국외출장결과보고서 표준 양식

Ⅰ. 출장개요

○ 출장자 : 정훈

○ 목 적 : 독일 연방경제기후보호부(BMWK)가 주최하는 인포메이션 트립(Information trip) 참여*를 통해 독일의 탄소중립 달성을 위한 산업부문 에너지효율 향상 및 열병합 관련 추진현황을 파악하고 유관 기업 방문을 통해 산업계 동향 등을 조사하고 관련 전문가 네트워크를 구축하고자 함

* 독일 연방경제기후보호부의 에너지수출 이니셔티브의 일환으로 한독상공회의소(DHK)와 독일 연방수출경제청(BAFA), 독일 국제협력협회(GIZ GmbH), 독일에너지청(DENA) 및 energiewaechter GmbH가 공동 시행하는 독일 기업 및 지역 방문 시찰 프로그램

○ 기 간 : 2024.6.30.-2024.7.6

○ 대상국가 및 방문기관 : 독일/ Proton Motor Fuel Cell GmbH, Orcan Energy, ELWA Electric Heat GmbH & Co.KG, Stadtwerke Friedrichshafen GmbH & Co. KG, MTU/Rolls Royce Power Systems, Esslingen am Neckar 등

Ⅱ. 출장내용

○ 주요 활동 내용 (6/30, 일)

- 한국 11:40 출발, 독일(뮌헨) 17:40 도착하여 숙소로 이동

○ 주요 활동 내용 (7/1, 월)

- Kick off 세미나 참석, 전문가 개별 미팅 및 Proton Motor Fuel Cell GmbH 방문(뮌헨 지역)

시간	주요 활동	세부내용
9:00~ 12:30	Kick off 세미나 참석	• Kick off 세미나 참석을 통해 독일의 에너지 및 산업전환 동향 파악 - 독일의 에너지전환에 대한 개요 (Ferdinand Elsäßer, Senior Consultant, energiewaechter GmbH) - 한독 에너지 파트너십 – 협력을 위한 단단한 기반(Hannes Seitz, Senior Advisor, 한독 에너지 파트너십, adelphi) - 산업분야 에너지효율 & 탈탄소화 (Stefan M. Büttner, 글로벌 전략&영향팀 리더, 기후중립적인 생산 코디네이터, 생산 에너지효율 연구소(EEP), 슈트트가

<table>
<tr><td></td><td></td><td>르트 대학교 & 유엔유럽경제위원회(UNECE) 산업 에너지 효율 TF 공동의장
- 열병합 발전과 산업분야 폐열 활용 – 연구계 관점 (Christopher Schifflechner, 에너지 시스템 교수진(LES) 연구그룹장, 뮌헨 공과대학교(TUM))
- 산업분야 폐열활용, 가스처리 및 폐기가스 시스템을 위한 시스템 솔루션 (Dominik Eberle, 해외 사업 개발, APROVIS Energy Systems GmbH)
- 에너지 효율적인 보일러 및 연소 시스템을 위한 기술 서비스 (Siegfried Schröder, 프로젝트 엔지니어, ERK Eckrohrkessel GmbH)
- 공급 인프라와 산업플랜트의 관리, 감독 및 자동화(Markus Haas, 해외 산업 매니저, 에너지 & 실외 자동화, SICK AG)
 </td></tr>
<tr><td>12:30~
13:30</td><td>전문가 대상 개별 자문</td><td>• Stefan M. Büttner 교수(유엔유럽경제위원회 산업 에너지효율 TF 공동의장)와 오찬 겸 별도 회의를 통해 독일의 탄소중립 산업정책 현황 및 계획 등 자문
- 미국 IRA, EU 탄소중립산업법(NZIA) 및 핵심원자재법(CRMA) 등에 대응하기 위한 독일 제조업 중심의 산업부문 탄소중립 전환과 산업경쟁력 강화를 위한 전략과 정책에 대해 논의
- 독일은 기후보호법을 개정하여 2045년 기후중립을 목표를 제시하고, 500억 유로 규모의 CCFD(C탄소차액계약제도)를 도입함. 또한 배출권거재제도 수입으로 조성한 KTF(기후변환기금)에 2,120억 유로 규모의 예산을 할당하여 산업부문 탈탄소화, 건물 개조 등에 지원하도록 함
 </td></tr>
<tr><td>14:30~
17:00</td><td>Proton Motor Fuel Cell GmbH 방문</td><td>• 산업 및 건물에너지 공급을 위한 수소연료전지 기업인 Proton Motor Fuel Cell GmbH을 방문하여, 해당 기업의 제품개발 및 사업화 현황 관련 세미나 참석 및 제품 생산 설비와 제작제품 등을 시찰함</td></tr>
</table>

