

환경영향평가에서의 기후변화 적응 수렴현황 - 전문가 방법론적 관점에서

원문 제목:

Überblick zum Stand der fachlich-methodischen Berücksichtigung des Klimawandels in der UVP

연방 환경연구원 정책 자문 자료

Climate Change 05/2018

발행인:

Umweltbundesamt
독일연방환경연구원

저자:

Dr. Stefan Balla, Konstanze Schönthaler, Dr. Thomas F. Wachter Bosch & Partner GmbH, Herne

Prof. Dr. Heinz-Joachim Peters Freiburg

번역:

고정희
써드스페이스 베를린 환경아카데미
2018.08.15.

THIRDSPACE BERLIN
Academie of Landscape & Environmental Planning • <https://thirdspace-berlin.com>
Dr. Jeong-Hi Go · Grunewaldstr. 15 · 10823 Berlin

역자 서문

본고는 R&D 프로젝트 <기후변화 적응을 위한 합법성, 계획 및 정보 정책을 위한 분석, 평가 및 정책 제안(2014~2017)> 중 과제 4 <환경영향평가와 전략환경평가의 기후변화를 수렴>¹⁾의 번역본이다.

2014년 유럽연합의 환경영향평가 지침을 개정안이 위의 R&D 프로젝트 실시의 결정적 동기를 부여했다. 유럽연합은 지침의 개정을 통해 향후 기후변화와 이에 대한 적응양상을 환경영향평가에 수렴할 것을 중용했다. 이에 독일 정부는 유럽 지침을 독일 국내법으로 전환하는 근거를 마련하기 위해 전문가들에게 위탁하여 방법론을 개발했으며 그 결과를 수렴하여 2017년 환경영향평가법 개정안을 발표했다.

본고는 사업허가 과정에서 실시되는 환경영향평가(이하 EIA)에 기후변화 양상을 수렴하기 위한 제반 제안 사항이 포함되어 있다. 본문을 통해 접하게 되겠지만 기후변화 양상의 수렴은 용이한 과제가 아니다. 근본적으로 달라진 점은 지금까지 EIA에서 사업이 환경에 미치는 영향을 평가하는 일방통행이었다면 기후변화적응의 경우 기후변화로 인해 달라진 환경이 사고나 재해의 형태로 사업에 피해를 줄 수 있다는 사실이다. 그러므로 기후변화에 대한 사업의 취약성, 사고 위험성 등을 함께 분석해야 하며 이로 인해 다시금 환경에 주는 피해를 감안해야 한다는 복합적인 문제에 직면하게 된 것이다.

기후변화로 초래되는 제반 영향을 예상하기 위해서는 기후전망Climate projections, 기후모델, 기후시나리오 등에서 데이터를 얻어야 하는데 현재 수많은 기후전망이나 모델, 시나리오 등이 쏟아져 나오고 있음에도 그 신뢰도가 확실히 입증되지 않았기 때문이다. 그러므로 저자들은 현재 기후변화 적응과 관련하여 발표된 논문과 연구 프로젝트, 적응전략목록 등을 광범위하게 조사 분석하여 이를 토대로 가장 합리적인 방법론을 제안하고 있다. 참고 문헌 목록에 그간 독일에서 발표된 거의 모든 중요 연구결과가 총망라되어 있다. 이들은 동시에 EIA 절차를 실시할 때 참고하는 기준 출처로 활용할 수 있다. 기후변화적응을 EIA에 수렴하기 위한 기준이나 표준이 아직 마련되어 있지 않기 때문에 기존의 연구결과나 측정 데이터들을 참고하는 것이 불가피하기 때문이다.

저자들은 향후 이런 상황을 피하기 위해

- 빠른 시일 내 기후변화적응 양상을 EIA수렴하기 위한 표준이나 기준이 마련되어야 함을 강조하고
- 그때까지는
 - 기존의 관찰 내지는 측정된 기후데이터에 토대하여 분석하고
 - 기후전망이나 모델은 추가적인 자료로 참고할 것을 조언하고 있다.

보고서의 구성

1) Überblick zum Stand der fachlich-methodischen Berücksichtigung des Klimawandels in der UVP

본고는 환경영향평가 법에서 규정하고 있는 EIA 단계를 충실히 따르며 각 단계별로 기후변화적응의 수렴을 위한 방법론과 적합한 도구를 제안한다. 일련의 체크리스트를 제시하여 사업의 설명, 예측되는 현저한 환경영향 - 기후변화 관련 -를 조사 분석하고 평가서 작성, 참여절차 및 모니터링까지 단계별로 참고할 수 있도록 했다.

주지할 것은 모니터링의 비중이 향후 커질 것이라는 사실이다. 기후변화적응의 수렴이 아직 초기 단계에 있고 방법론이나 데이터가 충분히 입증되지 않았기 때문이며 모니터링에서 관찰된 결과를 상시 기록하여 미흡한 점을 수시로 보완하여 향후 방법론을 수정, 보완해야 하기 때문이다.

목차

역자 서문	2
1. 서문, 배경	9
2. 기후변화 양상을 환경평가에 반영하기 위한 행동 범위	11
2.1. 개요	11
2.2. 사업이 기후에 미치는 영향	12
2.3. 사업이 보호매체의 적응 잠재력에 미치는 영향	12
2.4. 기후변화가 사업에 미치는 영향	13
3. 기후변화를 환경영향평가에 수렴하기 위한 원칙	14
3.1. 환경영향평가의 내용과 방법적 요소들	14
3.2. 기후전망Climate projection – 기후변화에 대한 기초 데이터	15
3.2.1. 적용가능한 기후전망	15
3.2.2. 환경영향평가를 위한 예측 기간	18
3.2.3. 환경영향평가에 기후전망 데이터 적용	19
4. 환경영향평가를 위한 방법론적 제안	21
4.1. 환경영향평가 의무 여부 판단	21
4.1.1. 기후변화를 감안하기 위한 법적 요구사항	21
4.1.2. 기후변화를 개별심사에 감안하기 위한 방법론적 제안과 도구	21
4.1.2.1. 기후변화에 대한 사업의 취약성 검사	21
4.1.2.2. 기후변화와 사업의 상호작용에 대한 심사	26
4.2. 스코핑(조사 범위 확정)	29
4.2.1. 기후변화를 감안하기 위한 법적 요구사항	29
4.2.2. 기후변화를 감안하기 위한 방법론적 제안과 도구	30
4.3. 환경영향평가서 작성	30
4.3.1. 기후변화를 감안하기 위한 법적 요구사항	30
4.3.2. 기후변화를 감안하기 위한 방법론적 제안과 도구	31

4.3.2.1. 사업에 대한 설명과 영향요소 서술	31
4.3.2.2. 환경 상황 묘사, 현재와 미래	37
4.3.2.3. 영향	49
4.3.2.4. 환경영향 사전방지, 저감 및 보상	50
4.4. 공공참여와 기관 참여	57
4.5. 종합 평가, 결론	57
4.6. 모니터링	60
4.6.1. 기후변화를 감안하기 위한 법적 근거 및 요구사항	61
4.6.2. 기후변화를 감안하기 위한 방법론적 제안과 도구	61
5. 참고 자료	63

표 목차

표 1 : 방법적-내용적 요소와 평가 절차의 관계	15
표 2 : 기후변화 정보 시스템 사례	16
표 3 : 체크리스트 - 기후시그널과 기후영향을 강화하는 효과 인자	26
표 4 : 체크리스트 - 기후영향에 대한 사업의 취약성	29
표 5 : 토지이용 변화에 대한 데이터 출처	30
표 3 : 체크리스트 - 기후시그널과 기후 영향을 강화하는 효과 인자	31
표 4 : 체크리스트 - 기후 영향에 대한 사업의 취약성	33
표 5 : 토지이용 변화에 대한 데이터 출처	38
표 6 : 체크리스트 - 민감도가 높은 보호매체 / 기후변화에 대한 적응 기능	41
표 7 : 기후변화로 초래되는 보호매체의 변화에 대한 기초 데이터와 효과 모델	42
표 8 : 성공적, 안정적 보상조치의 특성	53
표 9 : 기후관련 위험을 저감하기 위한 자연보호 조치의 사례	54
표 10 : 기후적응 조치 목록 및 프로젝트 사례	55
표 11 : 법적 환경요구사항 개요. 환경영향평가 시 기후변화 적응 항목에 대한 평가기준	58

그림 목차

그림 1 : 환경평가 시 기후변화와 관련된 상호 작용 가능성에 대한 모식도	11
그림 2 : 환경평가의 방법적 내용적 요소와 기후변화가 이들에 미치는 영향에 대한 모식도	14
그림 3 : 스크리닝 과정에서의 기후변화에 대한 사업의 취약성 평가 과정	22
그림 4 : 폭염이 교통 시설에 미치는 잠재적 영향	25
그림 5 : 스크리닝을 통한 기후영향과 사업영향 사이의 상호작용 심사	28
그림 6 : 조사 대상지의 미래 환경 상태의 예측	40
그림 7 : 고늪지(비오톱 유형번호 LRT 7110)과 이미 훼손이 시작된 고늪지(LRT 7120) - 향후 유럽에서의 잠재적 분포 변화상	47
그림 8 : 무당개구리 류 <i>Bombina orientalis</i> 의 분포 변화상 예측	47

요약

독일 정부는 “기후변화 적응을 위한 합법성, 계획 및 정보 정책을 위한 분석, 평가 및 정책 제안”(2014~2017)이라는 제목으로 포괄적인 R & D 프로젝트를 발족시켜 기후변화 적응 정책수립을 위한 방법론을 얻고자 했다. 그중 과제 4는 환경영향평가에 기후변화를 수렴하기 위한 방법론을 찾아내는 것이 목적이었다. 본고는 바로 과제 4의 결과 보고서다.

