

# 해외출장 결과보고

## 1. 출장개요

- 친환경적인 신·재생에너지 분야의 변화를 리딩하는 독일, 네덜란드의 기관 및 생태마을을 방문하여 벤치마킹 실시
- 친환경 에너지 관련 해외산진 정책과 정책실행 사례 등을 전 직원에게 전파하여 관련 연구방향 및 정책 수립 시 활용

- 출 장 명 : 전국시도연구원협의회 유럽 친환경 에너지 및 재생에너지 벤치마킹 교육 연수
- 출장기간 : 2016년 5월 18일(수) ~ 5월 25일(수), 6박 8일
- 출장지역 : 독일, 네덜란드
- 출 장 자 : 임해규 원장, 정형기 차장

### 〈 주요 일정 〉

날짜	출발지	도착지	주요 일정
5/18 (수)	한국 (인천)	독일 (프랑크푸르트)	<ul style="list-style-type: none"> <li>출국(13:00)</li> <li>이동 : 인천 → 프랑크푸르트</li> <li>숙소 이동 (연수 오리엔테이션)</li> </ul>
5/19 (목)	독일 (하이델베르크, 네카르줄름)		<ul style="list-style-type: none"> <li>인프라 탐방 (하이델베르크 대학 등)</li> <li>공식방문 1) 네카르줄름 에너지센터</li> </ul>
5/20 (금)	독일 (프랑크푸르트)		<ul style="list-style-type: none"> <li>인프라 탐방 (프랑크푸르트 시청 등)</li> <li>공식방문 2) 프랑크푸르트 시 에너지사업본부</li> </ul>
5/21 (토)	독일 (켈른)		<ul style="list-style-type: none"> <li>문화시찰 (로렐라이 일대, 쾰른 대성당 등)</li> </ul>
5/22 (일)	독일 (뒤스부르크)	네덜란드 (암스테르담)	<ul style="list-style-type: none"> <li>인프라 탐방 뒤스부르크 북부경관 공원</li> <li>이동 : 뒤스부르크 → 암스테르담</li> </ul>
5/23 (월)	네덜란드 (암스테르담)		<ul style="list-style-type: none"> <li>인프라 탐방 잔세스칸스 (풍차마을, 운하)</li> </ul>
5/24 (화)	네덜란드 (암스테르담)		<ul style="list-style-type: none"> <li>공식방문 3) 네덜란드에너지연구센터(패튼 본부)</li> <li>공식방문 4) 바트호르스트 인포센터</li> <li>이동 : 암스테르담 → 인천(21:20 - 익일 15:00)</li> </ul>
5/25 (수)	한국 (인천)		<ul style="list-style-type: none"> <li>도착(15:00)</li> </ul>

## 2. 출장지 사례 및 현황

### 1) 독일 스타트베르크 네카르줄름 에너지 센터

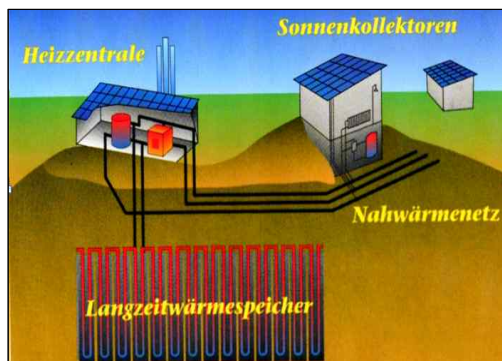
#### 가. 개요

- 일 시 : 2016. 5.19(목) 14:00
- 장 소 : Stadtwerke Neckarsulm Kunden & Energiezentrum Am Hungerberg 1, 74172 Neckarsulm
- 주 제 : 네카르줄름의 태양열 에너지 지역난방 사례, 태양열 에너지 주택 및 마을 현장 탐방
- 안 내 : MR. Bernd Henninger

