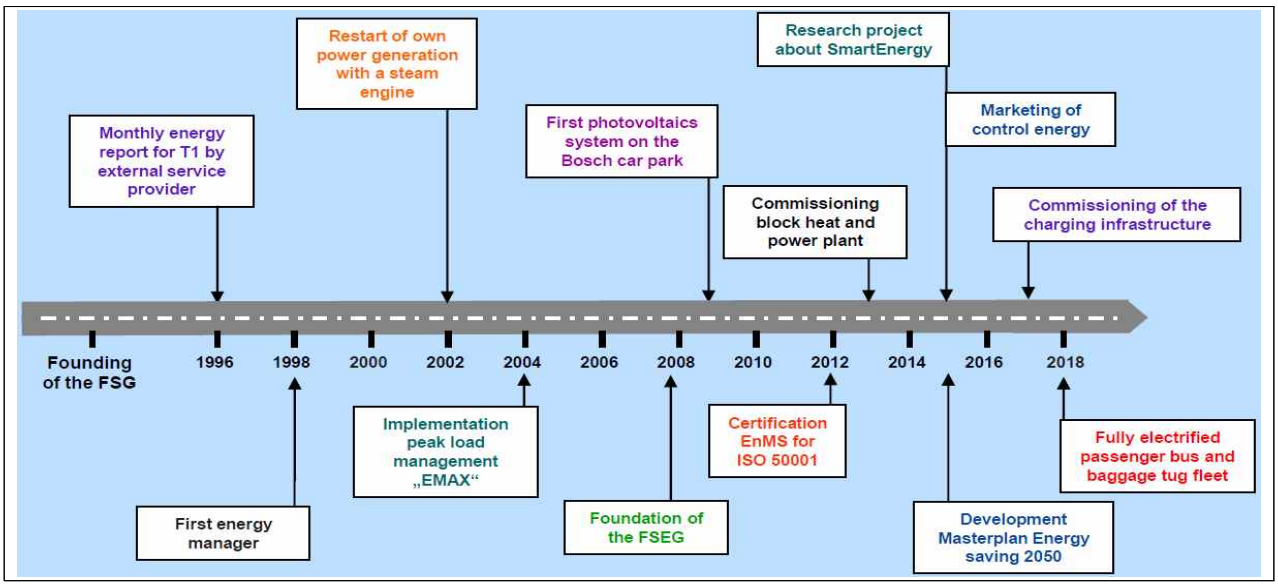
□ 주요 발표내용

○ 슈투트가르트 공항은 20년 전부터 제어관제기술에 최적화 적용 등을 통해 서비스 제공에 영향 없이 터미널 1차 에너지의 40% 절감 달성

- 바덴-뷔르템베르크주의 주민성은 항상 무언가에 대한 끊임없는 불만과 개선점 도출이란 특성으로 이것이 공항 관리에도 영향을 미쳐 에너지 절감과 관련한 지속적인 향상 노력이 있어 왔음
- 슈투트가르트 공항은 활주로가 1개인 소규모 공항이지만, 자체 전력망을 운영하고 있으며, ISO 50001 승인과 함께 수년전부터 전력망 균형 안전의 회원으로 참여하고 있음

○ 바덴-뷔르템베르크주의 새로운 법이 통과됨에 따라 2050년은 공항의 에너지관리에 있어 커다란 이정표이자 새로운 도전이 될 것임

< 슈투트가르트 공항 에너지 관리의 주요 연혁 >

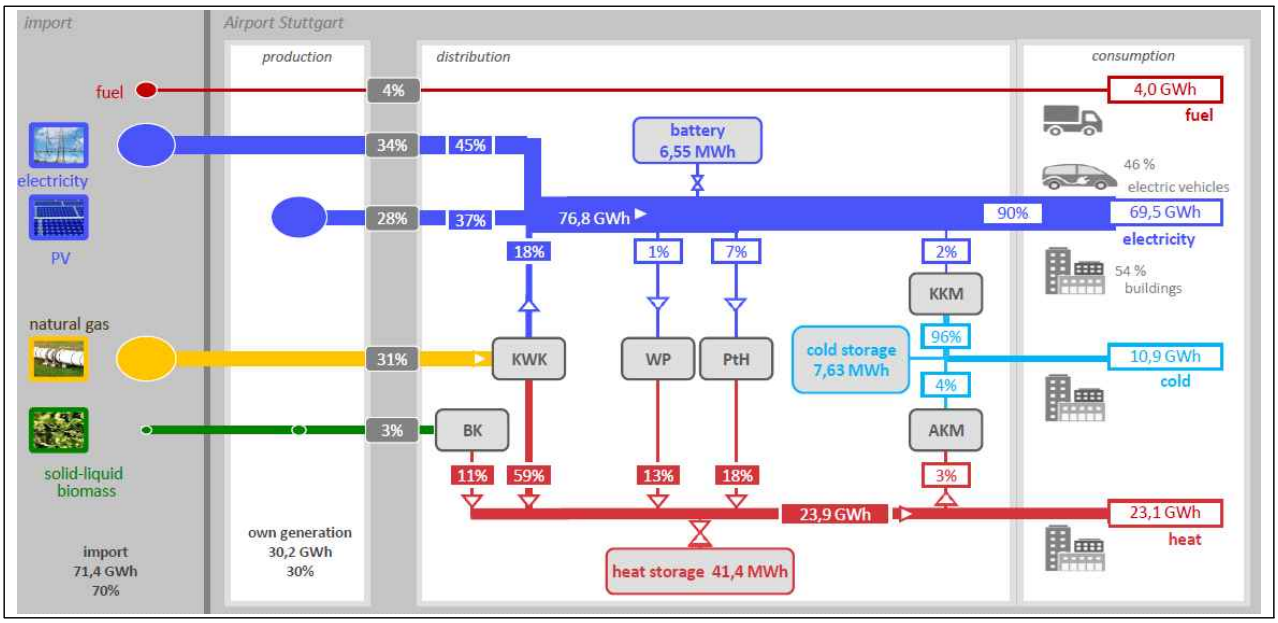


- 법안에 따르면 2050년까지 주의 모든 시설은 2019년 대비 50%의 1차 에너지 절감을 이루어야 하며, 감축에너지의 80%는 재생에너지에 의해 충당되어야 함
- 이를 위해 향후 교통량 증가 및 건물 신축 등에도 불구하고 에너지 소비는 줄이고, 태양광 및 지열을 활용한 자체 에너지 생산을 늘려야 하는 노력 필요

○ 프라운호퍼와 협력하여 2050년 에너지 수급상황에 대한 시뮬레이션을 진행하였으며, 목표달성을 위해 다양한 프로젝트 진행 중

- 온실가스 절감을 위해 활주로 이동버스는 전기버스로 대체하였으며, 향후 공항 내 이동차량은 모두 전기차로 운영하는 것이 목표
- 배터리 전기차의 좋은 대안으로 수소를 생각하고 있으며, 수소 저장탱크와 수소차를 위한 충전소를 구축 계획
- 수소 연료전지의 비행기 탑재에 대한 연구 프로젝트도 진행하고 있으며, 4인승 비행기에 대해서는 올해 시험 비행을 계획하고 있고, 향후 12인승에 비행거리는 약 500km가 가능하도록 하는 것이 목표
- 또한 지역의 대규모 쇼케이스인 C/sells 프로젝트에도 참여하여 디지털 플랫폼을 통한 지능형 시설 관리 및 운영 방법을 찾고자 함

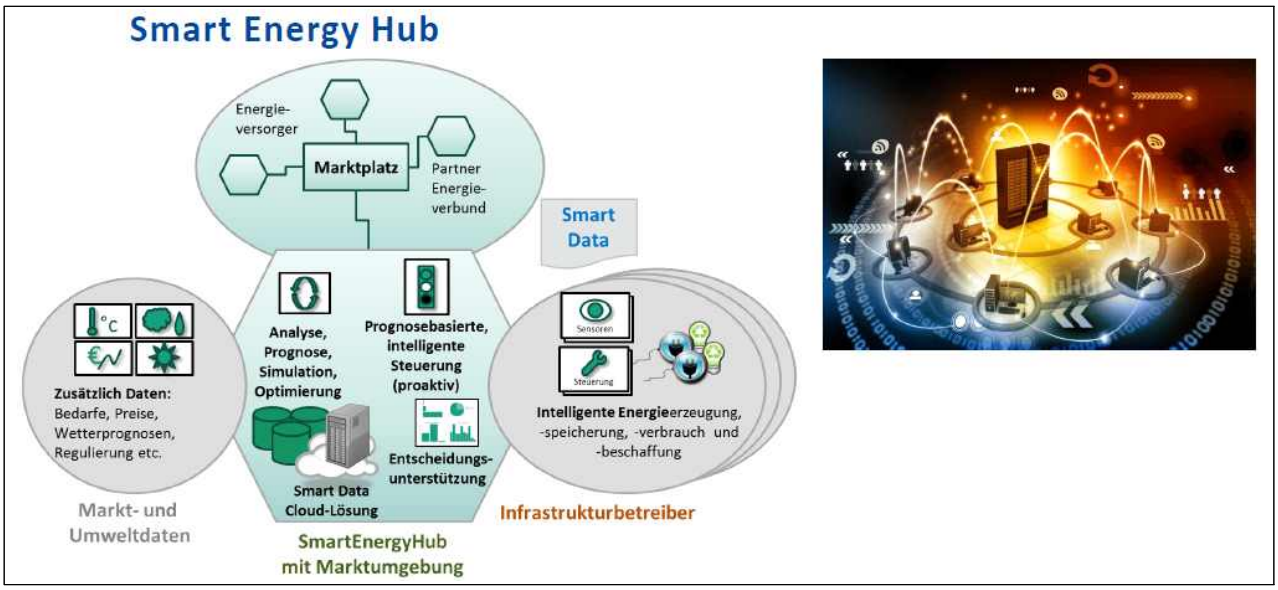
< 2050년 슈투트가르트 공항 에너지 수급 다이어그램 >



○ 스마트 에너지 허브는 예측을 통한 에너지 소비 최적화를 목표로 구상된 디지털 플랫폼으로 지능형 공항시설 운영을 추구하고 있음

- 모든 주요 정보가 SEH에 수집되며, 수집된 정보를 통한 예측은 일기예보 예측뿐 아니라 전기요금에 대한 예측도 포함되어 예측을 통한 에너지 소비의 최적 솔루션을 찾고자 함
- 2050년까지 목표 달성을 위해 5년을 주기로 마스터플랜을 재수립하여 계획을 보정할 예정

< 슈투트가르트 공항의 스마트 에너지 허브 개념도 >



□ 주요 질의응답

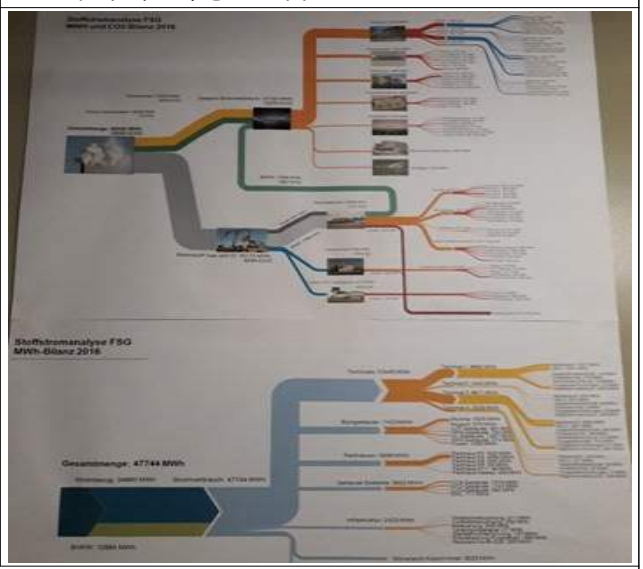
Q1 : 공항 전체의 시설에 측정 장치를 설치하고 데이터를 수집·활용을 하기 위해서는 에너지 관제센터가 있을 것 같은데, 관제센터를 견학할 수 있는지?