○ 주요 활동 내용 (7/2, 화)

- 폐열발전 기업인 Orcan Energy와 Power2Heat 기업인 ELWA Electric Heat GmbH & Co.KG를 방문하여 세미나 참석 및 현장 시찰. 이후 Friedrichshafen 지역으로 이동

시간	주요 활동	세부내용
9:00~12:00	Orcan Energy 방문	• 2세대 유기랭킨사이클(ORC) 기술을 기반으로 다양한 폐열을 활용한 모듈형 발전시스템을 개발·생산하는 Orcan Energy 기업을 방문하여 기술 및 제품 소개, 기술개발 현황 등에 대한 세미나를 진행
1. 14:00~16:0	ELWA Electric Heat GmbH & Co.KG 방문	• 잉여전력을 열로 저장하여 지역 난방에 공급하는 P2H 시스템 개발 업체인 ELWA에 방문하여 기술 및 제품개발 프로젝트 등에 대한 세미나를 진행하고, 이후 인근 Fuchstal 지역에 설치된 4.7MW 규모의 P2H 시스템 현장 사이트 방문하여 시찰함. Fuchstal 지역은 태양광, 풍력 등 잉여전력을 열로 저장하여 난방을 공급하고 있어 화석연료 없이 에너지를 자급자족하고 있으며, 주민들의 투자 참여로 주민 수용성을 제고함

○ 주요 활동 내용 (7/3, 수)

- Friedrichshafen 지역 에너지기업인 Stadtwerk am See GmbH &

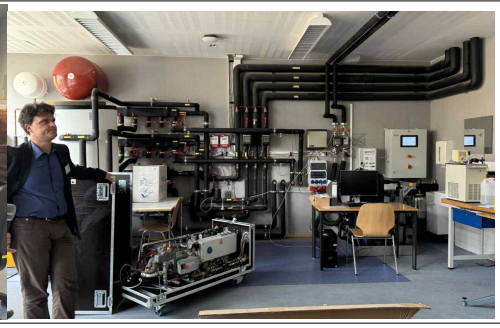
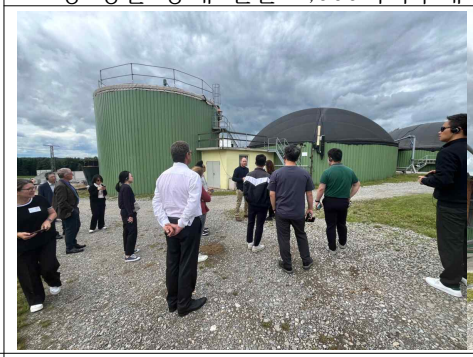
Co. KG와 MTU/Rolls Royce Power Systems 기업에 방문하여 세미나 진행 및 열병합발전 설비와 지역난방망 등 시찰

