

독일의 과학기술체제와 기후변화정책

2020년 1월

저자 : 정선양 교수 (건국대학교 경영대학 기술경영학과)

- 목 차 -

제 1 절 독일의 국가혁신체제

1. 독일 국가혁신체제의 배경
2. 독일의 과학기술정책 거버넌스
3. 독일의 국가혁신체제 개관
4. 독일의 산업계
5. 독일의 공공연구기관
6. 독일의 정부연구기관
7. 독일의 대학

제 2 절 독일의 과학기술정책: 독일첨단기술전략을 중심으로

1. 독일첨단기술전략의 배경과 목표
2. 독일첨단기술전략의 구성
3. 독일첨단기술전략의 10대 미래 프로젝트

제 3 절 독일의 기후변화 대응 정책

1. 배경
2. 경제의 현대화 전략으로서의 기후변화 대응
3. 독일의 온실가스 중립적 사회로의 이행경로
4. 기후변화 대응의 목표와 수단
5. 기후변화 대응계획의 실행 및 갱신

제 4 절 독일의 기후보호를 위한 과학기술정책

1. 개관
2. 바이오경제
3. 환경 및 지속가능성 연구
4. 기후보호와 기후적응

제 5 절 결 론

참고문헌

제 1 절

독일의 국가혁신체제¹⁾

1. 독일 국가혁신체제의 배경

- 독일의 과학기술정책은 연방정부(Bund)와 지방정부(Länder)간의 긴밀한 협력으로 특징지어짐
 - 이는 독일이 역사적으로 연방제에 기반한 분권화된 정치구조의 영향을 크게 받았음
 - 즉, 독일은 역사적으로 도시국가적인 성격을 가지면서 지역간 경쟁이 치열한 국가였으며 근세에 들어오면서 비스마르크 이래 통일 국가를 건설하였으나 이같은 역사적 배경에 따라 지역의 균형적 발전은 크게 강조되었음
 - 이에 따라, 독일의 연방정부는 항상 사회문화 제도를 만들때 지방정부들의 협력을 바탕으로 추진하고 있음

- 독일의 헌법 제30조에 따르면 국가적 임무의 수행은 별 다른 규정이 없으면 개별 주들(Länder)의 소관으로 되어 있음
 - 그러나 과학기술진흥의 분야에는 연방정부(Bund)의 역할이 점점 증대되어 오고 있음
 - 또한 1969년 헌법 제91b조에 “연구진흥 공동임무”조항이 도입됨에 따라 과학기술분야에 대한 연방정부의 참여의 내용과 경계가 명확히 설정되는데, 특히 이 조항에서는 연방정부와 주정부가 지역을 초월한 중요성을 갖는 연구시설 및 연구과제들의 지원에 공동으로 협력할 수 있다고 명시하고

1) 이 장은 저자의 독일의 과학기술체제에 관한 그동안의 연구에 바탕을 두고 최근의 자료를 중심으로 서술하고 있음. 자세한 내용은 정선양(1995, 1999, 2017)을 참조할 것.

있음

- 이 법 조항에 기초하여 연방정부와 지방정부는 대학 및 막스플랑크연구회, 프라운호퍼연구회, 라이프니쯔연구회, 헬름홀츠대형연구센터 등에 재정의 상당부분을 지원하고 있음

○ 아울러 이 법에 기초하여 오랜 기간 연방정부는 효율적인 과학기술정책과 교육계획을 추진하기 위하여 독일에는 “교육계획 및 연구진흥을 위한 연방정부-주정부 위원회(BLK: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung)”라는 기구를 운영하고 있음

- 이 기구는 2008년 1월 1일부터 “공동과학컨퍼런스(GWK: Gemeinsame Wissenschaftskonferenz)”라는 이름으로 변경되어 운영되고 있음

○ 독일의 대학 및 연구기관들은 전국적으로 분산되어 있다는 특징을 가지고 있는데, 특히 독일의 과학기술혁신정책의 핵심적인 역할을 하는 공공연구기관, 특히 프라운호퍼연구소들과 막스플랑크연구소들이 지역적으로 분산되어 독일 전역에 혁신클러스터(innovation cluster)의 구축 및 운영에 핵심적인 역할을 담당하고 있음

- 독일의 대학들은 근본적으로 지역적으로 잘 분산되어 있으며, 특히 전문대학들(Fachhochschule)은 종합대학의 수보다 훨씬 많이 존재하여 지역의 중소기업들의 든든한 혁신 파트너의 역할을 담당하고 있음

○ 그 결과 독일 전역의 각 지역 내에서 종합대학 및 전문대학, 막스플랑크연구소 및 프라운호퍼연구소와 같은 공공연구기관, hidden champion으로 불리는 중소기업들이 긴밀히 협력하여 지역산업 및 국가경제의 경쟁력 제고를 가져온 것임

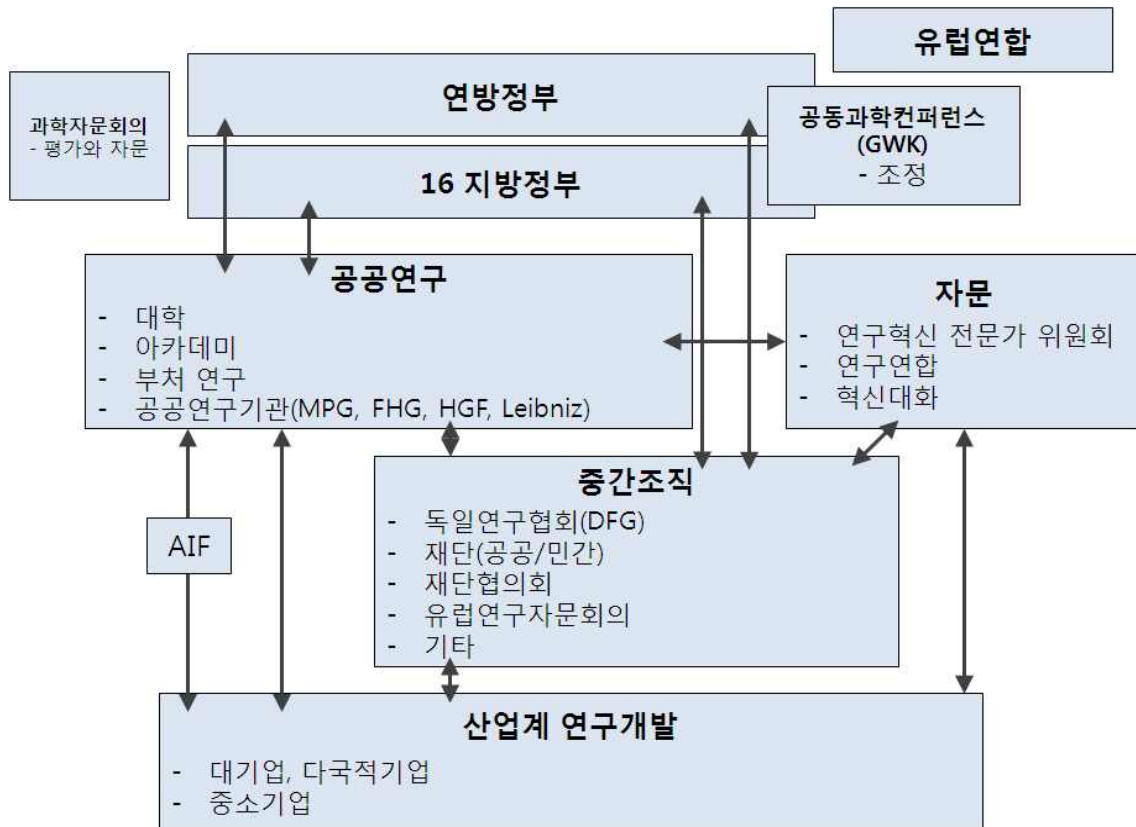
2. 독일의 과학기술정책 거버넌스

○ 독일의 과학기술행정체제는 <그림 1>과 같은데, 일단 정부부문에서는 연방정

부(Bund)와 16개 지방정부(Länder)가 “공동과학컨퍼런스”(GWK)를 통해 긴밀한 협력을 하고 있음

- 공공연구부문은 대학과 공공연구기관들이 대표적으로 존재하는데 이들은 지역적으로 널리 분포하여 지역의 혁신클러스터의 핵심적인 구성요소들로 활동함
- 공공연구기관으로는 막스플랑크연구회, 프라운호퍼연구회, 헬름홀츠연구회, 라이프니츠연구회 등 네 개의 연구회가 존재하는데 이들 산하의 연구기관들이 지역적으로 분산되어 있음
- 독일의 대학 역시 지역적으로 분산되어 존재한다. 연방정부와 지방정부들은 이들 대학 및 공공연구기관들에 대한 재정 지원을 공동으로 담당하고 있음

<그림 1> 독일의 과학기술정책 거버넌스



자료: BMBF(2014)

- 독일의 산업계는 대기업 및 다국적기업들과 중소기업들로 구성되어 있는데, 특히 독일은 기술집약형 중소기업들의 천국으로 알려져 있는데 이들은 기술능력을 바탕으로 세계시장의 70~80%를 점유하는 이른바 hidden champion으로 유명함(Simon, 1992, 1996)
 - 이들 중소기업들은 대학 및 공공연구기관들과 긴밀한 협력관계를 맺으며 자신들의 기술능력을 제고해 오고 있음

3. 독일의 국가혁신체제 개관

- 독일의 과학기술정책은 국가혁신체제를 통하여 구현되고 있는데, 독일의 국가혁신체제는 다른 나라와 매우 다른 특이한 구조를 가지고 있음
 - 먼저, 독일의 국가혁신체제는 높은 제도적 다양성을 갖고 있다는 점이 특징이 있는데, 이에 대한 근본 원인은 우선 독일의 장구한 과학기술의 역사에서 찾을 수 있음
 - 독일에서는 20세기 초반부터 과학기술 진흥을 위해 다양한 국가기관들이 설립·운영되어 왔으며, 제2차 세계대전 이후에는 막스플랑크연구회, 프라운호퍼연구회, 대형연구기관, 청색목록 연구기관들이 잇달아 설립되었음
- 역사적으로 살펴보면 1948년 막스플랑크연구회(MPG)가 기초연구 진흥의 목적으로 Kaiser Wilhelm Gesellschaft의 후신으로 설립된 후, 이듬해인 1949년 프라운호퍼연구회(FhG)가 응용연구의 진흥 및 수행을 위해 설립되었음
 - 이어서 1951년 독일연구협회(DFG)가 1920년 이래의 ‘독일과학의 긴급공동체’(Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft)에서 확대되면서 새롭게 출범하였으며, 1954년 산업계의 연구기관들이 산업연구조합연합회(AiF)를 설립하였음
 - 그 결과 독일은 제2차 세계대전 이후 과학기술 진흥과 제도적 지원을 둘러싼 강력한 경쟁이 시작되었음
 - 이같은 역사적 배경을 바탕으로 독일국가혁신체제 내에서는 공공연구기관의 중요성이 다른 나라들에 비하여 크게 중요하게 되었음

- 이는 독일정부가 다른 나라들에 앞서서 정부주도의 과학기술정책을 추진하면서 공공연구기관을 정책의 핵심적인 수단으로 활용해 왔음을 나타내 주는 것임
 - 여기에서 특이한 점은 독일정부는 공공연구의 진흥에 있어서도 제 2차 세계대전 이후 새로운 국가혁신체제를 구축하면서 경쟁의 원리를 도입하여 공공연구부문의 효율성의 제고에 많은 노력을 기울였다는 점임
 - 이같은 경쟁의 과정 속에서 독일 공공연구기관들은 국가혁신체제에서 제 위치를 자리 잡고, 다른 공공연구기관들과 협력과 경쟁을 해 오게 된 것임

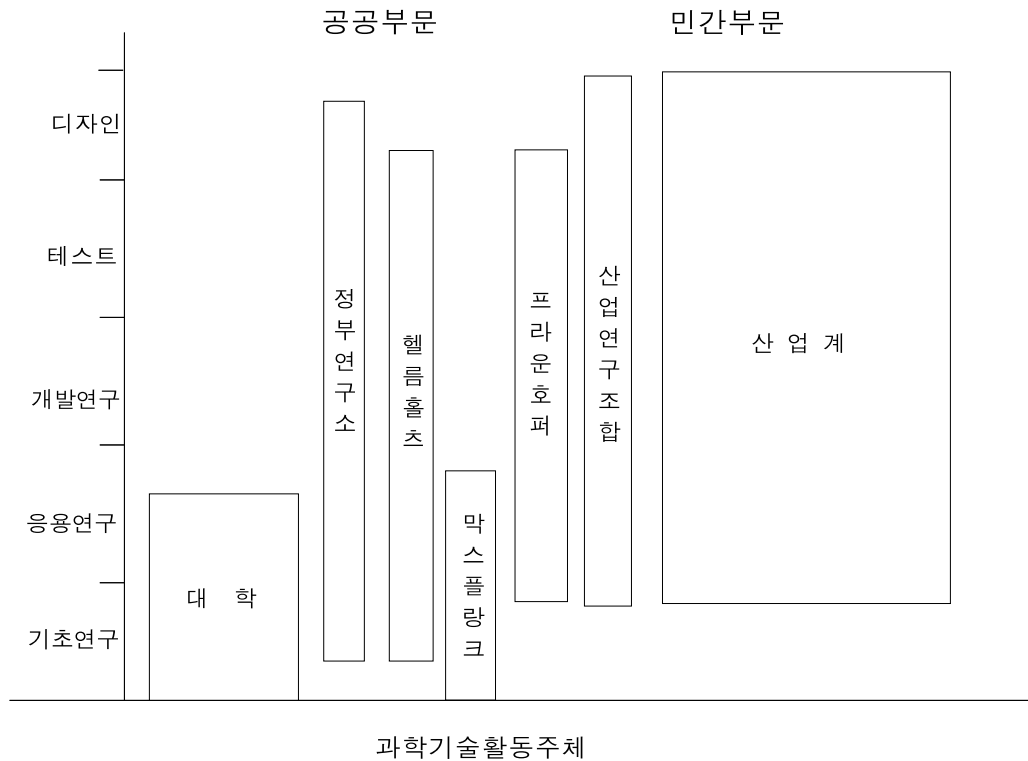
- <그림 2>는 독일의 국가과학기술체제를 나타내 주고 있는데, 여기에서 세로축은 소위 말하는 혁신과정(innovation process)의 파이프라인 모델(pipe-line model) 혹은 선형모델(linear model)에 입각하여 나타낸 기술혁신의 전 과정을 나타냄
 - 가로축은 독일의 과학기술체제를 구성하는 주요 구성주체들을 나타내주고 있는데, 이 그림에서 표시된 도형의 크기는 후술하는 국가연구개발자원의 관점에서 본 과학기술주체들의 국가혁신체제 내에서의 비중, 즉 과학기술 활동의 크기를 의미함

- 독일의 국가혁신체제도 다른 나라의 국가혁신체제와 마찬가지로 공공부문과 민간부문으로 나누어 질 수 있는데, 먼저 민간부문의 경우에는 산업계와 연구조합으로 구성되어 있고, 공공부문은 대학, 연방정부 및 주정부 연구소, 그리고 헬름홀츠대형연구센터로 구성되어 있음
 - 이들 두 부문사이에 공공부문에 가깝게는 막스플랑크연구회와 민간부문에 가깝게는 프라운호퍼연구회가 위치함

- 독일 국가혁신체제의 특이한 점은 대학의 기초연구와 산업연구를 연계하는 다양한 공공연구주체들이 있다는 점임
 - 특히 이들 공공연구주체들이 산하에 다양한 분야에 걸쳐 많은 연구소 및 연구집단을 거느리고 있다는 점은 독일 과학기술시스템의 장점이 아닐 수 없음

- 실제로 이들 공공연구기관들을 개별 연구기관의 수로 파악하면 800여 개에 이르러 기술혁신활동에 풍부한 다양성을 제공해 주고 있음

<그림 2> 독일의 국가혁신체제



자료: Meyer-Krahmer(1990), *Science and Technology in the Federal Republic of Germany*, Longman, Harlow, p. 36에서 저자의 수정

- 이들의 기능을 개략적으로 설명하면 다음과 같음
 - 먼저, 대학부문은 교육기능 및 기초연구를 담당하며 독일 국가혁신체제 내에서 산업계 다음으로 중요한 역할을 수행하고 있는데, 이는 독일이 대학의 기초연구에 상당한 자원을 투입하고 있음을 나타내 주는 것임
 - 둘째로, 연방정부와 주정부들의 각종 연구소들은 해당 연방정부 및 주정부 등과 같은 자금제공자들의 목적과 관련이 깊은 연구 즉 귀속연구 (Ressortforschung)를 담당하며, 대표적인 예로 해당 부처의 희망에 따른 법령 및 표준의 제정 등을 들 수 있음

- 셋째로, 헬름홀츠대형연구센터에서는 대학, 산업계 또는 막스플랑크연구회 등에서 수행할 수 없는 소위 거대연구(Grossforschung)를 담당하고 있는데 이들의 연구분야는 장기적인 회임 기간을 갖고 경제적으로 위험성이 매우 높아 국가가 담당하여야 할 분야들임
- 넷째로, 막스플랑크연구회에서는 아직 충분히 개발되지 않은 새로운 기초연구 혹은 연구의 범위나 구조로 보아 대학연구로서 적합하지 않은 기초연구를 수행함
- 다섯째로, 프라운호퍼연구회는 주로 계약연구(contract research)를 수행하는데 무엇보다도 여러 산업분야에 확산 및 활용이 되어 질 수 있는 다양한 기술의 개발을 대상으로 한 응용연구임
- 여섯째로, 산업연구조합에서는 주로 산업내의 공동연구를 담당하며 연구개발 결과를 산업계로의 이전을 촉진하는 역할을 수행함
- 마지막으로, 독일의 산업계는 독일국가혁신체제 내에서 가장 중요한 역할을 수행하고 있으며 그 연구범위는 응용연구와 실험개발 및 시제품 제작에 이르고 있음

4. 독일의 산업계

- 독일 국가혁신체제 내에서 가장 중요한 역할 수행자는 제조업 분야의 기업들
 - 산업계는 2015년 기준 국가연구개발을 위한 자금조달에 있어서 전체의 69.6%를 조달하였고 국가연구개발의 수행에 있어서는 무려 67.6%의 역할을 점하고 있음(BMBF, 2018)
 - 이는 독일의 산업연구개발활동이 1980년대에 상당히 증강되어 온 데서 비롯하는 것인데, 이 시기는 독일기업들간에 기술 및 연구개발의 중요성에 관한 인식이 폭넓게 확산되었고 이들의 기업 운영의 중점사항이 연구개발에 모아진 시기였음
 - 또한 이는 독일기업들이 이 시기 이후 21세기 지식기반사회에 증대 되어온 다양한 기술적 위협(technological challenge)을 매우 진지하게 받아들이고 있다는 것을 의미하는 것임

- 독일의 산업연구의 최근 동향을 산업별로 분석해 보면 산업간의 다양한 양상을 보이고 있는데, 2015년을 기준으로 독일 제조업에서 가장 많은 연구개발비를 지출한 산업부문은 제조업 전체연구개발비의 41.3%를 차지한 자동차 산업이임
 - 이어서 14.5%를 차지한 전자산업, 10.5%를 차지한 기계제작산업, 7.6%를 차지한 제약산업, 7.3%를 차지한 화학산업 순으로 나타났다(BMBF, 2018).

- 독일 정부의 산업연구에 대한 지원을 살펴보면 그 주안점이 다이내믹하고 혁신력이 강한 중소기업들(Mittelstand)을 대상으로 하고 있음
 - 실제로 독일의 산업구조는 중소기업 위주로 구성되어 있는데(정선양 & 박동현, 1997), 이처럼 혁신능력이 큰 중소기업들이 성공적으로 발전할 수 있는 풍토가 독일의 전형적인 특징이라 할 수 있음
 - 독일의 중소기업들은 고용 및 수출의 측면에서 국가경제에 막대한 공헌을 할 뿐만 아니라, 첨단기술분야에서 대기업들이나 다른 기업들에게 품질이 좋은 중요한 기자재 및 부품을 적시에 조달하는 능력으로 인해 독일경제에서 그 중요성을 인정받고 있음

- 어느 경제를 막론하고 국내경제에서 기술적으로 고부가가치의 제품 및 부품의 조달능력은 매우 중요한 경쟁력의 원천이 되고 있음
 - 그러나 특히 독일의 중소기업들은 탄탄한 기술력을 바탕으로 핵심 제품에 있어서 세계시장의 70-80%를 점유하지만 겉으로는 드러나지 않으려 하는 “숨은 챔피언(hidden champions)”이라는 별칭을 가지게 되었음(Simon, 1992, 1996; 정선양, 1998)
 - 특히 최근 들어 개별적인 문제해결 및 그 가능성 등을 지향하고 있는 수요측면의 변화를 감안하면 새로운 기술의 활용을 통해 수요측면의 변화를 대응할 수 있다는 점에서 중소기업들에게는 의사결정과정의 단순성, 소비자와의 근접성, 높은 유연성 등과 같은 독특한 특성으로 인해 국가경제 내에서 새로운 기업운영의 장이 마련되고 있는 셈임

- 독일의 중소기업들은 특히 지난 1980년대에 그들의 연구개발능력을 대단히 증

강시켜 왔음

- 독일의 과학기술정책은 대기업들과 비교하여 대단한 어려움을 앓고 있는 중소기업들의 혁신능력의 배양에 초점을 맞추고 있음
- 여기에서 특이한 점은 독일의 중소기업들을 지향하는 과학기술정책은 이들의 중요 핵심기술의 광범위한 활용(adoption)을 통해 국민경제의 혁신능력을 증강시키는데 그 목표를 두고 있는데, 이는 독일이 이른바 「Industrie 4.0」의 실현을 통해 4차산업혁명에 효율적으로 대응할 수 있는 바탕이 되고 있음

○ 그 결과 독일 중소기업들의 국가경제에서 두드러지는 특징은 ‘기술혁신의 매개체’로서의 역할임

- 독일의 과학기술정책수단 중 직접지원제도인 ‘기술특정프로그램’에서는 보다 많은 중소기업들의 참여를 유도하기 위해 적절한 정보 제공, 지원절차의 단순화 등을 통해 기술개발에 있어서 중소기업들의 신속한 참여를 유도하고 있음
- 또한 간접특정지원수단을 통해 이들 기업들의 새로운 기술 및 공정의 광범위한 활용을 유도하고 있음

○ 최근에 와서는 독일 연방정부의 산업기술정책의 핵심인 첨단기술전략(Hightech-Strategie)를 통하여 중소기업의 경쟁우위 제고를 위한 다양한 정책들이 포괄적으로 지원되고 있음

5. 독일의 공공연구기관

○ 독일의 과학기술체제는 다른 국가들과 비교해 볼 때 높은 제도적 다양성을 갖고 있다는 점이 특징임

- 이같은 다양성은 특히 국공립 공공연구기관들에 있어서 매우 두드러지는데, 이에 대한 근본 원인은 우선 독일의 장구한 과학기술의 역사에서 찾을 수 있음
- 독일에서는 19세기부터 과학기술진흥을 위해 다양한 국가기관들이 설립·운영

되어 왔다. 아울러 제 2 차 세계대전 이후에는 막스플랑크연구회, 프라운호퍼연구소, 헬름홀츠연구회, 라이프니츠연구회 등이 잇달아 건설되었음

- 이와 함께 독일은 연방제(federalism)의 정치체제를 갖고 있기 때문에 과학기술체제가 연방연구기관 이외에도 각 주별로 독특한 또는 서로 중복되기도 하는 다양한 연구기관을 갖게 되었음
 - 독일의 헌법 제 30조에 따르면 국가적 임무의 수행은 별다른 규정이 없으면 개별 주들(Länder)의 소관으로 명시되어 있음

- 그러나 과학기술진흥의 분야에는 연방정부(Bund)의 역할이 점점 증대되어 오고 있다. 또한 1969년 헌법 제 91b 조의 “연구진흥 공동 임무”조항이 도입됨에 따라 연방정부의 과학기술분야의 참여의 내용과 경계가 명확히 설정되었음
 - 특히 이 조항에서는 연방정부와 주정부가 지역을 초월한 중요성을 갖는 연구 시설 및 연구과제들의 지원에는 공동으로 협력할 수 있다고 명시하고 있음
 - 이 법 조항에 기초하여 연방정부는 막스플랑크연구회, 프라운호퍼연구회, 라이프니츠연구회, 헬름홀츠연구회 재정의 상당부분을 지원하고 있음

- 이들 네 가지 형태의 공공연구기관들은 연방정부와 주정부에 의해 제도적 자금(institutional funding), 즉 출연금을 지원받는데 두 정부간의 지원의 비율은 기관에 따라 다름
 - 이들 출연금에 대한 연방정부와 지방정부의 비율은 2007년까지는 “교육계획 과 연구진흥을 위한 연방정부-주정부 위원회(BLK)”, 2008년부터는 이를 대체한 “공동과학컨퍼런스(GWK: Gemeinsame Wissenschaftskonferenz)”에 규정되어 있음

- 이들 공공연구기관들은 제도적 다양성을 장점으로 하여 독일의 대학연구를 훌륭히 보충하고, 산업연구와 대학연구를 효율적으로 연계시켜 주고 있는데, 독일 국가과학기술체제 속의 대표적인 공공연구기관들을 살펴보면,
 - ① 시장 지향적 응용연구를 수행하고 있는 프라운호퍼연구회(Fraunhofer Gesellschaft),

- ② 자유롭고 과학적 성과의 달성을 지향하는 기초연구를 수행하는 막스플랑크 연구회(Max-Planck Gesellschaft),
- ③ 높은 인적·물적 비용이 들고 복잡하고 학제적 연구를 수행하는 헬름홀츠연구회(Helmholtz Gemeinschaft),
- ④ 내용적으로 다양하고 각기 특수한 연구를 수행하는 라이프니츠연구회(Leibniz Gemeinschaft)가 있다.