A1 : 빌딩 매니지먼트(BEMS)를 위한 관제센터가 별도로 있지는 않고 어느 곳에서든 접속 가능한 프로그램으로 원격 관리하고 있음. 공항은 이동거리가 상당하여 이러한 원격 프로그램으로 시간을 절약할 수 있고, 모든 수집된 데이터는 수년간 아카이브 형태로 보관하여 향후 소비패턴 분석과 개선사항 도출에 활용하게 됨

□ 슈투트가르트 공항의 스마트그리드 시설 견학

○ 슈투트가르트 공항은 열병합 발전시설, 태양광 발전, 비상발전기, 열·아이스 저장시설을 갖추고 있으며, 공항의 스마트그리드 구축 과정을 통해 80여개의 주요 개별 유닛에 대해 원격 관리 가능

- 지역 자동차 부품 공급업체와 협업을 통해 공항 곳곳에 전기차 충전스테이션 구축하였으며, 입주 기업의 전기차 활용을 높이기 위해 충전요금 할인 등의 혜택을 주고 있음

▸ 열병합 발전시설	▸ 아이스 스토리지
	
▸ 전기차 충전시설	▸ 에너지 사용 흐름도
	
▸ 슈투트가르트 공항 스마트그리드 구축 설명 청취 및 단체사진	
	

3일차 오후 - 지멘스(Siemens) 마이크로그리드 연구소 방문

발표주제	PSS SINCAL Platform
발표자	Ulrike Sachs ulrike.sachs@siemens.com
소속기관	Siemens* SIEMENS
* 지멘스는 발전, 송·변전, 스마트그리드 솔루션, 전력 에너지 효율화 등 전력 부문 가치 체인 전반에 걸친 글로벌 선도기업	

□ 주요 발표내용

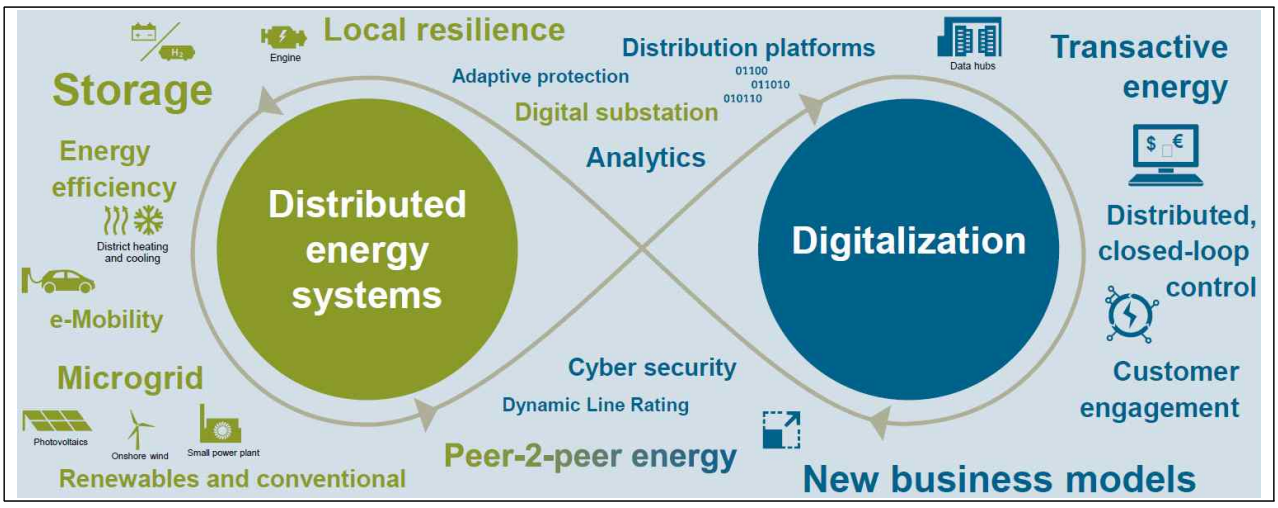
○ 지멘스는 Digital Grid 구현을 위해 Smart Metering, Digital Sub station, Grid Protection, IoT 분야 기술개발에 집중하고 있음

○ 전력시장의 상황이 변함에 따라 DSO 운영자는 망의 혼잡을 컨트롤하기 위해 전반적으로 유연성을 확보할 것을 요구받음

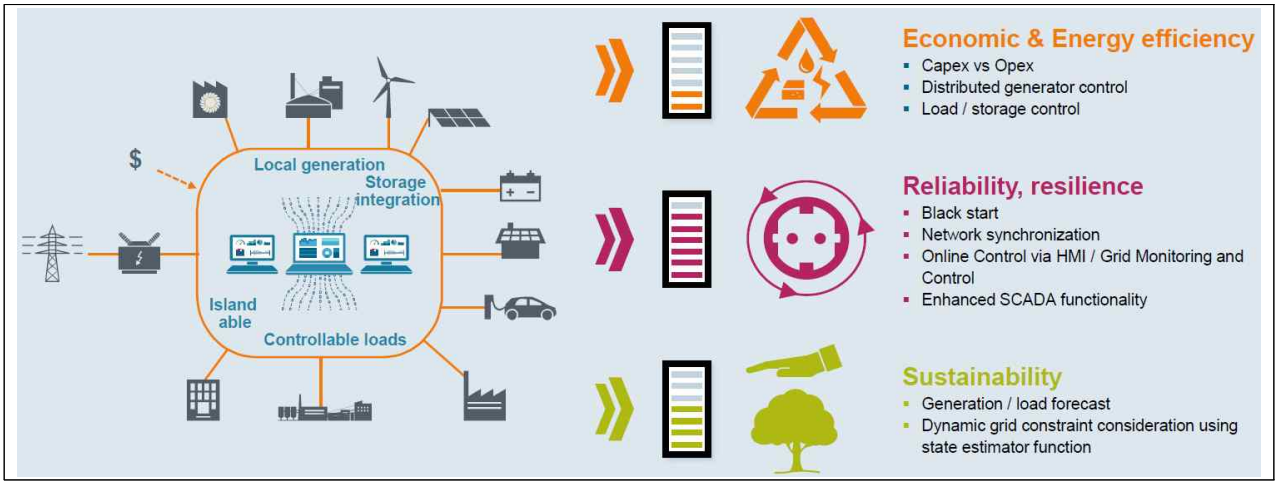
○ 마이크로그리드는 그리드가 단독으로 공급과 소비를 담당하는 것을 말하며, 엄격한 정의로는 TSO나 DSO 없이 island mode가 가능한 상태를 의미함

- 분산화와 디지털화는 마이크로그리드의 핵심 요소이며, 두 요소는 서로를 더욱 강화시킴과 동시에 에너지전환을 가속화시킴
- 분산화된 마이크로그리드는 독립된 에너지 시스템에 효율성, 신뢰성, 지속성의 세 가지 주요 가치전달이 가능해야 함

< 에너지전환의 개념요소 및 에너지환경 변화 >



< 마이크로그리드 가치전달 요소의 정량화를 통한 디지털화 >



○ 지멘스는 유럽 곳곳에서 가상발전소(VPP) 실증을 수행하고 있으며, 이를 통해 미래 에너지전환 환경에서의 필요 기술을 파악하고 기술의 완성도를 높이고 있음

- 핀란드의 쇼핑몰, 비엔나 대학 등 유럽 전역을 대상으로 테스트베드를 운영하고 있으며, 하스푸르트 시립발전사업장에도 지멘스의 기술이 다수 적용됨

○ 지멘스의 장점은 상이한 응용프로그램 환경에 모두 적용이 가능한 SICAM A8000, SINCAL 등의 솔루션을 제공 가능하다는 점

- SINCAL은 배전망 분석까지 가능한 계통운영 모의프로그램으로 재생에너지 증가 등 최근의 환경변화에 맞는 분석플랫폼을 제공

○ 디지털 변전소에 필요한 SIPROTEC은 모듈식 구성으로 여러 측정장비에 대해 지능형 제어가 가능함

- 수집된 데이터의 95% 이상이 클라우드로 저장되며, 디지털 트윈 기술을 적용하여 상이한 시스템의 데이터 활용 및 변전소 기기간 커뮤니케이션이 가능함

□ 주요 질의응답

Q1 : 마이크로그리드 관련 연구원의 수는 어떻게 되는지?

A1 : 팀단위, 제품별로 차이는 있으나 대략 50명 정도임

Q2 : A8000 등에 적용하는 통신프로토콜은 국제적 인증을 받은 것인지, 아니면 지멘스 고유 프로토콜인지?

A2 : 통신프로토콜은 국제 규격을 따르고 있으며, 다른 마이크로그리드 기기와 호환성을 갖추고 있음

Q3 : 디지털 변전소의 자동화라 함은 Fault Recovery 기능까지 포함한 개념인가?

A3 : 그러함

Q4 : 유럽에서 동일 변전소에 상이한 ID가 적용된 사례도 있는가?

A4 : 디지털 트윈은 지멘스만의 고유 개념이며, 프로토콜만 맞으면 서로 연결이 가능함

Q5 : 발표내용이 마이크로그리드 관련 사업에 국한되어 있는데, 지멘스는 재생에너지 사업은 따로 하지 않는지?