시간	주요 활동	세부내용
9:00~12:00	Stadtwerk am See GmbH & Co. KG 방문 및 지역 에너지 센터 견학	• Friedrichshafen 지역 에너지기업인 Stadtwerk am See GmbH & Co. KG에 방문하여 EU 그린딜과 독일의 Heat Planning Act 등 열 관련 정책 동향 및 해당 지역의 열 네트워크 등에 대한 세미나를 진행함. 그 후 지역 에너지센터에 방문하여 열병합발전 및 산업폐열을 활용한 1MW급의 소규모 지역난방망을 시찰함
14:30~17:30	MTU/Rolls Royce Power Systems 방문	• 발전기 및 엔진을 개발하는 기업인 롤스로이스의 파워시스템 사업부(MTU)에 방문하여 열병합발전기(CHP)와 가스발전기, 배터리에너지 저장시스템(BESS) 등과 마이크로그리드와 연계할 수 있는 솔루션 소개 및 가동 발전기 시스템 시찰

○ 주요 활동 내용 (7/4, 목)

- 바덴뷔르템베르크주 소도시인 Biberach an der Riß 시청 방문 및 Hochschule Biberach 대학교에 방문하여 지역 난방계획 및 관련 연구 동향에 대한 세미나 진행. Hochschule Biberach 재생에너지 현장 실험실 중 하나로 농장에서 운영 중인 바이오가스 플랜트를 방문하여 시찰한 이후 에슬링겐 지역으로 이동하여 그린수소 관련 연구 프로젝트 설비를 견학함

시간	주요 활동	세부내용
8:30~11:00	Biberach an der	• Biberach an der Riß 시는 독일의 연방주들 중 선도적으로 지역 난방계획을 수립하고 지역 난방망을 확대하고 있는 바덴부르크 주에 위치한

	Riß 시청 방문	도시로, 시청에 방문하여 독일의 열정책과 지자체 차원의 지역난방 계획 및 현황 등에 대한 세미나를 진행하고 기 설치된 도시 내 난방망/건물 시찰함.
12:30~ 14:30	Hochschule Biberach 대학교 방문 및 실험실 견학	• Hochschule Biberach 대학교에서 추진하고 있는 주변 지역의 에너지 기기 분석 및 최적화 등의 연구 수행 내용과 지역에너지 공급에의 반영 등에 대한 세미나 진행 및 실험실을 견학함. 지자체와 지역 내 대학이 연계하여 기후중립을 위한 비용효율적이고 지역 난방망 구축 및 확산을 위해 협력하고 있음을 확인 
14:30~ 16:30	바이오가스 플랜트를 운영 중인 Ummendorf 지역 개인 농장 방문	• 현실 실험실의 일부로 열병합 발전기를 갖춘 바이오가스 플랜트가 운영되고 있는 Neue Weststadt 농장에 방문하여 플랜트 및 열병합 발전설비 등을 시찰함, 농촌 지역에 위치함에 따라 인근 지역의 폐식물 등 바이오 폐기물들을 활용하여 전기와 열을 동시에 생산하고 소규모 지역난방 망을 통해 인근 1,000여가구에 열을 공급하고 있음 
16:30~ 20:00	에슬링겐으로 이동 후 neue-weststadt(기후지구) 방문 및 그린수소	• 독일 연방경제기후보호부(BMWK)와 연방교육연구부(BMBF)가 지원하는 6개 도시계획 국가 프로젝트 중 하나로 기후 지구로 조성된 지역에 위치한 아파트/상업 복합 건물에 방문하여, 해당 건물 지하에 설치된 그린수소 생산 설비를 견학함

	생산 시설 견학	

○ 주요 활동 내용 (7/5~7/6, 금~토)