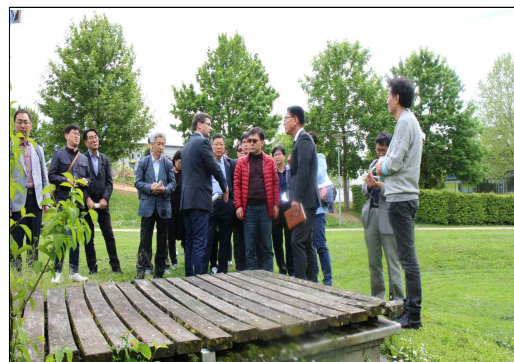
#### 나. 주요내용

- 독일 네카르줄름은 독일 북부 바덴뷔르템베르크 주의 도시로 슈투트가르트 주변에 위치해 있으며, 1990년대 초부터 태양열 지역 난방시스템을 구축한 대표적 마을 (주민 규모 26,000명)
  - 생태마을 Grenchen 도로에 유럽 최초의 태양열 지역난방시스템 구축(벤치마킹 사례)
  - 환경상 수상( 바덴 뷔르템 베르크주 1998년 ), 독일의 태양광 수상 (지방자치단체 1999년)
- 고유의 태양전지를 이용한 지역난방 시스템 개념 확립 / 태양 광발전 시스템 실현(에너지 주택)
  - 네카르줄름 태양열 에너지 지역난방시스템은 태양열집열판, 장기축열시설, 가열네트워크, 옥내난방시스템으로 구성되어 있으며, 건물 옥상에 설치된 태양열 집열판을 통해 획득한 태양열 에너지를 지하에 설치한 장기축열시설과 가열네트워크를 활용하여 연중내내 난방을 제공하는 시스템
  - 태양광 지붕 설치 및 에너지 절약 대책에 대한 재정적 인센티브를 제공하며, 특히 오래된 건물에 보조금을 지급하여 단열, 건물 열 보호 유리, 열 펌프 및 바이오 매스 보일러 설치를 장려하고 있음

〈네카르줄름 태양열 에너지 지역난방시스템〉



〈네카르줄름 지하 장기축열시설〉

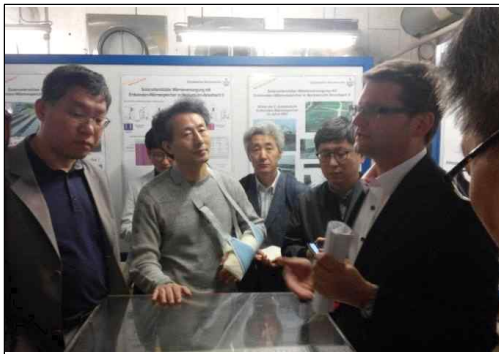


자료: Sonne Sammeln - Wärme auf vorrat! (StadtwerkeNeckarsulm, 2015)

○ 건물 에너지, 효율 건물 건설을 통해 성공적인 에너지 커뮤니티 운영

- 네카르줄름은 전체의 약 40% 정도인 10,000명의 주민에게 태양열 지역난방을 7,000평방미터의 지역에 공급하는 성공적인 에너지 커뮤니티를 운영하고 있으며, 향후 10,000평방미터 정도의 태양에너지 수집 면적을 보유를 목적으로 하고 있음
- 네카르줄름은 태양도시(Solarstadt) 건설을 지향하고 있으며, 도시개발 2030을 설정하면서 행정부, 의회, 시민이 지속적으로 도심개발을 위한 전략적 계획에 참여하고 있음