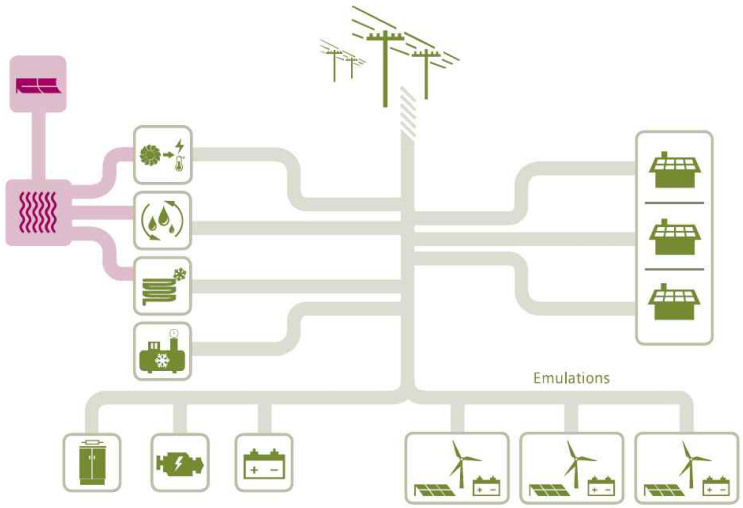
A5 : 자회사인 지멘스 가메사(Gamesa)를 통해 재생에너지 사업을 수행하고 있으며, 해상풍력 부문에 강점을 갖고 있음

□ 지멘스 마이크로그리드 연구소 시설 견학

○ 지멘스는 에어랑엔 본사에 Load Bank, 디젤발전기, 배터리, 풍력·태양광 에뮬레이터 등을 갖춘 마이크로그리드 연구를 통해 독립계통에서의 마이크로그리드 운영에 대한 각종 테스트 수행 중

- 연구실은 배터리·변압기 등의 실제 장비와 Load Bank, 풍력·태양광 에뮬레이터 등 가상의 퍼포먼스 장비를 조합하여 각종 시나리오 상황을 설정하고 그에 대한 테스트 진행
- 실제 필드테스트는 Wildpoldsried란 지역에서 IREN2란 프로젝트명으로 수행하고 있으며, IREN2에서 전송받은 실제상황 데이터는 시나리오 구성이나 에뮬레이터 조정에 사용하여 연구의 현실성으로 높이고 있음

< 지멘스 마이크로그리드 연구소 시설 소개 >



Built-in equipment for "electrical" microgrid:

- Diesel emulation (synchronous generator)
- Battery storage systems incl. inverters
- Adjustable loads
- Inverter-based emulation systems
- Controllable distribution transformer
- Circuit breaker
- Synchronization and protection relay

▶ 디젤발전기 (55kVA)	▶ 배터리 (100kVA, 40kWh)
	
▶ Load Bank (0~32kW)	▶ PV, Wind Emulation (32kVA, 16kVA)
	
▶ Microgrid Controller	▶ PSS SINCAL Platform 설명
	

4일차 오전 - 하스푸르트 시립 발전 사업장 방문

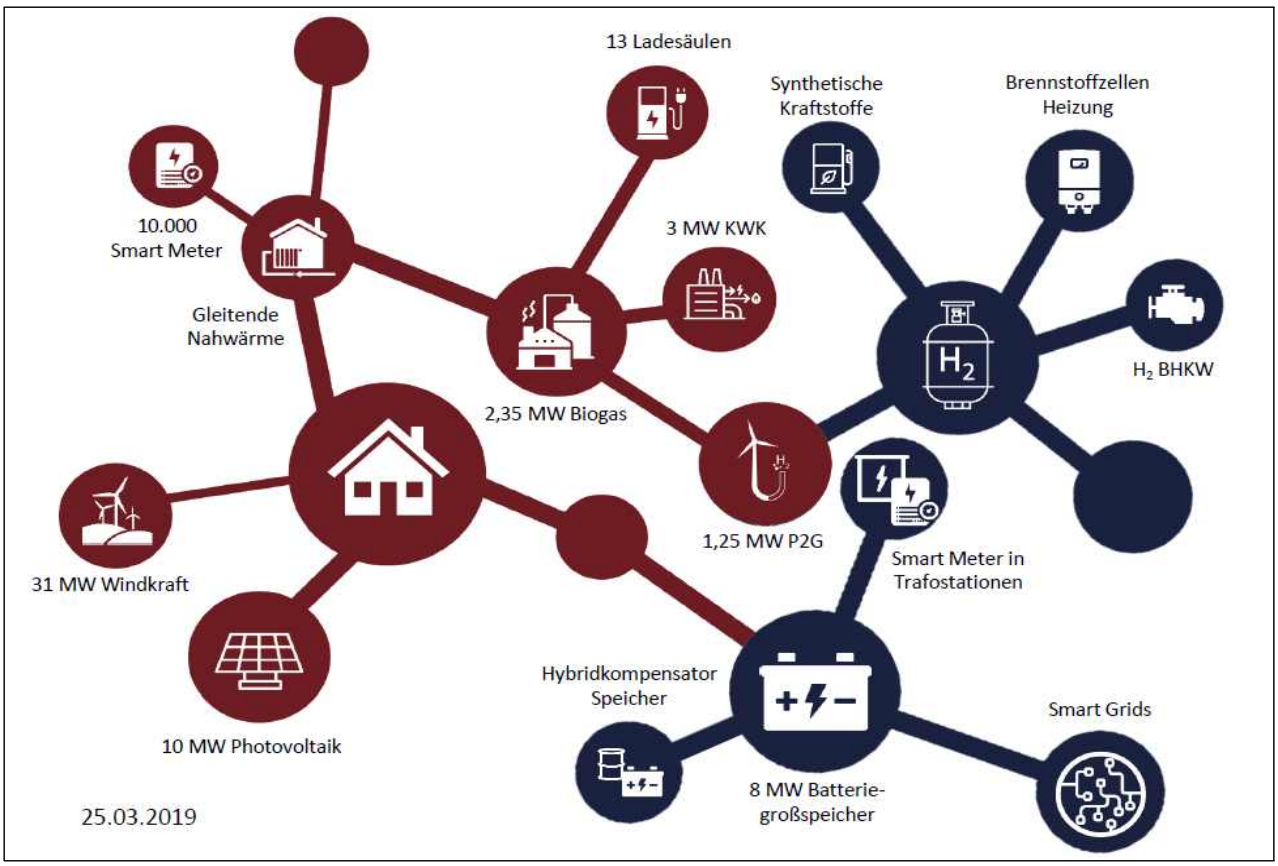
발표주제	하스푸르트 시립 발전 사업장의 신재생에너지 통합 노력
발표자	Norbert Zösch info@stwhas.de
소속기관	stadtwerk haßfrut*
* 하스푸르트 시립 발전 사업장은 유한책임회사로 77명의 직원이 근무하고 있으며, 도시에 전기·가스·수도 공급을 담당하고 있음	

□ 주요 발표내용

○ 하스푸르트는 모든 세대에 스마트미터가 설치된 최초의 지역으로 약 10,000개의 스마트미터가 공급된 신축 주거단지 지역에 약 30,000명의 주민이 거주하고 있음

- 전 세대에 중앙공급 난방시설이 연결되며, 31MW 풍력, 10MW 태양광, 2.35MW 바이오가스, 1,25MW의 Power to Gas, 13개의 전기차 충전소 등의 설비로 구성되어 있음

< 하스푸르트의 현재 설비 구성(붉은색)과 미래 확장(푸른색) 개념도 >



< 하스푸르트의 연도별 재생에너지 생산 발전량 변화 >

Erzeuger	2010	2011	'12- '14	2015	2016	2017	2018
PV	5.000	6.000	9.000	9.500	10.902	9.189	12.044
WIND	2.330	5.540	8.700	17.500	54.320	60.938	60.519
BIOGAS	0	1.122	12.000	12.000	12.462	12.100	12.131
KWK	4.400	4.600	1.800	2.000	2.200	3.220	5.220
SUMME	11.730	17.262	31.500	41.000	79.884	85.447	89.914
EE-Anteil	29 %	42 %	75 %	100 %	195 %	208 %	219 %

- 풍력 타워는 142m, 모든 공공건물에는 태양광을 설치하였으며, 옥수수를 원료기반으로 하는 바이오가스는 2년간 가동이 가능한 원료 물질을 저장하고 있음
- 지멘스의 C-Type ESS 8MW가 설치 예정이며, 모든 스마트미터는 전자식으로 수도의 경우에는 초음파 원리를 이용하여 계량함
- 하스푸르트의 재생에너지 발전량은 2015년 전체 소비량의 100%를 달성하였으며, 2018년에는 소비량 대비 발전량 비율이 219%로 잉여 생산된 전력을 저장하거나 다른 지역에 판매하고 있음

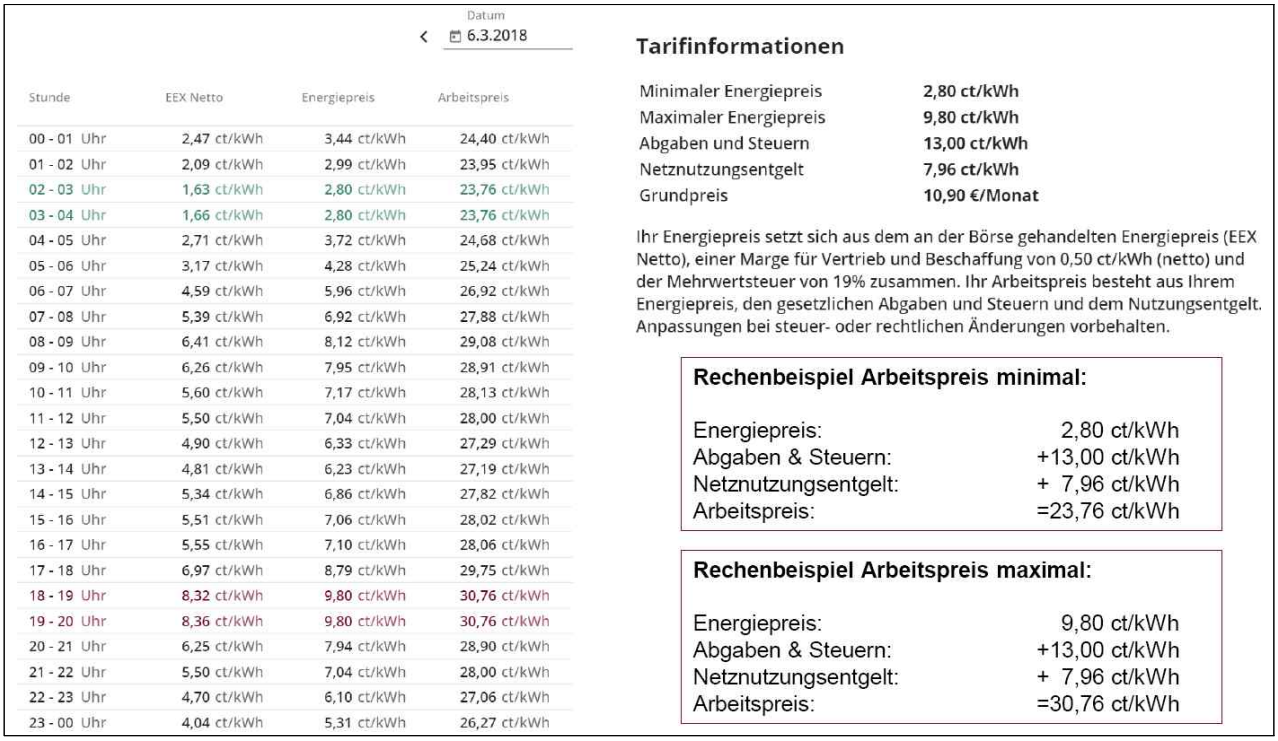
○ 독일은 일찌감치 에너지전환을 시작하였으며, 하스푸르트는 독일 내에서도 에너지전환에 적극적으로 참여하여 두드러진 성과를 보여주는 지역임