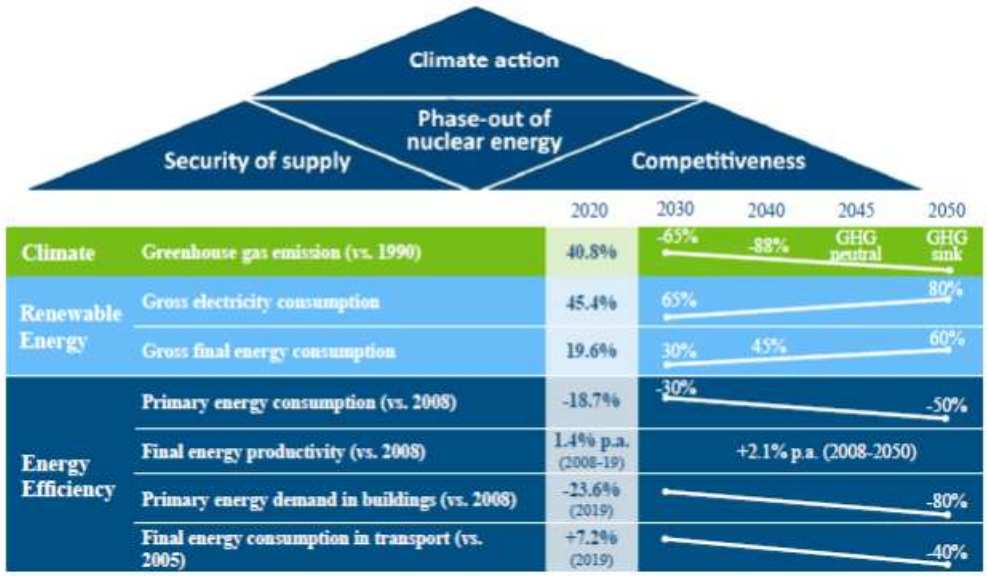
- 독일 슈투트가르트 공항 13:15 출발, 뮌헨 공항 14:10 도착
- 독일 뮌헨 공항 15:50 출발, 한국 7/6(토) 9:55분 도착

Ⅲ. 시사점 및 특이사항

○ 독일은 2021년 기후보호법(Klimaschutzgesetz)을 개정하여 기후중립 달성 시점을 2045년까지 앞당기고, 분야별 감축목표를 설정하여 저탄소 경제 전환을 위해 다각도로 정책을 추진하고 있음

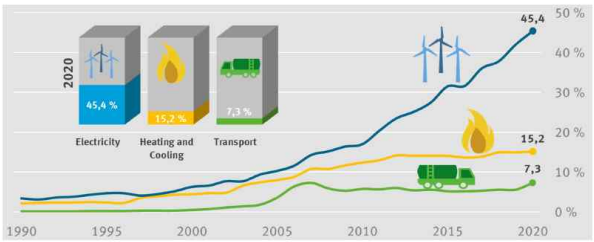
- 재생에너지 관련 목표로는 2050년 전력 소비의 80%, 최종에너지 소비의 60%를 재생에너지로 충당할 것을 목표로 제시하고, 1차 에너지 소비 감소, 최종에너지 생산성, 건물 부문 에너지 수요 저감 등 에너지효율 관련 목표 등을 제시함

<독일의 기후중립 달성을 위한 에너지 부문 목표 현황>



- 또한 독일의 재생에너지 전력비중은 45.4%(2020년 기준)로 높으나 북부지역에 풍력단지가 집중되어 있고 수요처인 산업단지는 남부지역에 집중되어 있어 전력망 문제가 대두되고 있음

<독일 전력/냉난방/수송 부문별 재생에너지 비중>



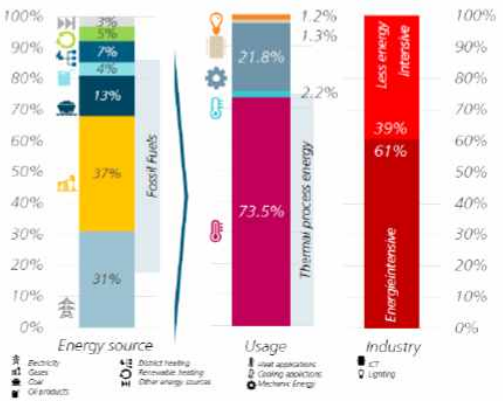
<독일 북쪽-남쪽 지역간 전력망 연계 필요성>

- 산업 부문의 탄소배출 감축을 위해 2023년 6월 500억 유로 규모의 탄소차액계약제도(CCFD, Carbon Contracts for Differences)를 도입하는 등 다양한 정책을 추진 중임. 또한, 산업 부문의 탈탄소화 전환을 위해 에너지 및 자원 효율화, 탄소가격제도, 청정기술에의 투자 등을 추진하고 있으며, 이러한 산업 부문 전환을 지원하기 위한 주요 재원으로 2천억 유로 규모의 기후변환기금(KTF, Climate and Transformation Fund)을 활용하고 있음