〈 MR. Bernd Henninger 브리핑 〉



〈연수단 단체사진〉



## 2) 독일 프랑크푸르트 시 에너지사업본부

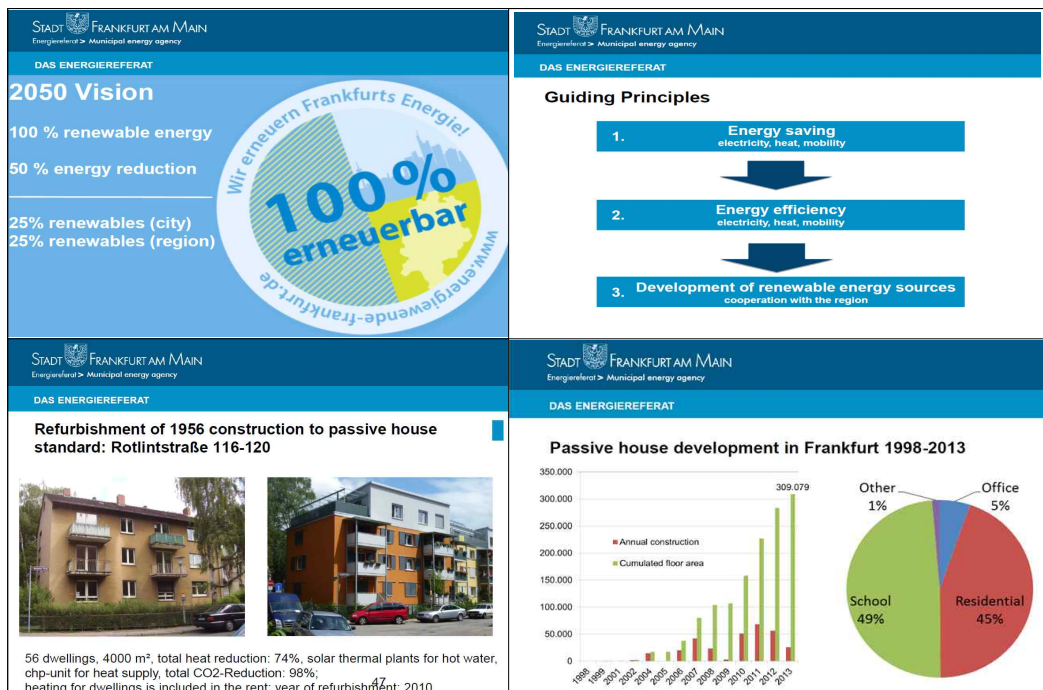
### 가. 개요

- 일 시 : 2016. 5.20.(금) 10:00
- 주 소 : Energiereferat Adam-Riese-Straße 25 60327 Frankfurt am Main
- 주 제 : 지속 가능한 에너지 계획(프랑크푸르트)
- 발 표 : MR. Paul Fay

### 나. 주요내용

- 프랑크푸르트시의 에너지 정책 및 성과 벤치마킹
  - 2021년 독일 전체 원자력발전소 가동 중단 등 시대적 요구를 반영하여 장기프로젝트 수립(VISION 2050)
  - 2050 신·재생에너지 100% 비전 달성을 위해 현재 에너지 사용량 100%중 50%는 저감하고 25%는 도시내에서 신·재생에너지로 전환하고, 25%는 지역에서 신·재생에너지로 전환하는 목표를 수립함
  - 목표 달성을 위한 중요 원칙 : 1. 에너지 절감 2. 에너지 효율화 3. 신·재생에너지 개발
  - 특히, 프랑크푸르트시는 도시 지역에서의 에너지 수요를 줄이기 위해서 패시브하우스 공급을 중시하고 있음 (프랑크푸르트 시의회 2008년 패시브하우스 의무화 규칙 제정)
  - 에너지 손실을 줄이고 절약하는 공법 등을 연구 및 지원하고 있으며, 지속적으로 패시브하우스의 비율을 늘려가고 있음(특히 사무용 비율이 높아질 것으로 기대됨)

### ○ 발표 주요 내용



○ 프랑크푸르트시 에너지사업본부

- 프랑크푸르트시 에너지사업본부는 도시의 에너지와 기후 보호 계획을 개발하고 구현하기 위해 친환경 도시 계획의 일환으로 1990년에 설립되었으며,
- Passive Housing(친환경주택) 정책을 추진하여 유럽 친환경 주택건설 모범 사례 평가 받음
- 특히 직접 방문한 프랑크푸르트시 에너지사업 본부 신축 건물은 2015년에 완공된 패시브빌딩으로  
시에서 정해진 패시브하우스 규격을 준수하여 설계 시공 되었음

〈 MR. Bernd Henning 브리핑 및 패시브하우스 사례〉





### 3) 네덜란드에너지연구센터(패튼 본부)




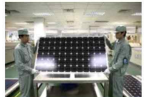





#### 가. 개요

- 일 시 : 2016.5.24(화) 10:00
- 장 소 : ECN, Head office Petten Westerduinweg 3, 1755 LE Petten 네덜란드
- 주 제 : 바이오매스 정책 소개, 저탄소 전략
- 발 표 : MR. Edze Diemer MR. Coen Hanschke