독일 환경영향평가 법 제2조 1항에 의거 EIA는 사업 허가 과정에서 실시되며 환경 및 보호매체 사람의 건강, 동식물, 토양, 물, 대기, 기후, 재산에 대한 피해를 분석하고 평가하는 것을 말한다.

환경평가에 기후변화 양상을 어느 정도 감안해야 하는가에 대한 질문은 2014년 유럽 연합의 환경영향평가에 대한 지침2014/52/EC이 개정과 함께 대두되었다. 이 지침에서 유럽위원회는 향후 기후변화에 보다 큰 비중을 두도록 규정했다. 특히 기후변화로 인한 재해와 사고위험, 온실가스 감축 등의 기후보호과제 및 프로젝트의 기후영향 적응 양상 등이 핵심을 이룬다.

본고는 EIA에 기후변화 양상을 수렴하기 위한 제반 사항을 제안하며 그중 핵심을 이루는 것은 기후변화 적응이다.

아래와 같이 EIA 절차의 모든 과정에 대해 수렴 방안을 고찰했으며 그중 <평가>가 핵심을 이룬다:

- ▶ 사업설명, 사업으로 인해 발생하는 영향요소 서술
- ▶ 현재 및 미래의 환경 상태 묘사
- ▶ 사업이 환경에 미칠 영향 묘사 및 분석
- ▶ 영향의 사전 방지, 최소화 내지는 보상을 위한 조치 및 모니터링 방법 설명

현재 진행되고 있는 기후전망 내지는 예측Climate projections의 결과가 어느 정도 환경평가를 위해 활용 가능한지의 판단이 가장 어려운 숙제다. 기후예측의 불확실성으로 인해 EIA에서 원칙적으로 요구되는 공간적, 법적 확실성을 보장하기 어렵기 때문이다. 그럼에도 현행법의 법적 기준에 맞춰야 한다는 모순이 생긴다. 그럼에도 예측에 따른 불확실성과 환경영향 간의 관계가 균형을 이루어야 만이 사업으로 인한 환경영향의 결과가 기후예측에 반영될 수 있다. 이 시점에서 문제가 되는 것은 50년 내지는 백년을 내다보는 기후전망이 과연 충분히 믿을만한 데이터를 제공하는가의 여부다. 그러므로 계획이나 사업허가에 대한 결정을 내릴 때 일차적으로 현황 자료 내지는 직접 관찰한 정보에 근거를 둘 것을 추천한다. 이 데이터에서도 이미 충분한 기후변화의 양상을 읽어낼 수 있기 때문이다. 기후예측의 결과는 미래의 상황을 보여주거나 이를 증명하기 위한 참고자료로 활용하는 것이 바람직하다. 여러 시나리오를 서로 비교하면 분명한 기후경향을 밝히는 데 도움이 된다.

사업영향 요소와 효과를 설명하는 과정에서는 특히 기후영향과 깊은 관련이 있는 토양 포장 현황, 대기흐름 장애 요소 등을 좀 더 심도 있게 분석하는 것이 바람직하다. 또한 기후변화로 인해 야기될 수 있는 여러 재해와 사고 위험성도 구체적으로 거론하는 것이 좋다. 기후내성을 기르기 위한 방안 Climate Proofing이 이미 사업에 반영된 경우 이 역시 서술한다. 특히 기후변화 영향이 사업에 미칠

수 있는 피해 및 이 피해로 인해 다시금 초래될 수 있는 환경영향을 방지하기 위한 사전 배려 조치와 비상조치를 논해야 한다. 현재와 미래의 상황 묘사에는 대상지에서 기대되는 기후 변화상을 포함시킨다. 이때 가능하면 해당 지역의 기후예측 결과를 활용하는 것이 좋다. 독일의 경우 통합 데이터베이스가 존재하며 지역별 기후지도가 있으므로 이를 참고로 한다. EIA에서 관건이 되는 것은 특히 변화에 대한 내성이다. 이 모든 결과는 보호매체가 기후변화로부터 받는 영향을 평가하기 위한 배경 설명이 될 수 있다. 기후변화에 특히 민감한 보호매체 또는 기후변화 적응을 위한 특별한 기능 역시 묘사해야 한다(기후변화 영향 예측). 이때 각 보호매체의 적응력을 함께 감안해야 한다. 기후변화의 영향으로 나타나는 변화를 살피기 위해서는 지금까지 영향 예측의 기반을 이루었던 항목들을 심화시켜 향후에도 활용할 수 있는 결과를 도출해 내야 한다.

기후변화와 관련된 리스크의 경우 사전 방지의 계명이 특히 중요하다. 현저한 부정적 영향이 애초에 나타나지 않는 것이 최적의 방법이기 때문이다.

방지조치나 보상조치를 개발함에 있어서는 예측된 기후변화 하에서도 장기적으로 기능을 잃지 않고 내성을 가지는 것이 중요하다(예를 들어 가뭄이나 폭염 위험, 생물종의 손실이나 이동 등). 조치의 효율성에 대한 높은 불확실성을 보완하기 위해 조치의 범위 내지는 규모를 확장하는 것이 안전하다. 모니터링의 경우 기후에 민감한 조치가 있는지, 이 경우에도 기능을 충족시키는 지를 관찰하는 것이 관건이다. 이런 조치에 대해서는 리스크매니지먼트를 개발하는 것이 유리하다.

본고는 다양한 체크리스트를 제시하고 있다. 체크리스트는 상황에 따라 각 보호매체에 대한 중요한 기준, 가능한 영향의 카테고리, 조치 및 기반 정보 및 정보 출처 등을 제공한다. 이를 적절히 활용하여 평가단계별로 제안사항이 구현되었는지의 여부를 체크할 수 있다.

본고의 제안사항들은 구체적인 지침이나 규정이 아니다. EIA에서 아직 실적이 부족하고 기후예측을 위한 규정이나 기준이 아직 결여되어 있기 때문이다. 환경영향평가와 전략환경평가에서 아직은 미래 전망의 효율분석이 시작 단계에 있다.

이런 배경 하에 향후 연구나 방법론에 대한 실험이 진행될 때마다 데이터를 수집하는 한편 통일된 규정이나 기준을 마련해야 할 것이다. 이런 작업들을 대부분 전문적 혹은 분야별로, 즉 특정 보호매체에 대해 개별적으로 이루어져야 한다. 이때 실력 있는 전문가로 조직된 자문단을 구성하여 동반하는 것이 좋다. 전문 분야별 질문 외에도 환경평가가 요구하는 특별한 문제들 역시 별도의 자문단을 구성하여 모니터링이 강화되어야 한다. 기후 예측 및 이에 근거하여 이루어지는 영향분석의 높은 불확실성으로 인해 모니터링을 이용하여 기후변화의 영향을 받은 프로젝트에 대해 bevor-after의 데이터를 얻어내야 할 것이다.

1. 서문, 배경

이미 여러 해전부터 기후변화는 유럽 환경계의 가장 큰 이슈로 부상되고 있을 뿐 아니라 21세기의 가장 큰 도전과제로 이해되고 있다. 정치계 및 학계에서는 기후변화는 이미 막을 수 없다는 사실에 의견을 모았다. 이제는 인간이 자연환경 이용으로 기후변화를 초래했을 뿐 아니라 기후변화로 인한 각종 피해와 장애가 속출하고 있어 역풍을 맞고 있는 상황이므로 이에 어떻게 적응하여야 하는지가 새로운 키워드로 등장했다. 여러 국가에서는 기후보호를 위해 온실가스 배출을 방지함과 동시에 이미 벌어지고 있는 기후변화의 영향에 대응 내지는 적응하기 위한 전략을 수립하고 있다. 기후변화의 영향은 폭염, 홍수와 가뭄의 증가 등 부정적 양상으로 나타나지만 다른 한 편 북쪽 추운 나라에서 농작물이 풍요로워지는 등 긍정적 영향도 보인다.