<표 1> 독일 공공연구기관의 기능

프라운호퍼연구회 (Fraunhofer Gesellschaft)	헬름홀츠연구회 (Helmholtz Gemeinschaft)
<ul style="list-style-type: none"> - 응용지향적 연구 수행 - 보건과 환경, 안보와 안전, 이동 및 운송, 에너지와 원자재, 생산과 서비스, 정보통신, 지식연구 - 사회와 경제를 위한 유럽의 혁신 추동자 	<ul style="list-style-type: none"> - 전략적으로 그리고 프로그램으로 정렬된 첨단연구 - 에너지, 지구환경, 항공우주 및 교통, 재료, 보건, 첨단기술 - 과학, 사회, 경제를 위한 장기적인 도전과제를 도출하고 연구함
라이프니츠연구회 (Leibniz Gemeinschaft)	막스플랑크 연구회 (Max Planck Gesellschaft)
<ul style="list-style-type: none"> - 인지지향적 그리고 응용지향적 기초연구 - 사회적, 경제적, 환경적으로 관련된 문제의 해결 - 과학적 하부구조의 보유, 연구기반적 서비스 제공, 사회로의 지식이전에 공헌 	<ul style="list-style-type: none"> - 인지지향적 기초연구 - 자연과학, 생명과학, 인문과학, 사회과학 - 최고의 과학자들이 스스로 연구주제를 정하고 자신의 책임 하에 연구요원들을 모집함

자료: BMBF(2018), p.81

- 이들 독일 공공연구기관의 미션과 연구분야, 주요 특징은 <표 1>에 나타나 있으며, 이들은 서로 다른 특징을 가지며, 산하에 해당 연구분야에 맞는 수십여 개의 다양한 소관 연구기관들을 거느리며 세계적인 연구활동을 수행하여, 해당

분야에서 세계적인 연구기관으로 인정받고 있음

- 이 점에서 독일의 공공연구기관들은 국가혁신체제 내에서 공공연구기관들의 비중이 매우 높은 나라이며, 이들 공공연구기관들은 정부의 과학기술정책의 아주 좋은 집행수단으로서 본 연구에서 다루는 기후변화 및 환경문제의 해결을 포함하여 다양한 사회경제적 문제 해결에 많은 공헌을 해 오고 있음

○ 이들 네 공공연구기관들은 연방정부와 주정부에 의해 지원을 받는데 두 정부간의 지원의 비율은 기관에 따라 다른데, 독일에서는 이들을 독일의 공공연구기관의 네 기둥(Säulen)으로 불림

- 이들 공공연구기관들의 특징 중의 하나는 이들이 독일 전역에 골고루 분포하여 위치하고 있다는 점임(<그림 3> 참조)
- 이같은 지역적인 분포는 과학기술체제의 오랜 경험에서 비롯하는 것으로 특히 이들이 지역적인 전문특성을 우선적으로 고려하여 설립되었기 때문임

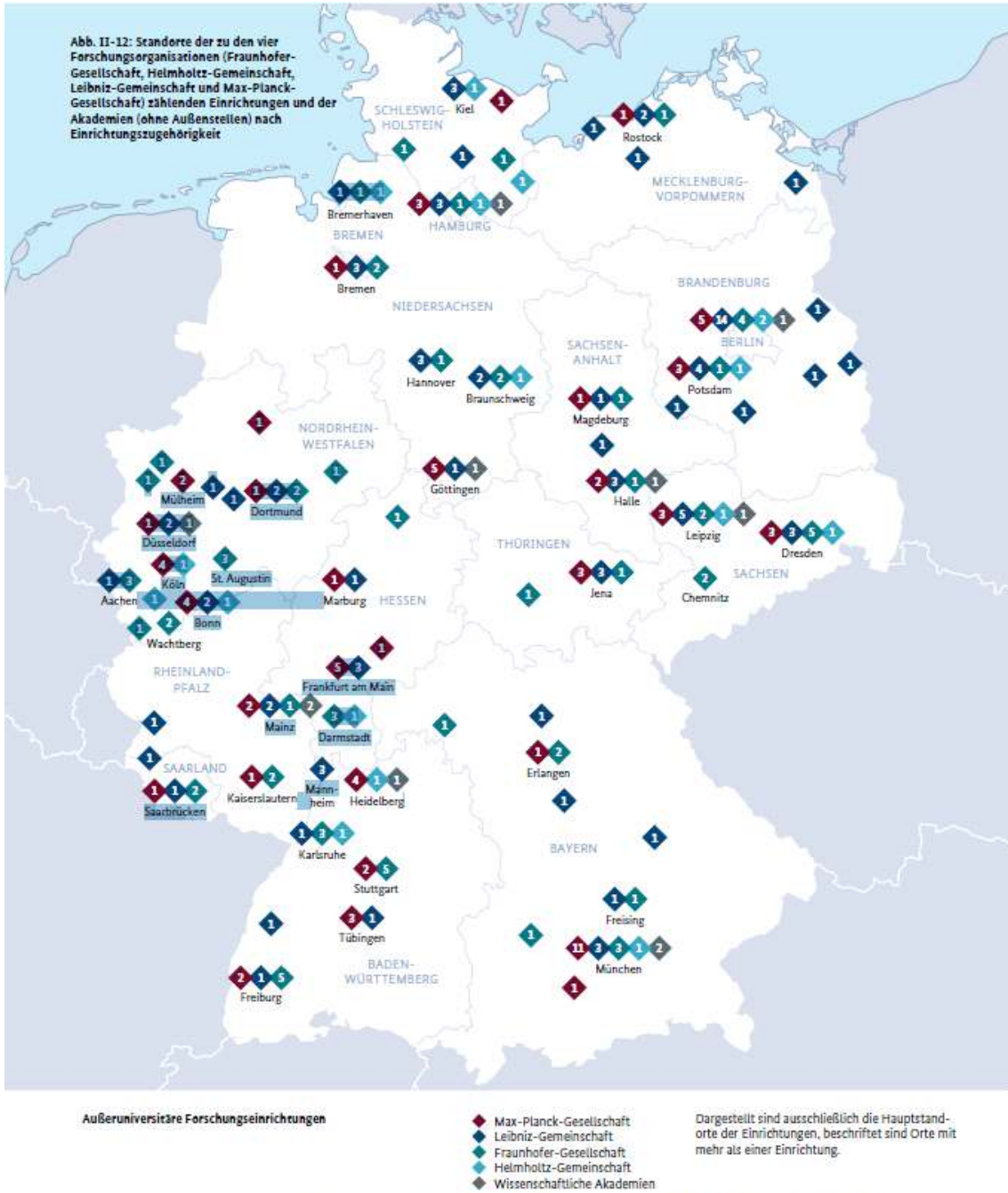
○ <그림 3>에 따르면, 독일의 네 유형의 공공연구기관 모두는 전국적으로 주요 도시에 분포되어 있으며, 해당 지역의 소규모 지역(local), 그리고 광역지역(region)의 지역혁신체제의 핵심적인 축을 담당하고 있음

- <그림 3>의 각 지역에 나타나 있는 숫자는 이들 공공연구기관 유형별로 해당 연구소들의 숫자를 나타내고 있음
- 그 결과 이들 공공연구기관들은 지역의 균형적인 발전과 지역의 차세대 성장동력의 확보 및 지역의 사회경제적 현안 문제 해결에 많은 공헌을 해 오고 있음
- 이와 같이 독일의 각 지역들이 강력한 공공연구기관들과 후술할 지역적으로 균등히 분포한 대학들과 함께 독일의 강력한 국가혁신체제(NIS: National Innovation System)을 구축하고 있음

○ 국가의 경쟁력은 지역의 경쟁력에서 비롯하며 최근 21세기가 지방화(regionalization)의 시대라는 점을 감안하면(Storper, 1995; Florida, 1995; Brazyck & Heidenreich, 1997) 독일과 같이 공공연구기관들이 지역적으로 넓게 분포하고 있다는 것은 지역의 혁신능력 강화를 통한 국가경쟁력을 제고

하는데 대단히 유리한 고지에 있음을 나타내 줌

<그림 3> 독일 공공연구기관의 지역별 분포



자료: BMBF(2018), p.82.

- 독일의 공공연구부문은 전술한 바와 같이 기능별로 나누어져 있다는 점 이외에 다음과 같은 특징을 살펴볼 수 있다(정선양, 1998, 정선양·박시훈, 2019).
 - 먼저, 이들 연구기관들은 협회(Gesellschaft) 혹은 공동체(Gemeinschaft)라는 통일된 우산 아래 다양한 연구기관들이 - 독립연구소(institute), 연구집단(research group), 과업집단(working group)의 형태로 - 소속되어 있으며, 산하의 연구기관들은 연구협회로부터 폭넓은 자율성을 가지고 있음
 - 둘째로, 이들 다양한 형태의 연구기관들은 독일의 연방주의(federalism)의 정치원칙을 충실히 반영하여, 전국 각지에 골고루 분포되어 있으며, 이에 따라 지역의 기술 및 경제발전에 공헌을 하고 있으며, 각 지방정부들은 이들 공공연구기관의 유치에 상당한 경쟁을 하고 있음

6. 독일의 연방정부연구기관

- 독일의 연방정부(Bund)의 부처들과 지방정부(Länder)는 자신의 소관 업무와 관련한 연구개발활동을 수행하기 위해 국가연구기관(staatliche Forschungseinrichtungen)을 설립, 운영해 오고 있음
 - 이 중 특히 연방정부 부처들은 자신들의 소관연구(Resortforschung)를 수행하기 위해 다양한 국가연구기관을 운영해 오고 있음
 - 이들 연구기관들은 소관부처들의 법적으로 결정된 업무, 예를 들어 인허가, 시험, 법령제정 등과 관련된 연구업무를 수행하고 과학적 사실에 바탕을 둔 자문을 통하여 부처들의 정책적 의사결정을 지원함
 - 이와 같이 연방정부와 지방정부의 소관 업무와 관련된 연구를 이른바 소관연구(Resortforschung)라고 부름
- 이들 국가연구기관은 독일 국가혁신체제의 중요한 구성요소가 아닐 수 없으며, 이들의 업무는 관련 정책을 과학적으로 자문하고 단기적 연구과제를 해결하는 것임
 - 그리하여 이들 연구기관들의 업무는 현대적 신기술의 활용 및 영향에 관한

이해, 보건복지, 이동성 및 도시개발, 환경, 에너지 및 기후변화, 노동 및 생활조건, 글로벌화 된 경제의 도전 등과 같은 주제를 다룸

- 이에 따라, 본 연구에서 다루는 기후보호 및 기후변화의 문제에도 이들 연방정부의 다양한 정부연구기관들이 연구개발활동을 통해 이들 문제의 해결에 공헌해 오고 있음

○ 이들 연방정부의 국가연구기관들, 즉 연방연구기관들(Bundeseinrichtungen mit FuE-Aufgaben)의 연구개발예산은 2013년 9억 6천만 유로에서 2016년 11억 유로로 증가하였음(BMBF, 2018)

- 이는 이들 정부부처의 국가연구기관에 대한 연구수요가 증가하고 있음을 나타내 주는 것이라 하겠음

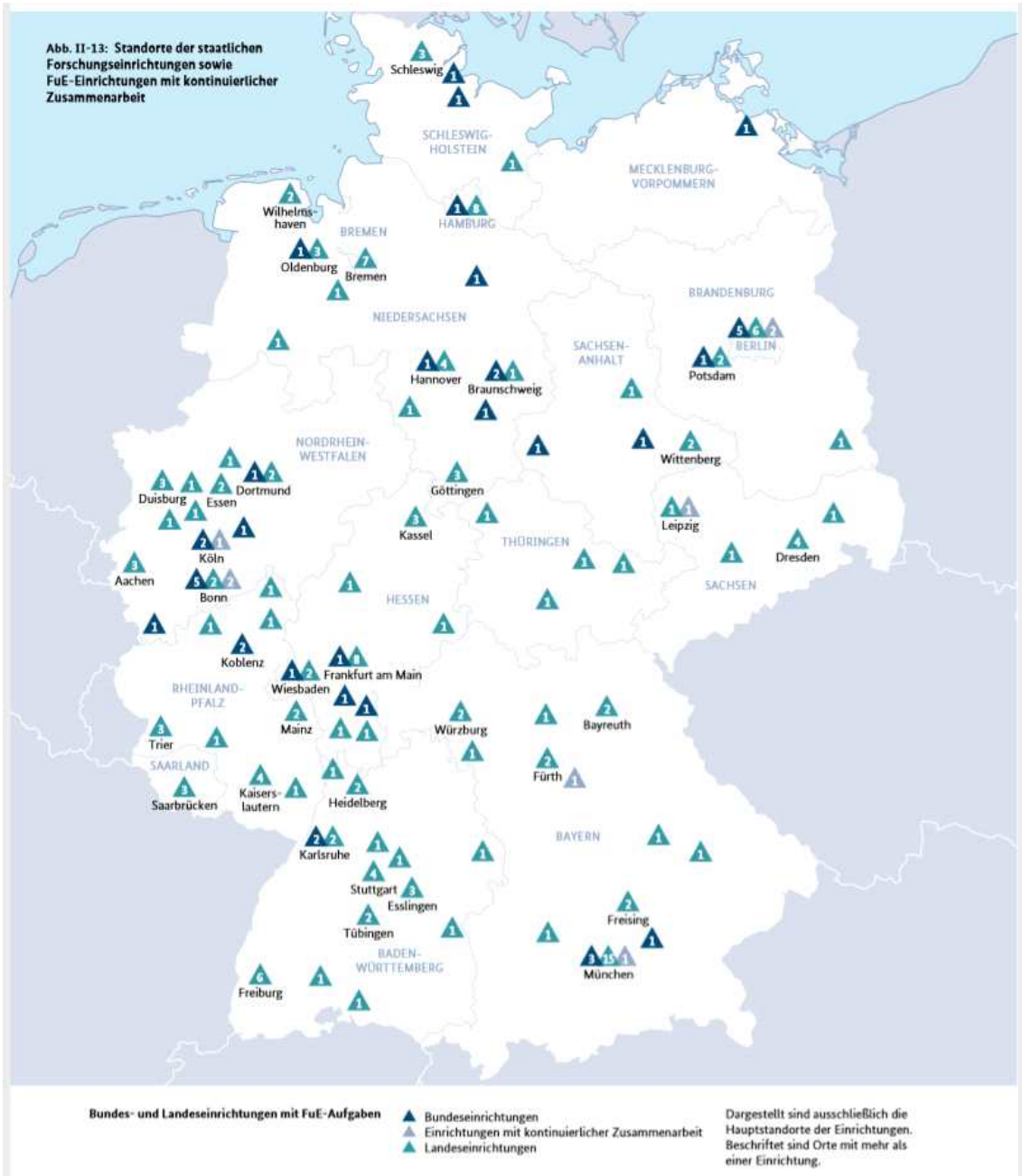
○ 독일 연방정부의 모든 부처들은 자신들의 업무영역에서의 소관연구에 대한 책임을 가지고 있으며, 이에 따라 다양한 국가연구기관을 운영해 오고 있음

- 2018년 말 현재 독일에는 37개의 연방연구기관들(Bundeseinrichtungen)이 운영되고 있는데, 공공연구기관들과 마찬가지로 연방연구기관들도 독일 전역에 분포하며 지역혁신체제의 중요한 구성요소로도 활동하고 있다는 것은 독일 국가혁신체제의 큰 특징 중의 하나임(<그림 4> 참조)

○ 아울러 이들 연방연구기관들은 다른 연구개발기관들과 지속적인 협력관계를 유지하며 운영되고 있다는 점도 큰 특징 중의 하나임

- 이들 연방연구기관들은 특히 탁월한 연구하부구조를 가지고 있는데, 이 하부구조는 보통 외부의 연구집단들에게 사용이 개방되어 있음
- 이를 통하여 연방연구기관들은 독일 연구개발체제 내의 네트워킹 강화에도 큰 공헌을 하고 있음

<그림 4> 독일의 연방정부연구기관과 지방정부연구기관



자료: BMBF(2018), p.88

7. 독일의 대학

- 독일의 대학은 교육과 연구를 수행하는데 있어서 독일 국가혁신체제 내에서 가장 중요한 주체가 아닐 수 없음
 - 독일의 대학은 특히 독일의 사회경제 및 각 부문에서 필요로 하는 인력을 양성하고 있다는 점에서 독일 사회의 대단히 중요한 부문이 아닐 수 없음
 - 그러나 독일 대학은 연구개발에 있어서도 가장 핵심적인 역할을 담당하고 있는데, 이같은 독일 대학의 중요성은 전술한 독일의 공공연구기관을 포괄적으로 ‘대학외 연구기관(außeruniversitäre Forschungseinrichtungen)’이라고 부르는 데에서도 알 수 있음

- 연구와 교육의 연계는 독일 대학의 중요한 특징인데, 독일 대학은 연구의 다양성을 보이고 있으며 중요 첨단기술에 있어서 높은 연구능력을 보이고 있음
 - 독일 대학은 교육 및 연구에 있어서 매우 높은 다양성과 학제성을 보이고 있으며 이를 토대로 새로 대두되는 주요 연구분야 및 사회에 대한 관심을 가지며 신속히 대응하고 있음

- 독일의 대학은 학문의 자유 및 대학의 자주성을 충분하게 확보하고 있는데, 과학기술 발전의 동력성은 금세기에 들어서 기초연구와 응용연구 간의 다양한 연계가 이루어지고 있으며, 이와 관련하여 독일 대학의 공헌은 매우 큼

- 주정부(Länder)에 의해 주로 지원을 받고있는 대학은 연구결과를 해당 주의 기업들, 특히 중소기업들에게 활발한 기술이전을 해주고 있음
 - 이같은 기술이전에서 전문대학(Fachhochschule)의 역할이 두드러지고 있는 것이 독일 대학부문의 특징 중의 하나임

- 2018년 현재 독일 전역에는 428개의 대학이 존재하며, 이중 106개는 종합대학(Universität)이고, 217개의 일반전문대학(Fachhochschule)이 있으며, 6개의 사범대학, 16개의 신학대학, 53개의 예술대학, 30개의 행정전문대학이 존재함(BMBF, 2018)

- 독일에 있어서 지역의 중소기업들과 협력을 하는 전문대학이 종합대학보다 2배나 많다는 것은 독일 산업계의 기술능력 향상에 독일 대학들이 큰 역할을 하고 있음을 나타내 주는 것임

<그림 5> 독일 대학의 지역별 분포



자료: BMBF(2014)

- 독일의 대학들도 공공연구기관들과 마찬가지로 비교적 지역적으로 잘 분포가 되어 있다는 특징을 가지고 있음
 - <그림 5>는 독일 대학들의 지역적 분포를 나타내 주고 있으며, 각 지역별 분포된 숫자는 대학의 유형별 분포 숫자를 나타내 주고 있음

- 독일의 주정부들은 대학이 필요한 자금보다 적게 지원을 해주고 있는데, 이에 따라 독일 대학들은 연구를 위해 제 3의 자금을 의한 프로젝트 지원을 받고 있음
 - 대표적인 연구지원은 독일연구협회(DFG: Deutsche Forschungsgemeinschaft)에 의한 지원이 가장 크고 연방교육연구부(BMBF)에 의해서도 지원을 받고 있음

- 독일의 대학들은 국가혁신체제 내의 다른 연구기관들과 다양한 협력관계를 맺고 있는데, 특히 공공연구기관들과의 협력이 두드러짐
 - 예를 들어, 거대연구기자재를 보유하고 있는 헬름홀츠연구회는 소재지역의 대학들에게 자신들이 소유하고 있는 고가의 첨단 기자재의 이용을 허락하고 있으며, 그 밖의 다양한 연구협력관계를 유지하고 있음

- 또한 독일 대학교수들이 공공연구기관의 원장, 소장, 실장 등의 직위를 겸하는 것(gemeinsame Berufungen)은 이제 일상화되어 있음
 - 독일의 대학과 공공연구기관간 협력의 독특한 방법은 인적교류에서 볼 수 있는데, 공공연구기관의 연구요원들은 대학에서 교육을 받을 수 있으며, 또한 대학의 미래의 연구요원이 될 학생들이 공공연구기관에서 연구에 관한 훈련과 경험을 쌓고 있음
 - 특히 후자의 경우에는 공공연구기관들이 학생들을 잘 보살피고 대학과 다른 실제적인 방법으로 연구지도를 해주고 있기 때문에 이는 독일의 과학기술력 증강에 큰 공헌을 하고 있음

- 독일 대학연구의 또 하나의 특징은 국가혁신체제 내에서 점증하고 있는 전문대학(Fachhochschule)의 역할임

- 전문대학은 크게 기술이전, 수준 높은 자문, 교육훈련, 응용연구 분야에서 해당 지역 기업들에게 공헌하고 있음
- 전문대학은 소재지역의 중소기업에는 더없이 좋은 기술협력 파트너인데, 전문대학의 중점분야는 종합대학(university)들 보다 실무에 가깝고 응용연구 및 개발에 주안점을 두고 있기 때문에 대학연구의 단점을 충분히 보충해 주는 동시에 이를 더욱 풍부하게 해주고 있음

제 2 절

독일의 과학기술정책: 첨단기술전략을 중심으로

1. 독일첨단기술전략의 배경과 목표

- 첨단기술전략(Hightech-Strategie) 사업은 독일 연방정부가 2006년부터 범부처 차원에서 추진해 오고 있는 연구개발혁신정책임
 - 이 사업은 2006년부터 2010년, 2011년부터 2015년, 2016년부터 2020년까지 3개의 기간을 걸쳐 추진되어 오고 있는 독일의 포괄적 과학기술정책 (comprehensive S&T policy)의 가장 대표적인 사례임(BMBF, 2016, 2014).

- 이 프로그램은 독일을 과학기술혁신의 세계 선도국으로 발전시키겠다는 야심찬 목표를 가지고 출발하였고, 이는 범부처적으로 추진되고 있다는 점에서 독일 정부와 사회가 과학기술혁신이 독일의 경제발전과 국민의 삶의 질 제고에 핵심적인 영향을 미친다는 것을 충분히 인식하고 있음을 나타내 주는 것이라 하겠음
 - 이 프로그램에서는 혁신적인 창업환경, 지식과 기술이전의 메커니즘, 전문인력의 확보 등과 같은 기술혁신환경을 연구와 혁신과 목표 지향적으로 연계하려는 목표를 가지고 추진 중에 있음
 - 그동안의 독립되어 추진한 지원사업에서 탈피하여 이 전략은 기초연구에서 응용에 이르는 전체의 가치사슬 및 혁신과정을 전체적으로 조망하여 지원하고 있다는 특징을 가지고 있음

- 지난 10여 년간의 사업 실적을 살펴보면 제1기에는 본 사업이 무엇보다도

과학기술혁신을 통한 경제발전에 주안점을 두고 구체적인 기술 분야들에 대한 지원에 주안점을 두었다는 특징을 가지고 있음

- 그러나 제2기가 시작되는 2010년부터는 사회적인 문제해결 및 미래의 도전적 과제의 해결에 주안점을 두었고, 제3기가 시작되는 2016년부터는 포괄적인 과학기술정책(comprehensive S&T policy)으로서 과학기술혁신과 관련된 모든 문제의 해결에 주안점을 두고 있음

- 즉, 본 사업은 과학기술혁신을 통하여 경제성장, 사회복지, 삶의 질 향상의 포괄적인 목표를 지향하고 있음

○ 독일첨단기술전략은 범부처사업이라는 점에서도 포괄성을 가지는데, 독일 정부의 모든 부처들이 이 사업에 참여하여 공동의 목표를 지향하며, 공동으로 사업을 추진하고 있다는 특징을 가지고 있음

- 특히 2014년 첨단기술전략 제3기를 준비하면서, 아래와 같은 새로운 주안점을 가지고 정책을 추진해 오고 있다(BMBF, 2014).

2. 독일첨단기술전략의 구성

1) 미래과제에 대한 우선순위 설정

○ 본 사업은 과학기술혁신정책에 있어서 주제별 우선순위를 선정하여 추진하고 있음

- 본 사업에서는 경제성장과 번영을 위한 잠재력을 가지고 있는 분야는 물론 미래의 글로벌 도전의 해결과 삶의 질 제고를 위한 분야를 도출하여 이에 집중하고 있음

○ 이를 위하여 미래의 번영과 삶의 질 발전을 위한 6개의 우선과제를 선정하였는데 이는 다음과 같음

- (1) 디지털 경제와 사회: 본 사업에서는 과학기술혁신을 통하여 디지털 기술에 내재되어 있는 도전적 과제를 해결하고 이를 통하여 새로운 가치창출과 독일의 번영을 위한 기회로 활용하려고 함
- (2) 지속가능한 경제와 에너지: 현대의 생산과 소비방식은 보다 자원절약적이고 환경친화적이며, 사회적으로 조화를 이루어야 하므로 이에 대한 해결책을 강구함
- (3) 혁신적인 작업장: 본 사업에서는 현대의 작업장에서 일어나는 중요한 변화의 문제를 다루는데, 그 이유는 양질의 직업은 혁신적인 아이디어와 경제적 혁신의 중요한 기반이 되기 때문임
- (4) 건강한 삶: 본 사업에서는 건강하고 적극적이며 독립적인 생활을 영위하는 것을 보조할 수 있는 연구를 강화함
- (5) 인텔리전트 이동성: 본 사업에서는 효율성, 역량, 상호작용의 측면에서 다양한 형식의 운송을 최적화 할 수 있는 통합된 운송정책을 지원하는 연구를 추구함
- (6) 시민안전: 에너지 공급, 통신, 이동, 보급 등과 같은 복잡한 시스템과 하부구조들은 사람들의 일상생활에 있어서 안전하기 작동되어야 하기 때문에 이에 관한 연구를 강화함

2) 연계와 이전

- 본 사업에서는 새로운 정책수단 등을 통하여 기업, 대학, 공공연구기관, 그리고 기타의 관련 기관들의 역량을 지역적, 국가적, 국제적으로 연계, 통합함
 - 그 이유는 과학기술혁신은 다양한 학문분야, 주제, 시각들 간의 인터페이스를 통해 발생하기 때문임
- 과학기술계와 산업계와의 긴밀한 연계는 독일의 전통적인 강점인데, 이같은 강점은 전 세계적인 개방형 혁신(open innovation) 추세에 따라 더욱 강화되었음
 - 특히 연방정부는 본 전략을 통하여 과학기술계와 산업계의 기존의 강점을 더욱 연계하고 이를 통하여 더 높은 혁신 잠재력의 확보에 목표를 두고 있음

음

- 이를 위하여 본 연구에서 다루고 있는 클러스터(cluster)지원을 통하여 산학연 연계에 많은 주안점을 두고 있는데 특히 이 지원에는 수많은 중소기업들이 참여하고 있음

3) 산업계의 혁신동력의 제고

- 본 사업에서는 전 세계의 경쟁자들보다 훨씬 경쟁력 있는 제품과 서비스를 생산해 낼 수 있는 경쟁력 있고 고용창출에 능한 기업의 개발에 주안점을 둬
 - 이를 위해서 본 사업에서는 산업계가 필요로 하는 핵심기술들의 개발에 주안점을 둬
 - 특히 다양한 프로그램을 기획할 때 중소기업들의 참여를 적극적으로 시켜서 이들의 수요를 반영한 세부사업을 추진함
 - 또한 다양한 정책수단을 통하여 독일 내에 창업을 활성화 시키고, 혁신능력이 취약한 지역의 새로운 혁신 잠재력 제고에 노력을 기울임
- 연방정부는 Hightech-Strategie을 통해 핵심기술(Schlüsseltechnologien)의 활용에 많은 노력을 기울이고 있음
 - 이들 기술들의 예로는 정보통신기술, 나노기술, 광기술, 생산기술, 재료기술, 생명공학기술, 항공우주기술 등을 들 수 있음
 - 연방정부는 이들 기술들 그 자체의 개발은 물론 이들 기술들의 서비스 증진에 대해 집중 지원을 하고 있음
 - 이들 기술들에 대한 지원을 통해 새로운 사업모델의 발굴은 물론 새로운 시장의 개척 및 고용의 증대를 도모하고 있음

4) 혁신과 우호적인 환경의 조성

- Hightech-Strategie의 목표 중의 하나는 혁신에 우호적인 매력적인 환경을 조성하는 것임
 - 특히 이 전략에서 연방정부는 혁신적인 중견기업(Mittelstand)들과 혁신적

- 인 기업의 창업에 대한 지원에 주안점을 두고 있음
- 연방정부는 혁신적인 중소기업들과 중견기업들이 기술혁신의 최첨병이라는 점을 충분히 인식하고 이들에 대한 대폭적인 지원을 해 오고 있음
- 이를 위한 대표적인 프로그램으로는 “중앙집중형 중견기업 혁신 프로그램 (ZIM: Zentraler Innovationsprogramm Mittelstand)”과 독일 중소기업의 첨단연구 지원을 위한 “중소기업 혁신(KMU-innovative)”을 들 수 있음

5) 참여와 투명성

- 과학기술혁신은 사회의 각 부문에 체화되어야 함
 - 이에 따라, 본 사업에서는 과학 커뮤니케이션(science communication)을 확대하고 개선하여 모든 국민들에게 사회적, 기술적 혁신과 변화에 대해 개방을 하려고 노력하고 있음
- 아울러 관심 있는 시민들의 과학기술혁신정책의 수립과정에 참여를 적극 유도하고, 연구개발에 있어서 공공의 참여와 시민과의 대화에 노력함
 - 또한 연구개발자금의 조달과 활용에 있어서 투명성을 제고하도록 노력하고 있음

3. 독일첨단기술전략의 10대 미래 프로젝트

- Hightech-Strategie는 미래의 거대한 사회적 도전의 해결을 위한 구체적인 연구정책적 목표를 가지고 있음
 - 이와 같이 이 전략은 독일의 미래에 결정적으로 필요하다고 여겨지는 주제를 선정하여 10개의 미래 프로젝트(Zukunftsprojekte)를 선정하여 지원하고 있음
 - 개별적 미래 프로젝트들은 삶의 질 제고, 삶의 기초의 보호, 미래의 중요 시장에 있어서 산업계의 경쟁력 강화 등을 해결할 수 있는 시스템적인 문제해결에 주안점을 두고 있음

- 이들 미래 프로젝트들은 연구 그 자체의 수준을 넘어 구체적인 결과를 창출할 수 있는 환경을 창출하고, 실제로 구체적인 혁신의 실현을 추진하고 있음
 - 그 결과 이들 프로젝트들은 산업계, 과학기술계, 정부부문 모두가 동시에 참여하여 추진 중이며 광범한 참여자들이 참가하고 있다는 특징을 가지고 있으며, 미래프로젝트들은 구체적인 기술혁신의 분야에서 체계적인 해결책 제시를 목표로 하고 있는데, 이들 미래 프로젝트들은 다음과 같음

1) 이산화탄소 중립적, 에너지 효율적, 기후에 우호적인 도시의 건설

- 본 사업은 독일의 에너지 및 자원의 소비가 주로 도시에 집중되어 있다는 점에서 사업을 추진하고 있음
 - 실제로 도시들은 21세기에 접어들면서 거대한 도전에 직면해 있으며, 도시의 적응능력의 제고 및 도시의 다양한 문제점에 기인하여 본 과제는 모든 사회적 참가자와 정책 영역에서 범학문적으로 문제를 해결하는 것을 목표로 하고 있음
 - 이를 위하여 본 프로젝트의 일환으로 “미래도시(Zukunftsstadt)”를 위한 국가 플랫폼’을 구축하였고, 이 플랫폼의 목표는 자원절약형 이산화탄소 저감형 생활양식의 실현을 위한 연구의 필요성과 주제를 조사하는 것임

2) 석유를 대체할 재생가능한 재료의 개발

- 석유는 현재 가장 중요한 에너지원이며 많은 석유화학제품의 원재료로 사용되고 있는데, 이들은 폐기물을 남기고 이들의 연소는 기후변화의 원인이 되고 있음
 - 이 점에서 에너지 측면과 재료의 측면에서 재생가능한 재료의 개발은 석유, 석탄, 가스과 같은 화석연료를 대체할 수 있을 것이며, 이같은 재생가능한 재료의 연구와 개발이 본 미래 프로젝트의 목표임
- 이 프로젝트는 연방정부의 ‘2030 바이오경제를 위한 국가연구전략(Nationale

3) 에너지 공급의 이성적 전환

- 원자력 에너지 이용의 탈피와 신재생 에너지로의 전환의 문제는 매우 야심찬 계획인데, 이는 정치권, 과학기술계, 산업계, 사회 간의 긴밀한 협력을 필요로 함
- 독일 과학기술계는 이를 위한 구체적인 대안의 제시를 요구받고 있으며, 연방정부는 ‘제6차 에너지 연구 프로그램’과 함께 본 과제를 미래 프로젝트로 선정하였음
 - 이의 효율적 추진을 위하여 ‘에너지 전환을 위한 연구 포럼(Forschungsforum Energiewende)’를 발족하여 연방정부, 주정부, 과학기술계, 산업계, 사회 간의 긴밀한 협력을 도모하고 있음
 - 또한 본 주제의 추진을 위하여 ‘에너지연구프로그램(Energieforschungsprogramm)’을 포함시켰음