- 그린피스 에너지와 공동으로 추진하는 Power to Gas 플랜트 등 유럽 전체 차원의 신기술 프로젝트 중 2개가 하스푸르트에서 진행
- 깔끔하게 구성된 홈페이지(hassfurt.energy-assistant.de)를 통해 개별 수용가의 전력·가스·수도 사용 현황 및 요금, 재생에너지 발전현황 등을 일목요연하게 제공

○ 독일의 전기요금 구조는 도매전력요금에 전력망요금 및 신재생부과금 등 각종 세금이 붙는 구조이며, 하스푸르트 가정용의 경우는 월 기본요금 10.9€에 전력량요금 23~30ct/kWh가 적용되는 수준

* 전력망 이용료 : 7.96ct/kWh, 부과금 및 세금 : 13ct/kWh

< 하스푸르트의 전기요금 구조 설명 (2018.3.6.) >



Datum: 6.3.2018

Stunde	EEX Netto	Energiepreis	Arbeitspreis
00 - 01 Uhr	2,47 ct/kWh	3,44 ct/kWh	24,40 ct/kWh
01 - 02 Uhr	2,09 ct/kWh	2,99 ct/kWh	23,95 ct/kWh
02 - 03 Uhr	1,63 ct/kWh	2,80 ct/kWh	23,76 ct/kWh
03 - 04 Uhr	1,66 ct/kWh	2,80 ct/kWh	23,76 ct/kWh
04 - 05 Uhr	2,71 ct/kWh	3,72 ct/kWh	24,68 ct/kWh
05 - 06 Uhr	3,17 ct/kWh	4,28 ct/kWh	25,24 ct/kWh
06 - 07 Uhr	4,59 ct/kWh	5,96 ct/kWh	26,92 ct/kWh
07 - 08 Uhr	5,39 ct/kWh	6,92 ct/kWh	27,88 ct/kWh
08 - 09 Uhr	6,41 ct/kWh	8,12 ct/kWh	29,08 ct/kWh
09 - 10 Uhr	6,26 ct/kWh	7,95 ct/kWh	28,91 ct/kWh
10 - 11 Uhr	5,60 ct/kWh	7,17 ct/kWh	28,13 ct/kWh
11 - 12 Uhr	5,50 ct/kWh	7,04 ct/kWh	28,00 ct/kWh
12 - 13 Uhr	4,90 ct/kWh	6,33 ct/kWh	27,29 ct/kWh
13 - 14 Uhr	4,81 ct/kWh	6,23 ct/kWh	27,19 ct/kWh
14 - 15 Uhr	5,34 ct/kWh	6,86 ct/kWh	27,82 ct/kWh
15 - 16 Uhr	5,51 ct/kWh	7,06 ct/kWh	28,02 ct/kWh
16 - 17 Uhr	5,55 ct/kWh	7,10 ct/kWh	28,06 ct/kWh
17 - 18 Uhr	6,97 ct/kWh	8,79 ct/kWh	29,75 ct/kWh
18 - 19 Uhr	8,32 ct/kWh	9,80 ct/kWh	30,76 ct/kWh
19 - 20 Uhr	8,36 ct/kWh	9,80 ct/kWh	30,76 ct/kWh
20 - 21 Uhr	6,25 ct/kWh	7,94 ct/kWh	28,90 ct/kWh
21 - 22 Uhr	5,50 ct/kWh	7,04 ct/kWh	28,00 ct/kWh
22 - 23 Uhr	4,70 ct/kWh	6,10 ct/kWh	27,06 ct/kWh
23 - 00 Uhr	4,04 ct/kWh	5,31 ct/kWh	26,27 ct/kWh

Tarifinformationen

Minimaler Energiepreis	**2,80 ct/kWh**
Maximaler Energiepreis	**9,80 ct/kWh**
Abgaben und Steuern	**13,00 ct/kWh**
Netznutzungsentgelt	**7,96 ct/kWh**
Grundpreis	**10,90 €/Monat**

Ihr Energiepreis setzt sich aus dem an der Börse gehandelten Energiepreis (EEX Netto), einer Marge für Vertrieb und Beschaffung von 0,50 ct/kWh (netto) und der Mehrwertsteuer von 19% zusammen. Ihr Arbeitspreis besteht aus Ihrem Energiepreis, den gesetzlichen Abgaben und Steuern und dem Nutzungsentgelt. Anpassungen bei steuer- oder rechtlichen Änderungen vorbehalten.

Rechenbeispiel Arbeitspreis minimal:

Energiepreis:	2,80 ct/kWh
Abgaben & Steuern:	+13,00 ct/kWh
Netznutzungsentgelt:	+ 7,96 ct/kWh
Arbeitspreis:	=23,76 ct/kWh

Rechenbeispiel Arbeitspreis maximal:

Energiepreis:	9,80 ct/kWh
Abgaben & Steuern:	+13,00 ct/kWh
Netznutzungsentgelt:	+ 7,96 ct/kWh
Arbeitspreis:	=30,76 ct/kWh

○ P2G 시설은 그린피스에너지*와 50:50의 지분 투자로 설치하였으며, 1.25MW의 용량으로 시간당 220m^{3}의 수소 생산 가능

* 독일 함부르크에 위치한 전기·가스 유틸리티 업체

- 고분자전해질 멤브레인 기술을 통해 수소를 생산하며, 생산된 수소는 저장탱크에 저장하거나 지역 맥주업체에 판매하는 등 수소의 활용도를 높이기 위해 노력 중
- 수소 생산·저장 시설의 가장 큰 문제는 비용으로 전력거래 가격이 (-)일 때 풀가동을 하는 등 적절한 운영계획을 세워 효율성을 높이고자 함

○ 일반 건물의 열배관은 여름은 25℃, 겨울은 45℃로 물을 보내고 있으며, 수도 공급시설은 정전 상황에서도 동작 가능하도록 디젤 비상발전기를 연결하여 시스템을 구성

○ 사업장 전체의 전력 유연성을 위해 신규로 8MW 규모의 ESS를 설치하여 운영 예정

- 2019년 1월 10일, 프랑스의 원전 트립으로 야기된 유럽망 주파수

저하에서 독일의 Horhausen 지역에 설치된 ESS의 동작 기록을 보면 점차 많은 저장기술이 필요로 하게 될 것

□ 주요 질의응답

Q1 : 잉여전력의 판매는 어떠한 방식으로 진행하는지?

A1 : 전력거래소의 가격에 맞추어서 일일이 반응하는 방식은 복잡하기 때문에 현재는 시에서 고정가격으로 사들이고 있음

Q2 : P2G에 저장되는 전력은 보통 어디에서 생산되는지?

A2 : 현재는 풍력으로부터 생산된 전력이 거의 대부분임

Q3 : 높은 요금을 수용하는 주민들의 일반적인 생각은?

A3 : 일단 하스푸르트 주민 대부분이 친환경 마인드로 CO_2 감축에 기여하고 있다는 긍지와 자부심을 갖고 있음. 전기요금에 대해 시에서 일부 보조가 있으며, 재생에너지 100% 달성을 통한 요금감면도 2020년을 목표로 추진하고 있음

Q4 : 하스푸르트 시립 발전사업장의 전체적인 투자 구조는?

A4 : 연료전지와 배터리의 설치비는 시에서 부담을 하고 최종고객은 임대(10년)를 통해 임대료를 납부하는 형식임. 일반가구 시설의 경우에는 최종 소비량에 따라 회수율이 결정되며, 재생에너지 배당금은 보통 4~10% 사이임. P2G는 수익을 남기지 않는 시설이며, 보통 주민들의 생각은 사업장의 시설이 경제적이지 않더라도 에너지전환 사업에 참여하려고 함

Q5 : 수소저장시설의 안전규정은 별도로 있는지?

A5 : 수소는 천연가스와 위해도에 있어 별다른 차이가 없어 생각보다는 덜 위험함. 가스안전공사의 검사와 인증을 모두 통과해서 안전에 큰 문제는 없음. 소음이 더 큰 문제로 생각되며, 열교환기 규모를 키워서 소음을 줄이려 함

발표주제	가상발전소(VPP) 기술 및 적용 사례 소개
발표자	Tobias Romberg romberg@next-kraftwerke.de
소속기관	Next Kraftwerke* NEXT KRAFTWERKE
* 2009년 가상발전소 운영을 목표로 설립하여 '18년말에는 약 6,800개(6GW규모)의 발전소를 연결하여 운영하는 유럽 최대의 가상발전소 운영 업체	

□ 주요 발표내용

○ 2009년 비상발전기 번들링 아이디어로 사업을 시작하여 현재는 약 6GW 규모의 발전기를 수집하여 운영하는 유럽 최대 VPP로 성장

- 독일, 벨기에, 오스트리아, 네덜란드에서는 그리드 안정화를 위한 예비력 서비스(R1-30초, R2-5분, R3-15분)에도 참여하여 운영 중

○ 전력부문의 메가트렌드 변화는 분산화, 자유화, 디지털화로 독일에서는 탈원전과 함께 탈탄소화도 시작되었음

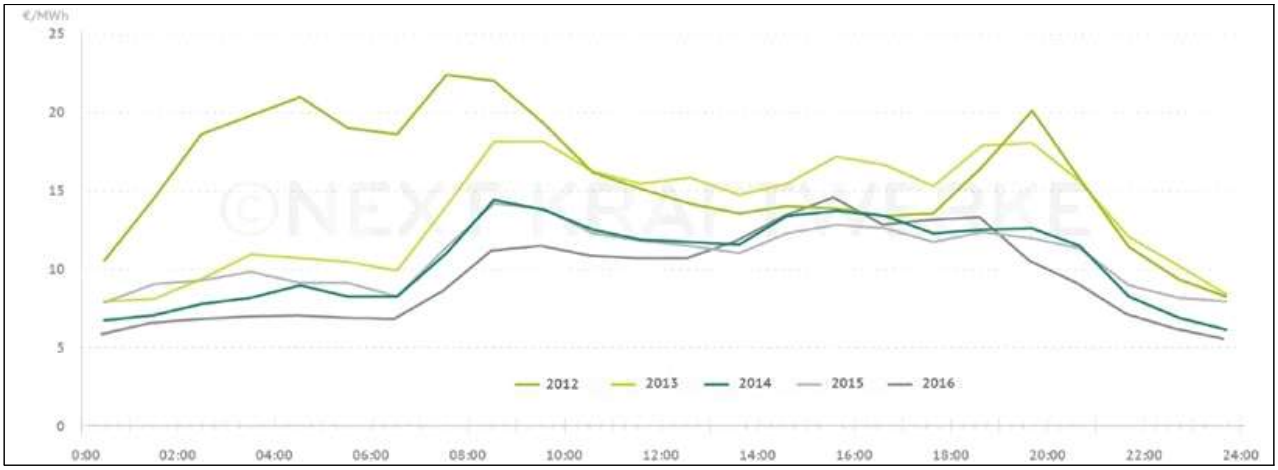
- 독일의 발전기수는 160만개를 넘어섰으며, 유럽의 스팟 거래소도 12개로 늘어나면서, 분산화된 여러 개의 발전기를 모아 제어를 필요로 하는 거래소에 적절히 연결시켜주는 서비스 필요