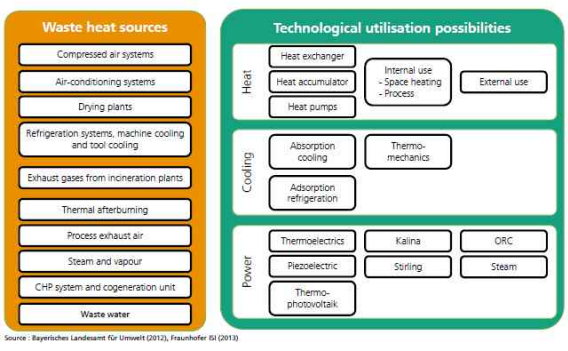
○ 독일은 에너지 집약적 산업 비중이 높고 열에너지 사용 비중이 높아, 산업부문의 에너지 효율향상을 위해 산업 폐열 활용을 위한 발전 기술, P2H 등 다양한 기술개발 활동을 활발히 하고 있음

- 독일은 에너지 집약적 산업이 61%를 차지하고 있으며, 산업 부문에서 여전히 80% 이상 화석연료 기반 에너지원을 사용하며 73.5%가 열에너지 형태로 사용하고 있음. 이에 폐열을 활용 등 기술혁신을 통해 34% 가량의 산업부문 에너지 절감이 가능할 것으로 분석됨