4) 개별적 의약을 통한 보다 나은 질병퇴치

- 현대의 분자생물학은 의학정보학과 협력하여 증거에 기반한 의약품을 생산할 수 있는 새로운 지평을 열었음
 - 이는 질병의 위험을 예측하고 치료의 효과를 사전에 측정하며 치료의 진행을 통제할 수 있는 진단기제를 결정하는데 목표를 두고 있음
 - 이를 통하여 개인적 상황을 고려하여 질병의 효율적 예방과정 및 치료과정을 개발하고 의약품의 부작용을 최소화 하고 치료의 성과를 제고하려는 목표로 하고 있음
- 이를 위해 연방정부는 2010년 12월부터 ‘보건연구 포괄 프로그램(Rahmenprogramms Gesundheitsforschung)’을 추진해 오고 있으며, 특히 2013년부터 ‘개별화 된 의학-연구와 보건예방을 위한 새로운 길

(Individualisierte Medizin – ein neuer Weg in Forschung und Gesundheitsversorgung)’을 실시해 오고 있음

5) 목표 지향적 예방 및 영양을 통한 보건 증진

- 건강을 의식하는 생활양식과 건강을 증진할 수 있는 생활환경은 질병을 회피하고 이의 발생을 낮출 수 있음
- 이에 따라, 본 미래 프로젝트는 예방 및 영양에 대한 과학적 연구를 진흥하여 통하여 효과적이고도 목표지향적인 예방과 영양의 제고를 목표로 하고 있음

6) 노년의 자기결정적 삶의 영위

- 본 프로젝트는 독일사회에 노년층이 지속적으로 증가하고 있다는 점을 감안한 연구임
 - 2030년에는 독일에는 65세 노년인구가 2,200만 명이 될 것으로 예상되며, 이는 전체 인구의 29%에 해당하는 인구이며, 이같은 고령인구의 증가는 독일 사회에 기회와 도전적인 환경을 제시할 것으로 예상됨
- 이에 따라, 연방정부는 BMBF의 사업인 ‘노년은 미래를 가지고 있다(Das Alter hat Zukunft)’라는 사업을 수행해 왔었는데, 2011년 이를 폐지하고 본 미래 프로젝트에 포함시켜 추진해 오고 있음

7) 지속가능한 유동성

- ‘지속가능한 유동성’이라는 미래프로젝트는 혁신적이고, 환경적으로 지속가능하며, 수익을 창출할 수 있는 유동성 해결책을 개발하는 것을 목표로 하고 있음
 - 여기에는 전체적인 교통의 흐름, 사회적 유동성의 변화 등을 연계한 교통

기술, 자동차 및 비행기 개념, 동력원 등의 개발을 지향하고 있음

- 미래지향적 지속가능한 이동성은 개별적인 교통수단은 물론 교통 환경을 구성하는 보행자 등을 포함하는 총체적인 교통정책을 필요로 함
- 이 프로젝트에서는 인력 및 화물 운송 수단들의 에너지 효율성 및 환경친화성의 제고를 목표로 하고 있음
 - 아울러 이 프로젝트에서는 기후변화에 대응하기 위한 교통 하부구조의 개선도 지향하고 있음

8) 경제를 위한 인터넷에 기반한 서비스

- 인터넷은 전 세계 정보에 대한 접근을 위한 세계적 하부구조로 그 중요성이 점점 증가하고 있음
 - 최근 기술의 발전으로 인터넷 서비스에 대한 다양한 플랫폼이 개발되고 있고, 우리 생활의 거의 모든 영역에서 수없이 많은 다양한 응용 어플리케이션이 활용되고 있으며, 사업의 관점에서는 많은 기업들과 관계기관을 연동하고 있음
- 이 점에서 정보통신기술의 제공자는 이 기술의 사용자들 모두에게 인터넷에 기반한 서비스 잠재력의 눈부신 증가가 있어 왔음
 - 이 점을 고려하여 본 미래 프로젝트에서는 보다 나은 인터넷 서비스의 증가를 지향하고 있음

9) 산업 4.0

- 「산업4.0(Industrie 4.0)」 미래 프로젝트는 이제 경제의 패러다임이 4차 산업혁명의 문턱을 넘고 있다는 인식에서 비롯함
 - 인터넷에 의해 촉발되어 실질 생활과 가상현실이 사물 인터넷을 통하여 점점 더 연계되고 있음

- 산업생산의 미래 모습의 특징은 대단히 높은 유연한 생산체제의 조건 하에 제품의 개별화가 강력히 진행되는 것임
- 이와 같은 고도의 유연한 생산체제는 고객 및 기업이 사업 및 가치 창출의 과정에 고도로 통합되며, 생산과 서비스가 소위 하이브리드 제품이라는 개념 하에 연계되는 체제임
 - 본 미래 프로젝트에서는 독일 산업계로 하여금 이와 같은 제4차 산업혁명의 기회를 선점하도록 하기 위한 프로젝트임

10) 안전한 인식

- 신뢰는 중요한 자산이며 모든 지속가능한 관계의 기반이 되며, 특히 인터넷 상에서의 신뢰는 현실에서와 마찬가지로 매우 중요함
- 이에 따라, 연방정부는 이 미래 프로젝트를 추진하고 있는데, 여기에서는 인터넷을 사용하는 사람들에게 안전한 인식(secure identity)을 가능하게 하여 전 세계적인 네트워크에서 비공식적인 자체의사결정의 권리를 행사할 수 있게 하고 가상의 공간에서의 거래에 대한 안전한 기초를 제공하는 것을 목표로 함
 - 이는 새로운 네트워크에 기반을 둔 사업모델을 지속가능하게 성장하게 하고, 현실세계의 사이버 범죄와 같은 문제점들을 해결할 수 있을 것으로 기대됨
- 이 미래 프로젝트는 전술한 ‘경제를 위한 인터넷 기반 서비스’와 ‘산업 4.0’의 두 미래 프로젝트와 연계하여 추진하고 있음

제 3 절

독일의 기후변화 대응정책

1. 배경

- 독일의 기후변화 정책은 2016년 11월에 독일 전 내각에서 통과된 「기후보호계획(Klimaschutzplan 2050: Climate Change Action Plan 2050)」인데, 여기에는 2050년을 향한 독일 정부의 기후보호정책의 원칙과 목표를 포괄적으로 제시하고 있음
 - 이 계획은 독일 연방정부의 모든 부처들이 동의하여 통과된 기후보호정책이지만, 그 준비는 연방환경자연보호원자력안전부(Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) - 약칭 연방환경부(BMU: Bundesministerium für Umwelt)로 불림 - 준비되었음
 - 이 계획은 온실가스가 없는 독일을 만들기 위한 경로(pathway)와 구체적인 목표와 정책수단을 상세하게 나타내 주고 있음

- 이 계획은 독일 연방정부 내각에서 통과되어 발표되었는데, 여기에서는 독일의 2050년의 기후보호 관련 목표의 제시는 물론 지난 2015년 「파리기후변화회의」의 결과를 반영하여 2030년의 중간목표와 이를 달성하기 위한 정책수단을 제시하고 있음
 - 독일 정부는 기후보호정책이 장기적인 과제라는 점을 충분히 인식하고 파리협정 등 국제적 기준 및 유럽차원의 기준에 맞추어 자국의 기후보호정책을 세심하고 체계적으로 수립, 집행해 오고 있음

- 독일정부는 파리협약에서 설정된 목표를 달성하기 위해서는 포괄적인 사회적 경제적 변화가 필요하다는 점을 충분히 인식하고 있음

- 파리협약에 따르면, 글로벌 온실가스 제거에 상응하는 원천에 의한 인위개변의 배출과 온실가스 감소에 의한 제거 간의 균형은 금세기의 후반에 가능함
 - 이는 우리가 금세기 전반에 걸쳐 온실가스를 배출하지 않은 경제로 완전하게 전환하여야 하는 도전적인 과제임
- UN 산하의 「기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)」에 따르면, 전 세계의 에너지 시스템은 늦어도 금세기 중반에는 거의 무탄소화 되어야만 함을 의미함
- 이에 따라 이를 달성하기 위하여 선진국들로부터 먼저 온실가스 저감을 선도하여야 한다는 국제적인 컨센서스가 이루어졌음
 - 실제로 기후변화 관련 손실은 1992년부터 2014년까지 네 배나 증가하여 1천억 달러에 이르는 것으로 집계되고 있음
 - 이에 따라, 독일은 이같은 전 세계 온실가스 배출문제의 심각성을 고려하여 전 세계적으로도 기후변화 대응 문제에 선순수법을 하려는 입장을 견지해 오고 있음
- 독일 정부는 「기후보호계획 2050」에서 파리협약과 조화를 이루는 국가의 기후보호 목표를 달성하기 위한 과정을 이끌어 가는 방법으로 보고 있음
- 그리하여 독일 정부는 에너지 공급, 건물 및 교통부문, 산업계, 농업과 임업 분야에서의 여러 목표를 수립하고 이를 달성하기 위한 노력을 기울여 오고 있음
 - 그리하여 독일 정부는 이 계획을 통하여 환경, 경제, 사회 등 지속가능성의 세 차원을 포괄하는 지속가능 발전전략의 달성에 노력하고 있으며, 여기에서 ‘어젠다 2030(Agenda 2030)의 지속가능 발전목표의 달성을 늘 고려하고 있음
- 한편 독일 정부는 기후변화 대응목표가 경제적, 사회적 발전 목표와 조화를 이루어야 한다는 점을 인식하고 장기적인 프레임워크 속에서 계획하고 실천을 하고 있음

- 즉, 독일 정부는 현재의 번영의 수준을 유지하는 동시에 국가적 유럽 차원의 기후변화 대응목표를 사회경제적으로 달성하는데 노력을 기울이고 있음
 - 필요한 기술발전을 추구하기 위하여 독일 정부는 독일 산업계의 혁신능력과 투자활동을 강화시키려 노력하고 있음
 - 실제로 EU는 2020년에 온실가스의 20% 감축, 에너지 효율의 20% 제고 등의 목표를 추구하고 있는데, 독일 정부는 이를 추구하고 있음
 - 이는 독일 정부의 현대화 전략(modernization strategy)의 일환이며, 혁신과 투자를 상당한 정도로 창출할 재생가능한 자원, 에너지와 재료 등의 하부구조에 기반하여 추진되고 있음,
- 독일 정부의 「기후보호계획 2050」에서는 독일을 온실가스 중립적 국가로 전환하는 것의 사회적 영향도 예의 주시하고 있음
- 독일 정부는 이를 위하여 국가별로 결정된 공헌(NDCs: nationally Determined Contributions)의 실천을 모니터링 하는 것의 사회경제적 효과에 대해서도 면밀하게 분석하고 있음
 - 아울러 독일 정부는 기후보호정책에 있어서 온실가스 감축과 글로벌 배출권 거래 등에 있어서 국제적 협력이 대단히 중요하다는 점을 충분히 인식하여 이를 적극적으로 추진하고 있음
- 독일 정부의 「기후보호계획 2050」는 이를 시작으로 모든 관계 부문 및 기관들이 참여하는 프레임워크의 설정 및 전환경로의 기획 과정을 출발하였다는 점에서 매우 의미가 있음
- 독일정부는 이 과정을 과학적으로 건전하고 민주적으로 꾸준히 개선해 나갈 것이며 과학기술단체 및 학문 공동체들의 폭넓고 지속적인 참여를 독려할 것을 천명하고 있음
 - 아울러 독일 정부는 이 과정에서 필요한 정책수단들의 조합을 지속적으로 검토할 계획임
- 「기후보호계획 2050」에서 과학기술적 접근방법(S&T approach)은 대단히 중요한 의미를 가지고 있음

- 에너지 저장 혹은 혁신적인 산업공정으로부터 탄소포집 및 사용 등에 이르는 새로운 기술들은 독일 정부의 기후변화 대응목표를 효율적으로 그리고 경제적으로 그리고 장기적으로 수용가능한 방법으로 달성하는데 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대하고 있음
 - 그리하여 독일정부는 온실가스가 없는 경제를 달성하는데 핵심적인 기술들을 진보하기 위하여 산업계와 긴밀하게 협력을 하고 있음
- 기후변화 대응에 있어서 다양한 부문들 대해 생각하고 이들 간의 상호작용을 통합적인 방법으로 고려하는 것이 대단히 중요해 졌는데, 이와 같은 접근방법을 ‘부문연계(sector coupling)’라고 부름
- 동시에 이처럼 기후변화 대응목표에 집중하는 것은 지속가능한 목표(SDGs: Sustainable Development Goals)과 같은 이미 국제적으로 합의된 목표와 연계하여 실현되어야만 하는 구체적인 실행을 위한 범위와 계획을 선정하는데 매우 도움을 줄 수 있을 것임
- 독일 정부의 「기후보호계획 2050」은 경직적인 정책 프로그램이 아니라 온실가스가 중립적 경제를 달성하는데 필요한 전반적인 방향을 담고 있다는 점에서 매우 유연한 계획으로 평가받고 있음
- 파리협약과 발을 맞추어 이 실행계획은 기술적, 사회적, 경제적 발전과 변화 및 새로운 과학적 발견에 대응하여 정기적인 간격으로 수정될 것임
 - 이 점에서 「기후보호계획 2050」의 정기적인 수정은 그동안 적용된 정책수단들의 효과성을 포괄적으로 체크하고 선택된 전환경로를 검토하고 필요하다면 이를 수정할 수 있는 학습과정(learning process)으로 파악할 수 있음
- 「기후보호계획 2050」를 추진하는 독일 정부는 독일, 유럽, 전 세계적으로 기후변화 관련 산업구조 및 생산공정 등의 장기적인 전환의 필요성을 깊이 인식하고 있으며, 여기에서 다음 두 가지 요소를 중요하게 고려하고 있는데, 그것은 구조변화(structural change)와 현대화(modernization)임
- 이들 두 요소는 경제활동의 핵심적인 요소이며 독일 경제가 국제적으로 경

쟁력을 유지하는데 매우 중요한 요소임

- 그리하여 독일 정부는 혁신과 현대화에 주안점을 둔 전략적 기후변화 대응 활동이 국민의 삶의 질 향상과 독일의 번영 및 고용에 결정적인 영향을 미친다는 점을 인식하고 있음
 - 이와 같은 전환이 빠르면 빠를수록 그리고 이것이 보다 비용효과적일수록, 사회적 부담은 줄어들 것이며 경제적 위험도 낮아질 것임
 - 그리하여 독일 정부는 이와 같은 구조변화를 빠르게 진행하는 것이 금세기 후반에 온실가스가 없는 경제를 지향하는 세계 경제에서 독일의 경쟁적 지위를 강화하는데 대단히 중요하다는 점을 충분히 인식하고 있음

- 그리하여 독일정부는 「기후보호계획 2050」에서 넓은 범주의 다양한 혼합의 정책수단을 개발하고 사용하고 있음
 - 특히 이 계획에서는 독일의 「에너지 전환(Energiewende)」 사업과 2014년에 시작한 「기후보호 실행 프로그램(Climat Action Program 2020)」의 경험에 바탕을 두어 정책수단들을 마련하였음

- 아울러 독일 정부는 그동안의 기후보호정책의 경험을 바탕으로 「기후보호계획 2050」에서는 다음과 같은 패러다임 전환을 추구하고 있음
 - 즉, 장기적인 기후보호정책은 투자정체를 방지하는데 공헌할 것이며, 그리하여 그동안에는 기후변화를 대응하는데 특별히 중요한 의미가 있는 신재생 에너지와 에너지 효율성에 기반한 기술들이 화석 에너지 시장에 도입되어 왔는데, 이제는 그 논리가 바뀌어야 한다는 것임
 - 즉, 앞으로는 신재생 에너지와 에너지 효율성은 투자의 표준이 되어야 한다는 점임

- 독일정부는 이와 같은 사고의 전환에 다음과 같은 원칙이 필요함을 인식하고 있음
 - 첫째로 그리고 가장 중요한 것은 에너지 수요는 모든 부문에서 상당하게 그리고 영원히 감소되어야 한다는 점, 즉 ‘효율성 우선’의 원칙임

- 둘째로, 재생가능한 에너지는 타당성이 있는 어느 부문에서도 직접적으로 사용되어야 함
 - 셋째로, 재생가능한 원천으로부터의 전력은 열전환, 운송부문, 산업 등에 효율적으로 사용되어야만 한다는, ‘부문 연계’의 원칙임: 실제로 독일 정부는 새로운 에너지 시장의 설계, 에너지 전환(Energiewende)의 디지털화, 2017년 1월 1일부터 발효에 들어간 「재생가능한 에너지원법(Renewable Energy Sources Act)」의 개혁을 통하여 이를 위한 전력생산 프레임워크를 창출하였음
- 독일 정부는 이와 같은 노력에 있어서 과학기술혁신의 중요성을 충분히 인식하고 있음
- 독일 정부는 온실가스의 폐지를 달성하기 위하여 새로운 기술의 개발의 중요성을 충분히 인식하고 있으며, 그리하여 기술적 중립 접근방법(technologically neutral approach)에 바탕을 둔 목표치를 설정하고 연구개발자금이 시장요건에 발맞추고 새로운 파괴적 혁신(new disruptive innovation)으로 이어질 수 있도록 노력하고 있음
- 「기후보호계획 2050」은 이 현대화 전략(modernization strategy)을 다음 세 차원에서 추진하고 있음
1. 이 계획은 각각의 실행영역에서 2050년을 위한 특정한 지도원칙(guiding principles)을 개발하고, 혁신의 공간을 창출하며, 지속가능성을 극대화 함
 2. 이 계획은 모든 실행영역에 대하여 견고한 전환경로(transformation pathways)를 설계하고 핵심적인 경로의존성을 검토하며, 상호의존성을 기술함
 3. 이 계획은 특정한 마일스톤과 전략적 수단을 가지고 목표, 특히 2030년을 위한 중간 온실가스 목표를 강조하며, 비용편익분석을 실시함
- 「기후보호계획 2050」은 국가의 지속가능성 제고를 위한 정책의 핵심적 요소로서 사전에 설정된 공공예산을 가지고 기후변화 대응을 다른 환경적, 경제적 사회적 목표와 연계를 함

- 독일 정부는 기후변화 대응의 성공은 필요한 정책수단의 수용과 폭넓은 대중의 참여가 있을 때에만 가능하다는 점을 충분히 인식하고 있음
 - 그리하여 연방환경부(BMU)는 지방정부, 지역 당국, 기업 및 산업계, 일반 대중들에게 이 계획을 추진하고 특별한 정책수단을 추천할 수 있도록 사전적인 대화 및 참여과정을 제공하고 있음

2. 경제의 현대화 전략으로서의 기후변화 대응

- 독일의 기후변화 대응전략은 기후변화 대응목표를 달성하는데 필요한 과정에 대한 중요한 지침을 제공하도록 설계되어 있음
 - 이는 독일경제의 현대화(modernization)하는데 목표를 둔 전략이며, 이의 핵심적인 특징은 어떠한 특정한 기술에 주안점을 두거나 혹은 배제하지 않는다는 점임
 - 이는 신재생 에너지와 같은 새로운 기술을 개발하고 확산하며 에너지 효율을 증가시키기 위해 설계된 전략임
 - 이는 자원을 절약하고 자원을 보다 효율적으로 활용하며 동시에 독일 경제 및 기업의 성과와 경쟁력 제고시키는 방법으로 이해되고 있음
- 즉, 독일 정부는 기후변화대응이 경제적 성과 및 경쟁력 제고에 대단히 중요하다는 점을 인식하고 있으며, 비탄소화(decarbonization)는 산업의 구조를 변경하는 것이지 산업의 비산업화(deindustrialization)를 의미하는 것은 아니라는 점을 천명함
 - 오히려 독일과 같은 고도화된 산업국가는 국가의 기후변화 대응목표를 충족하는 것이 국가의 경제적, 산업적 성공에 부정적인 영향을 미치지 않는다는 점을 보임으로써 다른 국가들이 따라오도록 유도할 수 있을 것임
 - 독일 정부는 다가오는 수십년 동안 온실가스가 없는 사회로의 이행을 성공적으로 이행함으로써 성공적인 사례를 보여야 한다는 점을 인식하고 있음
 - 그리하여 기후보호정책은 물론 경제정책에 있어서 독일 정부는 좀 더 큰

그림을 그리고 있으며, 여기에서 국가적, 유럽 차원의 전 세계적 기후보호 목표는 기후변화 대응전략의 핵심이 되고 있음

- 독일 정부는 제약효과(lock-in effects)와 이어지는 자본파괴와 실업 등을 회피하는 긴 안목의 현대화 정책이 자리를 잡아야 함을 충분히 인식하고 있음
 - 그리하여 다양한 투자자들은 기후변화 대응을 위한 국가적, 유럽 차원, 국제적 노력이 점점 더 에너지 효율성(energy efficiency)과 재생가능한 에너지(renewable energy)에 주안점을 둔다는 점을 인식하는 것이 필요할 것임
 - 그리하여 화석 에너지 구조에 대한 투자는 예외적인 일이 될 것이며, 이는 새로운 기술적 대안이 없거나 혹은 그 대안이 너무나 비쌀 경우에만 이루어진다는 것을 인식하여야 할 것임

- 이와 같은 새로운 투자기준으로서 에너지 효율성과 신재생 에너지가 다양한 산업부문에서 의미하는 바는 무엇인가?
 - 우선 온실가스 배출에 있어서 가장 많은 비중을 차지하는 전력생산(electricity generation)에 기술을 활용함으로써 가장 비탄소화 할 수 있는 가능성을 가지고 있을 것임
 - 아울러 전기자동차, 고에너지 효율 빌딩 등의 부문에서도 온실가스 감축의 가능성은 매우 클 것으로 기대됨

- 이들 산업부문에서의 이와 같은 효과는 전력이 재생가능한 원천으로부터 생산되어야만 가능할 것이며, 이 점에서 이들 기술에 대한 지속적인 투자가 핵심적인 요소가 아닐 수 없음
 - 재생가능한 에너지에 전적으로 의존하는 경제로의 이행에 있어서, 대단히 효율적이고 상대적으로 낮은 탄소를 배출하는 천연가스에 기초한 발전소가 필요함
 - 실제로 조만간 재생가능한 원천에 의한 탄소배출이 없는 발전이 가능할 것으로 기대됨

- 온실가스 배출과 관련있는 투자들 중에서 건물(building)은 100여년의 수명을 가지는 가장 긴 서비스 기간을 가지고 있다는 점에서 매우 효과가 높은 부문임
 - 그리하여 독일 정부는 모든 새로운 건물에 탄소배출이 없게 하는 에너지 효율성 기준을 적용하려고 하고 있음
 - 독일은 이에 필요한 에너지 효율적 기술을 확보하고 있으며, 그 결과 이와 같은 새로운 기준은 지체없이 도입될 것으로 기대됨

- 그러나 기존의 빌딩들은 상당한 어려움을 가지고 있는데, 대부분의 기존의 빌딩들은 가스나 기름에 기반한 보일러를 가지고 있기 때문임
 - 그리하여 이들 기존의 보일러를 보다 효율적인 콘덴싱 보일러로 전환함으로써 탄소배출을 크게 줄이려고 노력하고 있음
 - 그러나 이와 같은 화석연료에 기반한 난방시스템에 대한 투자를 중단하는 것은 건물 소유자나 세입자들에게 상당한 에너지 가격의 상승을 가져온다는 점에서 독일 정부는 보다 세심한 정책수단을 적용하고 있는 중임

- 빌딩부문과 더불어 기후변화 대응에 있어서 가장 큰 도전적인 상황은 운송(transport) 부문임
 - 철도운송은 상당한 정도로 전기화 되어 있음에도 불구하고 도로운송, 항공운송, 수로운송 등은 여전히 전적으로 화석연료에 의존하고 있음
 - 전기운송은 민간 자동차 운송에 있어서는 상당한 에너지 전환을 가져오는데 성과를 창출하고 있지만, 항공운송과 해상운송에 있어서도 대체적인 탄소배출이 없는 연료로 대체할 필요가 있음
 - 독일 정부는 이를 위해 새로운 기술을 개발하는데 적절한 인센티브를 제공해 주어야 할 것임을 인식하고 있음

- 「기후보호계획 2050」은 매우 폭넓은 시각을 가지고 있으며, 독일 정부는 「에너지 전환(Energiewende)」 사업과 더불어 경제를 현대화 하는 전략으로 이해되고 추진되고 있음
 - 그러나 이 전략은 모든 산업부문에 적용되는 것은 아닌데, 예를 들어 산업

- 적 농업에서 창출되는 배출은 에너지 효율성과 재생가능한 에너지로 충분히 저감하기 어려움
- 이들 산업부문의 배출은 기술적 대안이나 다른 해결책이 찾아지지 않으면 지속적으로 이어질 수 밖에 없으며, 이에 따라 독일 정부는 「바이오경제(BioÖconomie)」 사업을 추진하게 되었음

3. 독일의 온실가스 중립적 사회로의 이행경로

1) 2050년의 사회경제의 전환

- 2050년의 사회경제를 예측하기는 매우 어렵지만, 독일 정부는 사전적 기획과 새로운 역량의 세심한 이용을 통하여 보다 나은 대안을 모색할 수 있다는 점을 충분히 인식하고 기후변화 대응에 나서고 있음
 - 독일 정부는 금세기 중반에 온실가스가 없는 사회경제로의 전환을 달성하려는 목표가 대단히 도전적 과제라는 점을 인식하고 있음
 - 독일은 2030년 그리고 2050년을 향한 경제하부구조에 대한 많은 영역에서의 의사결정 및 투자가 필요한데, 특히 에너지 공급, 산업생산, 농촌지역과 도시지역의 이동과 개발 등에 있어서 필요함을 인식하고 있음
- 독일 정부는 에너지 복잡성에 영향을 미치는 기후, 신재생 에너지 혹은 다른 영역들에 있어서의 국가적, 유럽차원, 국제적 법률제정 등에 모든 사용가능한 개별적 수단들이 포함될 수 있도록 최고의 조정 노력을 다하고 있음
 - 이 점에서 독일 정부는 수많은 연구를 수행해 왔는데, 그 결과 독일의 기후보호 목표는 기술적으로는 물론 경제적으로도 달성가능하며, 대부분은 기존의 기술적 대안으로도 해결가능하다는 결론에 도달하였음
 - 물론 다른 새로운 기술들이 개발되어야 할 것이며, 이것이 왜 기후변화 대응에 있어서 연구개발과 기술혁신이 특별히 중요한지를 알려주는 것임

- 실제로 독일은 그동안 실행해 온 「에너지 전환(Energiewende)」 사업을 통하여 상당한 성과를 거두었음
 - 독일의 온실가스 배출은 1990년에서 2015년 사이 9억 800만 톤의 이산화탄소 정도로 27.2%가 감축되었으며, 16년 전과 비교하여 재생가능한 에너지원으로부터의 전력생산이 약 5배 정도 증가하였음
 - 독일은 20여 년 전과 비교하여 절반 정도의 에너지를 사용하는 건물을 지을 수 있으며, 재생에너지 및 에너지 효율성을 제고할 수 있는 신기술을 전세계에서 가장 빠르게 개발을 하고 있음
 - 아울러 신기술 개발과 디지털화는 전통적 산업부문에서 온실가스가 없는 전력생산을 가능하게 하고, 보다 쾌적하게 생활할 수 있게 하며, 이동 및 일상 생활에서의 온실가스 절감을 가능하게 해 주고 있음

- 독일의 온실가스 중립적 사회경제로의 이행을 위한 지침은 이들 변화를 기회로 포착하려는 포괄적 현대화 전략(comprehensive modernization strategy)임
 - 이 점에서 경제변영, 혁신, 고용, 환경보호를 촉진하기 위하여 이들 기회를 활용하기 위한 온실가스가 중립적 기술, 생산공정, 하부구조 등에 대한 투자가 이루어지고 있음
 - 실제로 이와 같은 전략을 구현하기 위해 독일 정부는 강력한 연구개발활동을 추진해 오고 있음

- 아울러 공공의 지지(public support)를 획득하기 위하여 「기후보호계획 2050」의 정책수단들은 사회정의, 제공가능성, 경제적 효율성, 참여와 민주화 등을 근본적인 도입 기준으로 삼고 적용해 오고 있음

- 독일 정부는 독일 경제를 위한 포괄적인 투자 및 현대화 프로그램을 개발하여 기후변화에 대해 효율적으로 대응하는 것이 필요함을 충분히 인식하고 있음
 - 아울러 독일 정부는 다른 나라들도 이와 같은 기후변화에 대한 대응에 많

은 노력을 기울이고 있다는 점도 인식하고 있음

- 독일 정부는 금세기의 국가경제의 경쟁력이 적절한 방법으로 저탄소화 하는데 달려 있음을 충분히 인식하고 있음
- 아울러 이와 같은 사회경제의 전환이 빠르면 빠를수록 좋고 정치적으로도 잘 경영되어야 하며 구조적 결함을 회피하면서 진행되어야 함을 충분히 인식하고 있음

○ 전 세계적으로 환경기술 및 에너지 효율성 기술의 시장은 2.5조 달러 규모이며, 현재의 예측으로는 이 시장이 2025년에는 두 배로 증가할 것으로 예상되고 있음

- 독일 정부는 이 기술시장에서의 선도적 위치를 확보하려는 노력을 기울이고 있으며, 이를 위하여 지속적이며 효율적인 정책을 통하여 기술혁신, 사회혁신, 경제혁신을 추구하려고 노력하고 있으며, 이것이 독일을 온실가스 없는 국가로 전환하는데 핵심적이라는 점을 충분히 인식하고 있음

○ 이와 같은 전환에 있어서 핵심적인 요소 중의 하나는 이를 가능하게 해 주는 환경임

- 독일 정부는 이를 인식하여 법률 제정 등에 있어서 사업 및 경제의 투자 흐름을 고려하고, 외부비용을 내부화하며, 적절한 경제적 인센티브 구조를 구축하며, 필요한 법적 기반을 구축하며, 대화와 참여를 위한 기회를 제공하는데 노력해 오고 있음
- 이는 독일 정부가 이전에 기후보호정책 및 에너지 정책에서 사용해 왔던 정책수단들을 정밀 조사하고 보다 건설적으로 개선하여 적용하려는 노력을 기울이고 있음을 나타내 주고 있음
- 아울러 독일 정부는 예방의 원칙을 고수하며 동시에 연구개발활동과 기술 혁신활동에 대한 전략적 자금지원을 지속적으로 추진해 오고 있음