이런 배경 하에 개정된 환경영향평가법에서는 사업이 환경에 미치는 영향 뿐 아니라 기후변화가 역으로 사업에 미치는 영향, 사업의 기후변화에 대한 취약성을 분석하고 양쪽 양상 사이에 발생하는 역동적 상호작용을 함께 검토하도록 규정하고 있다.

독일 연방정부는 법 개정애 앞서 <국가법적, 계획적 차원에서의 기후변화 적응을 위한 분석, 평가 및 정책 조언>이라는 제목으로 2014년 포괄적인 R&D 과제를 출범시켰다. 이에 따라 2016년까지 3년에 걸쳐 아래와 같이 모두 다섯 분야에서 연구가 진행되었다²⁾ :

1. 유럽 위원회에서 발표한 적응전략의 분석³⁾ 및 독일 정부의 적응전략(DAS)⁴⁾에 근거한 주요 정책 분야에서의 반영 상황 분석
2. 독일의 적응전략 프로세스의 결과로 기후변화적응의 필요성이 어느 정도 연방법에 반영되었는지에 대한 분석
3. 기후변화 적응이 지역사회의 주민 복지에 어느 정도 중요한 사안인지에 대한 분석
4. 환경영향평가 및 전략환경평가 절차에 기후변화 적응 양상을 수렴하기 위한 방법론 제안
5. 공간계획, 도시건설 및 환경법에 기후변화적응 사안을 수렴할 수 있는지 여부에 대한 검토

그중 4번 과제는 기후변화 적응을 환경평가 절차에 수렴하기 위한 방법론에 대한 연구다. 연구의 직접적 동기가 된 것은 2014년 개편을 앞두고 있던 환경영향평가법이다. 유럽연합에서는 2014년 4월 25일 환경영향평가에 대한 지침 개정안⁵⁾을 발표하여 전략환경평가 및 환경영향평가에서 기후변화 적

2) BMUNR (2017): Analyse, Bewertung und Politikempfehlungen zur Anpassung nationaler rechtlicher, planerischer und informatorischer Politikinstrumente an den Klimawandel. p. 4.

3) 역주: 유럽위원회에서는 2009년 <기후변화 적응. 유럽을 위한 행동 범위>를 발표했으며 이를 토대로 하여 2013년 EU Adaption Strategy 패키지를 발표했다. https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what_en

4) 역주: DAS, Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. 연방 정부에서 2008년 결정된 독일의 기후변화 적응전략. 줄여서 DAS라고 한다.

5) European Commission, DIRECTIVE 2014/52/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 April 2014 amending Directive 2011/92/EU on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment, in: Official Journal of the European Union.

응의 중요성을 강조하고 이를 적극 수렴할 것을 종용했다. 이를 국내법으로 전환하기 위해 그 방법론을 연구하는 것이 목적이었으며 4번 과제는 다시금 아래와 같은 네 개의 부문 과제로 구분되었다.

1. 유럽 위원회의 환경영향평가에 대한 지침 개정안 중 기후변화 항목을 국내법에 수렴하기 위한 제안
2. 기후변화 영향, 적응과 EIA와 SEA 의 기본적 맥락 구성
3. 기후 내성Climate proofing⁶⁾이 환경평가에서 가지는 의미에 대한 토론
4. 환경영향평가 법 개정으로 인해 새롭게 대두될 과제에 심분 부합하기 위한 조언

연구 과제의 내용이 광범위하기 때문에 각 부문별로 보고서를 각각 작성하여 보다 접근이 용이하게 했다. 본고는 위의 여러 과제 중 <사업과 관련된 환경영향평가 EIA와 기후변화 적응> 부문만을 다루고 있다. 그 내용은 2017년 개정된 독일 환경영향평가 법에 수렴되었다.⁷⁾

본 연구를 통해 이론적인 제안 사항 및 가이드라인을 도출해 냈다고 하더라도 실무 적용에 따른 경험치는 아직 부족하다.⁸⁾ 기후전망Climate projection이나 먼 미래를 대상으로 한 효과 분석 등은 아직 연구 초기 단계에 불과하기 때문에 EIA에서 기준으로 삼기에는 아직 미흡한 점이 많다. 독일환경법에 기후적응 양상이 아직 매우 불충분하게 반영되어 있으므로 EIA를 위해 적합한 근거를 제공하기에 부족한 점이 많다.⁹⁾

25.4.2014.

6) 역주: Climate proofing은 기후내성이라 번역했으나 아직 그 개념이 확실히 정의되지 않은 상태에서 자주 인용되고 있다. 어느 분야에 적용하는가에 따라 개념의 범위가 달라진다. 일반적으로 기후영향의 리스크를 사회적 경제적으로 수용할만한 일정한 수준으로 낮추어 결과적으로 기후에 대한 내성을 갖게 되는 것으로 이해되고 있다.

<http://www.klima-und-raum.org/climate-proofing-dt-sicherung-gegen%C3%BCber-dem-klimawandel-sowie-pr%C3%BCfverfahren-zur-integration-von-klim>.

7) 역주: 개정된 독일 환경영향평가 법에 대해서는 고정희, 유럽 기후 EIA 비교 연구 2017, KEI 제출 원고 p. 69 이하 참조.

8) Schmidt 2015

9) 이 점에 대해서는 Albrecht et al. 2017 참조.

2. 기후변화 양상을 환경평가에 반영하기 위한 행동 범위

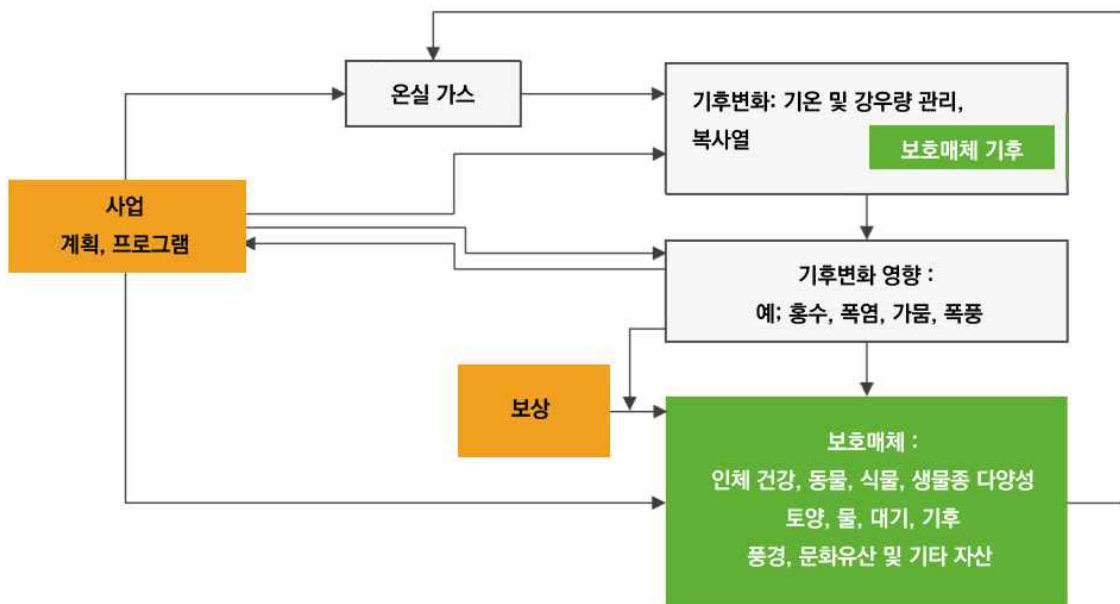
2.1. 개요

기후변화, 기후변화 영향 및 그에 대한 적응을 EIA에 감안하기 위한 토론은 최근 아래와 같은 세 가지 방향에서 이루어지고 있다:

1. 사업이 기후에 미치는 부정적 영향을 방지 내지는 최소화하고 긍정적 영향을 증대한다(기후 보호).
2. 사업으로 인해 사람이나 생태계 등 보호매체의 적응잠재력에 미치는 부정적 영향을 방지 내지는 최소화하고 긍정적 영향을 강화한다(기후변화 적응).
3. 기후변화가 사업에 미치는 부정적 영향을 감축한다(기후 내성Climate proofing).