<독일 산업부문 에너지 소비 특성>

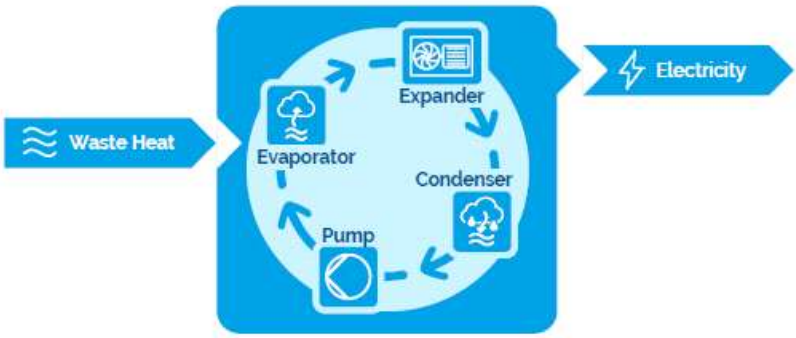


<폐열원의 종류와 기술적 활용 가능성>



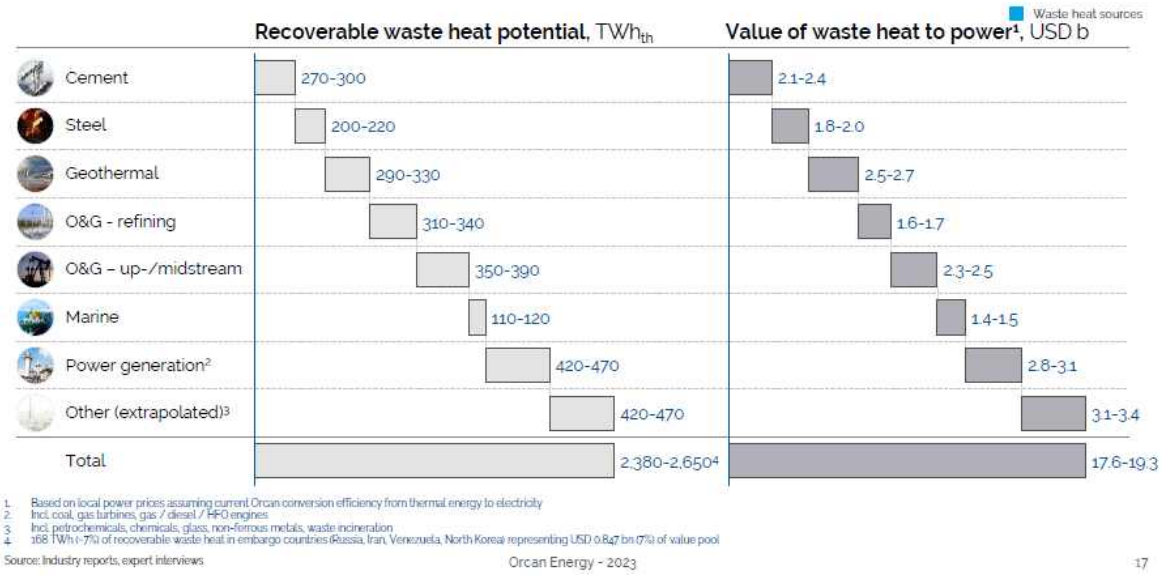
- 방문 기업 중 Orcan에서는 ORC(Organic Rankine Cycle) 기술을 기반으로 산업폐열을 활용하여 전기를 생산하는 모듈형 제품을 개발하여 사업을 추진하고 있음

<독일 Orcan 기업의 폐열 활용 발전 기술 개요>



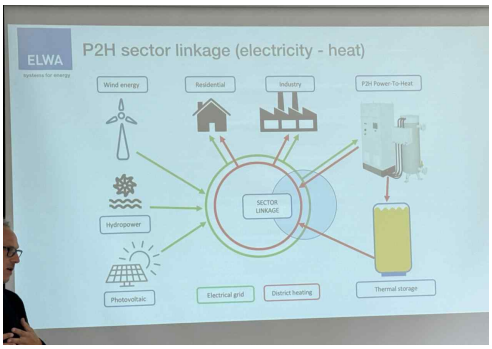
- 전세계 폐열 재활용 잠재량은 2,380~2,650TWh$_{th}$ 규모로 추산되고 있으며, 특히 시멘트, 철강, 석유 정제 등 에너지 다소비 산업군에서의 잠재량이 많아 향후 산업부문 탈탄소화 수단으로 폐열 활용이 확대될 것으로 전망됨