2) 2050년을 향한 목표설정과 경로의 서술

○ 독일 정부의 기후변화 대응목표는 2050년까지 온실가스를 80~95%를 저감

한다는 EU의 목표에 기반하고 있음

- 이것은 근본적인 변화는 아니지만, 파리협정과 이의 금세기 후반의 글로벌 온실가스 배출을 영(零)으로 줄인다는 목표는 산업국가들에게 온실가스 무배출 목표를 앞당겨야 하는 도전적 과제를 제시하고 있음은 분명함
- 그리하여 독일정부의 기후보호정책은 2050년에는 온실가스 중립이라는 지침을 지향하고 있음

○ 독일 정부는 첫 기후보호계획에서 2030년 이전에 1990년과 비교하여 온실가스 배출을 55%를 줄인다는 목표를 지향해 오고 있음

- 독일 정부의 2014년 발간된 「에너지 전환(Energiewende)」 사업의 제1차 진행보고서와 2015년 발간된 「에너지 전환」 사업의 제4차 모니터링 보고서에 따르면, 독일의 온실가스 배출은 2040년까지 적어도 70%를 줄여야 함을 나타내 주고 있음
- 2030년까지 온실가스를 적어도 55%를 줄인다는 중간목표는 「기후보호계획 2050」의 개별적 실행부문에서의 마일스톤에서도 추진되고 있음
- 이는 배출저감은 물론 실행부문의 구조조정 전략에 대한 지침으로 작용하며 다양한 영역에서 필요한 저감을 하는데 일관성을 부여할 것임
- 독일 정부는 이같은 노력에 있어서 에너지 관련 배출이 비에너지 배출(예를 들어 농업부문) 보다 배출 저감의 장기적인 잠재력이 훨씬 높다고 인식하고 있음

○ 독일 정부는 2050년에 장기적이고 포괄적인 기후변화 대응목표를 달성하기 위하여 에너지 부문, 빌딩과 운송부문 및 산업과 기업에 있어서의 에너지 관련 배출에 있어서 대부분의 배출을 방지하는 것이 필요하다는 점을 인식하고 있음

- 이것은 잠재적 효율성을 높이고(‘효율성 최우선’ 원칙) 다양한 부문에서 환경적으로 그리고 경제적으로 타당하고 가능한 재생가능한 에너지원을 직접 사용하는 것을 필요로 함

○ 나머지 에너지 요건은 탄소가 없는 재생가능한 전력(부문연계)에 의해 달성될

수 있을 것으로 기대하고 있음

- 이것은 특히 운송부문에서 전기차 기술의 도입 및 인기 상승에 의해 성공적으로 이루어지고 있는데, 앞으로 항공 및 해상운송 부문에서 전력에 기반한 연료원을 사용하고 탄소가 없는 전력공급을 통해 더욱 가능해질 것임
- 빌딩부문에서는 재생가능한 에너지원으로부터의 전력이 점점 더 중요해지고 있음
- 독일에서는 이와 같은 노력이 진행되면서 에너지, 운송, 빌딩 부문, 그리고 산업부문 간의 상호작용이 활발한 부문연계(sector coupling)을 더욱 많이 이루어지고 있음
- 이에 따라, 독일 정부는 이와 같은 부문간 상호작용에 보다 강력하게 영향을 미칠 것인데, 그 이유는 전력을 생산하는 것은 빌딩, 운송, 산업 부문에서의 탄소가 없는 발전에 핵심적인 역할을 하기 때문임

○ 에너지 효율성(energy efficiency)과 에너지 보존(energy conservation)에 있어서의 지속적인 개선은 재생가능한 전력 생산능력의 확장의 한 부분으로서 재생가능한 전력 생산의 추가적인 필요성을 충족시키는데 핵심적인 요소임

- 이에 따라, 독일정부는 「에너지 전환」 사업에서 중요한 과제로 적용되어 오고 있음

○ 토지사용과 삼림(land use and forestry)으로부터의 배출을 측정하고 귀속하는 것은 방법론적으로 매우 어렵기 때문에 그동안 독일 정부는 이 부문을 기후변화 대응목표에 직접적으로 포함시키지는 않았었음

- 그러나 독일 정부는 이 부문이 삼림과 토양으로부터의 이산화탄소 배출을 회피하고 처리를 하는데 잠재적인 능력이 크다는 점을 인식하고 있음
- 그리하여 독일 정부는 「기후보호계획 2050」에 이 부문의 발전을 포함시키고 있음

○ 국제적 항공과 해운으로부터의 배출은 파리협정에 의해 명시된 온실가스 제

거의 장기적 목표를 달성하기 위한 노력의 부분이 되어야 함

- 이에 따라, 독일 정부는 국제민간항공기구(ICAO: International Civil Aviation Organization)와 국제해사기구(IMO: International Maritime Organization)와의 국제협력의 이로의 협력을 지원하며 이들 두 부문에서 글로벌 온실가스 제거를 달성하는데 야심찬 공헌을 하려고 노력하고 있음
- 비록 이와 같은 국제적 배출은 독일 정부의 국가적 기후변화 대응목표에 직접적으로 포함되지는 않음에도 불구하고 독일 정부는 기후변화 대응목표의 달성을 평가하는데 이들 부문에서의 배출을 고려하며 이들 부문에서의 배출을 저감하기 위한 노력을 기울이고 있음

○ 독일 정부는 이와 같은 기후변화 대응의 실행에 있어서 이 계획만이 유일한 계획이 아님을 충분히 인식하고 정부의 지속가능한 발전 전략의 경영원칙, 목표, 다른 요건들을 충분히 고려하려고 노력하고 있음

- 예를 들어, 기후변화 대응의 실행은 오랜 기간에 걸쳐 자원의 지속가능한 사용 및 보존과 발맞추어 나가야 하며 생물 다양성(biodiversity)의 보존을 훼손해서는 안될 것임
- 아울러 이와 같은 기후변화 대응의 노력에 있어서 사회경제적 요건도 충분히 고려하려고 노력하고 있음

○ 독일 정부의 기후보호정책은 독일과 유럽의 경제적으로 성공적인 발전을 지원하여야 함을 충분히 인식하고 있음

- 그리하여 독일 정부는 독일과 유럽의 혁신활동을 제고하고 기후변화에 우호적인 기술에 대한 투자를 증가시키며, 환경에 대한 부담을 줄이는 동시에 효율성을 제고하여 기업의 생산성의 확대를 위한 노력을 기울이고 있음

3) 모든 차원에 있어서 기후변화 대응의 촉진: 사회적 프로젝트로서 기후변화 대응

○ 독일 정부는 기후보호정책에 있어서 핵심적인 요소는 대중에 의한 폭넓은 지지와 동의라는 점을 충분히 인식하고 있음

- 기후변화에 대한 대응수단들은 사회의 모든 구성부문에게 공정한 방식으로 균형을 이루어야 하며, 그리하여 목표지향적 규제에 덧붙여 기후변화 대응에 있어서 사람들의 행동의 변화를 가져오는 정책수단의 자발적 특징을 반영하려고 노력하고 있음

- 독일 정부는 기후변화 대응에 있어서의 성공은 모든 차원에서 모든 이해관계자들에 의해 대응이 이루어져야 가능함을 인식하고 있음
 - 그리하여 독일 정부는 대중, 기업가, 정치가들에 의한 노력과 더불어 강력한 연구개발의 노력과 과학기술혁신에 대한 새로운 접근방법이 필요함을 인식하고 있음

- 아울러 독일 정부는 기후변화 대응에 있어서 유럽 차원과 세계적 차원에서의 긴밀한 협력이 필요함을 충분히 인식하고 이들 국가들과 활발한 협력을 추진해 오고 있음
 - 그리하여 독일 정부는 쌍무적, 다자간 프로그램 및 자금, 개발협력과 관련된 자금, 직접적인 기후보호자금 등을 통하여 국제 기후변화 대응활동을 지원하고 있음
 - 그러나 대부분의 국제 기후보호 대응 자금지원은 독일 연방경제협력개발부(BMZ: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)에 의해서 이루어지며, 이 자금은 온실가스 저감을 위한 프로젝트, 기후변화에 대한 적응, 삼림과 생물 다양성의 보존에 지원됨
 - 그리하여 독일은 기후변화 대응 관련 국제개발협력의 중요한 파트너로 활동하고 있으며 이 분야에 있어서 가장 큰 기부국으로 명성을 유지하고 있음
 - 또한 독일은 국제적으로 결정된 공헌(NDC: nationally determined contributions)과 관련하여, 국제 기후변화 대응에 상당한 자금지원을 해오고 있음

- 연방경제협력개발부(BMZ)는 국제개발협력의 지원에 있어서 기후변화 대응과 지속가능한 발전의 문제에 많은 관여와 지원을 해 오고 있음

- 주요 사업으로는 에너지 분야에서 「아프리카재생에너지계획(AREI: Africa Renewable Energy Initiative)」으로 아프리카의 에너지 전환에 노력하고 있고, 삼림 분야에서 「아프리카삼림풍토복구계획(AFR 100: Africa Forest Landscape Restoration Initiative)」 등을 수행해 오고 있음
- 한편 독일 정부는 2008년 「국제기후보호계획(IKI: Internationale Klimaschutzinitiative)」을 발족하여 기후변화의 저감 및 생물 다양성 보존의 영역에서 개발도상국과 저개발국가들에게 추가적인 지원과 협력을 추진해 오고 있음
 - 기후변화 자금지원의 일환으로서 IKI는 지역 지원수단과 UNFCCC과정의 촉매제 역할을 해 오고 있으며, 이 사업이 시작된 이래 17억 유로의 자금 지원을 해 오고 있음
- 독일 정부는 지역의 기후변화 대응활동을 지원해 오고 있는데, 특히 「국가기후보호계획(NKI: Nationale Klimaschutzinitiative)」을 통해 지원하고 있음
 - NKI는 해당 지역의 당국, 교육기관, 기업, 소비자 등에 대한 자금지원 프로그램 뿐만 아니라 이들에게 정보, 자문 등을 지원하여 스스로 역량을 확보하게 하는 전략적 프로젝트도 지원하고 있음
 - NKI의 핵심적인 목적은 해당 지역의 당국들이 스스로 기후변화에 대한 대응능력을 제고하는 것임
- 실제로 독일 정부는 국가 전체 차원에서 지방정부(Länder), 지역당국, 협회는 물론 대중들을 포함하여 조기 단계에 기후변화 대응전략 및 수단들에 포함시키려고 노력해 오고 있음
 - 그리하여 그동안 독일 정부의 지속가능한 발전목표의 갱신, ‘어젠다 2030(Agenda 2030)의 실행에 관한 독일 보고서의 작성 등에 있어서 이와 같은 대중 및 당국들의 조기 참여가 대단히 중요함을 인식하여 이들의 참여를 촉진시켜 오고 있음
 - 이는 특히 기후변화 대응 사업의 결과 수용은 물론 새로운 개별적 프로젝

트의 도출에 특히 중요한 공헌을 하고 있음

- 그리하여 독일 정부는 앞으로의 기후변화 대응 및 지속가능한 발전 목표의 달성 노력에 있어서도 다양한 기관 및 기구들의 적극적 참여문화를 강화하려고 노력해 오고 있음

○ 독일 정부는 기후변화 대응에 참여를 활성화 하는데 있어서, 대중들은 매우 접근이 쉬운 참여방법을 선호한다는 점을 인식하여 구(district) 혹은 이웃간의 참여 활성화에 노력하고 있음

- 즉 지역 주민들에게 기후변화 대응의 필요성과 효과 등에 대한 정보를 제공하고, 교육훈련도 제공하며, 적절한 인지도 향상을 위한 노력을 기울이고 있음
- 아울러 혁신적인 연구개발프로젝트를 통하여 사회의 모든 구성원들이 인식을 제고하고 실제로 장기적으로는 행동을 변화할 수 있는 사업(예: Effizienzhäuser Plus(Efficiency House Plus)을 실시해 오고 있음

4. 기후변화 대응의 목표와 수단

○ 2050년을 향한 기후변화 대응목표에 기초하여 「기후보호계획 2050」은 모등 실행영역에 대하여 지침, 마일스톤, 정책수단을 구체적으로 설정하고 있음

- 그동안 추진했던 ‘기후보호 실행프로그램 2020(Aktionsprogramm Klimaschutz 2020)’에서와 마찬가지로 「기후보호계획 2050」은 일반적으로 국제 온실가스 보고에서 사용되었던 원천의 원칙에 입각하여 실행의 영역을 정의하였음
- 이 원칙에 입각하여 예를 들어 가전제품의 사용으로 인한 배출 증가는 전력의 원천 및 그리하여 배출의 원천인 에너지 부문에 귀속하게 하였음

○ 보다 구체적으로 「기후보호계획 2050」은 에너지, 빌딩, 운송, 산업, 농업, 토지이용과 삼림과 관련된 실행영역을 도출하였으며, 아울러 포괄적 목표와 정책수단들도 제시하고 있음

- 여기에서 지침은 각각의 실행영역에서 2050년에 대한 비전을 나타내고 있으며, 마일스톤과 정책수단들은 대체적으로 2030년에 집중하고 있음

○ 독일 정부에서 이미 설정한 2030년의 중간목표 - 2014년의 ‘에너지 전환’에 관한 제1차 실행보고서와 2015년의 ‘에너지 전환’에 관한 제4차 모니터링 보고서 - 와 더불어, 독일의 총 온실가스 배출은 2030년까지 1990년과 비교하여 적어도 55%가 저감되어야 함

- <표 2>는 이와 같은 온실가스 저감목표를 부문별로 나타내고 있으며, 그 목표를 달성하기 위한 구체적 공헌도를 보여주고 있음

<표 2> 독일의 부문별 온실가스 감축계획

실행영역	1990년 (CO ₂ 로 환산한 백만톤)	2014년 (CO ₂ 로 환산한 백만톤)	2030년 (CO ₂ 로 환산한 백만톤)	2030년 (1990년과 비교한 감축률)
에너지	466	358	175~183	62~61%
빌딩	209	119	70~72	67~66%
운송	163	160	95~98	42~40%
산업	283	181	140~143	51~49%
농업	88	72	58~61	34~31%
소계	1,209	890	538~557	56~54%
기타	39	12	5	87%
합계	1,248	902	543~562	56~55%

자료: 독일 연방정부의 「기후보호계획 2050」

○ 기후변화 대응을 위하여 개발된 정책수단들은 다양한 집단들이 참여하는 폭넓은 대화와 참여의 과정에 의해 정보가 확산될 것임

- 여기에 참가하는 집단들은 지방정부, 지역 당국, 협회, 공공단체의 구성요원들이 됨
- 아울러 「기후보호계획 2050」에 기초하여 독일정부는 실제로 이 계획에 의해 영향을 받는 부문들, 즉 기업, 종업원, 노동조합 등과 지속적인 대화를 하며, 이 계획은 폭넓은 과학적 기반에 의해 확고한 위치를 확보하게 함
 - 그리하여 독일 정부는 이 계획의 영향평가를 실행하였고, 어떠한 실행대안이 있는가 및 필요한 수정사항은 무엇인가 등을 모색하기 위하여 잠재적 기회, 위험, 불확실성을 도출하였음
 - 이를 바탕으로 독일 정부는 개별부문들이 「기후보호계획 2050」에서 2030년까지 설정한 감축목표를 충족시키게 하는 책임을 부여하고 있음
- 「기후보호계획 2050」은 일정한 간격으로 갱신될 예정인데, 여기에서 현재 예측하기 어려운 기술진보 및 경제발전과 이들 감축과정에서 발생하는 부문연계가 조정이 필요한지 여부도 검토할 것임
 - 그리하여 독일 정부는 기후변화 대응노력에 있어서 유연성을 확보하도록 노력할 것이며, 그리하여 이 계획에서 세부적인 사항은 구체적으로 명시하지 않았음

1) 에너지 부문에서의 기후변화 대응

(1) 초기상황

- 기후변화 정책과 에너지 정책은 대단히 긴밀하게 연계되어 있으며, 그리하여 효과적인 기후변화 대응은 지속가능한 에너지 정책이 없다면 상상할 수 없음
 - 실제로 2014년 기준으로 독일의 온실가스배출에 있어서 에너지 부문이 차지하는 비중은 40%에 달하고 있음
 - 파리협정에서 체결된 온실가스 중립 목표에서는 에너지 생산에 있어서 화석연료의 사용을 점진적으로 줄여나가는 점을 강조하고 있고 에너지 공급은 적어도 2050년까지는 거의 비탄소화 되어야 함을 강조하고 있음

- 독일에서 추진한 「에너지 전환(Energiewende)」 사업은 독일의 에너지 부분의 대단한 변화를 가져왔는데, 그 결과 불과 수년 이내에 재생에너지는 틈새 기술에서 벗어나 현재 독일의 핵심적인 전력의 원천이 되었음
 - 독일 정부는 이같은 전환의 추이를 더욱 더 강력히 추진하고 있으며 그리하여 재생가능한 전력은 독일 미래 에너지 시스템의 핵심 에너지원으로 될 것으로 기대되고 있음
 - 이는 재생가능한 전력이 열과 운송부문에 활용될 것이며 전기자동차 등에서 폭넓게 활용될 것으로 기대되고 있음

- 독일의 「에너지 전환(Energiewende)」 사업으로 인한 전력부문의 현대화는 독일의 가장 주요한 투자사업의 하나가 되었음
 - 예를 들어, 2014년에 재생가능한 에너지 시설에 19억 유로가 투자되었고, 또 다른 8억 유로가 그리드 하부구조의 그리드 작동기(grid operator)에 투자되었음

- 이 독일의 「에너지 전환(Energiewende)」 사업과 에너지 공급을 보다 재생가능한 에너지와 보다 높은 에너지 효율성으로의 점진적 재구축은 독일의 에너지 전환의 미래의 방향임
 - 그리하여 재생가능한 에너지는 2015년 독일의 전력수요의 32%를 차지하였고, 대부분은 풍력(13.3%)과 광전자(6.5%)에서 에서 왔음
 - 또한 이는 재생가능한 에너지가 독일 전력원의 가장 중요한 원천이 되게 하였음

- 에너지 부문의 온실가스 배출은 전력을 생산하고 공공에 열을 전달하기 위한 발전소에서의 화석연료의 연소로부터 배출됨
 - 그리하여 에너지 산업으로부터의 배출은 다른 부문의 전력과 난방의 수요에 의해 영향을 받고 있음
 - 그리하여 재생가능한 에너지원으로부터의 에너지 부문의 전력 및 열 공급이 다른 부문의 비탄소화에 공헌하는 정도는 얼마나 이 부문이 재생가능한

에너지원으로서의 전환에 성공하는가에 달려 있음

- 이 과정에서 독일 정부는 다음과 같은 원칙을 적용하고 있음
 - 첫째, 에너지 수요는 모든 부문에서 상당히 그리고 영원히 저감되어야 함(‘효율성 우선’ 원칙)
 - 둘째, 재생가능한 에너지는 이것이 타당하고 경제적으로 의미가 있는 한에는 반드시 모든 부문에서 직접적으로 사용되어야만 함
 - 셋째, 재생가능한 원천으로부터의 전력은 그것이 열 제공, 운송부문, 산업 부문에 사용된다면 반드시 효율적으로 사용되어야만 함(부문연계 원칙)

- 독일의 2014년의 에너지 부문의 배출은 3억 5,800만 톤으로서 1990년과 비교하여 23% 정도가 저감되었음
 - 만약 현재의 기후변화 대응 정책수단들이 적용된다면 2020년에는 2억 9,500만 톤으로 1990년과 비교하여 37% 정도가 될 것으로 예측되고 있음

(2) 2050년을 위한 지침 및 전환경로

- 재생가능한 에너지는 미래의 주요한 에너지원이 될 것이며, 빌딩, 운송, 산업의 에너지 수요는 에너지의 효율적 사용이 증가함에 따라 대단히 떨어질 것으로 기대되고 있음
 - 남아있는 에너지 수요도 재생가능한 에너지로 충족될 것이며, 개별적 부문에서는 직접적으로 재생가능한 전력의 형태로는 간접적으로 충족될 것임
 - 이는 전력부문이 점점 더 빌딩, 운송, 산업부문과 연계될 것이며, 재생가능한 연료(예를 들어, 바이오매스)도 특히 항공운송, 해상운송, 그리고 일부 산업부문에서 점점 더 사용이 확대될 것으로 기대됨

- 현재의 지식으로는 점점 더 확대되는 부문연계는 전력 수요가 장기적으로는 오늘날보다 훨씬 클 것이라는 점을 의미함
 - 물론 에너지 효율성을 높이려는 노력이 동시에 이루어지고 있으나 운송부

문과 빌딩에 대한 열 공급의 증가하는 전력화로 인하여 특히 2030년 이후에는 상당한 정도의 전력의 수요 증가가 예측됨

- 이에 따라, 독일 정부는 '효율성 우선' 원칙을 강조하는데 그 이유는 이것이 수요를 제한하는 가장 적절한 방법이라는 점이기 때문이며, 아울러 독일정부는 재생가능한 에너지 사용의 증가를 촉진하고 있는데 이것도 에너지의 보존과 다른 자연에 대한 부정적인 영향을 미치지 않는 방법으로 추진하고 있음

○ 그리하여 독일 정부는 장기적으로는 전력생산은 거의 대부분 재생가능한 에너지원을 바탕으로 추진하려고 노력하고 있음

- 2050년에 바이오매스는 대체적으로 폐기물, 발효물 등의 처리를 바탕으로 에너지 공급에 있어서 제한된 역할을 수행할 수 있을 것으로 기대됨

○ 독일 정부는 2050년까지 에너지 공급의 안전성을 훼손함 없이 재생가능한 에너지원에 바탕을 둔 전력공급으로 전환한다는 목표가 타당하다고 생각하고 있음

- 그러나 여기에서 핵심은 항상 전력의 수요와 공급의 균형을 맞추는 것이며 동시에 전력이 원하는 모두에게 공급할 수 있는가 여부임
- 그리하여 전력의 생산센터와 소비를 연결하고 수요와 공급의 균형을 유지하기 위한 효율적인 스마트 그리드(smart grid)를 필요로 함
- 그리하여 독일 정부는 새로운 전력시장법(Strommarktgesetz)를 통하여 전력의 수요와 공급을 유연하고 효율적으로 균형을 맞추기 위한 법적 프레임워크를 창출하였음

○ 독일 정부는 잠정적 기술인 저탄소 천연가스 발전소와 최신의 기존 석탄화력 발전소도 나름대로 중요한 기능을 하고 있음을 인식하고 있음

- 이들 발전소들은 태양열 혹은 풍력 등으로 부터의 전력의 이용가능성에 따라 유연하게 유지되거나 줄어들 수 있을 것임

○ 현실에 있어서는 석탄화력발전만 점진적으로 줄여도 기후변화 대응목표는 어

는 정도 달성할 수 있을 것임

- 이와 같은 노력에 있어서 독일 정부는 경제적 전망은 물론 해당 지역의 고용사정 등을 고려하고 있음
- 이를 위하여 독일 정부는 해당 지역의 구조변화를 선행적으로 추진하고 그 지역의 기업 및 종업원들이 새로운 지역 산업구조에 적용하는 것을 지원하고 있음

○ 오늘날 재생가능한 전력 생산에 대한 글로벌 투자는 추가적인 화석연료 발전에 대한 투자보다 훨씬 많음

- 이와 같은 추세는 더욱 증가할 것이며 이는 에너지 생산의 단가를 훨씬 낮출 것으로 예상됨
- 실제로 전 세계적으로 이와 같은 노력과 온실가스 배출 저감을 위한 수많은 프로젝트들이 추진되어 왔고 상당히 많은 투자들이 화석연료 발전으로부터 이 부문으로 투자되고 있음

(3) 2030년의 마일스톤

○ 전 세계적으로 전력은 운송부문과 난방부문 등에서 비탄소화의 수단으로 그 중요성이 점차 확대되고 있어서 이를 위한 재생가능한 에너지에 대한 투자가 크게 확대되고 있음

○ 한편 에너지 부문에서의 공기오염원과 온실가스는 동일한 원천으로부터 발생하기 때문에, 독일 정부는 기후변화의 저감과 공기오염의 통제간의 명백한 시너지 창출에 많은 노력을 기울이고 있음

- 2030년의 중간목표에 발맞추어 에너지 부문은 온실가스 감축을 1억 7,500만 톤~1억 8,300만 톤까지 줄이려는 노력을 기울이고 있음
- 아울러 그 이후의 기간에도 2050년의 저감목표를 충족하기 위해 더 많은 온실가스 감축을 추진하고 있음

○ 미래의 모든 감축 수단들은 에너지 부문의 구조변화를 고려할 예정으로서,

에너지 부문이 현재는 물론 미래에도 확실하고 제공가능한 에너지 공급을 보장하고 높은 수준의 일자리를 제공하는 방법으로 온실가스 감축을 추진하고 있음

- 풍력발전과 태양광 발전은 전반적으로 에너지 생산에 있어서 그 비중이 증가할 것으로 예상됨
 - 특히 이들 분야에서의 기술들이 상당한 정도의 비용효과적 측면에서 잠재성이 높기 때문에 독일정부의 온실가스 저감 목표와 연계하여 이를 발전은 크게 확대될 것으로 기대됨

- 열병합발전은 주로 천연가스에 기반을 두고 지속적으로 중요한 역할을 담당할 것으로 기대됨
 - 이 분야의 전력생산은 점점 더 유연하고, 낮은 온실가스 배출을 가져오며 재생가능한 열 생산이 가능할 것으로 기대되며, 그리하여 이 분야에서의 화석연료를 상당한 정도로 대체할 수 있을 것으로 기대됨

- 독일 정부는 전력이 매우 소중한 자원이라는 인식을 가지고 있는데, 그 이유는 재생에너지의 생산은 광범한 토지의 사용과 대중의 지지를 받아야 하고 자연보존 등과의 연계가 필요하기 때문임
 - 이에 따라, 독일 정부는 에너지 효율성(energy efficiency)에 우선순위를 두는 이유이며, 그 결과 독일 정부의 ‘에너지 전환’ 사업이 자원절약적이고 자연과 우호적인 방법으로 진행되는 데 많은 공헌을 함

- 아울러 독일 정부는 미래의 에너지 공급이 디지털화 될 것으로 예상하고 에너지 밸류체인의 모든 단계에 디지털화(digitalization)을 적용하려고 노력하고 있음
 - 이를 통한 새로운 에너지 효율성 잠재력이 도출되고 점점 더 많이 확대되고 있음
 - 아울러 현대적 기술을 바탕으로 전력 그리드와 전력생산 및 소비간의 스마트한 연계를 추구하고 있음

- 독일 정부는 「에너지 전환의 디지털화 법(Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende)」을 바탕으로 스마트 그리드, 스마트 측정 시스템, 데이터 보호, 데이터 안전, 신뢰성 있는 표준의 설정에 노력해 오고 있음
 - 에너지 및 자원의 보존에 있어서도 디지털화는 매우 중요한 역할을 수행하고 있는데, 특히 스마트 빌딩, 운송의 최적화, 스마트 생산 시스템 등이 대표적인 사례임
- 아울러 독일 정부는 2014년 12월 「에너지 효율성에 관한 국가실행계획(NAPE: Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz)」을 실시하여 에너지 효율성 제고를 위한 포괄적인 정책수단들을 제시하여 집행해 오고 있음

(4) 정책수단

- 독일 정부에 의해 적용된 에너지 부문의 핵심적인 국가정책수단은 재생가능한 에너지와 열병합 발전소 사용의 증가, 석탄발전소의 폐로에 관한 전력시장법(Strommarktgesetz)에 따른 규정을 들 수 있고, 유럽 차원에서는 배출권 거래시스템(Emissions Trading System)이 여전히 핵심적인 수단임
 - 이들 수단들은 전력, 발전소의 열 및 냉각 수요를 제한하는 수요측면에서의 모든 수단들에 의해 보조되고 있음
- ① 에너지 효율성에 관한 청서: 야심찬 효율성 전략을 위한 마일스톤
 - 연방경제에너지부(BMWi)- 이하 연방경제부라고 부름 - 는 「에너지 효율성에 관한 청서(Grünbuch Energieeffizienz)」를 바탕으로 에너지 소비 감소를 목표로 한 중장기적 에너지 사용전략의 창출을 목표로 폭넓은 자문과정을 추진해 오고 있음
 - 이 자문의 핵심은 에너지 소비의 회피와 감소를 우선하는 원칙이 에너지 정책과 시장의 기획 및 통제 과정에 체화할 수 있을 것인가의 문제였으며, 여기에서의 자문결과는 「에너지 효율성에 관한 백서(Weißbuch Energieeffizienz)」에 포함되고 갱신되어 추진되고 있음

② 재생가능한 에너지 사용의 증가

- 재생가능한 에너지 사용의 증가는 여전히 중요한 역할을 담당할 것이며 2017년 독일의 「재생가능한 에너지원법(EEG: Erneuerbare-Energien-Gesetz)」은 이 같은 노력을 재확인하고 있음
- 특히 독일정부는 이를 위하여 그리드(grid)의 개발에 많은 노력을 기울이고 있는데, 그 이유는 이것이 재생가능한 에너지의 전력공급시스템에 통합을 가능하게 하기 때문임
- 2017년의 「재생가능한 에너지원법(EEG: Erneuerbare-Energien-Gesetz)」에 의하여 독일 정부는 패러다임 전환을 도모하고 있는데, 특히 재생가능한 전력의 생산자가 받는 금액의 수준은 더 이상 정부에 의해 정해지지 않고 입찰방식으로 추진하여, 이와 같은 경쟁방식에 의하여 가능하면 비용을 낮추려는 노력을 기울이고 있음