#### 나. 주요내용

- 에너지 연구센터 (ECN) 소개
  - 네덜란드 에너지 연구센터(ECN)는 유럽의 가장 큰 에너지 연구기관으로 법, 정치, 기술 등 학제간 연구 및 실천적 기술력 보유 : 종합 연구 가능(수요, 공급, 인프라)
  - 지속 가능한 에너지 시스템으로의 전환 활성화 및 친환경 에너지 지식과 기술 개발
  - 지역사회의 미래 친환경에너지와 에너지 분야의 글로벌 네트워크 구축 및 보급 추진
  - ※ 연구실적 : 2011년 481개 보고서 및 176개 과학 저널 기사 발표
- 발표 주요 내용
  - 한국과 네덜란드의 경제 및 탄소배출 통계를 비교하면 유사점이 높음
    - 국내총생산, 인구, 국토면적은 네덜란드의 3배이나, 1인당 국민 총소득은 네덜란드의 절반 수준임
    - 1인당 이산화탄소 배출량은 11~11.5톤 정도로 비슷함

#### ○ 발표 주요 내용

<p><b>Some key statistics for NL and South Korea</b> </p> <p>Source : World development indicators (Worldbank (2013))</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>GDP (billion US\$)</th> <th>Population (mio)</th> <th>GNI per capita (US\$)</th> <th>CO<sub>2</sub> emissions (metric tons per capita)</th> <th>Life expectancy at birth</th> <th>Land area km<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rep. of Korea</td> <td>1,304.5</td> <td>50.22</td> <td>25,920</td> <td>11.5</td> <td>81</td> <td>97,350</td> </tr> <tr> <td>NL</td> <td>402.3</td> <td>16.80</td> <td>51,060</td> <td>11.0</td> <td>81</td> <td>33,720</td> </tr> </tbody> </table>     <p>Diversification of industry in Korea and NL is similar</p>		GDP (billion US\$)	Population (mio)	GNI per capita (US\$)	CO <sub>2</sub> emissions (metric tons per capita)	Life expectancy at birth	Land area km <sup>2</sup>	Rep. of Korea	1,304.5	50.22	25,920	11.5	81	97,350	NL	402.3	16.80	51,060	11.0	81	33,720	<p><b>Policy framework energy transition Netherlands</b> </p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Clean</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Air emissions, incl. CO<sub>2</sub></li> <li>- Waste products</li> </ul> </li> <li>• <b>Secure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geopolitical dependance</li> <li>- Security of supply</li> </ul> </li> <li>• <b>Affordable</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Competitive position</li> <li>- Generation of economic activity</li> </ul> </li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Securing energy supply through less dependency on fossil fuels and gradual change to renewable sources</li> <li>• Diversification: A balanced mix of energy sources</li> <li>• In the longer term transition to a sustainable energy supply</li> </ul>
	GDP (billion US\$)	Population (mio)	GNI per capita (US\$)	CO <sub>2</sub> emissions (metric tons per capita)	Life expectancy at birth	Land area km <sup>2</sup>																
Rep. of Korea	1,304.5	50.22	25,920	11.5	81	97,350																
NL	402.3	16.80	51,060	11.0	81	33,720																
<p><b>New: Energy Agreement illustrating a typical aspect of Dutch culture</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2013: National Energy Agreement agreed with multiple stakeholders</li> <li>• The Energy Agreement illustrates an essential aspect of Dutch culture: try to reach compromises and include all relevant actors in a pragmatic way.</li> <li>• This is different from the British approach with its legally binding climate law or the German approach with active grassroots citizen groups operating independently from the large energy companies.</li> <li>• Short intro - <a href="https://www.youtube.com/watch?v=mmzZ-jibkQ">https://www.youtube.com/watch?v=mmzZ-jibkQ</a> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 14% RES in 2020 and 16% in 2023</li> <li>- 1.5% savings/year in final energy savings per year</li> <li>- 15,000 Full time jobs</li> <li>- In 2030 a top-10 position in mondiale Clean Tech Ranking</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Dutch lessons learned which are applicable in rep. of Korea</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provide a stable policy framework for renewables that fits well in the existing market</li> <li>• Take an integrated look at supply and demand of energy to select the best options available</li> <li>• Evaluate cross border electricity connection(s)</li> <li>• Do not neglect the 'silent fuel': energy efficiency</li> <li>• Include socio-economic factors (green jobs creation, local manufacturing)</li> <li>• Include the long term picture</li> </ul>																					