그림 1은 이들 상호 간의 관계를 스케치한 것이다. 이들에 대해서는 아래에 개별적으로 논하고자 한다.

그림 1 : 환경평가 시 기후변화와 관련된 상호 작용 가능성에 대한 모식도



출처: Bosch & Paartner GmbH, modified by Thirdspace Berlin

2.2. 사업이 기후에 미치는 영향

온실가스 감축은 독일 환경정책의 핵심과제다. 목표는 하나지만 이에 도달하기 위해서는 다양한 차원에서 조치를 취해야 한다. 가장 효과적인 직접 조치는 환경영향평가를 통해 해당 사업이 온실가스 배출에 어느 정도 영향을 주는지 평가하는 것이다. 유럽연합의 환경영향평가 지침 개정안에서 바로 이 점을 감안하고 있으며 더 나아가 환경영향평가서에 온실가스 항목을 별도로 서술하도록 요구하고 있다. 이때 아래와 평가 원칙이 성립된다.

- 사업 시설 **운영**으로 인해 온실가스가 배출된다.
- 시설 **공사** 시에 온실가스가 배출된다.
- 사업 자체가 온실가스 배출 **저감**에 기여한다(풍력단지, 바이오가스, 재생에너지 전송네트워크 등).
- 사업으로 인해 온실가스 흡수에 크게 기여하는 생태시스템(산림, 늪지 등)이 훼손되거나 또는 흡수기능을 증대하는 토지이용이 방해받는다.

위의 네 가지 양상에 대해 상세히 살펴보고자 한다.

2.3. 사업이 보호매체의 적응 잠재력에 미치는 영향

독일 기후변화 적응전략(DAS)에 따르면 기후변화 영향에 대한 적응이란 기후변화에 민감하게 반응하는 사회시스템 또는 자연생태계 등을 기후변화와 그 영향에 대응할 수 있도록 준비시키는 것을 말한다. 다시 말하면 취약성, 민감성을 줄이는 한편 장점을 극대화하는 것이다. 사업에 대한 환경영향평가, 기후변화의 영향 및 여기서 초래되는 적응 필요성 간의 상호관계 역시 환경영향평가 지침 개정안에 반영되어 있다. 이때 기후변화 영향으로 인한 보호매체와 사업영향 간의 상호작용이 그 핵심을 이룬다. 이와 관련하여 환경영향평가 절차 중 원칙적으로 아래와 같은 사항을 감안해야 한다:

- 사업이 국지기후 또는 지역기후에 영향을 미쳐 기후변화의 영향을 간접적으로 증대시킨다(예를 들어 이미 과열 위험이 있는 지역에 추가적인 건축행위로 기온이 더욱 상승하는 경우) 또는 저감한다.
- 사업으로 인해 기후변화영향이 증가 또는 감소한다(예를 들어 하천공사로 인해 범람 위험도가 높아지거나 추가적인 토양포장으로 홍수위험이 증대된다).
- 사업으로 인해 보호매체에 추가적 영향을 주거나 또는 민감한 보호매체의 내성을 키운다(예를 들어 특정한 동식물 또는 가뭄에 민감한 비오톱 등).
- 사업으로 인해 기후변화 적응을 위해 의미 있는 구조들이 훼손되거나 또는 강화된다. 예를 들어 도심 녹지, 하천변의 범람지, 연계 비오톱 등.

기후변화적응이라는 테마는 그 스펙트럼이 매우 넓다. 본고에서는 공간이용으로 인해 직접 간접으로 초래되는 기후변화에 대해 일반적으로 고찰하는데 그친다. 독일정부는 <독일 기후변화 적응전략 (DAS)>을 수립하여 대응 범위에 대해 광범위하게 다루었고 연방 환경연구원에서는 2015년 <DAS 모니터링 보고서>¹⁰⁾를 발표하여 과거의 경향과 현재의 상황을 분석한 바 있으며 <독일의 기후변화 취약성>에 대한 연구결과 역시 나와 있다.¹¹⁾ 다만 아쉽게도 모든 적응테마가 사업 EIA와의 연관성을 가지지 않는다.

2.4. 기후변화가 사업에 미치는 영향

사업이 기후변화에 영향을 미치는 데 그치는 것이 아니라 기후변화로 인해 달라진 환경 여건이 사업을 위태하게 할 수 있다:

- 직접적 영향: 예를 들어 과열된 철길, 폭염과 가뭄으로 인한 수로 운송의 장애 등이 이에 속한다.
- 간접적 영향: 예를 들어 사업장 환경이 변화하여 시설에 장애를 초래할 수 있다. 산지의 경우 산사태가 증가하여 도로, 철도 통행에 지장이 올 수 있다.

기후변화 영향이 사업에 지장을 주는 경우와 관련하여 기후내성Climate proofing이라는 용어가 나타난다. 환경영향평가의 관점에서 볼 때 사업에 미친 위험이 다시금 환경에 대한 부정적 영향으로 나타나는 것에 유의해야 한다. 환경영향평가의 과제가 환경영향을 조사하여 묘사하고 평가하는 것이기 때문에 기후변화가 사업에 미치는 영향 자체를 파악하는 도구는 아니다. 그럼에도 기후 내성조사를 통해 중대사고, 재해위험에 대한 데이터를 제공하여 사전방지 조치를 취하도록 배려할 수 있다.¹²⁾

10) [SCHÖNTHALER 2015](#)

11) [Adelphi et al. 2015](#)

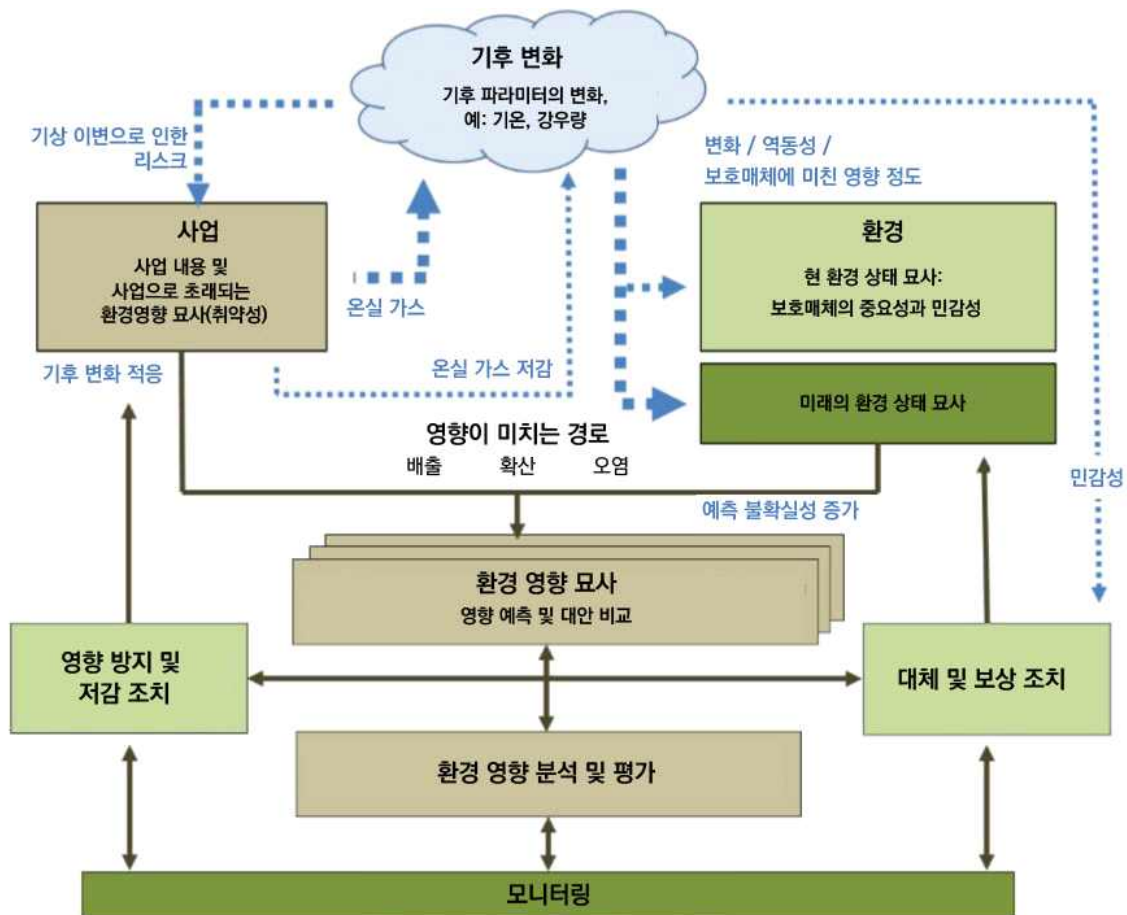
12) [Balla et al. 2017](#)

3. 기후변화를 환경영향평가에 수렴하기 위한 원칙

3.1. 환경영향평가의 내용과 방법적 요소들

환경영향평가에 기후변화 양상을 수렴하기 위해서는 내용적, 방법적으로 기존의 평가절차를 감안해야 하므로 3.2. 장 이하에서 환경영향평가 절차를 하나씩 별도로 고찰하고자 한다. 본고에서 제안하는 사항들 역시 각 절차에 초점을 맞추었다. 아래 그림 2에 이 관계를 종합해 보았다.