③ 전력 2030: 미래를 위한 에너지 시스템 정합성으로 이행을 위한 마일스톤

- 독일 연방경제부(BMWi)는 「전력 2030(Strom 2030)」이라는 포괄적 자문과정을 추진해 오고 있는데, 이의 근본 취지는 그동안 도출된 12가지의 경향들에 기반하여 과업을 해결하려는 것임
- 그 주요 목적은 재생가능한 전력이 주요 에너지원이 되는 전반적 시스템으로의 이행이 국가경제는 물론 개별기업들에게도 비용효율적으로 이루어지도록 확실성을 부여하는 것임
- 자문의 기초는 「에너지 전환」 사업의 3대 축인 에너지 효율성, 재생가능한 에너지의 직접적 사용, 난방 및 운송 부문 그리고 산업에서의 재생가능한 전력의 효율적 사용 등 세 부문으로 이루어져 있음
- 그리하여 자문과정은 미래의 에너지 시스템으로 향하는 경총로에서 발생하는 결정적인 문제들을 다루고 있는데, 대표적인 사례로는 풍력과 태양열 발전에 의해 창출된 전기의 통합, 화석연료의 중요성 감소, 부문간 연계(sector coupling)의 조직 방법 등을 들 수 있음

④ 부문간 연계의 강화

- 전력부문의 비탄소화 전략은 에너지 효율성과 재생가능한 에너지 사용의 증가에 달려 있을 뿐만 아니라 냉난방 부문과 운송부문도 대단히 중요한 부문임
- 특히 이들 부문은 효율성 잠재력이 소진되고 재생가능한 에너지의 직접적 원천이 소진되어야 더욱 중요해 질 것으로 예상됨
- 이와 같은 부문간 연계는 전력 시장에 보다 큰 유연성을 가져올 것으로 기대되며, 그리하여 풍력과 태양광 등에 의한 불안정한 전력의 공급은 이를 통하여 어느 정도 균형을 찾을 수 있을 것임
- 이들 부문들에서의 폭넓은 비탄소화를 창출하기 위해서는 재생가능한 에너지도 가능한 가장 적게 사용하면서 화석연료의 대체를 극대화하는 효율적인 기술들이 개발, 활용되어야 할 것임

⑤ 재무시스템의 전환 및 수익에 대한 공헌

- 재생가능한 에너지원에 기초한 에너지 공급에 대한 재정지원의 미래모델은 모든 에너지 사용부문들이 이같은 재정지원에 있어서 적절한 공헌을 하여야 한다는 점임
- 이는 재생가능한 전력생산에 대한 보다 지속가능한 수익잠재력을 창출하고, 재생가능한 전력을 위한 경쟁생황을 개선하며, 시장에 의해 추구된 돌파적 재생가능한 전력을 다른 부문으로의 확산을 촉진할 것임

⑥ 연구개발

- 연구개발에 대한 자금지원은 「에너지 전환(Energiewende)」 사업의 성공에 핵심적인 중요성을 가지고 있음
- 기존의 자금지원 프로그램 및 계획에 근거하고 이를 확장하여 보다 많은 연구개발자금이 재생가능한 에너지 기술, 그리드, 저장시스템, 부문간 연계를 위한 기술, 에너지 효율성 증가를 위한 기술들에 배분되어야 할 것임

⑦ 성장, 구조변화, 지역발전을 위한 위원회

- 이와 같은 전환과정은 안정적 성장, 지속가능한 구조변화, 미래지향적 지역발전을 목표로 추진되고 있음

- 그리하여 이와 같은 전환과정에 의해 영향을 받는 영역들과 지역들에 대하여 실질적 전환을 위한 방안이 제시되고 보다 구체적으로 추진될 것임
- 그리하여 독일 정부는 「성장, 구조변화, 지역발전을 위한 위원회(Kommission “Wachstum, Strukturwandel und Regionalentwicklung”）」를 설치하여 운영하고 있음
- 이 위원회는 연방경제부(BMWi) 산하에 설치되어 다른 정부부처, 지방정부, 지역당국, 노동조합, 관련 기업 및 산업부문의 대표, 지역 역할자들이 참여하고 있음
- 이 위원회에서는 경제발전, 구조변화, 사회와의 조화, 기후변화 대응 등을 목표로 한 제반 정책수단들의 집합을 개발하고 있음

⑧ 배출권 거래 시스템의 강화

- 배출권 거래 시스템(ETS: Emissions Trading System)은 EU 차원의 정책수단인데, 이는 개별국가들의 목표지향적인 배출저감의 달성을 목표로 하고 있지 않음
- 그럼에도 불구하고 이 정책수단은 탄소의 가격을 이용하여 탄소배출 저감을 위하여 집권적인 가격 인센티브를 창출하고 국가별 기후변화 대응목표의 달성에 기여할 수 있음
- 독일 정부는 이와 같은 유럽차원의 배출권 거래 시스템이 보다 효율적으로 작동하는데 노력을 기울이고 있음

2) 빌딩 부문의 기후변화 대응

(1) 초기상황

- 독일의 도시는 2050년의 기후변화 대응목표에 비추어보면 지속적으로 변화를 하여야 할 것임
- 그 이유는 모든 직접적 간접적 배출을 고려하면 빌딩은 온실가스 배출의 30% 정도를 차지하고 있기 때문임(여기에서 직접적 배출은 23%에 해당됨)

- 독일 정부의 에너지 컨셉에 의하면 독일은 근본적으로 2050년에 기후변화에 중립적인 빌딩을 목표로 하고 있으며, 독일 정부의 ‘2020년 기후변화 대응 프로그램’ 속에서 설정된 「기후 우호적 빌딩 및 주택 전략(Strategie klimafreundliches Bauen und Wohnen)」의 목표는 2050년까지 원칙적으로 기후 중립적 도시를 만들고 이를 통하여 주민들의 삶의 질을 향상한다는 것임
- 독일 정부의 「기후 우호적 빌딩 및 주택 전략(Strategie klimafreundliches Bauen und Wohnen)」은 ‘빌딩의 에너지 효율성에 관한 전략’과 ‘이용가능한 주택과 빌딩을 위한 연계’를 고려하고 있음
 - ‘빌딩의 에너지 효율성에 관한 전략’은 2050년까지 원론적으로 기후 중립적인 빌딩을 달성하는 목표가 어떻게 에너지 효율성과 재생가능한 에너지의 혼합을 통해 달성할 수 있는가를 보여줌
 - ‘이용가능한 주택과 빌딩을 위한 연계’는 특히 소득이 낮은 사람들이나 아이를 가지고 있는 가계에 이용가능한 주거를 건축하는 것을 목표로 하고 있음
- 독일 정부는 이와 같은 해결책들이 사회경제적 환경과 조화를 이루어야 한다는 점을 인식하고 있으며, 그 결과 필요한 투자는 건축비의 지나친 증가를 가져와서는 안 된다는 점을 인식하고 있음
 - 아울러 이같은 노력에 있어서 주거인 및 세입자들의 경제적 상황도 충분히 고려하려고 노력을 하고 있음
- ‘기후 우호적 빌딩 및 주택 전략’은 주거용 혹은 비주거용 빌딩의 운영에서 직접적으로 창출되는 배출문제를 해결하는데 주안점을 두고 있음
 - 이 분야에서의 온실가스 배출은 주로 가계와 산업, 상업, 무역, 서비스 부문에서 창출되는 것으로 나타났음
 - 이와 같은 직접적 배출과 더불어 상당한 배출이 에너지 섹터와 같은 상부 혹은 하부 부문에서 창출되는 것으로 나타났음(예를 들어, 지역난방, 에어컨 가동, 조명 등)

- 특히 가계부문에서는 1990년의 1억 3,100만 톤에서 2014년 8,500만 톤으로 저감하였고, 산업, 상업, 무역, 서비스 부문에서는 같은 기간에 배출이 7,800만 톤에서 3,400만 톤으로 줄어들었음
 - 이는 결국 2014년 빌딩부문(building sector) 전체가 1억 1,900만 톤의 배출을 하고 있음을 나타내 주는 것임
- 그리하여 독일 정부의 예측에 따르면, 정부의 대단히 강력하고 야심찬 기후 변화 대응 정책수단을 바탕으로, 빌딩 부문에서의 배출저감은 2020년에 약 1억 톤 정도로 줄어들 것으로 예상되고 있으며, 이는 1990년의 52%에 불과한 것으로 집계되고 있음

(2) 2050년을 위한 지침 및 전환경로

- 현대적 기술, 지속가능한 빌딩 재료의 사용, 지능형 공간배치 및 도시계획은 쾌적한 도시 생활을 가능하게 하며 동시에 온실가스의 대폭적인 감축을 가능하게 할 것으로 기대됨
- 여기에서 독일정부는 살기 좋고, 접근가능하며, 원론적으로 기후중립적인 빌딩을 창출하는 것에 목표를 두고 있으며, 재생가능한 에너지원에 의해 충족되는 낮은 에너지 수요를 가지는 빌딩을 제공하는 데 노력하고 있음
- 독일 정부의 에너지 계획은 에너지 효율성 증가와 재생가능한 에너지의 사용의 결합을 통해 2050년까지 빌딩 부문의 주요 에너지 수요를 2008년과 비교하여 적어도 80%를 줄인다는 목표를 추진하고 있음
- 이는 「에너지 효율성에 관한 청서(Grünbuch Energieeffizienz)」의 지침을 위해 창출된 독일 에너지 정책의 세 가지 요소, 즉 효율성 우선, 재생가능한 에너지의 직접적 사용, 부문간 연계 등을 바탕으로 추진되고 있음
- 독일 정부의 온실가스 감축 노력은 밀집되고 에너지 절약형 주거의 창출에도 적용되고 있음
- 여기에서 공간계획은 중요한 공헌을 하며 집과 일터와의 먼 거리로 인한

배출 증가 효과를 회피하는 것도 중요한 공헌을 할 것임

- 독일 정부는 2015년 가결된 「빌딩의 에너지 효율성 전략(ESG: Energieeffizienzstrategie Gebäude)」은 독일의 ‘에너지 전환’ 사업의 한 부분으로서 2050년 까지 원칙적으로 기후중립적 빌딩을 달성하려는 목표로 빌딩과 관련된 모든 유형의 에너지 소비에 주안점을 두고 있음
 - 「기후 우호적 빌딩 및 주택 전략(Strategie klimafreundliches Bauen und Wohnen)」은 미래의 주거를 위한 에너지 이슈에 마찬가지로 중요한 도시설계, 사회적, 공간적 기획의 측면과 통합하려는 노력을 기울이고 있음

- 「빌딩의 에너지 효율성 전략(ESG: Energieeffizienzstrategie Gebäude)」은 에너지 효율성과 재생가능한 에너지의 사용이라는 두 가지 경로를 바탕으로 추진되고 있음
 - 그 결과 2050년에는 모든 주거용 빌딩은 연간 평방미터당 40 킬로와트시간보다도 적은 에너지만을 필요로 할 것이며, 비주거용 빌딩의 경우에는 대체적으로 52 킬로와트시간 만을 필요로 할 것임

- 「빌딩의 에너지 효율성 전략(ESG: Energieeffizienzstrategie Gebäude)」은 또한 2030년 이후부터 건물 구조요소, 빌딩 자재, 기술적 시스템의 존속성이 에너지 효율성과 재생가능한 에너지 사용에 중요한 요소라는 점을 인식하고 이에 대한 대응을 추진하고 있음
 - 기후변화에 대한 효율적 대응은 빌딩에 대한 에너지 효율적이고 낮은 배출방식으로의 사용뿐만 아니라 가능하면 자원을 보존할 수 있는 빌딩의 디자인과 지속가능한 빌딩자재의 사용에 달려 있음
 - 이에 있어서 독일 정부는 이같은 자재들의 제조 및 사용에 있어서도 온실가스가 배출된다는 점을 인식하고 이를 방지할 수 있는 방안의 마련에도 노력하고 있음
 - 그리하여 건축자재들도 이들의 환경, 자원사용, 보건에 미치는 영향에 관한 정보를 알려주게 하고, 빌딩의 설계도 최적화 하고, 서비스 연수

도 증가시키며, 높은 수준의 리사이클링도 촉진되게 하고 있음

- 독일 정부의 빌딩 분야에서의 기후변화 대응의 핵심은 원칙적으로 기후중립적 빌딩의 구축이며 이는 에너지 효율성 제고 및 개별빌딩으로의 재생가능한 에너지의 통합에 주안점을 두고 있으나 그 밖에 다음과 같은 노력을 기울이고 있음
 - 우선, 상당한 정도로 재생가능한 에너지원에 기반을 하여 높은 에너지 효율적인 난방 네트워크를 구축하는 것도 중요한 과제로 인식하고 있으며, 이를 위하여 정보통신기술을 사용하여 네트워킹을 강화하고 있음
 - 이와 같은 통합적 관점을 바탕으로 개별빌딩을 넘어서는 노력을 기울이고 있으며, 또한 에너지와 운송부문과의 상호작용을 염두에 두고 대응노력을 추진 중에 있음
 - 다른 부문들과의 연계, 예를 들어 고정된 빌딩 서비스와 전자이동성과의 스마트 연계 등과 같은 시너지 창출노력이 더욱 이루어질 것임
 - 그리하여 독일 정부는 기후와 우호적인 스마트 시티 및 스마트 공동체 개념이 점점 증가하는 도시화와 관련하여 더욱 중요한 과제로 인식하여 이에 대한 지원을 강화하려고 하고 있음

- 지속가능한 녹색도시 개발도 중요한 과제인데, 이는 쉽게 접근가능하고 걸어서 접근가능한 환경친화적 교통 시스템 구축이 중요한 과제로 대두되고 있음
 - 특히 도시와 이를 둘러싼 주변지역에 녹색통로 및 신선한 공기통로 등을 설치되어야 하며, 녹색빌딩의 건설이 매우 중요한 과제들임

(3) 2030년을 향한 마일스톤

- 독일 정부는 2030년은 원칙적으로 기후중립적 빌딩 구축에 중요한 이정표를 가지는 해가 될 것으로 인식하고 있음
 - 여기에서 특별히 중요한 빌딩의 존속성은 2030년과 2050년의 이같은

목표의 달성에 기초가 될 것으로 이해함

- 독일 정부는 2030년의 중간목표의 달성을 위하여 빌딩 부문에서의 온실가스 배출은 7,000~7,200만 톤으로 줄어들어야 함을 인식하고 있음
- 독일 정부는 장기적으로 기후 중립적 건물 구성을 달성하기 위해서는 현재의 빌딩들의 최적화에 더 많은 투자가 가능하면 빨리 이루어져야 함을 인식하고 있음
 - 그리하여 늦어도 2030년까지 독일 정부는 기존 빌딩들의 에너지 효율을 원칙적으로 기후중립적인 수준까지 도달하도록 규제 프레임워크를 구축하고 있음
 - 아울러 새로운 빌딩은 주거용이든 비주거용이든 에너지 효율성이 최근의 기준보다 더욱 제고하여야 함을 인식하고 있음
 - 그리하여 독일 정부는 ‘탄소빌딩재생 프로그램’, ‘재생에너지 촉진을 위한 시장 인센티브 프로그램’ 등을 추진해 오고 있음
- 아울러 에너지 효율성을 제고하기 위하여 빌딩의 최종 에너지 소비에서 재생에너지의 비중을 점차 높여 2050년의 원칙적으로 기후중립적 빌딩을 구축하는 목표의 달성을 위해 노력하고 있음
 - 아울러 이같은 노력에 있어서 난방과 온수를 제공하는데 사용되는 화석연료의 직접적 사용의 상당한 감축이 수반되어야 함
 - 아울러 전환기에는 화석연료를 사용하는 대단히 효율적인 컨텐싱 보일러가 효율성을 제고하고 배출가스를 저감하는데 많은 공헌을 할 수 있을 것임
- 재생가능한 에너지를 직접 사용하는 시스템과 이를 간접적으로 사용하는 시스템도 목표를 달성하는데 중요한 대안임

(4) 정책수단

- 독일 정부는 건물부문이 2050년에 기후중립적으로 전환되기 위해서는 앞

으로 다양한 정책수단들의 현명하고 균형된 조합이 필요하다는 점을 충분히 인식하고 있음

- 대표적인 정책수단으로는 연구개발과 기술혁신, 정보의 제공, 지속가능한 빌딩의 도입을 위한 규제 프레임워크 등을 들 수 있을 것임
- 실제로 독일 정부는 그동안 다양한 형태의 규제수단을 활용해 오고 있는데, 예를 들어 ‘탄소빌딩재생 프로그램’, ‘재생에너지 촉진을 위한 시장 인센티브 프로그램’ 등임

○ 이와 같은 정책수단들의 혼합을 추진하는데 있어서 독일 정부는 적절한 시장 지향적 프레임워크, 재정지원 프로그램, 규제수단, 정보지원수단 등의 적절한 균형이 이루는 것이 대단히 중요하다는 점을 인식하고 있음

- 아울러 에너지 효율성을 증가시키는 수단들과 재생가능한 에너지 사용을 촉진하는 수단들간의 균형이 중요함
- 아울러 폐쇄효과 및 사회적 측면을 고려하는 것도 중요한 과제가 아닐 수 없음

① 원칙적으로 기후중립적 빌딩 구축 달성을 위한 로드맵

- 2050년까지 원칙적으로 기후중립적 빌딩의 구축을 달성하는 목표는 새로운 빌딩에 대한 야심찬 기준, 기존 빌딩의 쇄신을 위한 장기 전략, 화석연료 난방시스템의 점진적 폐지 등에 달려 있음
- 새로운 빌딩에 대한 영(零) 에너지 기준은 2021년부터 도입될 예정인데, 이는 중기적으로 원칙적으로 기후중립적 빌딩의 구축이 달성될 때까지 확대될 예정임
- 이 목표를 달성하기 위하여 독일 정부는 필요 이상으로 에너지를 배출하는 빌딩의 사용과 건축을 위한 적절한 인센티브를 재검토할 예정이며, 이를 위하여 ‘효율성 주택 플러스’ 사업을 통해 개발된 기술지향적 접근방법, 즉 태양열 주택 성계, 태양열 난방시스템 등이 개발 활용될 예정임
- 2050년까지 에너지 효율성 제고수단과 재생가능한 에너지 사용의 증가가 이루어질 것인데, 이는 기존의 빌딩들이 상당한 정도로 원칙적으

로 기후중립적 빌딩의 구축에 필요한 기준에 접근할 수 있는 수준으로 개선되어야 함을 의미함

- 가까운 장래에 독일 정부는 기존의 에너지 절약 법률을 이용하여 빌딩 소유자들에게 자신의 빌딩이 에너지 효율적인 범주로 들어가는 것이 가능하게 하는 시스템을 구축할 예정임
- 아울러 독일 정부는 화석연료를 가능한 사용을 억제하는 빌딩의 비탄소화를 추구하는데, 이는 에너지를 절약하는 것은 물론 냉난방과 전력의 공급을 위한 재생가능한 에너지로의 점진적 전환을 의미하는 것임
- 그리하여 독일 정부는 2020년까지 전적으로 화석연료에 기반한 난방 기술의 교체를 위한 자금지원을 중단하고 동시에 재생가능한 난방시스템이 화석연료 난방시스템보다 유리하도록 재생가능한 난방시스템을 위한 자금지원을 증가시키고 있음

② 지속가능한 빌딩

- 쾌적한 내부환경, 효율적 방 배치, 높은 품질의 지속가능하게 생산되는 자재들은 사람들에게는 물론 빌딩의 에너지 성과에 대단히 중요함
- 그리하여 독일정부는 이와 관련 다양한 인센티브의 제공가능성을 열어 두고 다음 노력을 기울이고 있음
- 먼저, 지속가능한 빌딩 및 절연체 재료의 사용을 강화하고 있는데, 이는 기후에 관한 상류적 영향과 하류적 영향을 미치는데, 예를 들어, 빌딩자체의 생산, 사용, 폐기, 재활용 등에서 발생하는 배출 등을 고려하고 있음
- 아울러 모듈형 시리즈로 설계된 빌딩을 지원하고 유연하고 다세대적으로 접근가능한 주택들에 대한 자금지원을 하고 있음

③ 미래의 도시와 지역

- 빌딩의 기후에 대한 영향은 항상 주변의 물리적 환경과 연계가 되어 있기 때문에, 독일 정부는 도시와 지역에 적용가능한 문제해결의 좋은 관행 및 사례를 창출하기 위하여 지역발전 및 도시개발 분야에서의 실무 및 응용 지향적 연구에 대한 인센티브를 제공하고 있음

- 여기에서는 여러 이슈 중에서도 현대의 정보통신기술이 미래에 이 분야에 어떻게 적용가능할 것인지와 ICT의 사용이 기후변화 대응 및 모든 관련부문들 간의 연계에 어떻게 기여를 할 수 있을 것인가를 살펴보는 것이 중요함
- 아울러 인구학적 변화에 대응하여 지역의 설계를 얼마나 유연하게 할 것인가의 문제를 고려하는 것도 중요함

④ 부문간 연계 및 이웃을 위한 지역난방

- 미래에는 빌딩과 운송 및 산업 그리고 에너지 부문과의 연계가 점점 더 중요해 지고 있으며, 재생가능한 전력이 점점 더 중요한 비중을 차지할 것임
- 그리하여 독일 정부는 에너지 공급의 필요한 비탄소화를 지원하기 위하여 연구개발, 전체 에너지 체계를 저배출 시스템으로 전환하는 것이 가능한 값싸고 혁신적인 기술의 시장출하를 지원하는데 노력하고 있음
- 예를 들어, 재생에너지원과 연계된 저온도시시스템, 그 시스템에 유용한 방법으로의 에너지 저장 개념, power-to-gas 혹은 power-to-liquid 기술에 기반한 지속가능한 연료의 생산, 배분, 사용방법 등을 들 수 있음
- 재생가능한 에너지를 빌딩에 더욱 통합하기 위한 인센티브를 제공하기 위해서 독일 정부는 주택 매매 및 임대차 사업 등에 대하여 이를 도입하기 위한 방해요인 등의 제거에 노력하고 있음

3) 기후변화 대응과 이동성

(1) 기초 상황

- 인간의 이동(mobility)은 기본적인 욕구이고 현대 사회에서 필수 불가결하지만, 현대의 이동의 양식은 지속가능하지 않음
 - 이동수단들의 효율성은 매우 증가하였으나 이 효과는 이동량의 증가로 인하여 상쇄되고 있음

- 특히 독일의 경우 운송에너지 사용은 1960년 이래로 세배나 증가하였으며, 독일의 최종 에너지 소비의 30%는 운송부문이며, 이 부문의 사용의 90%는 석유를 바탕으로 하고 있으며, 독일 혼자 2014년 원유수입량이 500억 유로에 해당함
- 그리하여 이 부문의 온실가스 배출도 비슷한 양태를 보이고 있는데, 비록 이 부문의 배출은 2000년에 와서 약간 줄어들기는 했으나 탄소배출은 그럼에도 다른 에너지 사용부문과 유사함
 - 이 부문의 탄소 배출은 2014년에 1억 6천만 톤으로 1990년과 비슷하며, 이는 독일 전체의 온실가스 배출의 18%에 해당함
- 그러나 특정한 최종 에너지 소비를 살펴보면 독일의 운송부문은 2005년부터(승객 및 톤킬로미터로 측정하면) 약 10% 정도 줄어들었음
 - 그러나 통행량의 급격한 증가로 인하여 궁극적으로 최종 에너지 소비는 약간 증가하였음
 - 실제로 독일의 여객 및 화물 수송량은 1960년 이래로 4배 증가하였음
- 여객 및 화물 운송의 수단별로 살펴보면, 자동차 및 이륜자동차는 76%를 차지하여 여객운송의 가장 큰 비중을 차지하고 있고, 철도는 7.2%, 공공 여객운송수단(버스, 트램, 지하철)은 6.5%를 차지하고 있음
 - 항공은 여객운송의 4.7%를 차지하고 있고 자전거는 2.9%를 차지하며, 보행은 2.8%를 차지하는 것으로 나타났음
 - 화물운송과 관련, 중형화물자동차는 73%를 차지하고 철도는 17.7%를, 내륙수로는 9.3%를 차지하고 있음
- 독일 정부의 예측에 따르면, 운송부문에서의 배출은 2020년에 대략 1억 3,700만 톤으로 떨어질 것으로 예상하고 있는데 이는 1990년의 16%의 수준임
 - 그러나 독일 정부는 보다 신속하고 포괄적인 정책을 추진하려고 하고 있으며, 그 이유 중 하나는 2030년까지의 운송부문 온실가스 배출은

연료 가격의 상승 등의 요인들로 인하여 상당한 불확실성이 있을 것으로 예상되기 때문임

- 독일 정부의 온실가스 보고에는 국제적 민간항공 및 해양수송은 독일의 수송부문에 포함되지 않음
 - 독일 정부는 국제적 항공 및 해상 운송으로부터의 배출의 급격한 증가의 문제를 해결할 필요성을 충분히 인식하고 IAO와 IMO 등 관련 UN 기구에서 이 문제의 해결을 강력히 촉구해 오고 있음

(2) 2050년을 위한 지침 및 전환경로

- 운송부문은 독일의 기후변화 대응목표의 달성에 대단한 공헌을 할 수 있으며, 독일의 운송 시스템은 2050년까지 원칙적으로 비탄소화 될 예정임
 - 여기에서 비탄소화는 화석연료에 의존하지 않는다는 것으로 이에 따라 이 부문은 대체적으로 온실가스 중립적일 것으로 기대하고 있음
 - 이같은 노력에 있어서의 또 다른 지침은 소음과 공기오염물 배출 및 토지사용이 오늘날보다 훨씬 낮은 운송 시스템의 구축 및 활용도 포함되고 있음
- 원칙적으로 온실가스를 배출하지 않는 운송 시스템은 공공에 대한 높은 이동성을 보장하고 경제발전에 필요한 재화의 이동을 보장할 수 있을 것으로 기대됨
- 운송부문에서의 대응 노력에는 집과 주요 활동간의 거리를 줄이는 세심하게 계획된 통합적 도시개발도 포함됨
 - 거리환경의 리모델링, 집중형 도시의 모델에 따른 지역개발정책, 스마트한 도시 운송 네트워크, 자동차 공유 등과 같은 새로운 이동서비스 등이 중요하게 대두되고 있음

- 자동화 및 네트워킹은 이동성을 근본적으로 변화시킬 것으로 예상되는데, 특히 디지털화의 급속한 진행은 효율성을 크게 제고할 것으로 예상됨
 - 자동화되고 네트워킹화 된 이동은 교통흐름을 최적화 하고 교통체증을 최소화 하며 교통량을 감소시켜 에너지 절감을 유도할 수 있음

- 독일 정부의 시나리오에 따르면 도로 및 철도 운송 등에 있어서 바이오 연료를 더욱 사용하고 재생가능한 에너지원 및 다른 온실가스 중립적 연료의 사용을 확대할 계획으로 있음
 - 아울러 관련된 기술적 최적화 및 병참적 최적화를 적극적으로 활용하여 개별 운송수단 및 운송 시스템의 온실가스 저감효과의 극대화를 추구하고 있음
 - 현대적이고 디지털화 된 운송기술은 대중교통 및 다른 운송수단의 매력도를 증가시키고, 이와 같은 운송수단은 환경에 대한 부정적 영향을 크게 낮출 것으로 기대됨

- 자동차의 도로교통에 있어서 이제 내연기관을 가진 자동차의 에너지 효율성을 제고하는데 한계에 봉착해 있음
 - 경량 차체기술의 사용, 전기차와 같은 대안적 운행 시스템의 통합 등은 자동차 산업에 거대한 도전이 되어 있음
 - 그리하여 독일은 이와 같은 새롭고 미래지향적인 기술분야를 지원하기 위한 적극적인 수요지향적 정책을 추진해 오고 있음

- 아울러 독일은 전기 이동성(electric mobility) 분야의 기술개발에 많은 노력을 기울이고 있음
 - 특히 독일은 배터리와 저장기술에 대한 연구개발에 많은 노력을 기울이고 있으며 바이오연료(biofuels)와 같은 대체연료의 개발에도 노력하고 있음

- 재생가능한 전력에 기반한 에너지 시스템은 지금까지 별개의 부문으로 유지되어 온 전기, 운송, 열 부문을 연계하여 전반적으로 효율적인 시스템을 구축

할 것으로 기대되고 있음

- 여기에서 다른 유형의 에너지 하부구조가 구축되고 조정되어야 할 것인데, 이것이 이른바 부문간 연계를 의미하는 것임

(3) 2030년의 마일스톤

- 독일 정부는 운송부문으로부터의 온실가스 배출을 2030년까지 9,500만 톤~9,800만톤으로 줄일 계획으로 있음
 - 연방교통디지털하부구조부(BMVI: Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur)에 - 연방교통불고 칭함 - 따르면, 자동차의 운송은 2010년에서 2030년 사이 10% 정도 증가하여 연간 5,990억 Km에서 6,570 Km로 증가할 것으로 예상되고, 중형화물 운송은 같은 기간 동안 28%가 증가하여 연간 776억 Km에서 997억 Km로 증가할 것으로 예상되고 있음
 - 특히 중형화물 운송은 상대적으로 온실가스 저감의 효과가 매우 큰 부분으로 기대되고 있음
- 독일 정부는 운송부문의 온실가스 감축은 운송수단의 효율성 증대와 온실가스 중립적인 에너지의 사용의 결합에 의해 보다 효율적으로 달성될 수 있다는 점을 인식하고 있음
 - 여기에서 독일 정부는 다양한 운송수단에 대한 개별적인 기술적 대안을 모색하고 있고, 더 나아가 관련된 이해 당사자들의 이해가 침해함이 없이 추진하려는 세심한 노력을 기울이고 있음
- 독일 자동차 산업계는 온실가스를 직접적으로 줄일 수 있는 새로운 자동차의 개발에 많은 노력을 기울이고 있음
 - 대표적으로 플러그인 하이브리드 자동차, 순수한 전기차 등의 개발은 물론 연료전지 운행시스템을 개발하고 있음
 - 그리하여 독일 자동차 업계는 플러그인 하이브리드 자동차가 2020년에는 디젤 자동차의 가격과 비슷할 것으로 예상하고 있음