- 네덜란드의 신·재생에너지 비율은 현재 5% 수준으로 2020년 목표인 14%, 2023년 목표인 16%에 크게 못미치는 수준임 (1차 에너지 소비는 현재 가스, 석탄, 석유등에 의존도가 높음)
- 2013년 네덜란드 협약은 절충과 실용이라는 네덜란드 문화를 보여줌
  - 매년 에너지 1.5%씩 절약, 15,000개 상근 일자리, 2030년 세계 청정기술 순위 상위 10위 목표 등
- 네덜란드 에너지 정책에 있어서 한국의 적용 시사점
  - 기존시장에 맞는 안정적 정책 프레임 제공 하라
  - ‘조용한 연료’인 에너지 효율에 관심을 가져라
  - 가용한 최상의 선택을 위하여 에너지 수요와 공급을 통합적으로 보라
  - 사회 경제적으로(녹색일자리 창출, 지역 제조산업)를 함께 고려 하라
  - 장기적 관점의 계획이 필요

〈ECN 소개 및 사업 브리핑〉



〈연수단 단체 사진〉



〈기관 방문 사진〉



#### 4) 네덜란드 바트호르스트 인포센터

##### 가. 개요

- 일 시 : 2016.5.24(목) 15:00
- 장 소 : i-Centrum Vathorst Veenslagen 2 3825 RV AMERSFOORT
- 주 제 : 패시브하우스 등을 활용한 친환경 주택 지구 개발
- 안 내 : MS, Trudy de Mooy

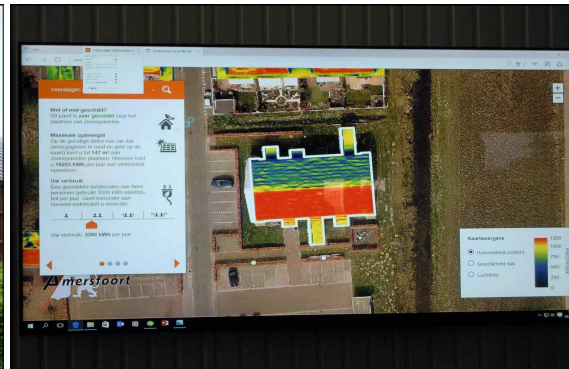
##### 나. 주요내용

- **Vathorst amersfoort** 소개
  - Vathorst는 아메르스포르트 도시의 새로운 지구로 대표적 친환경 개발 지역(주민 3만명)
  - 공공(시 지분 50%)과 민간파트너가 함께 통합개발을 추진하여 친환경 에너지 도시로 개발
  - 주민들의 생활 품질과 만족도를 위한 네덜란드에서 가장 큰 연구방식 중 하나로 주택과 플롯의 판매를 위한 I-센터 구성 (태양광을 활용한 에너지 제로 하우스 전시관)
  - I-센터는 지속가능한 에너지, 환경정보 등을 제공하여 효율적 에너지 관리에 적용  
(예 : 주택에 있어 태양열 노출 비율 등 통계 데이터 제공)
  - 네덜란드 건물 신축에 있어 EPC(에너지성능계수)를 가지고 패시브하우스 건설 유도하고 있으며, 바트호르스트에서는 정부의 EPN(에너지성능표준)보다 25%개선하도록 하고 있음
  - 따라서, 현재 바트호르스트에 신축된 11,000가구 및 신축 중인 2,700가구는 EPC 0.7 이하의 에너지 소비량이 적고 에너지능력이 뛰어난 패시브하우스 주택단지를 대규모로 형성함