그림 2 : 환경평가의 방법적 내용적 요소와 기후변화가 이들에 미치는 영향에 대한 모식도



출처: Bosch & Partner GmbH, modified by Thirdspace Berlin

이때 같은 내용이나 방법이 여러 번 반복되는 경우가 있다. 환경묘사의 경우 사전환경성검토에서는 종합적으로 다루는데 그치며 EIA에서는 스코핑 절차를 통해 상세히 파악하여 서술한다(표 1 참조). 다음 장부터는 각 평가 단계별로 어떤 내용이 어떤 수준으로 다루어져야 하는지에 대해 고찰할 예정이며 각 단계에 적합한 방법과 도구를 제안하고자 한다. 기후변화로 인해 새롭게 대두된 양상들을 보다 명확하게 전달하기 위해 아래와 같이 장을 나누어 서술했다:

- 기후변화 적응에 대한 요구사항: 유럽연합의 환경영향평가 지침 개정안의 새로운 요구사항과 일반적 요구사항
- 방법론적 접근: 각 단계별로 기후변화 적응을 감안하기 위해 적용 가능한 방법론과 도구 소개 및 제안.

표 1 : 방법적-내용적 요소와 평가 절차의 관계

방법적 내용적 요소 \ 절차	사전환경성검토	스코핑	환경영향평가서	종합 분석/ 평가	모니터링
사업 설명	(X)	X	XX	X	
환경 상태 묘사	(X)	X	XX	X	
영향 평가	(X)	X	X	XX	
조치			XX	X	
모니터링		X	X	X	XX

XX = 핵심 과제; X = 준비/심사; (X) = 대략 검토

각 단계에서 언급한 방법과 내용은 기후변화 적응과 기후보호라는 양 분야를 모두 감안하지만 <적응>에 더 큰 비중을 두었다.

3.2. 기후전망 Climate projection - 기후변화에 대한 기초 데이터

3.2.1. 적용가능한 기후전망

기후변화가 보호매체에 미치는 영향의 판단은 기후시나리오 내지는 기후모델링에 근거를 두어야 한다. 기후모델은 이미 독일연방 전역에 대해 제작되었으며 각 연방주 및 지역별로 역시 세분화된 기후 모델이 나와 있다. 실은 기후모델에 대한 데이터가 너무 많기 때문에 그중 어떤 데이터가 환경영향평가에 적절한지 판단하는 것이 중요하다.

표 2에서 보는 바와 같이 기후데이터를 바탕으로 제작한 기후지도가 독일 전역에 존재하며 대부분

포털을 통해 온라인으로 접근이 가능하다. 그중 <독일 기후 포털Deutsche Klimaportal>, <헬름홀츠 연구소의 지역별 기후지부에서 제작한 기후 지도Klimaatlas>, <북부독일 기후지도>, <기후네비게이터>, <독일 기상서비스DKD>, <Climate Service Center Germany (GERICS)>등이 중요한 포털이다. 독일 기상청에서는 독일 전역에 대한 기후데이터를 제공하고 있다. 그외 헬름홀츠 연구소에서 다양한 기후 시나리오와 모델을 개발하고 있다.

기후지도는 표준화된 기후모델을 바탕으로 제작하고 있으며 현재 유럽에서는 <EURO-CORDEX Ensemble(<http://euro-cordex.net/>)>를 쓰고 있다. 독일의 경우 <ReKliEs-De 프로젝트>를 통해 기후 시뮬레이션을 체계적으로 실시하고 있으며 타 시뮬레이션 결과를 참조하여 보완한다.¹³⁾

표 2 : 기후변화 정보 시스템 사례

제목	출처	내용
기후정보시스템, 국제 및 유럽연합		
Deutscher Klimaatlas 독일 기후지도	독일 기상청: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html	16 개 연방주 및 5 분야를 위한 현재 기후 시나리오 제공. 5 분야: - 농업 - 임업 - 수자원 관리 - 에너지 - 기타(건강, 휴양 등)
WebWerdis (Weather Request and Distribution System)	독일 기상청: https://werdis.dwd.de/werdis/start_js_JSP.do	선발된 기상 데이터 제공. 기상에 대한 사전 지식이 있는 이용자를 위한 기상데이터 인덱스
Deutsches Klimaportal 독일 기후 포털	DVW – 측지, 지리정보 및 토지관리 학회 https://www.deutschesklimaportal.de/EN/Home/home_node.html	독일 전역에 걸친 기후서비스 제공자와 기후정보이용자 간의 네트워크
Regionaler Klimaatlas 지역 기후지도	헬름홀츠 독일 연구센터 www.regionaler-klimaatlas.de	연방주 별 기후지도
Klimafolgenonline 기후영향 온라인	포츠담 기후영향연구원 내 기후온라인 기상서비스 공사 www.klimafolgenonline.com	5 분야에 대한 기후 데이터

13) [HLNUG 2016](#)

ReKliEs-De	지역기후 예측 앙상블 http://reklies.hlnug.de/home/	기후변화영향 연구 및 정책 수립을 위해 미래의 기상이변에 대한 비교적 확실한 정보 제공
Euro-Codex	Coordinated Downscaling Experiment - European Domain (WCRP): http://euro-cordex.net/	지구 기후모델링의 결과를 유럽 지역 축척에 맞게 조절.
지역 기후정보시스템		
Norddeutscher Klimaatlas 북부 독일 기후 지도	북독 기후 오피스 : www.norddeutscher-klimaatlas.de	북부 독일 20 개 지역에 대한 기후 시나리오
ReKis – Regionales Klimainformationssystem 지역 기후정보 시스템	드레스덴 공과 대학 www.rekis.org	작센주, 작센안할트주, 튀링겐 주의 기후 데이터
kwis-rlp-Klimawandelinformationssystem Rheinland-Pfalz 라인란트 팔츠 주 기후변화 정보 시스템	라인란트 팔츠 주 환경 에너지 식품영양 및 산림부 http://www.kwis-rlp.de/de/start/	라인란트 팔츠 주 기후변화데이터
실무를 위한 기후데이터 포털		
CLIMATE-ADAPT-European Climate Adaption Platform	유럽 위원회/유럽 환경에이전시 http://climate-adapt.eea.europa.eu	유럽 기후변화 앙상 개요. 지역별 섹터별 취약성. 유럽의 적응전략. 연구결과, 적응 도구 및 방법론 모음
Climate Service Center Germany (GERICS)	게슈타르트 헬름홀츠 연구센터 https://www.climate-service-center.de/	정치, 행정 및 경제 분야의 기후변화적응을 보조하기 위한 서비스 및 제품
Deutscher Klimadienst (DKD) 독일 기후 서비스	독일 기상청: https://www.deutschesklimaportal.de/DE/Themen/4_DKD/DKD.html	행정기관 네트워크. 일반 이용자를 위해 실질적으로 활용 가능한 기후정보와 기후서비스 제공
Klimanavigator 기후 네비게이터	게슈타르트 헬름홀츠 연구센터 www.klimanavigator.de	기후, 기후변화, 기후변화 적응과 관련된 연구에 대한 포괄적 정보 제공

Platform Klimawandel und Raumentwicklung 기후변화와 공간 개발 플랫폼	공간연구 및 국토계획 아카데미 www.klima-und-raum.org	산학 네트워크. 공간계획과 지식 전달을 한 기후변화 관리
Klimastadtraum 기후 도시 공간	독일 연방 건설, 공간계획 연구원 www.klimastadtraum.de	기후변화와 공간개발에 대한 정보 포털

폭염(폭염 일수, 열대야 등), 혹한(서리, 결빙, 강설일수 등), 폭우(강우량 >10mm, >20mm), 폭풍(일수, 강도) 등 특유의 기후파라미터에 대해서는 각 연구원이 제공하는 디지털 지도에서 정보를 얻을 수 있다. 예측 기간(대개 2050~2100년) 및 지역에 따라 정보에 차이가 난다.