○ 재생에너지 발전량이 급격히 증가함에도 불구하고 독일 전력시장의 시간대별 가격변동성은 오히려 감소하고 있으며, 이는 디지털화에 따른 스팟 거래량의 증가에 일정부분 요인이 있음

< 유럽 전력부문의 메가트렌드 변화 >

	1990	2018	
Number of power plants in Germany	800	1,600,000	Decentralisation
Number of spot exchanges in Europe	0,00	12	Liberalisation
Number of LTE connections (global)	0,00	1,134,000,000	Digitalisation
Energy sources	Fossil & nuclear energy sources	Renewable & fossil energy sources	Nuclear phase-out / Start of decarbonisation

< EEPX SPOT의 연도별 하루전가격 변동성(표준편차) >

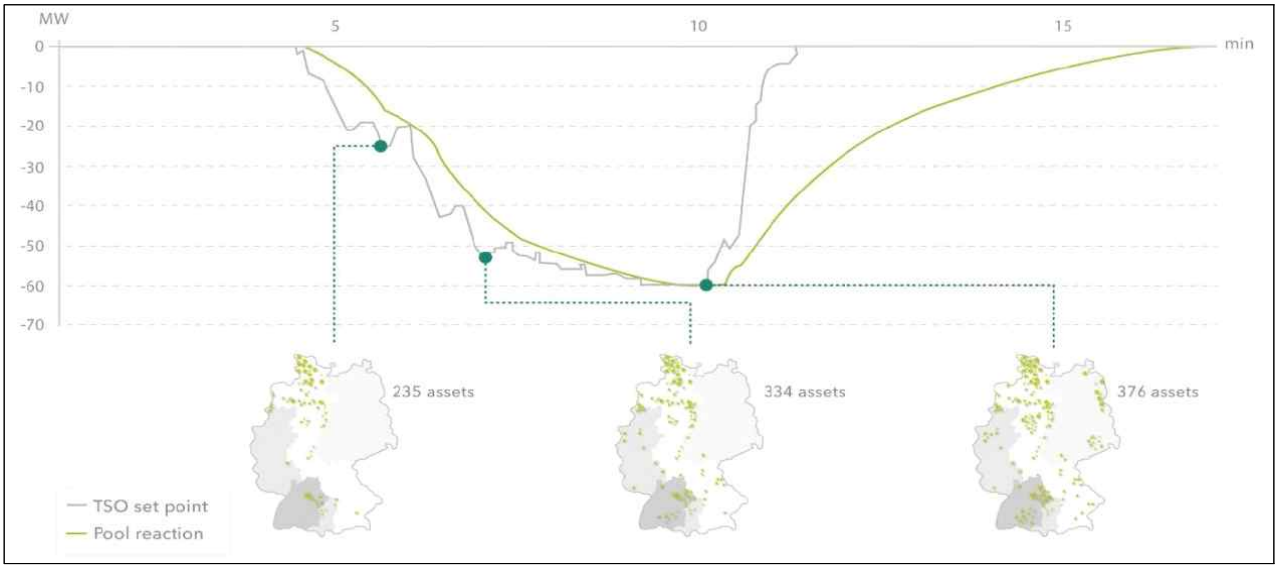


- 하루전가격의 변동성과 더불어 밸런싱 비용과 SAIDI 지수도 감소하고 있는데, 이는 단기(short term) 거래의 증가에 기인함

○ NEXT는 Next Box 인터페이스를 개발하여 유럽의 여러 TSO와 직접 연결된 네트워크를 통해 가상발전소에 참여하는 여러 발전기들의 전력 거래를 돕고 있음

- 가상발전소 운영의 최적화를 위해 다수의 전력거래 딜러뿐만 아니라 재생에너지 발전량 예측을 위한 기상전문가도 다수 채용
- TSO가 요청한 Set Point에 NEXT는 Pool에 참여한 다수의 발전기의 상태와 변화가능량을 최적으로 조합하여 응답하고 있으며, 재래식 발전 보다 응답이 더 우수하다는 피드백을 받고 있음

< NEXT VPP의 밸런싱 서비스 참여 예시 >

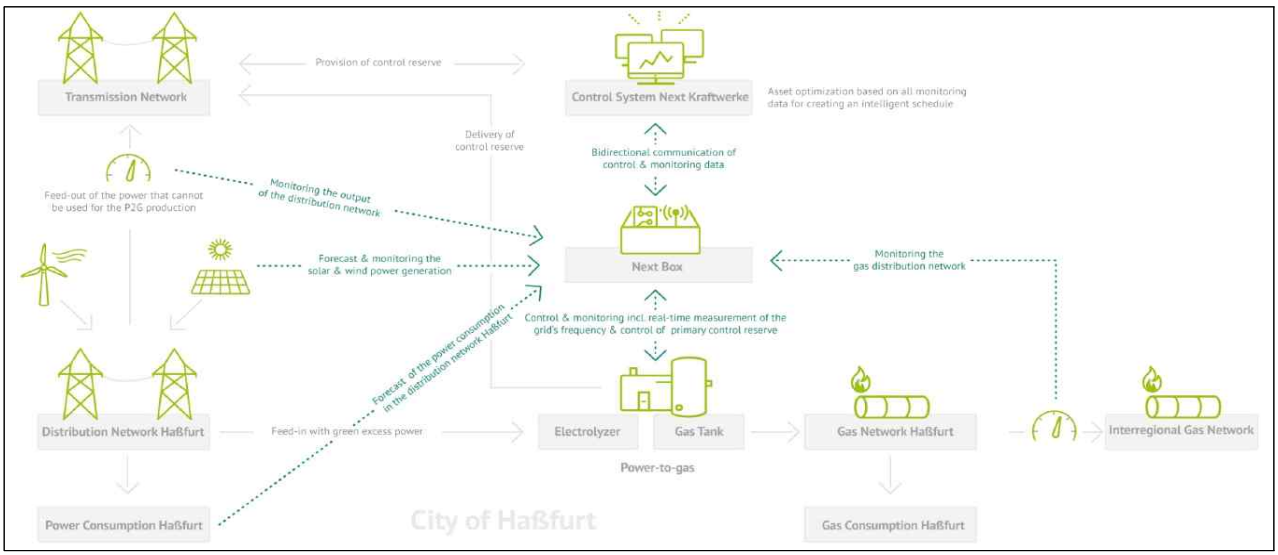


○ 고객의 부하관리를 통해 전기요금 최적화 서비스도 제공하고 있으며, 이를 통해 구입전력요금을 30%까지 절감 가능

○ 하스푸르트에서는 Power to Gas 부문에 참여하여 잉여전력의 저장과 판매의 최적화 관리를 위한 알고리즘을 제공하고 있음

* 한국에서는 현재 해줌(Haezoom)과 함께 미래 전력중개시장을 위한 파일럿 프로젝트 진행 중

< 하스푸르트에서 진행하는 NEXT의 P2G 사업 개념도 >



□ 주요 질의응답

Q1 : 가상발전소를 운영함에 있어서 신재생 발전소의 연결 포인트가 중요할 것으로 생각되는데 실제는 어떠한지?

A1 : 독일에는 4개의 TSO가 있고, 4개의 밸런싱 참가 지역 모두 주파수는 같으므로 연결 포인트가 크게 중요하지는 않음. 현재 10,000개의 발전원을 10초 미만의 시간 내에 모두 제어 가능함

Q2 : 가상발전소 운영 중에 TSO의 요구를 맞추기 위해 특정 지역의 발전기가 출력이 급변하게 되면 배전망 차원에서의 문제가 발생하지는 않는지?

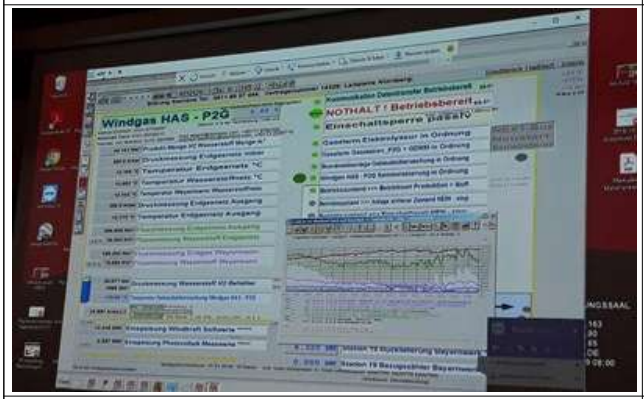
A2 : 여러 발전기를 동시 제어하기 때문에 아직까지 문제가 되었던 적은 없었음. 배전망 차원에서의 문제는 DSO가 담당할 부분인데, DSO와의 계약사항을 위반하지 않으면 됨. 배전망 공급 서비스는 현재 연구 중인데, DSO는 상당히 복잡함

□ 하스푸르트 시립 발전 사업장 시설 견학

○ 사업장의 모든 시설은 웹에서 접속 가능한 실시간 제어 시스템을 통해 관리되고 있음

○ 지멘스의 전기분해 장치로부터 생산된 수소는 140kW$_{el}$ 규모의 저장탱크에 저장되며, 산소는 실린더를 통해 대기로 배출

○ 수소열병합시설은 5월부터 가동할 예정

▸ 사업장 제어 시스템 화면	▸ 전기분해 장치
	
▸ 수소 저장 탱크	▸ 수소 열병합 시설
	
▸ 하스푸르트 시립 발전 사업장 설명 청취 및 단체사진	
	

4일차 오후 - VENIOS GmbH 방문

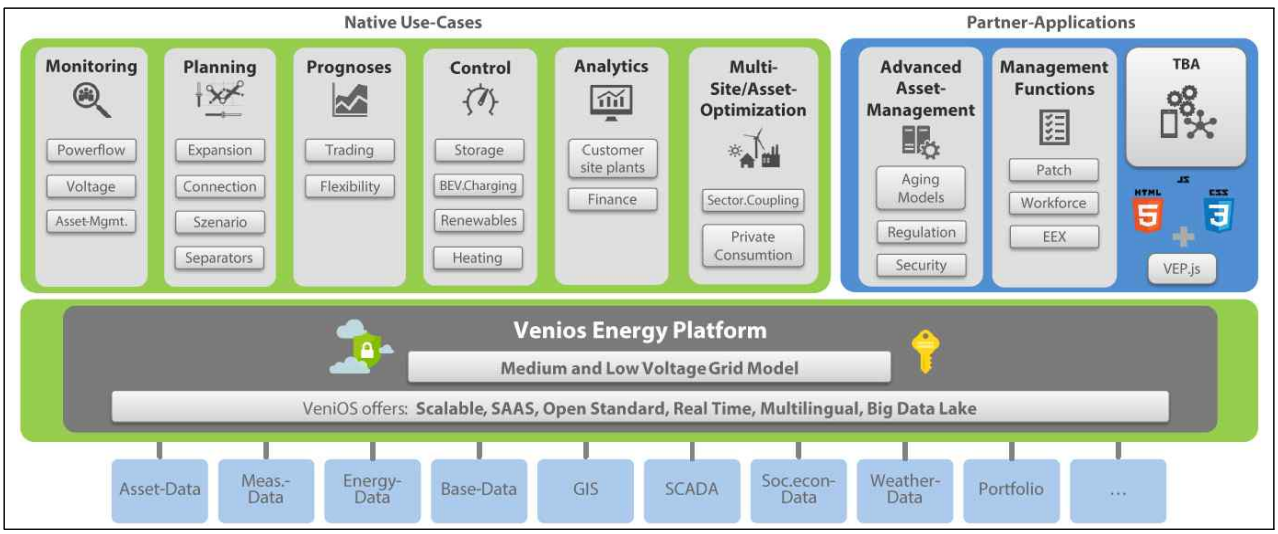
발표주제	전력망의 설계 및 관리에 있어서의 IoT, Big Data 활용
발표자	Dr. Jonas Danzeisen Jonas.Danzeisen@venios.de
소속기관	*Venios VENIOS the world of smart grids
* 2012년에 설립한 그리드 관리 솔루션을 제공하는 스타트업 기업으로, 독일·스위스·오스트리아·벨기에·네덜란드에서 금융·디지털 특화 서비스 제공	