< Vathorst amersfoort I-센터 >



< 에너지 효율 홍보 자료 >



< Trudy de Mooy 홍보담당 브리핑 >





### 3. 우리나라 에너지 관련 주요 현황

#### ○ 우리나라 신재생에너지 공급 목표

- 2035년 까지 1차 에너지의 11%를 신재생에너지로 공급 ( 12년 3.2% → 20년 5% → 35년 11%)
  - 14년~35년 기간 중 신재생에너지 연평균 증가율 6.2% 목표
  - 폐기물 비중 축소, 태양광과 풍력을 핵심 에너지원으로 육성
  - 35년에는 전체 전력량 중 13.4%를 신재생에너지로 공급
- ※ 제4차 신·재생에너지 기본계획(산업통상자원부, 2014)

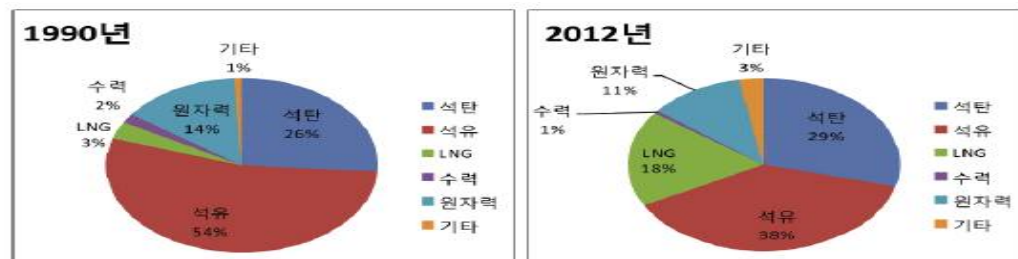
#### ○ 우리나라 온실가스 감축목표

- 2020년 중기 국가 온실가스 감축목표
  - 2020년 온실가스배출전망(Business As Usual,BAU) 대비 30% 감축(2009년)
- 2030년 국가 온실가스 감축목표
  - 2030년 온실가스배출전망 대비 37% 감축(2015년 확정)

#### ○ 신재생에너지 보급관련 마을단위 지원 사례

- 한국에너지공단 그린홈 마을단위 지원 사업
  - 2020년까지 신재생에너지주택 100호 보급 목표(태양광, 태양열, 지열, 풍력, 연료전지 등 신재생에너지설비를 주택에 설치할 경우 설치비 일부 정부지원)
  - 예) 태양의 땅, 해품도 충북 : 15년 마을단위지원사업 선정 결과 진천군 12개마을 최종선정
- 광해관리공단 미래코 제로 에너지마을 조성사업
  - 폐광지역 저소득층과 에너지 취약계층을 대상으로 신재생에너지 설비를 보급
  - (2013년 태백시, 2014년 문경시/영월군, 2015년 보령시 / 화순군, 2016년 정선군/삼척시)

〈 국내 에너지원별 1차 에너지 공급 현황 〉



〈자료 : 에너지 통계 핸드북, 한국에너지공단 2014년〉

---

## 4. 결과 및 시사점

- 독일 및 네덜란드의 경우 친환경 정책이 매우 체계적으로 갖추어 있음에도 불구하고 태양광을 활용한 에너지 보관기술, 패시브하우스 건설, 재생에너지 활용 다양화 등을 지속적으로 개선하고 있는 점을 고려 원자력발전소의 위험성, 미세먼지 등으로 사회 문제가 심각한 국내에서도 신·재생에너지와 친환경 에너지 생산을 위한 보다 적극적인 대처가 필요
- 또한 정책개발 뿐만 아니라 우리나라 1인당 이산화탄소 배출량은 네덜란드와 비슷하나 독일에 비해서는 높은 수준이며, 1인당 에너지 소비량은 독일 네덜란드에 비해 높은 수준임을 인식하고, 에너지 수요관리 등을 통해 1인당 에너지 소비량 감소를 위해 노력해야 됨
- 특히 독일, 네덜란드의 친환경 및 재생에너지 정책은 지역단위에서 민간 및 공공부분 공동으로 추진되고 있는 점을 감안하여 지역 단위의 에너지 자급자족, 태양광을 활용한 미래 대체에너지 보급 및 패시브하우스 건설 등에 있어서 국내에서도 지역주민이 공동으로 참여하는 방식에 대하여 적극적으로 벤치마킹해야 될 것으로 판단됨