환경영향평가를 위해 데이터를 검색하는 경우 각 파라미터 별로 제공되는 정보에 큰 편차가 나는 것을 알 수 있다. 이는 과학적으로 아직 통일된 기후예측 방법이 없기 때문이다. 그 대신 입력 데이터의 변수, 예를 들어 온실가스 배출량 등에 변수를 두고, 여러 개의 기후 전망을 실시하는 것이 관례다. 이는 위에서 언급한 기후변화 포털에서 이미 감안하고 있으므로 상세한 설명을 피하기로 한다.

기후학자들은 **기후예측Climate forecast**과 **기후전망Climate projection**을 서로 구분하여 쓴다. 기후전망은 장기적이고 광역적이므로 그에 따른 불확실성이 높기 때문이다. 모델링에 감안되는 요소가 매우 많고 요소별로 각각 불확실성이 내포되어 있으므로 결과적으로 기후전망 결과에 불확실성이 누적되기 때문이다. [STOCK & WALKENHORST](#)는 2012년 아래와 같은 불확실성 인자를 정의했다:

- 미래 온실가스 배출량에 대한 불확실성
- 기후를 지배하는 자연적, 인위적 단위, 즉 지역적 영향의 규모, 토지이용 유형, 대기 중 에어로졸 농도 등의 불확실성
- 지구 기후모델의 부정확성, 이에 근거하여 지역별 기후모델을 도출해 내는데에 기인한 오차
- 샘플링 불확실성, 즉 기후 예측이 일정한 해에 국한되기 때문에 초래되는 불확실성

더 나아가서 지구-대기 간의 상호 작용에 기인한 기후의 자연적 변수 역시 감안해야 한다. 그러므로 출발점에서 발생한 미세한 오차가 결과적으로 큰 오차를 초래할 수 있다.

3.2.2. 환경영향평가를 위한 예측 기간

기후전망은 2100년까지의 기후를 예측한다. 예를 들어 독일 전역의 취약성 분석의 경우, <가까운 미래>는 2050년까지, 먼 미래는 2100년까지로 구분한다. 시간이 멀어 질수록 예측 불확실성은 증가하기 마련이다. EIA를 위한 일반적인계획 내지는 예측기간은 이와 확실히 구분된다.¹⁴⁾ EIA 의무가 있는 사업 허가 시에는 <전 사업 수명기간>을 예측 기준으로 잡는다. 도로 등 교통시설의 경우 대략 30년

14) [RUNGE & WACHTER 2010](#): 144쪽 이하.

에서 50년이며 기술시설은 80~100년이다. 수자원과 관련된 사업, 예를 들어 댐이나 갑문을 설치하는 경우 약 100년을 사업 수명으로 본다. 다만 자연침해 조정에서는 위의 시설에 대한 운영관리 조치 기간을 일반적으로 30년으로 제한한다. 특정한 환경영향을 예측하기 위한 기간은 이보다 짧거나 길 수 있다. 예를 들어 연방도로계획 또는 사업과 관련된 교통 감정서를 제출하는 경우 대개 10~15년의 기간을 기준으로 삼는다. 이 교통예측 결과를 바탕으로 하여 대기오염물질 또는 소음 등의 배출량과 영향정도를 예측한다.

기후변화 양상을 감안하기 위해 위에 언급한 예측기간을 반드시 지켜야 할 필요는 없다. 기후영향은 항상 최대 사업수명을 바탕으로 한다.

3.2.3. 환경영향평가에 기후전망 데이터 적용

기후전망 데이터를 환경영향평가에 적용하려면 두 가지 관점에서 한계에 부딪치게 된다. 우선 기후전망에 내포된 불확실성과 복잡성, 기후변화 영향 하의 보호매체 변화상을 예측하는 복잡성이다.

기후전망은 기후변화의 사실성 또는 미래의 기상이변 현상에 대한 예측결과를 제시하지 않는다.¹⁵⁾ 한편 EIA의 경우 법적 절차에 묶여있으므로 특정한 건축 사업이 실시되어도 좋은지의 여부에 대해 합법적 결정을 내려야한다. 그러므로 이 결정을 위해 활용되는 기초데이터 역시 최소한의 신용도를 보여야 한다.

현행 환경영향평가 법 제3조에 따르면 환경영향평가 시 <사전배려 원칙>에 의거하여 나타날 확률이 적은 환경영향도 감안할 수 있다. 이런 환경 리스크가 사업허가결정에 반영될 수 있는지의 여부는 기관 참여에서 실시되는 <상호조율> 절차에 달려있다.¹⁶⁾

이에 따라 환경보호매체에 대한 근소한 위험이나 먼 미래에 나타날 리스크 등을 계획 결정 절차에서 감안할 수 있다. 국가차원의 계획일수록 사전배려 원칙이 강하게 작용하기 때문이다.¹⁷⁾ 그에 반해서 오염물질방지법에 근거한 통합허가 등 결정의 재량권이 없는 사업의 경우 사전배려적 관점이 감안되었는지 개별적으로 검토해야 한다(오염물질방지법 제5조 1항 2호¹⁸⁾에 의거). 자연보호법에 의거한 심사, 특히 서식지 영향평가의 경우 최적 가용 기술이나 지식을 적용해야 하므로 정당한 근거에 입각한 리스크 예측이 허용된다.

그럼에도 기후전망과 그에 근거한 매체별 환경영향 효과분석은 아직 환경영향평가에서 한정적으로 반영되고 있다. 2013년 연방교통정보부에서 발표한 <지역 기후영향 예측 방법 매뉴얼>에 따르면 허가 결정은 기후변화 관점에서도 우선적으로 현황 데이터 및 관찰 데이터에 근거해야 한다.

기후전망에서 인지한 내용들은 향후 사업허가를 위한 환경영향평가 시에 참고 자료로 활용되어야 한다. 오늘 시작된 문제점이 향후 기후 영향을 증대할 수 있음을 강조하는 것이 그 목적이다. 이때 예

15) [Adelphi et al. 2015](#) : 42쪽

16) 역주: <사전 배려>와 <상호조율>의 계명은 독일의 환경계획 및 평가절차에서 큰 비중을 차지하는 양대 원칙이다. 사전배려의 계명에 의거 기준을 법정 기준보다 높게 잡을 수 있으며 그 결과를 타 기관이나 이해관계자들과 <조율>하도록 되어 있다. 조율 과정에서 여러 이해관계가 충돌하는 경우 서로 저울질하여 그중 공공의 이익에 도움이 되는 방향으로 결정해야 한다.

17) [ERBGUTH & SCHLACKE 2014](#): 4, 5, 11; [SCHMIDT et al. 2015](#): 129

18) 역주: 해당 규정에서 <허가가 필요한 시설은 위대한 환경영향이나 기타 위험, 현저한 영향에 대한 사전에 방지할 수 있도록 최적 가용 기술을 적용하여야 설치되어야 한다.>고 명시하고 있다.

측된 변화를 모두 묘사하고 설명해야 하며 확실한 경향을 토대로 하는 것이 특히 중요하다.

기후변화 영향 하의 보호매체의 변화상을 예측하거나 이에 대한 시나리오를 구성할 때 최대한 기존의 과학적 조사결과를 참고하는 것이 바람직하다. 사업 대상지의 변화상에 직접 대입할 수 있는 정보일수록 유리하다(4.3.2.2 및 표 7 참조).

4. 환경영향평가를 위한 방법론적 제안

4.1. 환경영향평가 의무 여부 판단

4.1.1. 기후변화를 감안하기 위한 법적 요구사항

현행 독일 환경영향평가법 제4~14조에 환경영향평가 의무 여부를 판단하는 절차가 상세히 규정되어 있다. 동법 부속서 I은 EIA 의무가 있는 사업 목록이다. 이 목록에 X표로 표시된 사업이나 시설은 환경영향평가 의무가 있으며 표시가 없는 사업이나 시설은 개별 심사를 통해 의무 여부를 다시 판단한다. 이때 스크리닝을 통해 개별적으로 현저한 부정적 환경영향이 나타나는지 대략적으로 심사해야 한다.

부속서 III에 개별적 사전 환경성 심사기준이 마련되었는데 그중 기후변화 관련 항목이 수렴되어 <사업과 관련하여 과학적 근거에 의거 기후변화와 관련된 중대한 사고 내지는 재해의 리스크>가 있는지 판단해야 한다. 그 결과 기후변화로 인해 중대 사고와 재해의 리스크가 있으며 이로 인해 인체의 건강, 문화유산 및 환경을 해칠 수 있다고 판단되면 EIA를 실시해야 한다.