- 그리하여 독일 정부는 2030년까지 자동차로부터의 온실가스 배출의 상당한 양을 절감하려는 목표를 가지고 있음
 - 여기에서 다양한 자동차의 전기화는 큰 공헌을 할 것으로 기대되기에 우선 순위에 들어 있으며, 경량차체의 개발에도 노력하고 있음

- 중량화물 운송차로부터의 온실가스 저감의 효과가 클 것으로 예상되는데, 내연기관 및 트랜스미션의 효율성 증가. 하이브리드화, 보다 나은 공기역학의 적용 LNG 연료의 사용 확대 등으로 독일 정부는 이 유형의 자동차로부터의 온실가스를 30%를 저감하려는 목표를 세우고 있음

- 디지털화의 잠재력, 특히 차량간 혹은 차량과 하부구조간 실시간 데이터 전송 분야의 새로운 발전은 운송안전을 증가시키고 운송 하부구조의 효율적 사용을 가능하게 할 것으로 기대됨

- 독일 정부의 예측에 따르면, 철도여객 수송은 2010년에서 2030년까지 19.2%가 증가되고 대중도로 여객수송(버스, 트램, 지하철)은 6%가 증가할 것으로 예상됨
 - 이에 따라, 독일 정부는 추가적 차량, 운송 하부구조 기획에 있어서의 적응성 강화, 에너지 효율성의 증가와 같은 적절한 수단을 통해 기후에 우호적인 운송수단의 비중을 증가시키려 노력하고 있으며, 여기에서도 디지털화는 중요한 공헌을 할 것으로 기대됨

- 독일 정부는 화물 자전거(cargo bike)의 사용의 확산을 통해 온실가스 감소의 잠재력을 제공하려 하고 있음
 - 이는 특히 빠른 소포발송 서비스와 다른 작은 규모의 운송 서비스에 적합할 것으로 기대하고 있음

- 아울러 독일 정부는 매력적인 거리 조성으로 사람들의 걷기를 촉진시켜 온실가스 배출을 줄이는 노력을 기울이고 있음

- 항공 및 해상 운송에 있어서는 대체적 기술과 디자인 개선을 통하여 온실가스 배출을 줄이려고 노력하고 있음
 - 특히 이들 두 부문에서 바이오 관련 연료를 사용하고 다른 재생가능한 전력을 폭넓게 사용하여 화석연료에 기반한 전기의 사용을 대체하려는 노력을 기울이고 있음

(4) 정책수단

- 그동안 이동성을 원칙적으로 온실가스 중립적으로 만들기 위한 기초기술의 개발에 많은 노력이 이루어져 왔음
 - 특히 도로운송수단에 대해 이같은 노력이 많이 이루어져 전기차, 플러그인 하이브리드 차, 수소전기 시스템 등이 개발되어 활용되고 있음
- 독일 정부는 그동안 이 분야의 연구개발에 25억 유로를 투자해 왔으며, 독일 자동차 업계도 전기자동차와 관련하여 150억 유로를 투자해 왔음
- 또한 독일 정부는 전기기반 차량연료 분야에 적절한 재정적 지원을 해 오고 있음
 - 예를 들어, 수소를 생산하고 인공메탄을 생산할 수 있는 여러 시범시설들이 설치되었고 이들의 실질적 운용여부가 세심하게 분석 중에 있음
 - 아울러 전기기반 액체연료(power-to-liquid)을 생산할 수 있는 파일럿 플랜트가 2014년에 작동에 들어갔으며, 바이오 연료에 대한 연구도 폭넓게 진행되고 있음
- 독일 정부는 「국가 수소 및 연료전기 기술혁신 프로그램(NIP: Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie)」에 대한 지속적인 지원을 해 오고 있음
- 독일 정부는 또한 효율적인 충전과 대체연료를 위한 하부구조의 빠른 건설에

노력하고 있음

- 독일 정부는 2007년부터 2020년까지 수요기반 충전 하부구조 네트워크의 확장에 3억 유로 상당의 재정지원 프로그램을 시행해 오고 있음

○ 그동안 추진한 정부의 「이동성 및 연료 전략(MKS: Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie)」을 바탕으로 대체운송 시스템과 대체 차량연료의 빠른 도입을 추진하고 있음

- 초기의 목표는 중형화물 운송차량이며, 수소 역시 연료전지와 내연기관에도 사용될 수 있는 대체연료로서 기대되고 있음
- 독일 정부는 전기기반 자동차로의 이행과 온실가스 및 다른 공기오염물질의 저감에 있어서 천연가스의 사용이 매우 핵심적인 역할을 할 수 있을 것으로 기대하고 있음

○ 아울러 독일이 자동화되고 네트워크화 된 이동성에 있어서 선도적 자리를 유지하기 위하여, 정부는 응용지향적 연구개발프로젝트에 대한 폭넓은 지원을 해오고 있음

① 도로운송부문에 있어서 기후정책을 위한 개념

- 위에서 언급한 마일스톤을 추진하기 위하여 독일 정부는 2030년까지 도로 운송으로부터의 온실가스 감축을 위한 개념을 정립하였는데, 다음과 같은 사항을 고려하고 있음
- 2016년 7월 EU 집행위원회에서 발간된 「저배출 이동성을 위한 유럽의 전략(A European Strategy for Low-Emission Mobility)」과의 소통
- 2016년 7월 EU집행위원회에서 제시된 「노력분담규제(Effort Sharing Regulation)」에 대한 프로포절
- 자동차 및 가벼운 사업용 차량으로부터의 이산화탄소 배출에 대한 2020년 이후의 목표에 대한 EU 집행위원회가 제시한 프로포절
- 중형화물차량으로부터의 이산화탄소 배출을 저감하기 위한 EU 집행위원회의 현재의 계획
- 온실가스 없는 에너지 공급의 달성과 이의 운송부문에 제시하는데 필요한

하부구조에 있어서의 경과

- 관련 에너지와 부문간 연계에 있어서의 잠재력의 이용가능성

② 전기 이동성의 지원

- 자동차 도로교통으로부터의 온실가스 배출 저감에 있어서 전기 이동성 (electric mobility)의 핵심적인 중요성으로 인하여 독일 정부는 정기적으로 자금지원수단을 검토하고 이들을 진행에 대응하여 적응시키고 있음

③ 재정적 인센티브

- 「기후보호계획 2050」에서 정한 목표를 충족시키기 위하여 운송부문의 과징금과 추징금을 수익과 관계없이 전환하려는 모든 방법을 활용함
- 이는 환경친화적인 운송 및 차량을 선택하게 하고 운송부문에서의 재생가능한 에너지를 사용하게 하는 재정적 인센티브의 목적을 가지고 있음

④ 운송방법의 전환

- 독일 정부는 2030년의 운송예측에 맞추어 대중운송, 화물운송, 내륙운송의 점유율의 증가를 어떻게 할 것인가를 고민하고 있으며, 여기에서 장기 기후변화 목표에 대응하여 운송방법의 전환을 계획하고 있음
- 여기에서 하나의 효율적인 전반적 시스템 속에서 모든 운송 방법들 간의 네트워킹을 고려하고 있음
- 독일 정부는 도로에서 철도 혹은 내륙 수로로 운송을 전환하기 위한 기존의 재정적 프로그램을 강화할 계획으로 있음
- 아울러 버스과 청도 운송에 있어서의 새로운 기술개발 및 이들의 운송서비스로의 총합을 지속적으로 재정지원할 예정임

⑤ 철도운송

- 독일정부는 2030년과 2050년을 목표로 도로운송에서 철도운송으로의 전환할 수 있는 잠재력을 충분히 극대화 할 계획임
- 여기에서 해상 및 지역철도의 승객운송간의 광역 연계 네트워킹을 도입할 가능성을 고려하고 있음

⑥ 사이클 및 걷기

- 독일 정부는 「국가 사이클 도로 계획(NRVP: Nationalen Radverkehrsplan)」을 2020년 넘어 연장하고 자전거를 주요 운송수단으로 촉진하기 위해 적절한 규제 프레임워크와 재정지원 프로그램을 마련하여 지역 당국을 지원하고 있음
- 아울러 법적인 허용범위 내에서 자전거 고속도로의 설립을 촉진하고, 걷기도 주요 교통수단으로 촉진해 오고 있음

⑦ 항공 및 해양 운송

- 독일 정부는 국내적 국제적 항공 및 해양 운송에 있어서 전기에 근거한 연료의 사용을 확장하기 위한 개념을 수립하여 시행해 오고 있음
- 특히 여기에서 폐기물에 기반한 바이오 연료의 역할이 연구되고 있음

⑧ 운송부문에서의 디지털화

- 독일 정부는 운송부문에서 디지털화 전략을 추진하고 있는데, 여기에서 온실가스 배출을 최대한 줄일 수 있는 방안이 모색되고 있음
- 아울러 스마트 도로를 위한 표준의 개발이 시도되는 등 디지털화의 어젠다를 좀 더 세부적으로 적용해 나가고 있음

4) 산업과 기업의 기후변화 대응

(1) 초기상황

- 산업부문에서의 온실가스 배출은 제조업에 의한 연소과정 및 자체 전력생산으로부터의 모든 배출과 산업공정과 제품의 형광가스의 사용으로부터의 배출을 포괄함
- 2014년 기준으로 산업부문은 독일에서 두 번째로 큰 온실가스 배출부문으로

서, 이 부문은 1억 8,100만 톤의 배출을 하고 있는데 이는 독일 전체 온실가스 배출의 20%에 해당하는 것임

- 이 부문은 대량의 전력을 구매하고 있다는 점에서 이는 에너지 부문으로부터의 온실가스 배출을 저감하는 중요한 실행영역이기도 함
- 이 부문으로부터의 온실가스 배출은 1990년과 비교하여 36%가 줄어들었음
- 유럽차원에서는 약 60%의 배출은 배출권거래시스템(EST: Emissions Trading System)에 의해 커버가 되고 약 40%는 노력분담결정(ESD: Effort Sharing Decision)에 의해 커버되고 있음

○ 폐기물 관리의 순환경제(circular economy)로의 발전은 독일 산업계의 기후 변화 대응에 상당한 공헌을 해 오고 있음

- 교토의정서에서 합의된 1990년에서 2012년간의 온실가스 감축의 20% 정도가 폐기물관리의 결과였음

○ 산업계의 배출의 상당한 비중, 약 38%는 에너지의 사용으로부터 나타난 것이 아니라 직접적으로 원자재 산업의 생산공정, 예를 들어 시멘트, 철강, 기본 화학물의 생산으로부터 창출된 것으로 파악됨

- 이들 산업부문의 배출저감의 노력은 매우 도전적인데, 그 이유는 이를 위한 다양한 기술적 대안이 있기 때문임
- 예를 들어, 이들 공정들은 새로운 기술과 방법으로 대체되거나 혹은 이산화탄소의 배출은 탄소포집 및 활용(CCU: Carbon Capture and Utilization)을 사용하여 저감할 수 있으며, 배출이 불가피하면 장기적으로 탄소포집 및 저장(CCS: Carbon Capture and Storage)에 의해 저감할 수 있음

(2) 2050년을 위한 지침 및 전환경로

○ 독일의 기후 중립 목표는 시간에 따라 근본적인 변화를 필요로 하지만, 기후 변화는 효율성과 혁신을 촉진하여야 한다는 점에서 이는 반드시 유지되어야

만하며 독일의 디지털 산업으로의 이행을 촉구하는 「Industrie 4.0」과 더불어 독일의 경제발전과 산업경쟁력을 제고하는 현대화 전략(modernization strategy)의 핵심적인 요소임

- 특히 독일 경제는 대기업뿐만 아니라 중소기업들이 연구개발부문에 있어서 대단히 혁신적이며, 연구중심대학, 응용연구 및 산업연구를 하는 공공연구기관, 혁신적인 기업들이 긴밀하게 연계되어 있음

○ 이에 따라, 독일 정부는 국가경제의 현대화 전략, 적극적인 지역 및 구조 전환 정책과 함께 독일 경제가 전환의 과정에서 충분히 적응하고 이것이 제공하는 기회를 포착하게 하려고 노력을 기울이고 있음

- 기후변화 대응은 기업들에게는 매우 도전적인 과제이지만 이는 또한 현대의 첨단기술산업에 있어서는 큰 기회로 작용할 수 있음
- 생산과 수요는 경제활동 과정에서 매우 복잡하게 얽혀있고 그리하여 온실가스 배출에 대한 경향에 맞춘 수요와 지속가능한 소비는 반드시 이같은 전환과정에서 고려되어야 할 것임

○ 이와 같은 현대화의 진행과정에서의 중요한 요소는 생산에 필요한 자원과 에너지의 양을 줄이는 고효율 전략이며, 여기에는 추가적인 잠재력을 확보하기 위한 지속적인 연구개발이 포함됨

- 이는 이같은 노력에 있어서 기술적, 조직적 요소들을 충분히 고려하여야 할 것임을 나타내 주는 것임
- 구체적으로 디지털화의 진행과 「Industrie 4.0」과 같은 생산 및 경제 과정을 보다 현명하게 연계하는 것은 자원의 효율적 활용에 매우 중요함
- 배출을 많이 하는 원자재들은 전체 밸류체인에서 보다 효율적으로 사용되어야 하며, 산업 전반에 걸친 원자재 흐름의 연계는 에너지와 자원 효율성을 증가시키고, 재료과학에서의 혁신은 배출이 많은 재료에 대한 대안을 찾아 낼 수 있을 것임
- 아울러 폐기열의 방지 혹은 재사용과 같은 혁신적인 공정과 기술을 활용함으로써 유용한 에너지에 대한 산업계의 수요를 저감하는 것도 매우 중요한 의미가 있을 것임

- 또 다른 핵심 분야는 화석연료를 이산화탄소가 없는 혹은 이산화탄소 중립적인 연료로 대체하는 것임
 - 여기에는 재생가능한 에너지원, 예를 들어 전기, 바이오매스, 수소 등을 활용하고 이산화탄소를 위한 순환경제의 대안이 있을 수 있음

- 폐기물은 이미 독일의 원자재의 주요 원천이 되어 있는데, 이들 2차 원자재의 에너지 절약적 복구 및 주요원자재의 대체는 상당한 정도로 온실가스 배출을 저감함
 - 이 부문은 아직 기후변화 대응의 여지가 더욱 남아 있는데, 여기에서 기술 발전은 중요한 공헌을 할 것으로 기대됨
 - 현재로부터 2050년까지의 순환경제(circular economy)에 의해 제공될 잠재력을 활용하기 위하여 폐기물로부터의 2차 원자재의 복구가 필요함
 - 용수공급과 폐용수 관리 부문도 체계적으로 사용되어 에너지 절감 및 온실가스 저감의 가능성이 충분히 많음

(3) 2030년을 위한 마일스톤

- 독일 정부의 중간목표에 따르면, 산업부문의 온실가스 배출은 2020년까지 1억 4,000만 톤에서 1억 4,300만 톤 사이로 저감되어야만 함
 - 이는 산업, 무역, 상업, 서비스 부문이 2030년까지 효율성을 상당히 높이는 동시에 산업과 기업의 자재와 에너지 효율성을 상당한 정도로 결합하는 것을 필요로 함

- 이것은 이미 수행 중인 「에너지 효율성에 관한 국가실행계획(NAPE: Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz)」을 2020년 이후에도 계속 적용하며 2030년까지 이를 최적화 하는 것을 필요로 함
 - 여기에서 주안점은 포괄적 기술과 생산기술에 주어질 것인데, 특히 모든 온도 수준에서 폐열의 감소 및 재활용이 강조됨

- 산업의 생산시설, 특히 배출을 많이 하는 원자재 산업 시설은 일반적으로 매우 오랜 수명을 가지고 있기에 이에 대한 적절한 대응이 필요함
 - 이들 생산시설의 해체 및 새로운 생산시설의 설치들은 기후변화에 대한 특별한 효과를 고려하여 가장 이용가능한 기술에 바탕을 두고 이루어져야 할 것임

- 독일 정부는 산업의 생산공정에서의 배출의 저감을 달성하기 위한 구체적인 노력을 2020년~2030년의 기간보다 늦지 않게 추진할 계획임
 - 이를 위한 구체적 계획은 2030년까지 도입될 예정이며 특히 이를 위한 정책혁신을 목표로 한 주요 연구개발활동에 대해 즉각적인 지원이 이루어지고 있음

- 독일 정부는 자원 효율성의 지속적인 제고를 위한 노력을 게을리 하지 않고 있으며, 「독일 자원효율성 프로그램(Deutscher Ressourceneffizienzprogramm)」에 제시된 지표와 정책수단을 지속적으로 추진하고 갱신하고 있음

- 유럽연합의 배출권 거래시스템은 여전히 독일의 산업부문의 기후변화 대응을 위한 핵심적인 수단임
 - 이는 특히 영향을 받는 기업들에게 중장기적인 계획을 위한 확고한 기반을 제공해 주는 신뢰성있는 프레임워크를 제시하는 것이 중요함
 - 이 배출권 거래제도는 유럽 전반에 걸쳐 배출을 저감하는 방식으로 설계, 운영되어야 하며, 여기에서 독일이 이 제도의 강화를 적극 옹호해 오고 있음
 - 여기에서 독일 정부는 가장 효율적이고 기후에 우호적인 기술들이 벤치마킹 대상으로서 활용, 확산되는 것이 중요하다는 입장을 가지고 있음

- 아울러 온실가스 중립으로의 이행은 경제전체제 여러 면에서 지속가능하여야 할 것이 필요로 하는데, 이 점에서 독일 정부는 공급사슬에 따른 사회적으로 책임있는 행동을 강조하고 기업들의 지속가능성에 관한 투명한 보고를 강조

하고 있음

(4) 정책수단

○ 이미 산업과 기업 영역에서 여러 정책수단들이 적용되고 있는데, 대표적인 것이 유럽차원의 배출권 거래시스템(BETS: Emissions Trading System)이고, 여기에서는 2020년과 2030년의 이 부문에서의 EU목표를 명시하고 실행에 옮기고 있음

- 독일 정부는 이와 같은 배출권 거래시스템을 더욱 강화하는데 노력하고 있음
- 아울러 에너지 효율적인 제품의 확산 증가를 위한 정책수단들이 활용되고 있는데, 여기에는 강제적인 요소(예를 들어, Ecodesign Directive)와 자발적인 요소(예를 들어 Blue Angel과 같은 제품 라벨링)가 포함되어 있음

① 제품 사용수명의 확대와 폐기물 방지

- 제품을 오래 사용하는 것은 일반적으로 환경보호와 기후변화 대응에 대단한 효과를 가져다주며 동시에 자연자원의 보존을 가져옴
- 그리하여 이 정책수단의 목적은 관련 제품의 사용수명을 확장하는 것인데, 여기에는 아래와 같은 사항들을 고려함
- 중요한 출발점은 제품의 수선을 촉진하는 환경을 개선하고 판매시점에 제품이 얼마나 오래 사용할 수 있는지 가장 가능한 투명성을 보장하는 것임
- 독일 정부는 여분의 부품의 이용가능성, 수선 지침 등에 관한 정보를 제공할 수 있는 정책수단을 제시를 촉진함
- 그러나 가장 중요한 대안은 전반적인 폐기물의 배출을 회피하는 것인데, 이것은 기후에 부정적인 효과를 주는 배출을 방지할 수 있기 때문이며, 그리하여 독일 정부는 2019년 「폐기물방지프로그램(Abfallvermeidungsprogramm)」을 갱신하였음

② 산업공정배출을 저감하는 연구개발 및 시장도입 프로그램

- 독일 정부는 산업계와 함께 기후에 영향을 미치는 산업공정의 배출을 감소

하는 것을 지향하는 연구개발프로그램을 시행해 오고 있음

- 여기에는 탄소포집 및 사용을 통한 산업계를 위한 순환적 탄소경제의 구축이 포함되며, 이에 따라 독일 연방교육연구부(BMBF)는 CO2 Plus 사업의 일환으로 이산화탄소의 사용(CCU) 분야에 대한 혁신적인 연구개발 프로그램을 지원하고 있음
- 아울러 연방교육연구부의 r+Impuls 프로그램에서는 자원효율성을 위한 혁신적 기술을 개발하는데 이는 실천 지향적이고 산업계가 주도하는 CCU 프로젝트들의 시장으로의 산업화를 촉진하고 있음
- 연방환경부(BMU)의 「환경혁신 프로그램(UIP: Umweltinnovationsprogramm)」은 산업 차원에서 환경의 영향을 줄이는 기술을 실행하는 시범 프로젝트를 처음으로 도입하였음

③ 산업적, 사업적 폐열에 의해 제공된 잠재력을 활용하기 위한 지속적, 전략적 노력

- 현재 산업계의 최종에너지의 70%는 연료에 관한 것으로, 이는 생산과정에서 막대한 양의 열이 발생하고 그리하여 폐열도 발생함
- 폐열은 산업계와 가정에서 지속적으로 그리고 전략적으로 활용되어야 하며, 그리하여 독일 정부는 전력생산과 지역난방 시스템에서의 폐열의 사용을 적극 고려하고 있음
- 그리하여 폐열 사용을 위한 새로운 옵션, 예를 들어 폐열로부터의 전력생산 등에 관한 연구개발활동이 지속적으로 지원을 받고 있으며 폐열을 방지할 수 있는 방안도 연구되고 있음

④ 기업 내 그리고 기업을 위한 고효율 기술에 관한 지식기반의 지속적 최적화

- 산업과 기업에 의한 에너지 사용 영역에서의 고효율 기술에 관한 지식은 점점 확대되고 있으나, 이들 기술들에 대해 기업들이 적극적으로 사용하여 함
- 그리하여 독일 정부는 늦어도 2020년까지 새로운 기술적 지식의 확산과 사용을 촉진하기 위하여 직업훈련, 대학교육, 그리고 전문적 개발 분야에서 관련 이해관계자들과 협력을 하고 있음

- 여기에서 강조되는 것은 중소기업의 종업원들을 위한 훈련임

⑤ 기업에 의한 기후보고

- 탄소공개 프로젝트(CDP: Carbon Disclosure Project)와 같은 국제적, 유럽 차원의 계획들 덕분에 기업에 의한 자발적 기후보고를 위한 포괄적 시스템이 이미 진행되고 있음
- 체계적인 기후변화보고는 기업의 배출, 전략적 방향, 미래 투자에 관하여 투명성을 보장하여야 하며 투자자, 소비자, 기업 스스로의 의사결정의 중요한 원천으로 작용할 수 있을 것임
- 독일 정부는 기존의 보고수단에 기반하여 통일된 기후변화보고를 더욱 강화하고 그리하여 통일된 보고기준을 확보할 계획임

⑥ 산업의 기술전이

- 독일 정부는 조기 단계에 현대화 경로의 타당성을 테스트하고 시연하기 위하여 「국가기후보호계획(NKI: Nationale Klimaschutzinitiative)」을 이용하여 특별히 에너지 사용이 많은 부문들과 기업들이 생산에 있어서 자원 및 에너지 수요를 줄일 수 있는 새로운 기술들의 도입에 주안점을 두고 있음

5) 농업의 기후변화 대응

(1) 초기 상황

- 농업은 기후변화에 의해 많은 영향을 받으며, 또한 이는 상당한 온실가스를 배출함
 - 동시에 농업은 생물에 바탕을 둔 원재료를 지속가능하게 생산함으로써 기후변화 저감에 상당한 공헌을 함
- 독일 정부는 농업이 기후변화에 적응하게 하는 한편 농업이 기후변화 저감에

공헌하게 하는데 많은 노력을 기울이고 있음

- 독일 정부는 이같은 노력에 있어서 농업 분야의 기후변화 대응 연구개발활동에 대한 자금지원 등 다양한 지원을 해 오고 있음

○ 농업으로부터의 온실가스 배출은 2014년에 7,200만 톤으로 이는 독일 전체의 온실가스 배출의 8%에 해당함

- 가장 큰 원천은 비료의 질소사용으로 인한 이산화질소의 배출, 반추동물의 소화과정에서 발생하는 메탄의 배출, 슬러리 관리로부터 배출, 농업 기계 및 차량의 연료 사용으로부터의 온실가스 배출 등을 들 수 있음
- 2014년의 농업 부문의 배출은 1990년 수준과 비교하여 18% 낮은 것으로 나타났음

(2) 2050년을 위한 지침 및 전환경로

○ 신뢰할 수 있는 먹거리의 공급, 기후의 보호, 재생가능한 원재료의 공급, 자연자원의 보호는 농업이 수행할 중요한 과제들임

- 그리하여 독일 정부는 이와 같은 과제들이 가능한 한 잘 이행되고 서로 상충되지 않고 진행되는 데 많은 노력을 기울여오고 있음
- 농업에 있어서는 다른 부문에서와 마찬가지로 영(零)의 배출까지의 배출저감은 불가능한데, 그 이유는 작물의 재배와 동물의 사육에 있어서의 생물학적 과정에서 배출이 필연적이기 때문임
- 그리하여 독일 정부의 2050년까지 농업부문에서의 정책수단은 지속가능한 농업생산의 일환으로 배출을 저감하고, 자원의 효율성을 제고하는 것임

○ 농업부문은 장기적으로 온실가스 배출을 완전하게 회피할 수는 없으나, 2030년의 중간목표를 넘어서 2050년까지 추가적인 배출저감에 노력을 기울이고 있음

- 기후변화 대응목표를 달성하기 위한 하나의 중요한 경로는 단기적으로 질소여력(nitrogen surplus)을 줄이고 장기적으로 그 수준을 영원하게 감소시키는 것임

- 이것은 특히 농업으로부터의 암모니아 배출의 상당한 감축을 가져올 수 있을 것임
- 독일 정부는 기후변화에 대한 대응을 위하여 보다 바이오에 기반을 둔 지속 가능한 경제로의 전환이 이루어져야 하며, 「국가 바이오경제 전략 (Nationale Politikstrategie Bioökonomie)」을 통하여 화석연료를 적게 사용하거나 혹은 이들을 완전히 폐기하는 노력을 기울이고 있음
- 생물학적 과정은 곡물 생산에 필요하기 때문에 농업용 바이오매스의 생산으로부터 배출을 영(零)으로 줄이는 것은 불가능함
 - 토지는 식량을 생산하는 데에도 필요하기 때문에 농업의 바이오 연료의 기후변화 저감에 대한 공헌도 제한 될 수밖에 없음

(3) 2030년의 마일스톤

- 2030년의 중간목표에 따르면 농업으로부터의 온실가스 배출은 2030년까지 5,800만 톤에서 6,100만 톤으로 줄여야만 함
- 농업으로부터의 질소의 배출을 줄이기 위해서는 비료의 사용을 보다 효율적으로 하는 노력의 일환으로 질소 잉여물에 있어서의 상당한 감축이 필요함
 - 독일 정부는 2028년에서 2032년까지 헥타르 당 70Kg의 질소로 줄일 계획으로 있으며 2050년에는 더욱 더 줄일 계획으로 있음
 - 농업으로부터의 암모니아의 배출도 상당한 정도로 저감하여야 함
- 독일 정부는 2014년의 6.3%에 불과한 농업용 토지의 유기농으로의 활용을 20%까지 올리려는 계획을 추진 중에 있음
- 유럽연합(EU)은 「공통농업정책(CAP: Common Agricultural Policy)」의 개정을 2020년까지 마치려는 노력을 기울이고 있는데, 이 정책의 구조와 방법은 국가의 관련 법제화에 영향을 미칠 것이며 그리하여 농업의 관행과 이로

- 인한 온실가스 배출 문제에 상당한 영향을 미칠 것으로 예상됨
- 실제로 유럽연합 집행부는 2013년의 CAP 개혁의 일환으로 EU의 농업정책을 보다 환경친화적으로 전환하기 위하여 직접 보조금의 ‘녹색화’를 도입하였음

(4) 정책수단

① 「공통농업정책(CAP: Common Agricultural Policy)」 하의 지원

- 농업으로부터의 온실가스 저감을 위한 정책 중 하나는 유럽연합의 「공통농업정책(CAP: Common Agricultural Policy)」 하의 재정수단을 사용하는 것임
- 독일 정부는 이를 지속적으로 추진해 오고 있으며, 여기에서 유럽연합의 기후정책에 대한 조화를 이루려 노력하고 있음
- 또한 최근 개정된 ‘농업구조 개선 및 연안보호를 위한 공동과제에 관한 법률’은 환경적으로 건전한 토지 사용과 삼림 경영을 촉진하기 위한 보다 개선된 정책수단을 포함하고 있음

② 질소 잉여물의 추가적 감축

- 독일 정부는 지방정부들과 함께 비료에 관한 법률의 충분한 시행과 지속적인 입법을 통하여 ‘독일의 지속가능 발전전략’에서 목표로 한 2028년에서 2032년 사이에 헥타르 당 70Kg의 질소의 목표를 달성하는데 노력을 기울이고 있음
- 여기에서 관련 법률은 ‘비료사용규조례’ 및 계획 중인 농업의 양호한 영양관리 실무에 관한 조례 등을 들 수 있음
- 독일 정부는 또한 질소 저감 수단에 관한 목표 지향적 연구개발 활동을 지원하고 있으며, 질소의 사용을 보다 개선하기 위한 연구개발 및 암모니아의 배출을 저감할 수 있는 새로운 혁신적 수단에 관한 연구개발을 지원하고 있음