□ 주요 발표내용

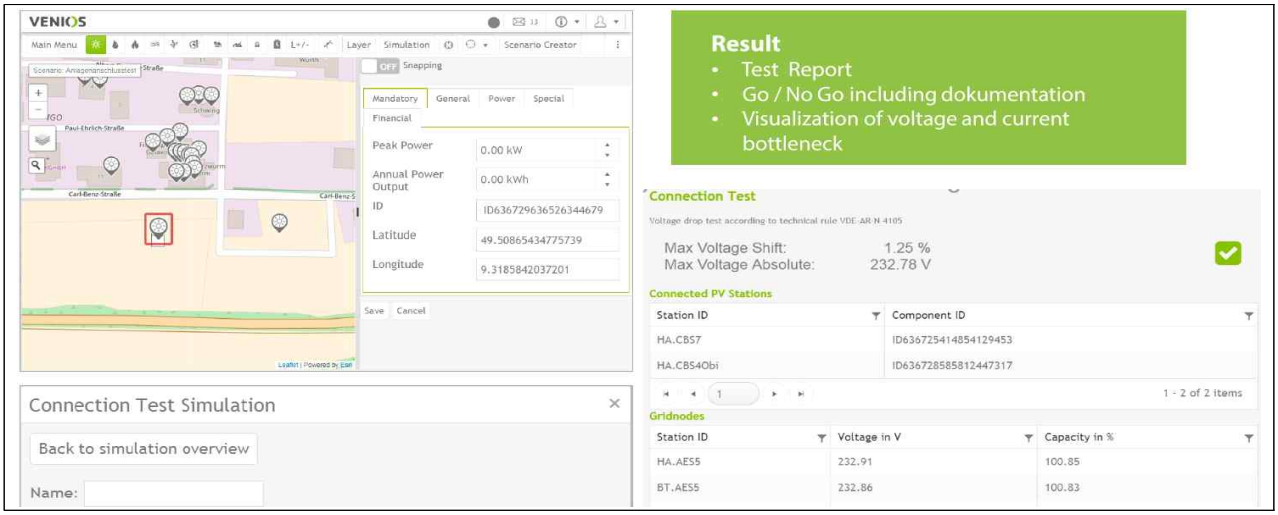
○ 베니오스는 전력IT 분야에 특화된 스타트업 기업으로 그리드 확장, 그리드 최적화, 그리드 영향 평가에 적합한 플랫폼 제공

- 아우디에는 전기차 배터리 충전의 그리드 영향 평가를 바탕으로 보다 진화된 충전 기술에 대한 컨설팅 제공
- 마이크로소프트와는 클라우드 베이스의 파트너십을 맺고 있으며, 자를루이 시영기업에 태양광·ESS의 실시간 관제 솔루션 제공, 트로이스도르프 시영기업에 건물관리 솔루션 제공 등 약 100여개의 크고 작은 프로젝트에 참여
- DSO인 WESTNETZ와의 연구 프로젝트에 참여를 통해 실시간 관리 솔루션 개발하는 등 시장에서 사용 가능한 기술에 대해 끊임없이 고민하고 적용하고 있음

< Venios Energy Platform이 제공하는 다양한 솔루션들 >



< 태양광 설비의 계통접속 가능여부 평가 시스템 구축 사례 >



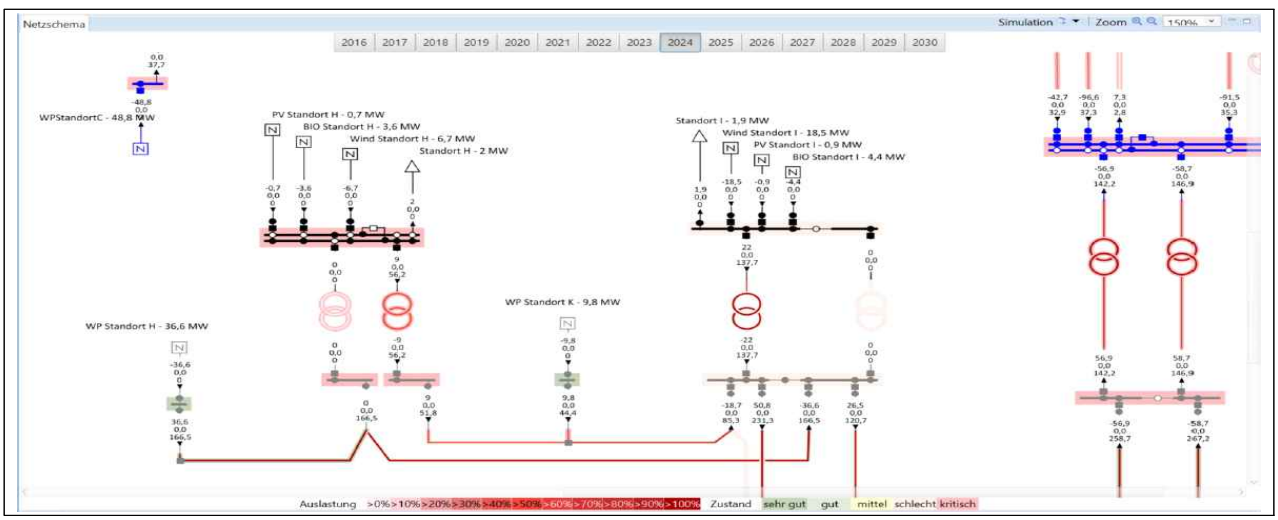
○ 베니오스가 개발하는 에너지 플랫폼은 100% 웹·클라우드 기반으로 스케일 업·다운이 쉽고 접속하는 유저의 수에 제한이 없음

- 그리드 맵핑을 통한 시각화에 강점을 가지고 있으며, 사용자의 요구에 맞는 유연한 Hybrid 시스템 개발 제공

○ 태양광 허가 단계에서 일어나는 계통 접속 가능 여부 평가는 1~2 시간 내에 판단이 필요한 부분으로, 사용자는 시스템을 통해 절약한 시간을 좀 더 발전적인 업무에 할애할 수 있음

○ EnerVance사에 제공한 송변전 계획수립 프로그램에서는 현재의 선로 및 변전소의 확장 능력을 바탕으로 병목현상을 해결하고 최적화된 투자가 가능한 솔루션 제공

< 송변전 장기 계획수립 프로그램 구축 사례 >



□ 주요 질의응답

Q1 : 베니오스의 에너지 플랫폼을 개발하고 솔루션 제공을 위해서는 최적화·IT·법·금융 등 다양한 분야를 모두 알아야 하는데 현재 기업의 규모는 어느 정도인지?

A1 : 현재는 25명이 일하고 있으며, 필요한 전문가를 모두 채용하여 운영하기 보다는 해당 분야의 파트너와 그때그때 조인트 형태로 일하고 있음

Q2 : 태양광 계통접속 평가 프로그램은 접속 유저의 수가 많으면 시스템이 느려지지는 않는가?

A2 : 병렬 처리를 통해 큰 규모의 계통도 1~2시간 내에 검토 가능

Q3 : 발전량 예측 관련 기상 예보 데이터는 어떻게 얻는지?

A3 : 유럽에는 약 20여개의 날씨 정보 제공업체들이 있으며, 이들로부터 예측 정보를 사들이고 있음

▸ VENIOS의 에너지 플랫폼 설명 청취 및 단체사진

3 느낀점 및 소감

□ 재생에너지 발전량 비중 40%를 달성한 에너지전환의 선도국가 독일을 직접 방문하여 에너지전환의 추진 현황 및 미래 발전방향을 접할 수 있는 좋은 기회가 되었음

○ 한-독 상공회의소가 주재한 프로그램 덕분으로 일반 출장에서는 접촉하기 힘든 주정부·연구소·유틸리티·컨설팅 등 다양한 부문의 관계자들을 계획된 일정에 맞추어 만날 수 있었음

□ 독일은 에너지전환을 추진함에 있어 재생에너지 보급은 목표를 이미 초과함에 따라 대부분의 관심사는 늘어난 재생에너지의 안정적이고 효율적인 전력망 통합과 전력 외에 가스·열·수송 등 다른 에너지 부문과의 섹터간 통합에 집중하는 모습

○ 수일간 접한 모든 관계자들이 재생에너지로 발생한 잉여전력의 저장과 전력 외 부문과의 섹터 연결에 대해 언급하였으며, 특히 수소를 이용한 저장과 활용에 많은 관심을 가지고 연구개발에 집중하는 모습을 보여줌

○ 독일은 지멘스로 대표되는 에너지 분야 대표기업과 함께 태양광·풍력·자동차·기계·통신 등 에너지전환 관련 제반 산업이 고루 발달되어 있어 에너지전환 정책 추진에 있어 큰 시너지 효과를 내고 있는 느낌

○ 에너지전환을 선도적으로 진행함에 따라 관련 기술을 선점하고 이를 사업으로 확장시켜 다른 국가에 수출함으로써 에너지전환으로 발생한 비용을 상쇄하려 함

○ 자유화된 전력시장 환경에서 정해진 TSO와 DSO의 유기적인 역할 분담, 정해진 시장규칙 속에서 새로운 서비스를 발굴하는 스타트업 활성화, 그리고 어느새 유럽 전체를 무대로 활동하는 대형 기업으로 성장한 NEXT의 가상발전소 사업 등은 부러움으로

다가왔음

□ 독일은 다양한 지역 커뮤니티를 통해 에너지전환 정책을 사회 전체의 공동 관심사로 만드는데 성공함으로써 주민 수용성을 높이고 정책 추진의 원동력을 얻을 수 있었음