<전세계 폐열 재활용 잠재량 및 시장가치 전망>

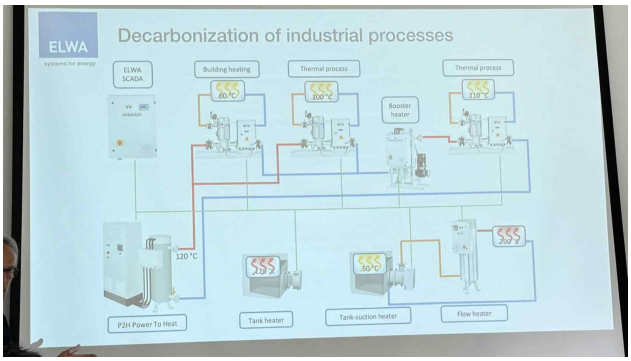


- 방문 기업 중 ELWA에서는 산업공정의 탈탄소화를 위해 P2H(Power to Heat)를 통해 열에너지를 공급하는 솔루션을 개발함

<P2H 섹터별 연계 개요도>



<P2H를 활용한 산업공정 탈탄소화 방안>

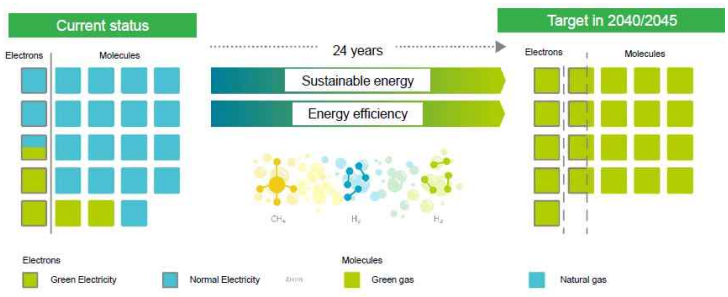


○ 독일은 EU 지침과 연계하여 산업 부문뿐 아니라 난방 부문의 탈탄소화를 위해서도 법률을 제정하고 관련 정책을 강화하고 있음

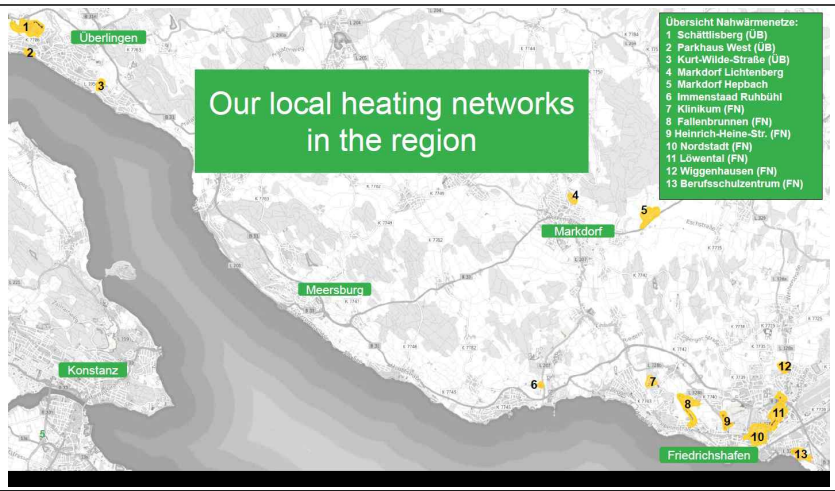
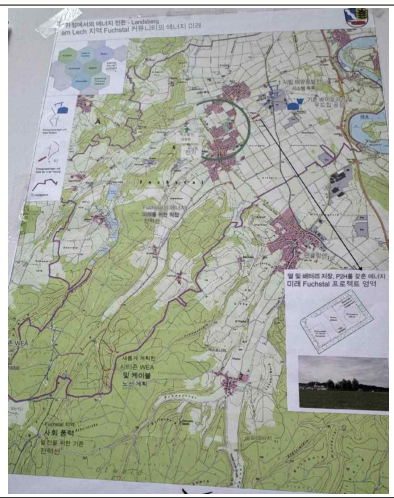
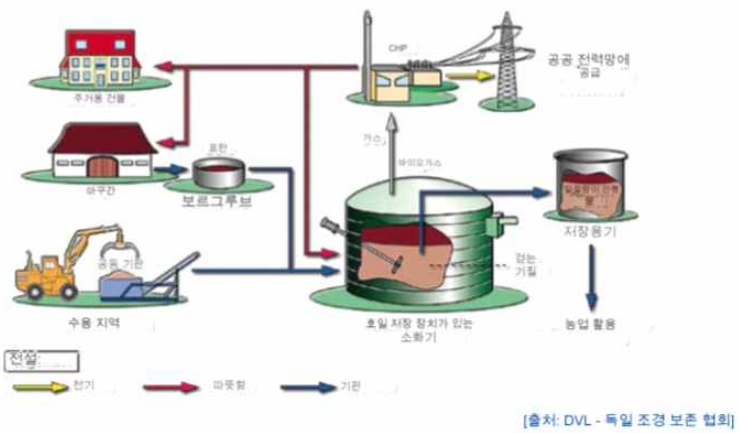
- EU는 2023년 에너지효율지침(EED) 2차 개정을 통해 에너지 효율성 우선 원칙을 EU 에너지 정책의 기본원칙으로 확립하고, 2050년 지역 냉난방 공급의 탈탄소화를 위해 인구 45,000명 이상 대규모 도시에서의 지역 냉난방 계획 수립을 의무화하고, 재생에너지와 폐열 및 냉난방 시스템 통합 등의 방안을 제시함
- 독일 연방정부는 이러한 EU의 지침 개정안에 따라 2023년 11월 'Heat Planning Act(열 계획법)'을 채택하여 인구 10만 이상 지역에서는 2026년 6월까지, 인구 10만 이하 지역에서는 2028년 6월까지 열 계획을 수립하도록 함. 또한 난방 부문의 기후중립을 위해 재생전력과 그린수소를 활용할 계획임