## 5. 부록

### 1) 연수자 명단

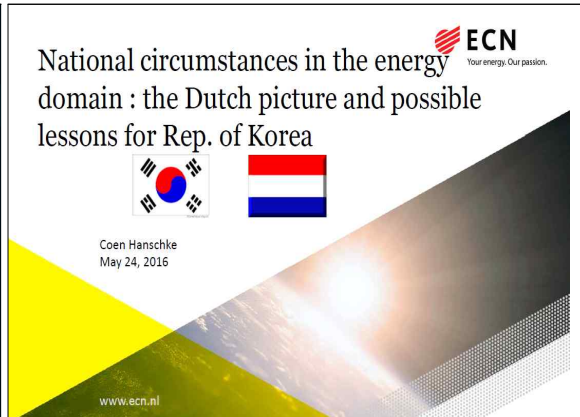
No	소 속	성 명	직 위
1	경기연구원	임해규	원장
2		정형기	관리 3급
3	울산발전연구원	황시영	원장
4		미영일	부연구위원
5	대전발전연구원	김용동	선임연구위원
6		임병호	책임연구위원
7	충남연구원	강현수	원장
8		오용준	지역도시연구부장
9		홍종남	경리팀장
10	부산발전연구원	강성철	원장
11		임호	선임연구위원
12	충북발전연구원	안주영	연구위원
13		유은지	5급 사무원
14	제주발전연구원	한승철	책임연구원
15		이지은	정보사서
16	한국지방세연구원	허동훈	원장
17		김필헌	세정연구실장
18	강원발전연구원	김인중	경제산업연구실장
19		진광배	4급 행정원
20	전북연구원	김보국	연구실장
21		김지신	기획담당
22	인천발전연구원	이용식	부원장
23		김성우	도시기반연구실장
24		권오현	차장

## 2) 방문기관별 발표자료(별첨)

〈 Energiereferat Municipal Energy Agency 〉



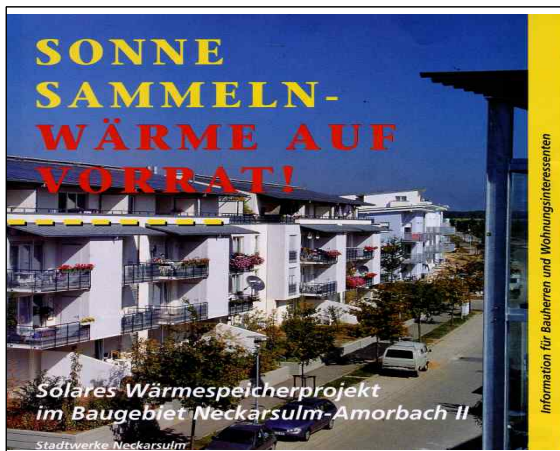
〈 Energy Research Centre of the Netherlands Landratsamt 〉



주) 본문 도표와 차트는 발표기관 자료 인용

## 3) 방문기관 수집 자료 등

〈 Neckarsulm-Amorbach 〉



〈Energy Research Centre of the Netherlands Landratsamt〉

〈 Vathorst amersfoort 〉





#### 4) 방문기관 및 면담자 연락처

구 분	기 관 명	면 담 자	연 락 처
1	Stadtwerke Neckarsulm Kunden & Energiezentrum  (독일 스타트베르크 네카르줄름 에너지센터)	Bernd Henninger  Abteilungsleiter Wärme	- 주 소 : Stadtwerke Neckarsulm Kunden & Energiezentrum Am Hungerberg 1 74172 Neckarsulm
2	Energierferat Stadt Frankfurt am Main  (독일 프랑크푸르트 시 에너지사업본부)	Paul Fay  Frankfurt am Main City Council	- 주 소 : Energierferat Adam-Riese-Straße 25 60327 Frankfurt am Main
3	ECN  (네덜란드에너지 연구센터 패튼본부)	Coen Hanschke  Business Development Manager	- 주 소 : ECN, Head office Petten Westerduinweg 3 1755 LE Petten The Netherlands
4	i-Centrum Vathorst  (네덜란드 바트호르스트 인포센터)	Trudy de Mooy  Manager i-Centre	- 주 소 : i-Centrum Vathorst Veenslagen 2 3825 RV AMERSFOORT