○ 방문 기관 중의 하나인 슈투트가르트 공항에서는 다소 분야가 다르다고 생각될 수 있는 공항 관리에서도 에너지와 관련한 법을 잘 이해하고 실행계획 수립하고 공항 곳곳에 에너지 사용 흐름도를 붙여 놓고 에너지 절감을 위해 노력하는 모습이 인상적

○ 하스푸르트 시립 발전사업장, Netze BW의 전기차 보급마을, 지멘스의 마이크로그리드 실험마을 등 소규모 지역 단위로 스마트 그리드를 구축하려는 시도가 이루어지고 있으며, 이것은 에너지 전환에 대한 주민수용성이 그만큼 높은 상황임을 보여줌

□ 방문하는 기관마다 단 한 번도 종이컵·플라스틱컵의 사용 없이 케이터링 서비스를 제공하는 등 환경보호 및 기후변화 대응에 대한 인식도 남다른 독일의 국민성을 엿볼 수 있었음

○ 버스 기사가 우리가 마신 생수병을 회수하고, 시판되는 유리병 음료의 병도 재활용 흔적이 확연한 데서 독일 사회 전체가 에너지 절감과 환경보호를 위해 노력하고 있음을 체험할 수 있었음

○ 정책에 대해 지역사회 전체가 치열하게 토론하고, 논의를 거쳐 정해진 법에 대해서는 모두가 솔선수범해서 지키는 독일의 국민성은 향후 재생에너지 100% 사회가 헛된 구호만은 아님을 느끼게 하였음

붙임 : 방문기관 간략 소개 자료

붙임 **방문기관 간략 소개 자료**

Netze BW GmbH

Netze BW GmbH
Schelmenwasenstraße 15
70567 Stuttgart

Tel.: +49 0800 3629-900
E-Mail: kontakt@netze-bw.de
Website: https://www.netze-bw.de/

간단 프로필

Netze BW GmbH 는 바덴 뷔르템베르크 주 최대 규모의 전기•가스•수도 그리드 회사로서 EnBW Energie Baden-Württemberg AG 가 100% 지분을 소유하고 있는 자회사다.

Netze BW 는 약 140,000 개의 주택에 공급되는 가스 수송망뿐만 아니라 특히 주 내 약 300 만 명의 전기사용 고객을 위한 10 만 km 이상의 고압, 중압, 저압망을 운용하고 있다. 그 외에도 지방 정부 및 시립 사업을 위한 공공 그리드 관련 서비스도 제공하고 있다. 임직원은 약 3300 명이다.

"그리드 컨트롤": 에너지 전환의 전력망에 대한 전반적인 해결 방안
"그리드 컨트롤" 프로젝트 팀은 재생 에너지로 생산된 전력과 제어 가능한 새로운 소비자들을 지능적으로 그리드에 통합하기 위한 컨셉 및 솔루션을 개발하고 검증하고 있다.

이를 위해 3 년 반 동안 미래의 배전망에 대한 전체적인 컨셉 작업이 이루어 질 것이며, 여기서는 무엇보다 전력망과 시장, 전력 생산 그리고 최종 소비자가 우선시 될 것이다.

우리가 목표하는 것은 전원에서의 전력 손실을 최소화하고 송배전망 확충을 최적화 하는 것이다. 이를 통해 성공적인 에너지전환에 큰 기여를 하게 될 것이다.

E-Mobility Avenue
슈투트가르트 근처 Ostfildern 의 E-Mobility Avenue 에서 Netze BW 는 평소의 e-Mobility 가 어떻게 전력망에 영향을 미치는지 시험한다.
한 전력망에서 에너지를 공급받는 어느 동네의 모든 주민들이 갑자기 전기차로 바꾸면 어떤 일이 일어나게 될까? 이러한 일상적 부분을 알아내기 위해 Netze BW 는 10 개 가구에 1 년 간 전기차와 충전시설을 제공한다. 이 실험의 목적은 사람들의 충전 습관과 이것이 전력망에 직접적으로 미치는 영향을 알아내기 위함이다. 두 번째 단계에서는 전력망 안정성을 최적화하기 위해 어떤 것들이 가능할지 현장에서 직접 테스트를 한다.

방문지 정보

방문일시: 2019 년 4 월 9 일 오후

미팅형식: 발표 및 E-mobility Avenue 방문(버스로 짧은 환승이 필요합니다)

바덴 뷔르템베르트의 태양 및 수소에너지 연구 센터 (ZSW)

Centre for Solar Energy and Hydrogen Research Baden-Württemberg" (ZSW)

Meitnerstr. 1,
70563 Stuttgart
Tel.: +49 (0)711 78 70-0
E-Mail: info@zsw-bw.de
Website: www.zsw-bw.de

간단 프로필

바덴 뷔르템베르트의 태양 및 수소에너지 연구 센터 (ZSW)는 배터리 및 연료 전지 기술뿐만 아니라 태양광 분야의 응용 연구를 선도하는 기관이다. 주가적으로 다루는 주제는 재생 연료전지 및 수소 생산과 에너지 경제학적인 시스템 분석이다. 본 연구소는 독일과 해외의 대학, 연구기관 및 사기업과 함께 협력하고 있다.

ZSW 는 1988 년 바덴-뷔르템베르크 주, 슈투트가르트 대학과 울름 대학, 독일 항공우주 센터 및 사기업에 의해 민법상 비영리 재단으로서 설립되었다.

설립의 목적은 다음과 같다:
"신재생 에너지, 에너지 효율, 에너지 전환 및 에너지 저장 분야, 특히 태양 에너지와 수소 기술 분야에서 대학 및 비대학 연구기관과 협력하고 작업한 결과를 실제 산업분야에서 수행하고 촉진한다."

이 사명은 연구 센터 설립이래 성공적으로 수행되고 있다. ZSW 는 예를 들면 상업용 태양광 발전용 CIGS 박막 기술의 개발로 기초 연구와 산업적 생산을 연결해주는 역할을 하고 있음을 입증했다.

주요 연구 및 개발 활동

- 배터리 및 슈퍼 커패시터를 이용한 에너지 저장
- 연료 전지
- 재생 가능한 연료/수소 기술
- 태양광 발전 : 시스템 기술
- 태양광 발전 : 원료 연구
- 에너지 경제학적 시스템 분석

재생 에너지의 시스템 통합 분야 핵심기술/솔루션

- PV 설비의 그리드 통합
  - 에너지 저장
  - 배터리 가동 및 노화
  - 자가소비 증가 및 그리드 부하 감소 전략
- 이동식 및 고정식 전력 저장 장치 테스트

직원수 및 매출:

ZSW 는 현재 3 곳 에서 약 250 명의 직원과 약 90 명의 학생을 두고 있다. 현재 매출은 약 3,500 만 €에 달한다. 외부 재정 의존도는 현재 85% 수준이다.

대상 고객:

산업 분야 기업, 중소기업, 수공업자, 전력 공급 기업, 공공 부문, 정치권

방문지 정보

방문일시: 2019 년 4 월 10 일 오전

미팅형식: 전문분야 프레젠테이션 및 실험실 투어

담당자:

Name: Annette Stumpf
Tel: +49 (0)711 78 70-315
Fax: +49 (0)711 78 70-200
E-Mail: annette.stumpf@zsw-bw.de

바덴-뷔르템베르크 주 정부
환경, 기호보호 에너지부

Ministry of the Environment, Climate Protection and the Energy Sector

Baden-Württemberg

MINISTRY OF THE ENVIRONMENT, CLIMATE PROTECTION AND THE ENERGY SECTOR

Besuchsadresse:
Willy-Brandt-Straße 41
70182 Stuttgart

Tel.:+49 (0) 711 1260
E-Mail: poststelle@um.bwl.de
Website: https://um.baden-wuerttemberg.de/de/startseite/

간단 프로필

바덴_뷔르템 베르크주의 환경, 기후보호 에너지 부는 2011 년 5 월 12 일 부터 Franz Untersteller MdL 이 수장을 맡고 있으며 부 안의 7 개의 부서들은 지속가능전략, 기후보호, 자원 효율성, 자원 순환경제 그리고 환경기술, 국제협력, 에너지 전환, 탈원전, 토양, 수질, 상수도 및 자연보호와 생물 다양성 유지를 담당하고 있다.

우리 부는 기후변화를 최소화 하고자 하는 의지로 에너지 및 기후 정책을 새로 정비 하였다. 2011 년 독일에서는 정치적 및 사회적 합의를 바탕으로 탈원전을 결정하였으며 2022 년에는 독일의 마지막 원전이 전력망에서 제외될 것이다. 바덴-뷔르템 베르크 주는 탈원전에 특별히 영향을 받는 주 인데 그 이유는 우리 주 에서 사용하던 전력의 거의 반이 원전에서 생산된 것 이었기 때문이다.

우리는 이렇게 많은 영향을 줄 에너지 전환 앞에 서 있다. 우리 주의 전력 공급에는 영향을 주지 않으면서 단계적으로 에너지를 다른 공급원을 통해 생산 해야 한다.

국제협력

환경, 기후 그리고 에너지는 글로벌한 정책이 필요한 분야이다. 유럽 뿐 아니라 전세계 국가와의 국제적인 협력은 우리에게 매우 중요하다. 우리는 우리의 이웃 국가인 프랑스, 스위스와 함께 국경을 넘는 프로젝트들을 진행 하고 있다. 그 외에도 국제적 협력을 위해 바덴-뷔르템베르크가 멤버로 있는 플랫폼은 아래와 같다.

- 유럽 지역 모임과 국제적인 네트워크
- 기후 그룹

유럽 이외에도 우리는 아주 활발하게 바덴-뷔르템베르크와 캐나다 온타리오 그리고 일본 카나가와의 파트너 쉽을 활발하게 지원하고 있다.

방문지 정보

방문일시: 2019 년 4 월 10 일 오후

미팅형식: 발표 및 토론

담당자:

Name: Carmen Hawkins
Tel: +49 711 126 2663
Fax: +49 711 126 2878
E-Mail: carmen.hawkins@um.bwl.de

슈투트가르트 공항
Flughafen Stuttgart GmbH

Flughafenstraße 32
70629 Stuttgart, Germany
Phone.: 0049 711-948-0
E-Mail: info@airport-stuttgart.com
Web: www.flughafen-stuttgart.de

간단소개

슈투트가르트 공항은 해당 지역의 교통 허브와 핵심 경제지구로서 중심적인 역할을 하며 많은 에너지를 소비한다. 2017 년에는 난방과 연료를 포함하여 99.8 GWh 소비하였는데, 이는 4 인 가구 기준 2 만 가구 수요에 버금가는 수준이다. 그렇기 때문에 슈투트가르트 공항은 미래지향적인 에너지 공급을 적극적으로 발전시켜야 할 의무가 있는 것이다. 같은 맥락으로 자회사 슈투트가르트 공항 에너지 GmbH (FSEG)는 자체적인 열병합 발전소 및 태양광 발전소를 통해 친환경 전력를 생산하고 있다.