③ 유기농을 위해 사용되는 토지 비중의 증가

- 독일 정부는 순환경제, 적절한 농작물도 등의 원칙에 기반하여 농업의 유기농업으로의 전환이 독일 농업, 특히 중소농가의 발전에 대단히 중요하다는 점을 인식하여 유기농의 확산에 노력하고 있음
- 유기농법은 근본적으로 지속가능성을 지향하고 환경보호, 기후변화 저감, 자원보존에 공헌을 하고 있음
- 그리하여 독일 정부는 농업으로 사용하는 전체 농지의 20%를 유기농으로 전환할 계획을 추진 중에 있음

④ 농장 퇴비와 농업잔유물의 퇴비화 증대

- 가축 사육농가로부터의 더 많은 퇴비가 바이오 가스를 생산하는데 중요한 바, 독일 정부는 에너지 창출을 위한 가축퇴비의 사용을 확대하기 위한 재정 지원을 확대하고 있음

⑤ 가축농가로부터 배출의 저감

- 농업으로부터의 온실가스 배출의 상당히 많은 비중은 동물에 기반한 식재료의 생산으로부터 오게 됨
- 그리하여 독일 정부는 과학기술 및 혁신 연구에 재정 지원을 증가하여 기후에 우호적인 가축사육을 가능하게 하는 방법을 찾고 있음
- 특히 독일정부는 2021년까지 가축농가로부터의 배출을 저감할 수 있는 전반적 전략을 수립하고 이 분야에 대한 연구를 강화해 나갈 예정임

⑥ 음식물 쓰레기의 저감

- 독일의 모든 음식물의 1/3은 쓰레기로 버려지고 있는데, 대부분은 민간 가정(61%), 레스토랑과 같은 대규모 소비자 등에서 이루어지고 있음
- 여기에서 일반 가정의 음식쓰레기의 2/3는 방지될 수 있는 것으로 알려져 있음
- 그리하여 독일 정부는 2012년 3월 연방식품농업부(BMEL: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) - 연방농업부라 칭함 - 에 의해 시작된 음식물 쓰레기 저감을 위한 국가전략인 “쓰레기통에 너무 좋다!”라는 구호를 확대 및 연장할 예정임

- 이 전략에 따르면, 독일에서는 음식물 쓰레기를 2030년까지 절반으로 줄이려는 목표를 가지고 있음

⑦ 농업 부문의 혁신적 기후변화 대응 개념의 개발

- 독일 정부는 농업연구를 강화하여 농업생산과 모든 상류 및 하류 영역을 체계적으로 고려하여 농업생산 및 사용에 대한 기회를 창출하려고 노력하고 있음

6) 토지사용 및 삼림의 기후변화 대응

(1) 초기 상황

- 토지사용, 토지사용의 변경, 삼림(LULUCF: Land Use, Land Use Change and Forestry)은 「UN 기후변화에 관한 프레임워크 조약(UN Framework Convention on Climate Change)」의 구성항목임
 - 토지사용은 배출이 저감될 뿐만 아니라 탄소가 저장될 수 있다는 점에서 온실가스 적삼의 대단한 잠재력을 가지고 있음
- 2014년에 독일의 삼림에서는 약 5,800만 톤의 이산화탄소가 포집되었고, 나무제품들도 탄소를 저장할 수 있는데 2백만 톤 정도까지 저장할 수 있는 것으로 나타났음
 - 그러나 석탄배출로부터 온실가스 배출이 3,800만 톤에 이르고 석탄 추출로부터의 온실가스 배출도 2백만 톤, 이탄지(peat land)의 땅 다지기로부터 350만 톤의 배출이 있는 것으로 나타났음
- 그리하여 LULUCF부문으로부터의 총 순수탄소의 포집은 1,650만 톤에 이르는 것으로 나타났음
- 기후변화 저감에 있어서 삼림의 공헌도를 고려한다면 삼림부문에 의해 제공

되는 원자재와 직접 관련이 있는 삼림으로부터의 자재와 에너지 생산에 의해 회피될 수 있는 저감도 고려하여야 함

- 예를 들어, 전력과 열의 생산을 위한 생물학적 고체연료는 독일에서 2014년 기준 3,100만 톤을 저감할 수 있는 것으로 추정되고 있음
- 아울러 삼림에 의한 에너지를 많이 소요하는 원자재의 대체 역시 비슷한 효과를 창출하는 것으로 나타났음

(2) 2050년을 위한 지침 및 전환경로

- 이 부문에서 2050년을 위한 지침으로는 온실가스 흡수부문으로서의 삼림의 능력을 유지 개선하는 것임
 - 독일 정부의 「삼림전략 2020(Waldstrategie 2020)」의 목적에 서술되어 있는 바와 같이, 독일 정부는 이산화탄소를 줄일 수 있는 능력을 이용하기 위한 지속가능한 삼림경영, 삼림의 긴밀하게 연계된 사용, 토지의 영원한 보존, 석탄지역의 보존, 기후변화를 저감하기 위한 자연삼림개발 등을 실행하고 있음
- 이와 같은 2050년의 지침은 IPCC와 긴밀한 조율하에 추진 중에 있으며, 특히 삼림보존과 지속가능한 삼림경영은 온실가스 배출을 저감하기 위해 적절하고 비용효과적인 방법으로 추진 중에 있음
 - 이같은 노력에 있어서 독일 정부는 동식물군의 서식지, 용수저장의 장소, 원자재의 공급지, 인간들의 휴식 장소 등으로서의 삼림의 역할을 충분히 고려하고 있음
- 목재는 이것이 재료로 사용되면 탄소를 오랫동안 저장할 수 있는 재생가능한 원자재임
 - 아울러 목재는 보다 해로운 온실가스 혹은 환경적 영향을 제공하는 재료, 화석연료 등을 대체할 수 있는 능력을 가지고 있음
 - 그러나 목재는 지속가능한 삼림경영의 한계 내에서 사용될 수 있는 재생가능한 자원임을 인식하여야 함

- 아울러 독일 정부는 석탄지역을 보호하기 위하여 석탄의 채취를 점진적으로 줄여나가는 계획을 추진 중에 있음

(3) 2020년을 위한 마일스톤

- 삼림을 기후변화에 적응하는 것은 매우 중요한데, 독일 정부는 고체바이오 연료를 EU의 지속가능성 기준에 접근하여 목재의 독일로의 수입이 다른 나라들에게서 삼림의 황폐화를 가져오지 않게 하려고 노력함
- 독일 정부는 삼림의 기후변화 저감에 대한 공헌과 관련하여 지속가능한 삼림과 목재의 현명한 사용이 자원과 자재 효율성과 긴밀히 연계되어 있다는 점을 인식하고 대응하고 있음
- 유기질 토양(organic soil)으로부터의 배출을 저감하기 위하여 배출을 가져오는 토지 사용유형을 대체할 수 있는 대안에 대한 연구가 부족한데 독일 정부는 이에 대한 연구개발의 지원에 노력을 하고 있음
 - 특히 이탄지(peat land)의 유기질 토양에 의한 심각한 배출을 저감하기 위한 노력을 2030년까지 기울이고 있음
- 이를 위하여 연방정부는 지방정부들과 이탄지(peat land)에 대한 보호에 노력하고 이들을 보존하기 위한 전략방안을 마련하여 추진해 오고 있음

(4) 정책수단

- 토지사용, 토지사용의 변경, 삼림(LULUCF) 분야에서 이미 기후변화 대응을 위한 다양한 정책수단이 적용되어 오고 있는데, 대표적으로 독일정부는 「농업구조와 연안 보호의 개선을 위한 연계과제(GAK: Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes)」의 일환으로 기후변화를 고려한 삼림보존의 지원에 자금지원을 해 오고 있음

- 독일 정부의 「삼림기후기금(Waldklimafonds)」은 삼림과 목재의 이산화탄소 저감능력의 유지, 확대 및 독일 삼림의 기후변화에 대한 적응에 자금지원을 해 오고 있음

① 삼림의 보존 및 지속가능한 관리

- 독일 정부는 삼림지역의 증가에 노력하며, 그리하여 새로운 삼림을 자연적인 방법으로 확장하고 관리하고 있음
- 독일 정부는 지속적인 글로벌 삼림 황폐화에 대응하고 삼림의 다양한 기능을 유지할 수 있는 주요수단이 되도록 삼림의 보존, 복구, 지속가능한 관리에 있어서 국제협력을 강화하고 있음
- 독일 정부는 목재 제품들이 법적이고 지속가능한 관행에 의해 창출되었을 인증하는 수단으로 인증제의 폭넓은 사용을 촉진하고 있음
- 아울러 자재와 에너지의 생산에 있어서 목재 사용의 효율성을 증가하여 목재사용의 기후변화 저감에 대한 효과를 제고하는데 노력하고 있음

② 영구초지의 보존

- 영구초지의 보존은 높은 수준의 탄소저장이 가능하여 EU의 「공동농업정책(CAP: Common Agricultural Policy)」의 개정에서 이 분야는 기후변화 대응의 핵심과제였으며, 이에 따라 독일 연방정부는 지방정부들과 협력하여 이에 대한 다양한 노력을 기울이고 있음
- 독일 정부는 또한 EU 차원의 법률 등을 국가법률로 반영하고 있는데, 예를 들어 ‘바이오 연료 지속가능성 조례’, ‘바이오매스 전력 지속가능성 조례’를 들 수 있음

③ 이탄지의 보호

- 기후변화에 대응한 이탄지 보존의 증가는 장기적으로 상당한 양의 온실가스를 저장할 수 있기 때문에, 독일 정부는 이탄지의 보존을 위한 재정 프로그램의 확대 및 지역 여건에 맞는 이탄지 관리 관행의 확산에 노력하고 있음

- 이탄지를 보호하고 물 수준의 기후우호적인 관리를 촉진하기 위한 파일럿 프로젝트와 정책수단들이 논의되고, 적용되고 있음

④ 토지사용의 감소

- 정주 및 교통 하부구조를 위한 토지사용(land take)의 증가는 국가의 「지속가능개발전략(Nachhaltigkeitsstrategie)」에 따라 하루에 30헥타르로 줄이고 있음

7) 우선적 목표 및 정책수단

- 독일 정부는 독일의 사회경제를 온실가스 중립적으로 만들기 위해서는 보다 통합적이고 체계적인 접근방법이 필요하다는 점을 인식하고 있음
- 이와 같은 전환과정은 사회 각 부문과 근본적인 소통이 이루어져야 하고 전환 과정이 일관되고 사회에 수용가능하게 설계되어야 하며 기후 우호적인 사회경제가 가능할 프레임워크를 구축하여야 함

(1) 주요 우선적 측면 및 정책수단

- 근본적인 대화로의 이행을 넘어서 규제지향적 프레임워크들이 미래지향적 수요를 충족시키도록 특정한 다부문적 정책수단(multi-sectoral measures)을 고려하고 개발하여야 할 것임
 - 가장 대표적인 다부문적 정책수단은 유럽차원의 배출권 거래시스템(ETS)임
- 아래에는 독일 정부가 추진하고 있는 세부적인 정책수단들을 나타내고 있음
- ① 조세 및 공과금 시스템을 기후 우호적으로 개선
 - 환경세 및 환경 관련된 공과금은 기후 우호적 경제에 대한 아주 효과적인

인센티브로 작용하는데, 이는 자원사용을 보다 값비싸게 하고, 이는 온실 가스 저감에 매우 효과적인 것으로 밝혀졌음

- 이에 따라 독일 정부는 기후변화 대응 목표가 2050년까지 달성될 수 있도록 관련 조세제도를 개선할 수 있는 방안을 모색하고 있음

② 환경적으로 해가 되는 보조금의 감축

- 독일 정부는 재정적 프레임워크를 보다 기후 우호적으로 전환시키기 위하여 환경에 해가 되는 보조금을 지속적으로 감축하고 있음
- 독일 정부는 이같은 노력을 통하여 이들 감축된 보조금이 사회와 환경에 도움을 주는 미래지향적 투자에 사용될 수 있도록 노력하고 있음

③ 기후 우호적 투자 및 효율적 금융시장

- 독일 정부는 에너지, 운송, 주택건설, 교육, 보건, 도시계획 등의 투자에 있어서 포용적, 지속가능한 산업화와 혁신능력의 제고, 기후 중립 목표로의 투자에 노력하고 있음

④ 기후 의식적 투자결정을 촉진하는 효율적 자본시장

- 독일 정부는 기후변화로부터의 재정적 위험을 분석하고 개별기업과 투자자들에게 기후변화의 위험에 관한 보다 투명성 있는 정보의 제공에 노력하고 있음

⑤ 기후 우호적 투자의 촉진 및 인센티브 제공

- 독일 정부는 하부구조에 대한 투자에 있어서 기후 우호적이고 지속가능한 투자가 이루어지도록 노력하고, 이같은 투자에 있어서 정부의 인센티브의 구조가 어떻게 기후 우호적 투자를 증진시킬 것인가를 고민하고 있음
- 아울러 독일 정부는 환경적이고도 기후 우호적인 투자의 시장에 기회가 증가하고 있다는 점을 대중에게 많이 알리려는 노력을 기울이고 있음

⑥ 지속가능한 무역

- 국제 무역은 외부비용을 창출하는데, 그리하여 항공 및 해양 운송에 대한

연료는 보조금을 받거나 세금에서 제외되는데, 독일 정부는 이같은 보조금의 감축 및 철폐를 옹호하며 관련하여 세금의 부과를 강조하며 이의 관철에 노력을 기울이고 있음

⑦ 환경적 모니터링의 조화

- 독일의 지방정부들은 환경 데이터의 수집 및 제공에 대한 책무를 가지고 있는데, 이는 정책수단의 집행에 있어서 대단히 중요함
- 독일 정부의 기후변화대응은 독일 전역에서의 통일된 데이터에 근거하여 추진되는데, 독일 정부는 이같은 데이터의 조화를 달성하고 이를 전자적으로 접근 가능하게 하여 기후보호계획의 성공적 실천에 공헌하고자 노력함

⑧ 혁신적인 기후변화 대응의 축으로서의 연구개발

- 기후에 관한 연구개발은 사회적, 기술적 혁신의 가장 중요한 자극이 되며 기후변화 대응의 새로운 대안과 새로운 경로를 제시할 수 있음
- 독일 정부는 이같은 연구개발에 대한 지원을 강화하고 이 연구개발의 사회경제적 역량과 연계하며 연구결과가 실질적 관행으로 이어질 수 있는 응용 연구를 지원하고 있음
- 실제로 기후변화에 대한 야심차고 사전적인 대응은 관련된 지식 및 의사결정 기반의 확대가 필요함
- 대표적으로 기후모델 분석, 다부문 기후연구, 지속가능한 개발경로에 대한 통합적 시나리오의 개발, 기후변화의 지역에 대한 영향 분석 등을 들 수 있음
- 온실가스 중립사회로의 전환 과정은 경제적, 사회적으로 책임있게 진행되어야 한다는 점에서 이와 같은 연구개발은 자연과학과 사회과학의 통합적 연구개발의 필요성이 대두됨

(2) 사례를 이용한 독일 정부의 선도

- 기후변화 대응은 정부의 정책행위에서도 반영되어야 하는데, 이는 공공부문에 대한 선도적 역할로서 중요한 기능을 함

- 실제로 독일 연방정부는 배출저감에 매우 관련성이 높고, 그리하여 2050년 기후보호 목표의 달성에 중요한 역할을 담당할 것임

① 연방정부의 기후 중립화

- 2010년 12월 승인되고 2015년 5월에 개정된 「지속가능성 정책수단 프로그램(Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit)」은 연방정부의 소유물, 에너지 공급, 환경경영, 구매, 이동성, 정보통신기술 등의 영역에서 온실가스 중립적 조치를 취할 수 있는 방안을 마련하였음
- 진행 과정을 보이기 위하여 연방정부는 에너지 사용, 재생가능한 에너지원의 비중, 연방정부 소유물 및 이동성에서의 이산화탄소 배출 등을 체계적으로 기획, 공시하고 있음
- 연방정부는 이와 같은 노력의 최적 관행을 공공부문의 다양한 차원들과 교환을 하고 있음
- 연방정부는 연방정부 차원의 지속가능한 이동성 경영을 도입하고 있는데, 대표적으로 비데오 컨퍼런스, 대중교통 티켓의 제공, 자전거 및 전기자전거 사용의 확대 등을 시행하고 있음

② 지속가능한 구매

- 2010년부터 연방정부는 지방정부, 지역 당국들과 ‘지속가능한 구매연대 (Allianz für nachhaltige Beschaffung)’를 결성하여 공공부문에서의 구매에서 지속가능한 제품과 서비스의 비중의 확대를 도모하고 있음
- 이를 위하여 ‘지속가능성 정책수단 프로그램’의 일환으로서 발족된 연방내무부의 구매청 내에 ‘지속가능한 구매 역량센터(KNB: Kompetenzstelle für nachhaltige Beschaffung)’는 연방정부, 지방정부, 지역당국의 다양한 구매부서들에게 구매의 경제적, 사회적, 환경적 영향에 관한 중앙집권적인 자문, 정보제공, 교육훈련을 제공함으로써 정부의 배출저감 목표의 실천을 물질적으로 지원하고 있음

③ 녹정보기술계획

- 독일 정부의 「녹색정보기술계획(Green IT Initiative)」은 정보기술을 예

너지 효율적이고 지속가능하게 사용하기 위한 연방정부의 야심찬 목표를 제시하고 있음

- 이 계획은 IT의 폭넓은 사용으로 2009년 이전의 최대사용 년도와 비교하여 모든 연방부서에서의 에너지 사용을 40%나 절감하였음

(3) 기후변화 대응 영역에서의 협력

○ 기후변화 대응은 모든 차원과 모든 이해관계자들에 의해 고려되고 실행되어야 성공이 가능함

- 그리하여 독일 정부는 정보의 제공과 확산, 사람들이 자신들의 행동을 바꾸고 사전적인 역할을 수행하게 하는 다양한 방법들을 강구하고 있음

○ 아울러 독일 정부는 지속가능한 생활양식, 업무의 형태, 경제적 접근방법 등을 검증할 수 있는 연구를 지원하고, 지속적으로 참여의 문화를 개발, 확산하여 오고 노력하고 있음

① 교육훈련

- 사회적 변화를 창출하는데 도움을 주는 기후변화 대응을 위한 효과적인 행동은 연계와 상호작용 등에 관한 지식을 넘어서는 게 필요함
- 그리하여 독일 정부는 기후변화 대응 역량을 다양한 방법을 사용하여 인간의 공식적인 교육영역에서 교육될 수 있게 하고 관련 노하우의 갱신에 노력을 하고 있음
- 독일의 연방적으로 조직된 교육시스템 속에서 관련 이해관계자들의 네트워크와 협력을 도모하고 조직학습에 적극적인 참여를 강화하며, 과학적 지식이 적시에 교육훈련의 관행에 전달되도록 노력하고 있음
- 독일 정부는 「국가기후보호계획(NKI: Nationalen Klimaschutz-initiative)」의 일환으로 학교와 학교 밖에서의 기후변화 대응 프로젝트들에 대한 자금지원을 하여 어린이, 청년들의 인식을 제고하는 노력하고 있음

② 정보제공

- 독일 정부는 「기후보호계획 2050」과 관련하여 특정한 목표집단에 대하여 기후변화 대응목표에 대한 정보제공과 이의 달성방법, 그리고 현재의 기후변화 대응 수단의 실천 등에 관한 장기적인 우선적 정보 캠페인을 벌이고 있음
- 독일 정부는 사회의 구성주체들과 생활의 핵심영역에 관한 대화를 실천하고 정보와 자문의 제공에 대한 자금 지원을 해 오고 있음

③ 기업의 기후변화 대응

- 기후변화 대응은 기업에서도 활발하게 이루어져야 하므로, 독일 정부는 기업에 대하여 다양한 정보제공과 교육훈련을 해오고 있음
- 대표적으로 「에너지 전환과 기후보호를 위한 중소기업 계획 (Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz)」과 「중견기업을 위한 기후 전문가(Klimaprofi für den Mittelstand)」 프로젝트를 통하여 중소기업에 대하여 기후변화 대응 관련 무료 자문을 실시해 오고 있음

④ 지역당국에 의한 기후변화 대응

- 독일의 도시, 마을 등 지역당국들도 기후변화 대응과 에너지 효율성 증진을 위해 오랫동안 노력해 오고 있는데, 이와 같은 지역 및 시군구 차원의 적극적 참여는 많은 기후변화 대응노력에 있어서 중요한 역할을 수행함
- 그리하여 독일 연방정부는 지역당국이 기후변화 대응에 충분한 인식을 하고 실제 행하고 있는지를 검토하고 이들 당국의 기후변화 대응 활동을 강화하는 방안을 모색해 오고 있음

6. 「기후보호계획」의 실행 및 갱신

- 독일 정부의 「기후보호계획」은 파리협정 하의 지속가능한 발전목표(SDGs: Sustainable Development Goals)의 5년의 리뷰 사이클에 맞추어 검토되고 갱신되고 있음
 - 그리하여 첫 번째의 갱신은 2020년 초기 관련 당사국들이 파리협정에 새로운 지속가능한 발전목표를 제시하는 때에 이루어질 예정임
- 중간목표와 마일스톤, 관련 전환경로, 관련 정책수단은 이미 설정된 목표의 달성에 일치하는 것을 보장하기 위한 학습과정의 일환으로 지속적으로 검토될 것임
 - 필요하다면 이들은 기술의 발전, 사회적, 정치적, 경제적 변화 그리고 최신의 과학적 발견에 대응하여 적응될 것임
- 이는 단기, 중기, 장기에 걸쳐 신뢰할 수 있는 독일의 기후변화 대응전략의 포괄적 프레임워크의 설정을 목표로 하는 것임
- 독일정부는 「기후보호계획」의 효과적인 실천을 위하여 다음과 같은 구체적인 조치를 취하고 있음

(1) 정책수단 프로그램

- 2030년의 목표를 달성하기 위하여 2018년에 수립된 「기후보호계획 2050」은 저감의 효과를 계량화하는 정책수단 프로그램(Maßnahmenprogramm)에 의해 지탱되고 있음
 - 그리하여 각각의 정책수단 프로그램의 환경적, 사회적, 경제적 영향이 평가되고 있음
 - 즉, 이는 「기후보호계획」의 갱신은 각각의 정책수단 프로그램의 수정으로 이어짐
- 정책수단 프로그램은 특정한 정책수단의 진행하여야 할 저감단계, 마일스톤에 의해 지탱되는데, 가능하면 이들 수단의 배출저감에 미치는 영향을 계량

화하고 있음

(2) 과학적 지원 과정

- 「기후보호계획」의 검토와 갱신 그리고 정책수단의 프로그램의 개발 및 수정은 시나리오의 과학적 분석과 선택된 경로와 전략적 정책수단의 효과성, 비용, 결과, 위험 등에 관한 과학적 분석을 필요로 함
- 이같은 과학적 분석은 자연과학 및 사회과학을 연구하는 선택된 기관들에 의해 이루어지며, 이같은 과학적 분석결과를 바탕으로 「기후보호계획」을 지원하고 있음

(3) 공적 대화 과정

- 「기후보호계획」은 지방정부, 지역당국, 민간부문, 시민사회, 일반 대중들의 폭넓은 참가에 의한 공적 대화과정을 통하여 검토되고 갱신됨
- 이같은 공적 대화(public dialogue)는 독일이 온실가스 중립적인 국가로 전환하기 위한 ‘기후보호계획’의 지침 및 전환경로 등에도 이루어짐
 - 아울러 정책수단 프로그램의 실행 및 수정에 있어서도 폭넓은 대중의 참여가 이루어지고 있음

(4) 모니터링

- 독일 정부는 매년 기후변화 대응상황을 보고하며, 그 결과 정부는 목표의 실행과 달성을 검토하고 필요한 수정을 해 오고 있음
- 기후변화 대응보고의 준비는 정책수단 프로그램의 수정과 적절하게 연계하여 중복된 노력을 회피하게 됨

제 4 절

독일의 기후보호를 위한 과학기술정책

1. 개관

- 독일의 과학기술정책에서 기후보호 및 지속가능성 달성은 대단히 중요한 비중을 차지하고 있음
 - 독일 과학기술혁신정책을 총괄하는 연방교육연구부(BMBF: Bundesministerium für Bildung und Forschung)는 과학기술정책의 총괄백서인 ‘연방연구혁신보고서(Bundesbericht für Forschung und Innovation)’을 발간하고 있음
- 이 보고서는 30여개에 이르는 개별 기술분야의 정책현황을 면밀히 서술하고 있는데, 그 서술에 있어서 두 번째 분야가 ‘지속가능성, 기후, 그리고 에너지(Nachhaltigkeit, Klima und Energie)’임
 - 개별 기술분야 정책의 첫 번째는 핵심기술(Schlüsseltechnologien)인데, 그리하여 기후보호 및 기후변화 대응은 독일 정부의 과학기술정책의 핵심적인 정책 대상이 되고 있음을 알 수 있음
- 아래에는 이를 바탕으로 독일 연방정부의 기후보호를 위한 과학기술정책을 살펴볼 것임(BMBF, 2019: 124~150)
- 독일 정부는 지속가능성, 기후, 에너지 문제가 현재는 물론 미래에도 대단한 사회적 도전이라는 점을 충분히 인식하고 이에 대한 체계적 대응노력을 기울

이고 있음

- 특히 2006년부터 추진해 오고 있는 독일 정부의 범부처 과학기술정책인 「첨단기술전략(Hightech-Strategie)」에서는 지속가능한 경제의 청사진을 제공하고 있음
- 여기에서는 지속가능한 발전과 환경 및 사회와 친화적인 에너지 공급은 혁신적 해결책을 가능하게 하며 현재와 미래 세대들을 위한 우리의 책임에 의거하여 미래지향적 행동을 위한 의사결정의 기초를 창출하고 있음을 천명하고 있음

○ 그리하여 독일 정부는 「녹색경제(Green Economy)」라는 연구 어젠더를 창출하여, 경제, 환경, 사회를 연계하여 자연자원을 보호하고, 환경에 대한 부정적 영향을 최소화 하며, 기후를 보호하며, 기후변화를 고려하며, 사회적 도전을 대응하여 질적 성장(qualitative growth)를 가능하게 하는 지속가능한 경제시스템의 구축을 목표로 하고 있음

- 가장 대표적인 것이 국가연구전략인 「바이오경제 2030(BioÖkonomie 2030)」으로서, 이는 바이오에 기초하고 지속가능하며 자연적 자원순환을 지향하는 산업과 사회로의 변환을 위한 방안을 모색하고 있음

2. 바이오경제(BioÖkonomie)

○ 바이오경제(BioÖkonomie)는 생물학적 자원과 생물학적 지식의 지속가능한 생산 및 활용을 통하여 모든 경제부문의 제품, 공정, 서비스를 창출하는 것을 목표로 하고 있음

- 독일 정부는 에너지 및 자원과 같은 글로벌 도전의 해결을 목표로 하고, 기후보호, 자원보존, 증가하는 인구의 영양 등을 고려하여 산업구조를 지식기반 바이오경제로 변환하려는 목표를 추구하고 있음

- 여기에서 가장 핵심이 되는 기초는 2010년 시작된 「국가 바이오경제 연구 전략 2030(NFSB 2030: Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030)」과 이를 보완하여 2013년부터 추진하는 「국가 바이오경제 전략(Nationale Politikstrategie BioÖkonomie)」임
 - NFSB 2030은 연방교육연구부(BMBF)가 다른 4개 관련 연방부처들과 함께 추진하는 전략으로, 2016년 말까지 관련 부처의 연구개발활동에 24억 유로를 투자하였음

- NFSB 2030은 다음 5개의 중점 지원분야의 연구개발활동을 추진해 오고 있음
 - 세계적인 영양 안정성
 - 지속가능한 농업생산
 - 건강하고 안전한 식료품
 - 후속적 원재료의 산업적 사용
 - 바이오매스에 기반한 에너지 저장

- 2017년 연방교육연구부(BMBF)는 그동안 추진된 NFSB 2030에 대한 평가를 수행하였는데, 이에 따르면 이 사업은 매우 긍정적인 효과를 창출한 것으로 나타났으나, 향후 지원방향을 보다 거대한 사회적 도전과제의 극복에 공헌할 수 있는 미션 지향적 연구에 집중할 것이 권고되었음
 - 아울러 이 사업은 바이오 경제에 대한 시스템적 접근의 강화 연구와 산업계와의 혁신 연계성의 강화, 생물학적 자원의 환경친화적 활용 등을 강조하고 있음

- BMBF는 혁신적인 제품과 해결책을 빠르고 효율적으로 시장에 도입하기 위하여 「바이오경제를 위한 새로운 제품 아이디어 경쟁(Ideenwettbewerb Neue Produkte für BioÖkonomie)」와 「창업자 경쟁 Go-Bio(Gründerwettbewerb Go-Bio)」를 추진하고 있음
 - 아울러 BMBF는 바이오 경제의 성공에 핵심적인 토지경제적 및 삼림경제적 생산물의 기초로서 토지의 성능을 지속적으로 보장하고 개선하기 위하여

여 「바이오경제를 위한 지속가능한 자원으로 토지(BonaRes: Boden als nachhaltige Resource für BioÖkonomie)」를 추진 중에 있음

- 연방교육연구부(BMBF)는 지속가능한 바이오기반 경제로의 이행은 비단 기술 혁신에만 달려있는 것이 아니라 사회적 과정 및 사회, 기술, 경제, 환경 간의 상호작용에도 의존한다는 점을 충분히 인식하고 있음
 - 이에 따라, BMBF는 2014년부터 바이오경제에 대한 인문사회과학적, 경제학적 연구도 매우 비중있게 추진해 오고 있음