4.1.2. 기후변화를 개별심사에 감안하기 위한 방법론적 제안과 도구

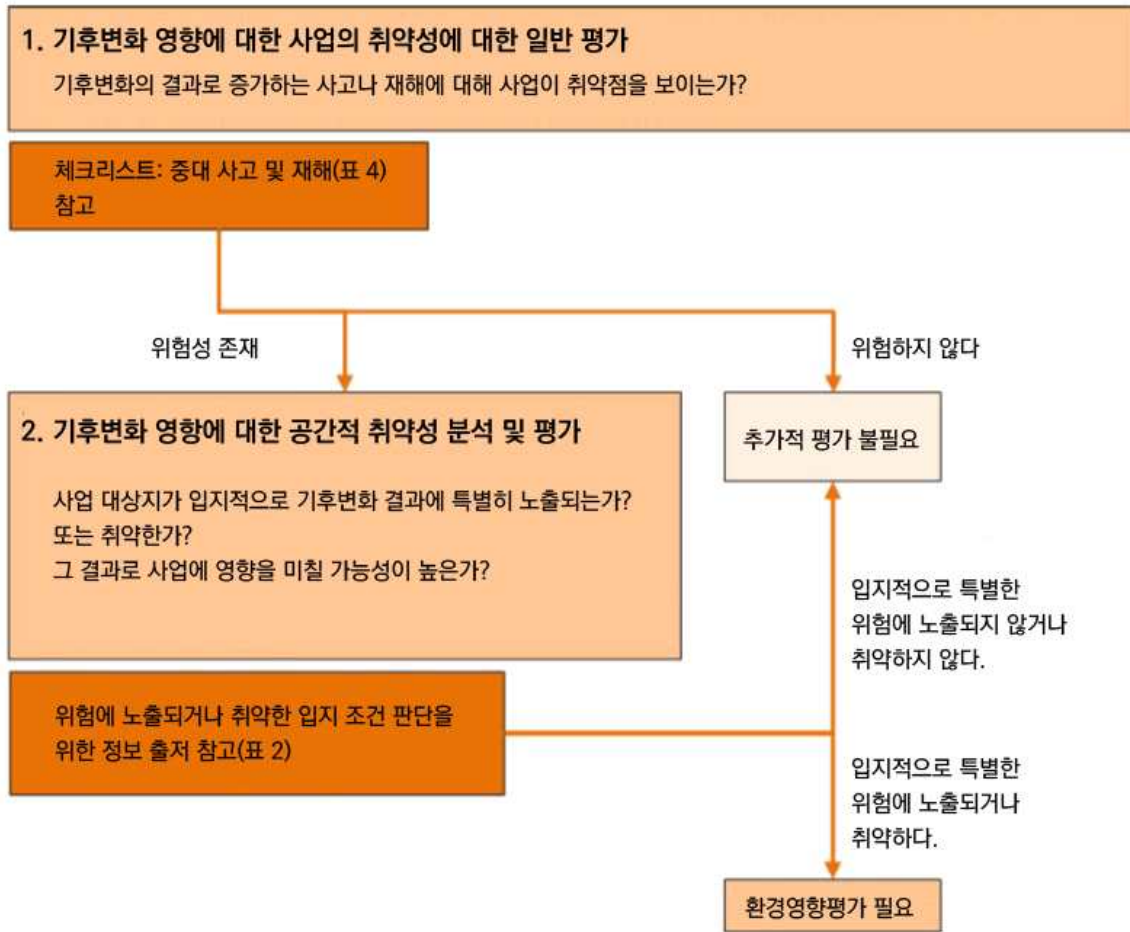
더 나아가서 사전환경성심사를 통해 사업 자체가 기후변화로 초래된 중대한 사고 및 재해에 취약한지 여부를 검토해야 한다(4.1.2.1 참조). 스크리닝을 강화하여 기존의 혹은 예측된 기후변화영향이 사업으로 초래되는 환경영향의 평가 자체에 변화를 가져오는지도 검토해야 한다(4.1.2.2 참조).

온실가스 배출량은 기후보호를 위해 매우 중요한 사항이지만 스크리닝에서는 부차적 역할을 한다. 온실가스의 규모만으로 환경영향평가 의무 여부를 판단하는 기준이 아직 없기 때문이다.

4.1.2.1. 기후변화에 대한 사업의 취약성 검사

기후변화의 영향에 대한 사업의 취약성 검토는 그림 3에서 보는 바와 같이 두 단계로 이루어진다.

그림 3 : 스크리닝 과정에서의 기후변화에 대한 사업의 취약성 평가 과정



출처: Bosch & Paartner GmbH, modified by Thirdspace Berlin

일반 평가 :

우선 기후변화 영향에 취약성을 보이는지 검토하고 그 결과로 중대 사고나 재해가 나타날 수 있는지 판단한다. EIA를 위해서는 조사대상지 자체에 기상이변이나 기후영향이 예측되는가라는 점이 중요하다. 사전환경성평가에서는 우선 간단한 체크리스트에 따라 조사하면 충분하다. 이 체크리스트는 사업의 기후변화에 대한 취약성을 체계적으로 검토하고 그에 근거하여 환경과 인체 건강에 장애를 가져오는지 판단이 가능하도록 구성되어 있다. 표 4에 체크리스트의 사례를 제시했다. 체크리스트에는 아래와 같은 항목이 감안되어 있다:

- **기상이변의 기후시그널** : 기후시그널은 현재의 기후 내지는 가까운 미래의 기후적 특성을 말한다. 오늘의 기후와 미래의 기후 사이의 편차가 바로 기후변화다. 미래의 기후를 예측하기 위해 모델링과 통계적 분석평가가 이루어진다. 중대 사고와 재해를 물고 올 수 있는 기후영향과 관련하여 기상 이변을 모델링에 반영할 수 있다.

- 1급 기후효과: 기후 파라미터가 변화하면 그에 따라 달라지는 기후 효과를 말한다. 폭우, 폭염 등이 이에 속한다.

주요 기반시설¹⁹⁾은 사고와 재해의 위험에 처할 가능성이 있다고 해도 별도로 고찰하지 않는다. 주요 기반시설에 대한 영향이란 환경영향을 말하기 보다는 경제적 영향으로 이해되기 때문이다. 그럼에도 향후 사전 환경성 심사에서 주요 기반시설을 좀 더 중요시 여길 필요가 있다.

특정한 사업유형의 취약성에 대한 신뢰성 있는 정보는 <기후변화와 대형사업Envisage-CC>²⁰⁾ 이라는 연구 프로젝트의 홈페이지에서 검색할 수 있다.²¹⁾ 철도시설, 도로, 고압전력시설, 풍력에너지시설, 수력발전소, 저수지, 수로, 스키장, 도시건설 프로젝트, 골프장 등의 경우 사업설명서에 기상 현상이 달라짐에 따라 나타나는 결과를 서술해야 한다(그림 6). 이는 부분적으로 [표 4](#)의 입력정보로 활용할 수 있다(4.3.2.1).

[표 4](#)의 질문 중 어느 것에도 해당되지 않는 경우 중대사고 내지는 재해가 오지 않을 것으로 판단해도 좋다. 이 경우 다음 단계, 즉 사업의 공간적 취약성을 별도로 평가하지 않아도 되며 EIA 의무가 없는 것으로 판단한다.

기후변화 영향에 대한 공간적 취약성 분석 및 평가

표 4의 체크리스트에서 기후변화로 인해 증가한 사고나 재해위험이 확인되더라도 해당 사업대상지 또는 조사대상지에 실제 기상 이변 또는 기후 영향이 예견되는 경우에만 의미가 있다. 이를 판단하기 위해 두 번째 단계로 지역적 내지는 국지적 기후전망과 기후영향모델을 조사해야 한다.

지역 기후모델링이나 웹포털이 충분히 존재하므로 이를 활용하여 정보를 얻을 수 있다. 독일 기후지도는 각종 연구기관에서 개발한 주요 기후시나리오를 모아 그래픽으로 전환한 것이다. 여기서 [표 4](#)에 언급된 기상이변 기후파라미터를 검색할 수 있다:

- 과열(폭염 일수, 열대야)

19) 역주: Critical infrastructure, 주요 사회시설이란 한 사회의 기능, 주민 건강과 안전, 경제 및 사회복지를 유지하기 위해 필요한 시설이나 시스템 중 그 장애효과가 매우 큰 것을 일컫는다. 유럽연합에서는 별도의 지침을 발령하여 주요 사회시설을 정의했다(2008/114/EC).

- 교통 운송(항공, 해운, 철도, 도로, 로지스틱 등)
- 에너지(전력, 오일 등)
- 정보통신시설
- 금융과 보험
- 정부와 행정, 의회, 법원, 비상조치시설, 재해방지
- 식품영양
- 물공급
- 건강(병원, 보건소, 의약, 예방접종, 실험실 등)
- 미디어와 문화, 언론, 방송, 신문, 문화재 등.