<독일의 난방방식별 CO_2 배출량>

<난방 부문의 에너지 전환 계획>



- EU, 독일의 냉난방 부문 정책 추진으로, 독일 내에서는 지역별 특색에 따라 난방 및 산업용 열 공급을 위한 열 네트워크를 구성하고 열병합발전과 재생에너지, 히트펌프, 온수저장 등을 연계하여 다양한 프로젝트를 시도하고 있음

Stadtwerk am See GmbH & Co. KG에서 구축한 보덴호수 인근 지역의 열 네트워크	
Biberach 지역의 에너지전략 (재생에너지원을 이용한 미형 지역 열 공급)	
ELWA에서 추진 중인 Fuchstal 지역의 열 및 에너지저장, P2H 연계 에너지 네트워크 지도	
Hochschule Biberach의 현장 실험실로 Ummendorf 지역 개인 농가에서 운영 중인 열병합 발전 연계 바이오가스 플랜트 개요	

○ 독일은 러-우 전쟁으로 에너지 요금이 급증함에 따라 독일 경제 및 산업계에 큰 영향을 받았으나, 이로 인해 산업/건물 부문 에너지 효율향상을 위한 다양한 기술개발과 사업모델을 발굴하고 있으며 청정기술에 대한 주민수용성 제고 요인으로 작용함을 확인함

- 독일에서는 잉여 전력의 열저장(P2H), 산업부문 폐열/지열 등을 활용한 발전, 재생에너지 및 열병합발전소 연계, 발전설비에서 발생하는 열 저장 및 지역난방으로의 연계 등 산업/에너지효율 향상을 위한 다양한 기술개발 및 사업화가 추진 중임
- 에슬링겐 지역의 neue-weststadt(기후 지구)에서 추진되고 있는 프로젝트는 잉여전력을 활용한 그린 수소 생산 및 수전해 공정 과정에서 발생하는 열을 저장하여 난방용으로도 공급하고 있으며, 이 프로젝트의 전체 투자액인 600만 유로의 절반 가량을 독일 연방정부에서 지원받음. 본 수소 설비는 도심 내 주거/상업 복합 건물 지하에 설치되어 있음에도 주민들의 반발이 없었으며, 이를 위해 프로젝트 시작 전 1-2년에 걸쳐 주민설명회를 충분히 진행하였음을 확인함. 또한, 주민들 입장에서도 해당 설비를 통해 에너지 요금이 절감될 수 있어 이러한 신규 기술/설비에 대해 수용성이 높으며, 이러한 수소 설비 외에도 지역 난방망 연결 등 에너지 요금을 절감할 수 있는 신규 설비 도입을 요구하는 주민들이 많음을 확인

※ 선물수령 관련

- 선물수령 여부 : □ 예. ▣ 아니오.
- 선물신고 여부 : □ 예. ▣ 아니오.

10만원(미화 100달러) 이상의 선물은 신고하여야 하며, 시장가액을 알 수 없는 경우에는 해당 선물목록을 제출하고 논의를 거쳐 신고 여부 결정

Ⅳ. 첨부자료

○ 공무국외출장 계획서

○ 계획에 따라 현지 일정이 진행되었음을 증명할 수 있는 자료

- 항공권 및 열차·버스 승차권 등
- 호텔 등 숙박비 Invoice 또는 영수증
- 회의 참석 또는 기관 방문시 면담·회의 장면 사진 등

※ 첨부자료를 통한 개인정보 노출에 주의(필요시 부분 삭제)