3. 환경과 지속가능성 연구(Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung)

- 지속가능한 발전에 대한 연구는 글로벌 차원에서 도전적인 기후변화, 생물다양성의 훼손, 토양 황폐화, 원자재의 부족 등에 대한 혁신적인 해결책을 제공해 줄 수 있을 뿐만 아니라, 우리 경제의 경쟁력 강화 및 이를 바탕으로 한 우리의 삶의 질 확보에 대단히 중요한 과제가 아닐 수 없음
 - 이에 따라, 연방교육연구부(BMBF)는 「지속가능한 발전을 위한 연구 프로그램(FONA³: Rahmenprogramm Forschung für Nachhaltige Entwicklung)」을 추진해 오고 있음
- 이 FONA³ 프로그램에는 2020년까지 대략 20억 유로의 예산이 책정되어 있으며, FONA³는 다음 세가지 주안점을 가지고 추진 중에 있음
 - 녹색경제(Green Economy): 국제적으로 경쟁력 있고 환경친화적, 사회친화적 경제 운용방법으로의 이행
 - 미래도시(Zukunftstadt): 도시와 도시권역의 지속가능한 개발
 - 에너지 전환(Energiewende): 에너지 공급의 변환
- 이들 세 분야를 넘어서 연방교육연구부(BMBF)는 FONA³의 틀 속에서 예방

연구(Vorsorgeforschung)를 수행하고 있는데, 이는 ‘삶의 질과 경쟁력의 유지발전’, ‘자원의 현명하고 보호적인 사용’, ‘공공재로서의 기후, 생물 다양성, 바다의 보호’ 등의 세 분야로 나누어져 있음

- 아울러 FONA³ 의 틀 속에서 지속가능한 발전을 위한 연구와 교육을 체계적으로 추진하고 있음
 - FONA³는 지속가능성 연구를 사회적 대화 속에 긴밀하게 연계하고 있으며, 대표적인 주안점은 ‘사회-생태적 연구(SÖF: Sozial-ökologische Forschung)’임
 - 이 연구는 다학제적 접근방법에 바탕을 두고 「독일의 지속가능성 전략(Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie)」과 「독일의 적응전략(DAS: Deutsche Anpassungsstrategie)」의 관철을 위한 방안을 제시하고 있음

- 아울러 독일 연방환경부(BMU)는 자신의 부처 소관 연구의 일환으로서 사회적 변화를 지속가능성의 방향으로 변환하려는 노력을 지원하고 있는데, 여기에서는 독일의 환경정책의 대폭적 변환을 추진하는 것을 목적으로 하고 있음
 - 이같은 노력의 가장 대표적인 요소는 2016년부터 시행되고 있는 연방환경부의 「통합적 환경 프로그램 2030(IUP: Integrierte Umweltprogramm 2030)」임
 - 이 IUP 프로그램에는 사회와 경제의 변환을 위한 포괄적 정책수단을 포함하고 있음

- 다른 부처들도 각각의 소관 분야에서 환경과 지속가능성 달성을 위한 연구 프로그램을 운영해 오고 있음
 - 대표적인 사례로 연방교통부(BMVI)는 교통과 인프라 건설 등의 의사결정 및 개념 설계 등에 있어서 환경적인 측면을 적극 고려하고 있음
 - 그리하여 연방교통부는 「국가 지속가능성 전략(Nationale Nachhaltigkeitsstrategie)」에 대한 환경관련 과학적 공헌에 많은 노력을 기울이고 있는데, 대표적인 프로그램이 「국가 이동성 전략(Nationale Mobilitätsstrategie)」임

- 또한 독일 연방정부는 2016년 「지속가능한 소비를 위한 국가프로그램 (Nationale Programm für nachhaltigen Konsum)」을 추진하여 지속가능한 경제행위의 수요측면에 대한 주안점을 설정하였음
 - 여기에서는 연구개발과 혁신이 대단히 중요한 역할을 하는데 특히 소비자 행동과 의사소통과 관련하여 사회적 혁신의 중요성이 강조됨

4. 기후보호와 기후적응(Klimaschutz und Klimaanpassung)

- 2015년 말 파리에서 열린 「UN기후변화회의」에서는 196개의 모든 참가국들이 기후보호, 적응, 기후우호적 재정적 흐름을 창출할 구속력 있는 틀을 만드는 포괄적이고, 정의로우며, 양심찬 협의를 하였음
 - 기후연구는 이 협약에 대한 기초를 제공하였는데, 특히 IPCC는 기후변화에 대한 최신의 지식을 모으고 평가하는 역할을 담당하고 있음
 - IPCC의 주장은 정치권의 지식에 기반한 의사결정을 가능하게 하여, 보다 구체적인 해결책을 제안하고 정책적 조치사항을 제안하고 있음
- 독일 연방교육연구부(BMBWF)와 연방환경부(BMU)는 IPCC와 관련 독일의 공동대표부 역할을 수행해 오고 있으며, IPCC 보고서 작성과 기후변화 관련 현황보고서를 작성하는 독일의 과학자들을 지원해 오고 있음
- 독일의 과학기술연구기관들과 부처 산하의 연구기관들의 기후연구는 기후보호 및 기후적응 전략과 관련하여 국가 및 지역 차원에서의 지속가능한 발전의 청사진으로서의 역할을 하는 유럽연합(EU)의 조율된 기후정책 및 에너지 정책에 대한 과학적 기초를 제공하고 있음
 - 본 연구에서 집중적으로 다룬 「기후보호계획 2050(Klimaschutz 2050)」과 범부처 실행계획인 「기후보호 실행 프로그램 2020(Aktionsprogramm

Klimaschutz 2020)」에서 독일 연방정부는 파리협정에서의 기후보호 목표의 달성에 공헌할 것을 천명하고 있음

- 「기후변화에 대한 독일의 적응전략(DAS: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel)」의 제1차 경과보고서는 이의 실행계획(APA II)과 함께 회피 불가능한 기후변화에 대한 적응전략에 관한 정치권의 전략적 틀을 제공하고 있으며 독일 연방정부의 현재의 그리고 미래의 대응활동을 제시하고 있음
 - 아울러 연방정부의 모니터링 보고서와 취약성 분석은 기후변화의 이미 관찰된 그리고 미래에 다가올 영향을 나타내 주고 있음

- 그리하여 「독일의 지속가능성 전략(Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie)」와 더불어 「기후변화에 대한 독일의 적응전략(DAS: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel)」과 기후보호계획 2050(Klimaschutz 2050)」은 독일 정부의 기후보호 및 기후적응 분야에서 연구개발정책을 위한 가장 핵심적인 접합점을 제공하고 핵심적 역할을 수행하고 있음
 - 기후연구를 위한 연방정부의 프로그램은 체계적이며, 수요지향적, 혁신지향적 접근방법과 예방연구를 통해 연방정부의 기후정책적 목표의 달성에 공헌하고 있음
 - 연방교육연구부(BMBF)의 주요 지원영역은 기후보호, 기후적응, 기후변화 및 그 영향의 통합적 분석 및 평가, 가능한 대응방안의 마련 등이며, 여기에 덧붙여 연방환경부(BMU), 연방농수산부(BMEL), 연방교통부(BMVI)가 자신의 부처 소관 연구개발활동을 지원하고 있음

- 연방교육연구부(BMBF)의 기후에 대한 예방연구(Vorsorgeforschung)는 신뢰할 수 있는 기후모델, 책임성 있는 기후정보 및 기후 프로젝트, 보다 나은 지역 기후영향 평가, 기후변화 위협의 회피, 도시의 기후 회복성 강화 등을 들 수 있음
 - 아울러 BMBF는 기후변화의 경제적 영향에 관한 연구, 기후변화와 기후정

책적 수단의 사회경제적 평가를 위한 통합적 접근방법에 관한 연구를 지원하고 있음

- BMBF의 선도적 참여로 기후연구 분야의 EU 회원국의 공동프로그램 계획(JPI Climate: Joint Programming Initiative Climate)은 기후연구와 기후 서비스의 개발 및 개선 등과 관련하여 유럽 차원의 조정과 협력이 강화되었음
- 아울러 연방교육연구부(BMBF), 연방교통부(BMVI), 연방농림부(BMEL)는 유럽 차원의 온실가스의 측정을 위한 ‘통합 탄소 감사시스템(ICOS: Integrated Carbon Observing System)의 구축에 적극 참여하고 있음
- 연방경제부(BMWi)에게 지원 받는 「독일항공우주연구센터(DLR: Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt)」는 기후변화의 연구는 물론 기후변화로 기온상승의 진행을 억제할 방안 마련에 노력하고 있음
 - 항공, 우주, 에너지, 교통, 안전, 디지털화 등의 분야로부터의 협력을 바탕으로 혁신적인 기후보호 기술로부터 기후의 감시, 분석, 예측을 위한 방법의 연구에 이르는 새로운 지식의 창출에 노력하고 있음
- 연방환경부(BMU)도 정책적 목표의 달성을 위하여 과학에 근거한 의사결정의 기초 및 도움을 확보하기 위한 자체연구를 매년 추진하고 있음
 - 대표적인 연구는 기후보호 및 기후변화의 영향에 대한 적응을 위한 연구 및 기후변화에 대한 취약성 및 회복방안에 관한 연구를 수행하고 있음
 - 특히 연방환경청(UBA: Umweltbundesamt)는 연방환경부의 과학적 연구를 담당하는 기구로서 정책적 연구과제를 도출하고 해당 과제를 기획하며 정치적으로 유용한 자문을 제공하며 연방환경청의 연구프로그램을 통하여 자체 연구목표의 당성을 추진하고 있음
- 연방교통부(BMVI) 산하기구로서 연방기상청(DWD: Deutsche Wetterdienst)는 자체적인 연구개발 프로그램을 추진하고 있음
 - ‘한스에르텔기상연구센터(Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung)를

- 통한 기초연구와 문제해결을 위한 사전연구를 수행하고 있음
- 아울러 DWD 내부의 연구개발프로그램인 '응용연구개발에 있어서의 혁신 (IAFE: Innovation in der angewandten Forschung und Entwicklung)을 통하여 실행가능한 연구결과의 창출에 노력하고 있음
- 연방농림부(BMEL)는 기후변화에 관한 과학적 연구는 '튀넨연구소 (Thünen-Institut)'에서 수행하고 기후변화에 대한 적응 문제에 관한 연구는 '율리우스퀸연구소(Julius Kühn-Institut)에서 다른 연방농림부 산하 연구기관들과 합작으로 수행하고 있음
- 여기에서의 주요 연구주제는 농업과 삼림과 관련된 과학적 연구인데, 그 이유는 농업과 삼림은 온실가스 배출의 주범 중의 하나이고, 이에 따라 이 분야는 온실가스 저감의 가능성이 매우 크기 때문임
- 독일의 「기후변화에 대한 독일의 적응전략(DAS: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel)」의 추진과정의 지속성과 기후변화에 대한 적응에 있어서의 전략적 목표의 달성을 위하여 독일 연방 정부는 연방환경부(BMU)를 중심으로 '기후예방포털(Klimavorsorge-Portal)'을 마련하여 기후 서비스 및 기후적응의 지원을 위한 서비스 총체적 정보를 제공해 오고 있음
- 아울러 '기후 서비스를 위한 글로벌 프레임워크(GFCS: Global Framework for Climate Services)'의 독일 내 실천을 위하여 이미 2015년 가을 「독일기후서비스(DKD: Deutsche Klimadienst)」가 독일 기상청(DWD)의 사업소와 함께 설치되었음
- 독일에서 기후시스템, 기후보호, 기후적응에 관한 연구는 총체적으로 매우 다양하고 강력하게 구분된 독일의 국가혁신체제, 즉 연구시스템에 의존하고 있음
- 이들 독일의 국가혁신체제는 연방연구기구, 공공연구기관, 대학, 다양한 협력연구기관, 연구지향적 기업들로 구성되어 있음
 - 이들 다양한 기관들은 기후 데이터를 수집하고, 기후변화의 영향을 관찰하

- 며, 기후변화를 모델링 하며, 프로젝트를 추진하며, 기후변화의 결과에 대한 예측을 수행하고 있음
- 기후의 진행에 관한 평가와 분석은 관련 당국들을 위한 자문의 기초가 되며 기후보호와 기후변화의 대응을 위한 구체적인 기술적 해결책을 제시해 주고 있음

<그림 5> 독일 기후연구 관련 추가정보



자료: BMBF (2019), p. 131.

- 이와 같은 독일의 기후보호 및 기후변화와 관련된 다양한 기관들은 「독일 기후 콘소시움(Deutsches Klimakonsortium e.V.)」에 소속되어 협력활동을 해 오고 있으며, 이들 기후변화와 관련된 정책적 정보는 <그림 5>에 나타나 있음

제 5 절 결 론

- 독일은 전통적으로 기후변화 대응 및 환경보호에 많은 노력을 기울이는 국가로서, 그동안 연방환경부(BMU)를 비롯한 다양한 부처에서 기후변화 대응 및 환경보호의 정책을 꾸준히 추진하여 왔음
 - 이와 같은 독일의 노력에 있어서 과학기술혁신은 대단히 중요한 공헌을 하는데, 연방교육연구부(BMBF)는 환경기술 및 기후변화 대응기술의 개발 및 확산에 많은 노력을 기울여 왔음

- 독일의 기후변화 대응은 2018년 수립된 「기후보호계획 2050」을 중심으로 추진되어 오고 있음
 - 이 계획은 독일의 범 정부차원의 계획으로서 이를 바탕으로 각 부처들이 해당 업무과 관련하여 ‘정책수단 프로그램(Maßnahmenprogramme)’을 통해 구체적인 정책이 추진되고 있음
 - 앞에서 논의한 바와 같이 독일 정부의 기후변화 대응 및 기후보호에는 과학기술혁신의 역할이 매우 중요하게 대두되고 있으며, 기후변화 대응기술의 개발 및 확산은 물론 과학적 연구결과를 바탕으로 기후변화 대응목표를 지속적으로 수정해 오고 있음

- 전체적으로 보아 「독일의 지속가능성 전략(Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie)」과 더불어 「기후변화에 대한 독일의 적응전략(DAS: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel)」과 본 연구에서 상세히 논의한 기후보호계획 2050(Klimaschutz 2050)」은 독일 정부의 기후보호 및 기

후적응 분야에서의 연구개발정책을 위한 가장 핵심적인 접합점을 제공하고 핵심적 역할을 수행하고 있음

- 기후연구를 위한 연방정부의 프로그램은 체계적이며, 수요지향적, 혁신지향적 접근방법과 예방연구를 통해 연방정부의 기후정책적 목표의 달성에 공헌하고 있음
- 연방교육연구부(BMBF)의 주요 지원영역은 기후보호, 기후적응, 기후변화 및 그 영향의 통합적 분석 및 평가, 가능한 대응방안의 마련 등이며, 여기에 덧붙여 연방환경부(BMU), 연방농수산부(BMEL), 연방교통부(BMVI)가 자신의 부처 소관 연구개발활동을 지원하고 있음

○ 독일의 과학기술정책에서 기후보호 및 지속가능성 달성은 대단히 중요한 비중을 차지하고 있음

- 독일 과학기술혁신정책을 총괄하는 연방교육연구부(BMBF: Bundesministerium für Bildung und Forschung)는 과학기술정책의 총괄백서인 ‘연방연구혁신보고서(Bundesbericht für Forschung und Innovation)’을 발간하고 있음

○ 이 보고서는 30여개에 이르는 개별 기술분야의 정책현황을 면밀히 서술하고 있는데, 그 서술에 있어서 두 번째 분야가 ‘지속가능성, 기후, 그리고 에너지(Nachhaltigkeit, Klima und Energie)’임

- 개별 기술분야 정책의 첫 번째는 핵심기술(Schlüsseltechnologien)인데, 그리하여 기후보호 및 기후변화 대응은 독일 정부의 과학기술정책의 핵심적인 정책 대상이 되고 있음을 알 수 있음

○ 독일에서 기후시스템, 기후보호, 기후적응에 관한 과학기술적 연구는 총체적으로 매우 다양하고 강력하게 구분된 독일의 국가혁신체제, 즉 연구시스템에 의존하고 있음

- 이들 독일의 국가혁신체제는 연방연구기구, 공공연구기관, 대학, 다양한 협력연구기관, 연구지향적 기업들로 구성되어 있음
- 이들 다양한 기관들은 기후 데이터를 수집하고, 기후변화의 영향을 관찰하

며, 기후변화를 모델링 하며, 프로젝트를 추진하며, 기후변화의 결과에 대한 예측을 수행하고 있음

- 기후의 진행에 관한 평가와 분석은 관련 당국들을 위한 자문의 기초가 되며 기후보호와 기후변화의 대응을 위한 구체적인 기술적 해결책을 제시해 주고 있음
- 이와 같은 독일의 기후보호 및 기후변화와 관련된 다양한 기관들은 「독일 기후 콘소시움(Deutsches Klimakonsortium e.V.)」에 소속되어 협력활동을 해 오고 있음

○ 이와 같은 독일의 과학기술체제와 기후변화 대응정책과 관련하여 다음과 같은 시사점을 찾을 수 있을 것임

○ 첫째, 독일이 기후변화의 대응에 과학기술혁신을 중심으로 추진하는 것은 독일의 과학기술체제의 다양성과 수월성을 바탕으로 하고 있음

- 독일의 대학 및 공공연구기관들은 세계적인 연구성과를 창출하며, 지역적으로 널리 분산되어 있다는 특징을 가지고 있음
- 독일의 대학은 주로 종합대학(Universitäten)와 전문대학(Fachhochschulen)으로 구성되어 있는데 이들은 지역적으로 분산되어 지역의 과학기술 발전, 경제발전, 사회문제 해결에 많은 공헌을 해오고 있음
- 또한 독일 국가혁신체제의 핵심 축 중의 하나는 공공연구기관인데, 기초연구를 수행하는 막스플랑크연구회(MPG), 응용연구를 담당하는 프라운호퍼연구회(FhG), 대형연구를 수행하는 헬름홀츠연구회, 그리고 라이프니츠연구회가 산하에 수많은 연구기관을 거느리고 전국적으로 분산되어 연구개발 활동은 물론 사회문제해결에 많은 기여를 해 오고 있음
- 아울러 연방정부의 연방정부연구기관(Bundesforschungseinrichtungen)들도 소속 부처에서의 기후보호 및 기후변화에 관한 활발한 연구를 수행하고 있음
- 이들 대학, 공공연구기관들은 기후변화 대응 및 환경문제 해결에 관한 연구개발활동을 수행하고 그 결과를 바탕으로 독일의 지속가능한 발전에 많은 기여를 하고 있음

- 특히 이와 같은 독일의 기후보호 및 기후변화와 관련된 다양한 기관들은 「독일 기후 콘소시움(Deutsches Klimakonsortium e.V.)」에 소속되어 협력활동을 해 오고 있음
- 둘째, 독일의 과학기술정책은 이른바 포괄적 과학기술정책(comprehensive S&T policy)을 추진하여, 과학기술혁신(STI: science, technology and innovation)을 통한 경제발전은 물론, 환경문제의 해결, 사회문제의 해결, 국제적 책무의 담당 등을 추진해 오고 있음
- 실제로 2006년부터 추진 중인 독일 과학기술정책의 가장 핵심인 「독일 첨단기술전략(Hightech Strategie-Deutschland)」 프로그램에서 선정하고 중점적으로 육성하고 있는 10대 미래기술 중 제1과제는 ‘이산화탄소 중립적, 에너지 효율적, 기후에 우호적인 도시의 건설’, 이고 제 2과제는 ‘석유를 대체할 재생가능한 재료의 개발’이며, 제 3과제는 ‘에너지 공급의 이성적 전환’이고, 제 7과제는 ‘지속가능한 이동성’ 이라는 점에서 10대 미래기술중 4개의 기술이 기후변화 대응과 직접적인 관련을 맺고 있음
 - 특히 이 프로그램에서 제 1, 2, 3 우선 선정된 미래기술이 기후변화 대응 및 기후보호와 관련되어 있다는 점은 독일 정부의 기후변화 대응에 있어서 과학기술혁신의 중요성을 나타내 주는 것이라 하겠음
- 셋째, 독일의 기후변화 대응은 범부처 차원의 계획으로서 국가 전체차원에서 기후변화에 대응을 하며 개별부처들은 자신의 소관업무에 맞는 역할을 효과적으로 수행하고 있음
- 독일의 기후변화 대응을 위한 가장 근본적인 계획인 「기후보호계획 2050」은 정부 전체 차원의 계획으로서, 전체적인 종합조정엔 연방환경부(BMU)가 담당하지만 개별 부처들은 자신들의 ‘정책수단 프로그램’을 통하여 보다 구체적인 대응업무를 수행해 오고 있음
 - 사실 「독일첨단기술전략((Hightech Strategie-Deutschland)」도 연방교육연구부(BMBF)가 주도적으로 추진해 오고 있지만 정부 차원의 범부처 계획으로 세부적인 정책수행은 개별부처들이 담당해 오고 있음
 - 독일은 이와 같은 범부처 계획의 추진으로 부처 간의 협력을 통한 기후변

화 대응의 효과성과 지속성을 제고해 오고 있음

- 이처럼 연방환경부(BMU), 연방교육연구부(BMBF)의 적극적 역할과 더불어 연방농수산부(BMEL), 연방교통부(BMVI), 연방경제부(BMWi)등 기후 관련 부처들은 자신의 부처 소관 기후보호 및 기후변화 관련 정책을 추진해 오고 있음

○ 넷째, 독일 정부는. 기후변화 대응에 있어서 EU 등 국제협력을 활성화하여 정책의 효율성 제고와 글로벌 기후변화 대응에 노력해 오고 있음

- 독일은 유럽연합(EU)의 일원으로서 유럽연합 차원의 기후변화 대응전략의 틀 속에서 국내 대응 전략을 추진하고 구체적인 대응의 중간목표도 EU 차원에서 조정하며 추진해 오고 있음
- 아울러 독일 정부는 과학기술적 연구결과를 바탕으로 필요한 경우 유럽연합 차원의 기후변화 대응목표의 미래 지향적 상향조정 등을 추구하는 등 유럽 내에서도 보다 적극적인 대응을 주문해 오고 있음
- 예를 들어, 독일 연방교육연구부(BMBF)의 선도적 참여로 기후연구 분야의 EU 회원국의 공동프로그램 계획(JPI Climate: Joint Programming Initiative Climate)은 기후연구와 기후 서비스의 개발 및 개선 등과 관련하여 유럽 차원의 조정과 협력이 강화되었음

○ 다섯째, 독일의 기후변화 대응에 있어서 과학기술혁신활동은 지역에 산재한 과학기술연구기관들에 의해 이루어지고 있음

- 실제로 독일 정부는 「기후보호계획」의 추진에 있어서 대중과의 대화를 강조하여 왔는데, 여기에서 지방정부, 지역당국, 일반 시민들과의 대화를 통하여 기후변화 대응목표 등을 알리고 관련 기관 및 시민들의 폭넓은 참여를 유도해 왔음
- 이와 같은 노력의 일환으로 지역의 산업계, 농업, 교통 등 각 부문의 과학기술혁신을 통한 구체적인 기후변화의 대응에 있어서 지역에 위치한 대학 및 공공연구기관들이 자신의 지역 부문들에 적합한 연구개발활동의 수행 및 산업화를 적극 추진해 오고 있음
- 이는 독일 전체가 기후변화에 대한 효율적 대응을 가능하게 하며 더

나아가 기후변화 및 환경기술의 사업화를 통해 독일 정부가 강조하는 기후변화 대응을 통한 미래 지향적 ‘현대화 전략(modernization strategy)’에 적극 부응하고 있음

○ 여섯째, 독일의 특징은 지속적인 과학기술정책을 추진하고 과학기술체제의 안정성이 유지되고 있다는 점인데, 이는 기후변화 대응에 있어서도 마찬가지임

- 독일의 2000년대 이후의 가장 중요한 과학기술정책인 「독일첨단기술 전략(Hightech Strategie-Deutschland)」은 2006년에 시작하여 3기에 걸쳐 추진 중에 있고, 이는 독일의 과학기술의 효율적 발전에 지대한 공헌을 해오고 있음

- 기후변화 대응에 있어서의 「기후보호계획 2050」은 2018년 수립되었는데, 이는 그동안 추진되어 왔던 관련 기후변화 대응 정책을 포괄적으로 수립한 것으로 독일의 정책의 특성상 2050년까지 지속적으로 그리고 구체적으로 추진될 것임

- 이와 같은 기후변화 대응정책의 지속적 추진은 기후변화 대응의 효과의 제고는 물론 독일 및 전 세계 국민들의 삶의 질 향상에 매우 큰 기여를 할 것으로 기대되고 있음

○ 일곱째, 독일 정부는 기후보호 및 기후변화 대응을 위하여 다양한 정책수단을 활용해 오고 있음

- 기본적으로 기후보호 및 기후변화 대응에 있어서 정부가 사용할 수단은 기후보호를 위한 규제지향적 수단과 기후연구를 위한 기술혁신 진흥 수단을 들 수 있음

- 독일의 경우 규제지향적 수단은 연방환경부(BMU)가 주도적으로 추진하고 기술혁신 진흥은 연방교육연구부(BMBF)가 주도적으로 사용하고 있음

- 그러나 보다 세부적으로 보아 독일 정부가 추진하는 주요 정책수단은 ① 조세 및 공과금 시스템을 기후 우호적으로 개선, ② 환경적으로 해가 되는 보조금의 감축, ③ 기후 우호적 투자 및 효율적 금융시장의 구축 및

운용, ④ 기후 의식적 투자결정을 촉진하는 효율적 자본시장의 운용, ⑤ 기후 우호적 투자의 촉진 및 인센티브 제공, ⑥ 지속가능한 무역, ⑦ 환경적 모니터링의 조화, ⑧ 혁신적인 기후변화 대응의 핵심 축으로서의 연구 개발활동의 지원으로 나누어 볼 수 있음

○ 마지막으로, 독일 정부는 기후보호와 기후변화 대응이 관련 기관 및 시민 단체 등의 폭넓은 참여가 지지 없으면 불가능하다는 점을 인식하여 관련 당사자들에게 다양한 정보를 제공하고 적극적인 참여를 촉진해 오고 있음

- 그리하여 독일 정부의 기후보호정책의 핵심인 「기후보호계획」은 지방 정부, 지역당국, 민간부문, 시민사회, 일반 대중들의 폭넓은 참가에 의한 공적 대화과정을 통하여 검토되고 갱신됨
- 이같은 공적 대화(public dialogue)는 독일이 온실가스 중립적인 국가로 전환하기 위한 ‘기후보호계획’의 지침 및 전환경로 등에도 이루어짐
- 아울러 정책수단 프로그램의 실행 및 수정에 있어서도 폭넓은 대중의 참여가 이루어지고 있음
- 아울러 독일 정부는 매년 기후변화 대응상황을 보고하며, 그 결과 정부는 목표의 실행과 달성을 검토하고 필요한 수정을 해 오고 있으며, 이를 통하여 기후보호를 위한 중복된 노력을 회피하게 됨

참고문헌

- 정선양(1995), 「독일의 과학기술 체제와 정책」, 과학기술정책관리연구소.
- 정선양(1999), 「독일의 과학기술 체제와 정책」, 과학기술정책연구원.
- 정선양(2027), “독일의 창조경제를 위한 과학기술정책”, 한국과학기술한림원, 「창조경제의 회고와 국가과학기술정책의 새로운 방향」, 한림원, 서울.
- 정선양·박동현 (1997), 「중소기업의 기술혁신체제」, 과학기술정책관리연구소, 서울.
- Braczyk, H. J., Cooke, P., and Heidenreich, M. (Eds.) (1998), *Regional Innovation Systems*, London: UCL Press.
- Bruder, W. and Dose, N. (1986), “Forschungs- und Technologiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland”, in: Bruder, W. (Ed.), *Forschungs- und Technologiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland*, Westdeutscher Verlag, Opladen.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2018), *Bundesbericht Forschung und Innovation 2018*, Berlin.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2014), *Die neue Hightech-Strategie: Innovation für Deutschland*, Berlin.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2013), *Bundesbericht Forschung 2012*, Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2018), *Klimaschutzplan 2050: Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung*, Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2012), *German Mittelstand: Motor der deutschen Wirtschaft*, Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2019), *Gründerland Deutschland: Zahlen und Fakten*, Berlin.
- Chung, S. (1996), *Technologiepolitik für neue Produktionstechnologien in*

Korea und Deutschland, Heidelberg, Physica-Verlag.

Florida, R. (1995), "Toward the Learning Region", *Futures*, Vol. 27, No. 5, Oxford: Elsevier Science Ltd., pp. 527~536.

Fraunhofer Gesellschaft (2018), *Jahresbericht 2017*, München.

Krull, W. and Meyer-Krahmer, F. (Eds.) (1996), *Science and Technology in Germany*, Cartermill Publishing, London.

Meyer-Krahmer(1990), *Science and Technology in the Federal Republic of Germany*, Longman, Harlow.

Simon, H. (1992), "Lessons from Germany's Midsize Giants", *Harvard Business Review*, March-April, pp. 115-123.

Simon, H. (1996), *Hidden Champion: Lessons from 500 of the World's Best Unknown Companies*, Harvard Business School Press, Boston.

Storper, M. (1995), "Regional Technology Coalitions: An Essential Dimension of National Technology Policy," *Research Policy*, Vol.24, No.6, pp.895-911.

www.spitzencluster-wettbewerb.de

www.clusterplattform.de

www.go-cluster.de

<http://www.bmbf.de/de/20741.php>

<http://www.clusterplattform.de/CLUSTER/Navigation/DE/Bund/go-cluster/go-cluster.html>