재생에너지를 통한 전력 공급을 지지하고 에너지 비용을 절감할 뿐 아니라 추가적인 수익을 창출하기 위해 슈투트가르트 공항은 특히 수요 관리(DSM)에 집중하고 있다. 뿐만 아니라 에너지를 많이 소비하는 환기 장치나 냉각 기기 등은 에너지 저장장치를 통해 유연하게 가동하고 있다. 이런 방식으로 슈투트가르트 공항은 피크부하(최대 수요 전력)를 줄이고, 전력생산설비로 생산한 전력을 전력망 안정성 보장을 위해 판매 할 수 있게 되었다.

동시에 슈투트가르트 공항은 에너지를 어떻게 더 효율적으로 사용하고 어느 부분에서 더 절약할 수 있을지 고민 하고 있다. ISO 500001 에 따른 고전적인 에너지 관리 이외에도 미래를 위한 혁신적인 솔루션 인 "Smart Energy Hub"에도 참여 하고 있다.

이 센서 기반의 스마트 데이터 시스템은 수요 예측을 바탕으로 개별 시설에 대한 최적의 실시간 가동계획을 수립한다.

슈투트가르트 공항은 독일 최초의 지역간 스마트 그리드인 C/sells 에 참여하고 있다. 공항은 여기서 프로슈머의 역할을 맡고 있는데, 생산자로서 재생에너지를 공급하는 동시에 소비자로서 수요에 따라 소비한다.

슈투트가르트 공항은 수요관리, Smart Energy Hub, C/sells 의 3 가지 프로젝트를 통해 에너지 전환에 적극적으로 기여한다. 이 프로그램들은 중요한 연구 결과와 실례를 제공하며 이를 통해 독일 전체의 에너지 전환을 위한 교육의 현장이 되고 있다.

방문지 정보

방문일시: 2019 년 4 월 11 일 오전

미팅형식: 발표 및 가이드 투어

담당자:

Name: Elias Siehler
Tel: +49 711 948 3647
E-Mail: siehler@stuttgart-airport.com

지멘스 / 에너지 관리부

Siemens AG / Energy Management Division

SIEMENS
Ingenuity for life

Energy Management Division
Freyeslebenstraße 1
91058 Erlangen

Tel.: +49 180 524 70 00
E-Mail: support.energy@siemens.com
www.siemens.com

간단 프로필

세계 시장을 주도하는 하나의 기업으로써 우리는 우리의 제품과, 솔루션, 서비스 그리고 생산력으로 에너지 테크닉 분야의 기준을 세우고 있다. 그리드 연결분야에서 우리는 미래 전력송전을 위해 발생하게 될 복잡한 도전과제들을 극복하는데 기여하고 있으며, 에너지 분야의 민첩함으로 현재 당면한 그리고 미래에 닥칠 전력배전 분야 도전 과제들의 솔루션을 제공하고 있다. 완벽하게 통합된 Power 로 우리는 믿을수 있고 안전하고 그리고 효율적인 산업, 건물 그리고 발전기의 전력 생산을 가능하게 하고 있다.

지멘스의 제품과, 솔루션 그리고 서비스들은 이분야 전체의 가치사슬을 커버 하고 있다. 우리는 미래 에너지 구조에 적극적으로 기여 하고 있으며 전력 생산을 전력망 연결 부터 최종 소비자까지 모든 참여자들에게 성공적인 스토리를 만들어 주고 있다.

Microgrid Labor Erlangen

증가하고 있는 전력생산 구조의 분산화와 복잡성은 오로지 디지털 IT 기술이 접목되었을때만 제어가 가능해 진다. 그런 이유로 오늘날 특별히 배전망 분야에서는 지능적인 기술 및 장비 확충이 이루어 지고 있다. 이러한 발전과정을 통해 현존하고 있는 배전망에 대한 확연하게 증가된 제어 및 관리가능성 뿐 아니라 망 설계 및 배전망 구성 가능성과 전력 생산자와 전력 중개인을 위한 새로운 사업 모델도 생겨났다.

새로운 기술들이 투입되는 흥미로운 분야 중에 하나가 바로 마이크로 그리드(분산전력망) 이다. 마이크로 그리드는 바로 자신만의 설비를 통해 전력 발전, 배전 그리고 저장을 가능하게 하는 소규모 지역에 한정되어 있는 고압 및 저전압망 구조를 의미한다. 마이크로 그리드는 광역의 전력 시스템 에도 연결되어질수 있지만 소위 섬 안에서도 광역 전력망과는 전혀 별개로 독립적으로 작동 될 수 있다.

독일 에어랑엔에 있는 지멘스의 Microgrid Labor 에서는 이 새로운 솔루션이 테스트 되는 곳이다. 더 나아가 우리는 이 곳에서 관심있어 하는 사람들을 위해 시범운영을 보여 줄 수도 있다. 전력 마이크로 그리드 장치는 한개의 싱크로 발전기와 하나의 변압기가 있는 배터리저장시스템, 3 개의 변압기에 기반을 둔 2 개의 에뮬레이션 시스템, 조정할수 있는 압력, 한개의 역시 조정할 수 있는 변압기와 하나의 전원장치로 이루어져 있다. 여기서는 다양한 프로세스로 시범 운영을 해 보일 예정이다: 온 그리드, 오프 그리드, 에러 식별, 블랙 스타트 기술, 상위 전력망과 동기화.

방문지 정보

방문일시: 2019 년 4 월 11 일 오전

미팅형식: 발표 및 시설 소개

담당자:

Name:강동구 이사
Tel: +82-2-3450-7346
Fax: n.a.
E-Mail: dongku.kang@siemens.com

Next 발전소

Next Kraftwerke GmbH

Next Kraftwerke GmbH
Lichtstr. 43g
50825 Köln

Tel.: +49 221/ 82 00 85 – 0
E-Mail: info[at]next-kraftwerke.de
Website: www.next-kraftwerke.de

간단 프로필

우리의 가상발전소 비전은 2009 년 시작되었다. 오늘날 우리는 유럽에서 가장 큰 가상 발전소 중 하나를 운영하고 있는데 이는 2 개의 원자력 발전소의 용량에 버금가며 8 개 국가에 지사를 가지고 있다. 글로벌 에너지 전환이라는 목표를 가지고 전세계적으로 생태적이고 경제적인 전기 생산이 가능해지도록 우리는 계속 성장하고 있다. 우리의 가상 발전소 안에서 우리는 전력 상품화 에 필요한 IT, 제어 기술, 전력 거래, 고객 지원, 에너지 경제학 및 판매부서들을 하나의 지붕아래 두고 있다.

사내 거래 부서를 통해 우리는 고객에게 엄청난 스펙트럼의 다양성을 제공한다. 즉 우리는 EPEX SPOT 전력거래소의 Intraday 시장과 Day-Ahead, 송전망 운영업체의 정규 에너지 시장,및 기타 국제 전력 시장으로의 접근 기회를 제공한다.

또한 우리는 공공 전력회사(시립 발전소), 그리드 어카운팅 담당자, 그리고 그리드 어카운팅을 직접 관리 하는 에너지 공급자들을 지원한다.
우리 가상 발전소의 데이터는 이를 위한 중요한 도구가 되는데, 5400 개 이상의 발전소의 실시간 전력 입출력 데이터를 통해서 정확한 예측을 할 수 있는 기초를 제공한다. 그 외에도 자체적인 기상학적 분석으로부터 지속적으로 갱신된 기상 데이터가 있다.
2018 년부터는 우리의 NEMOCS 인프라를 제 3 자에게도 이용가능하게 하여 직접 가상 발전소를 건설할 수 있도록 했다.

가상 발전소의 작동원리

가상 발전소는 분산된 전원을 공통 제어시스템을 통해 전력망에 통합 시키는 것이다. 분산된 전원들은 바이오가스, 풍력, 태양광, 열병합 발전설비 또는 수력설비, 전력 소비사, 전력 저장장치 그리고 Power to X 설비가 해당된다. 가상발전소의 목적은 집단을 이룬 분산된 전원의 유연성과 생산된 전력을 공동 판매 하는 것이다. 전력 시장에서 분산적으로 전력을 생산, 저장 또는 소비하는 모든 주체는 가상 발전소의 일부가 될 수 있다. 전력 시장에서 분권적으로 생산, 저장 또는 소비하는 모든 주체는 가상 발전소의 일부가 될 수 있다.

서비스/제품

- 가상 발전소의 총 용량: 약 6000 MW
- 연결된 설비 수 : > 6800
- 거래 전력량(2017 년): 11.5TWh

직원 및 매출:

직원: 152, 매출(2017 년): 3 억 8200 만 유로

관심있는 협력분야:

- 제 3 자 가상발전소 개발
- 본사의 가상 발전소의 변동적인 전원 연결

방문지 정보

방문일시: 2019 년 4 월 12 일 오전, Haßfurt 공공 회사 방문의 일환으로

미팅형식: 회사 소개 및 P2G 를 예로 가상 발전소 작동 방법 소개 – Haßfurt 시립발전소 설비

담당자:

Name: Tobias Romberg
Tel: +49 221 820085-865
E-Mail: romberg@next-kraftwerke.de

베니오스

Venios GmbH

Schumannstraße 34 b
60325 Frankfurt a. M.
Deutschland

Tel.: +49 69 98959-578
E-Mail: info@venios.de
Website: https://venios.de

간단 프로필

IT 기업 Venios GmbH 는 2012 년부터 에너지 공급 분야의 새로운 도전과제들에 효과적으로 대응하기 위한 혁신적인 소프트웨어 솔루션을 개발하고 있다.

VEP(Venios Energy Platform)라는 Venios 의 기반 기술은 시간과 장소에 구애 받지 않는 전력 에너지 시스템 분석을 가능하게 한다. Venios 시스템은 다양한 데이터 소스와 모델(Big Data)의 대규모 동시 처리를 위해 설계되었다.

그리드 구역의 측량적 데이터 수집 가능성 외에도, 2 차 데이터 소스를 이용한 모델링 접근방식을 통해 지역의 전력 발전 및 소비를 분석할 수 있다.
토폴로지 및 로컬 전력망 장비에 대한 기존 및 파생 정보와 결합하여 부하 유량을 모델링 및 계산할 수 있으며, 지리 정보 시스템(GIS)을 사용하여 그래픽으로 제시할 수 있다.

Venios 는 혁신적 접근방법 으로 여러 차례 상을 받았으며 자체 연구 개발에서 나온 최근의 연구 결과는 정기적으로 발표되고 공표되고 있다.

사업분야:
IT 분야 서비스 제공

서비스/제품:
제품: Venios Energy Platform (VEP)

관심있는 협력 분야:
배전망 운영자를 위한 소프트웨어

방문지 정보

방문일시: 2019 년 4 월 12 일 오후

미팅형식: 발표

담당자:

Name: Jonas Danzeisen
Tel: +49 179 5164613
Fax:
E-Mail: jonas.danzeisen@venios.de