20) 역주: Envisage-CC - ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT SATISFYING ADAPTATION GOALS EVOLVING FROM CLIMATE CHANGE는 오스트리아의 공간계획 연구원에서 실시한 프로젝트로서 기후변화가 대형 인프라 시설 프로젝트에 미치는 영향을 분석하는 것을 목적으로 2013-2014 두 해에 걸쳐 실시되었다. 오스트리아 연방환경연구원과 토지문화 대학의 지구변화와 지속가능성 연구소와 협업했으며 기후와 에너지 재단에서 재정 지원했다. <https://www.oir.at/de/envisage-cc>

21) [ÖIR et al. 2014](#)

- 흑한(서리일수, 결빙일수, 강설일수)
- 폭우(강수량 > 10 mm, >20 mm)
- 강풍, 폭풍(폭풍일수, 강도)

더 나아가서 서로 다른 지역의 다양한 기간에 대한 기후전망을 검색하여 비교할 수 있다.

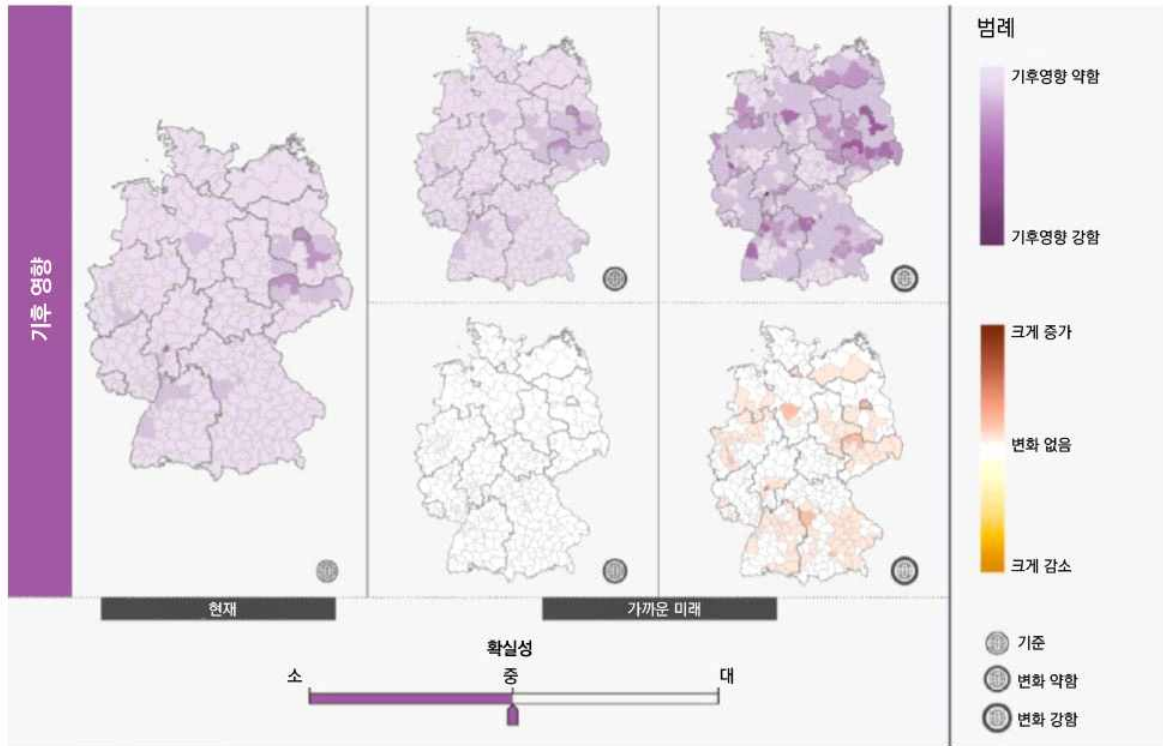
기후지도 내지는 포털은 공간 단위의 기상 파라미터를 제공하지만 일급 기후효과에 대한 정보는 제공하지 않는다. 세부적인 정보가 존재해야 특정 사업의 기상 이변에 대한 취약성을 판단할 수 있다. 그러므로 가능하면 기후변화 영향에 대한 기존모델과 분석 결과를 감안하는 것이 좋다.

독일 전역의 취약성 연구를 보면표 4에 묘사된 일급 기후영향에 대한 공간적 정보가 포함되어 있다. 이에 해당하는 것은 하천 범람, 급류 등에 대한 예측이다. 취약성 연구는 눈사태, 산사태, 사면 급류, 벼락 등에 대해서는 지역정보까지는 포함하고 있지 않다. 그러므로 해당 정보를 얻기 위해서는 일반 사전 환경성 심사를 통해 - 가능하면 - 국지적 또는 지역적 정보를 파악하여 참고해야 한다.

동 연구보고서의 <폭염, 흑한과 관련한 취약성> 분석 결과에서는 <교통 인프라에 미치는 잠재적 과열 피해> 및 <교통 인프라에 미치는 잠재적 결빙 피해> 등에 대한 공간 정보를 제공한다. 아래 그림 4는 공간적으로 매우 상세하게 계산된 폭염피해 분석 결과를 보여준다.²²⁾

22) 역주: 독일 기후변화 취약성 연구는 모두 183 건의 도면, 다이어그램, 모식도 및 55건의 도표를 포함하는 등 독일 기후변화 관련 정보가 거의 총 망라되어 있다고 해도 과언이 아님.

그림 4 : 폭염이 교통 시설에 미치는 잠재적 영향



출처: Adelphi et al 2015: 382, modified by Thirdspace Berlin

위의 취약성 연구보고서에는 다수의 지도가 포함되어 있는데 그중 예를 들어 비교적 높은 기후영향과 그로 인해 상대적으로 증가된 리스크가 나타나는 지역에 특정 사업이 계획된 경우, 그에 해당하는 훼손 발생 정도를 나타내는 지도 등을 제공하고 있다.²³⁾

취약성연구의 정보에 대한 대안으로 기타 지역적으로 존재하는 보호매체 데이터들을 활용할 수 있다. 예를 들어 홍수 리스크에 대해서는 전국적으로 홍수리스크 내지 홍수위험지도가 마련되어 있다. 이 지도에는 극심한 홍수에 처할 수 있는 지역이 조사되어 있다. 또한 독일 기상청에서 발행한 KOSTR A²⁴⁾ 지도는 독일의 폭우량에 대한 정보를 격자형 데이터로 제공하고 있다. 이 데이터에는 이미 시작된 기후변화가 감안되어 있다. 도시기후에 대해서는 여러 도시에서 별도의 기후분석과 기후기능지도를 제작하여 온라인으로 제공하고 있다.

23) 취약성 연구보고서 내의 분석결과는 상대적으로 해석해야 하며(“공간 X는 공간 Y보다 기후영향이 더 심하다”). 절대적 값은 언급하지 않는다(“교통 인프라에 미치는 폭염의 영향은 현저한 이용제한을 초래한다.” 등). 그 외에 취약성 정보는 EIA를 위해 적절하지 않다. 취약성에는 EIA를 통해 도달해야 할 기후변화 적응력이 이미 포함되어 있기 때문이다.

24) KOSTR(Koordinierte Starkniederschlags Regionalisierungs Auswertung): 독일기상청에서 제공하는 폭우목록이다. 지난 세기의 강우행태를 분석하여 지역 강우량에 대한 정보를 제공한다. gis 또는 asc 의 격자데이터이다.

다만 생물종 다양성 분야에 대해서는 지금까지 입증된 전문 기준이 없다. 물론 특정한 생물종이나 특별한 서식지가 기후 변화에 어떻게 반응하는가에 대한 과학적 조사결과는 이미 나와 있다(4.3.2.2의 [표 7](#)).

현저함 판단:

개별 사전환경성검토는 특정한 평가방법을 필요로 한다. 예를 들어 폭풍일수가 이를 증가한다면 EIA 의무가 생기는가? 등의 의문이 발생할 수 있다. 이미 언급한 바와 같이 기후전망은 일반적으로 매우 불확실하다. 이로써 이에 근거를 두고 작업을 계속할 것인지에 대해서도 의문이 생긴다. 따라서 상대적 비교를 통해 평가기준을 찾는 것이 유리하다. 예를 들어 독일 평균에 비교해 볼 때 해당 입지의 취약성이 특히 높은가? 위험성이 큰가? 혹은 높은 취약성이 나타날 가능성이 큰가? 이에 대한 일반적인 표준은 아직 존재하지 않는다. 이때 ~일수록, ~하다는 원칙을 적용한다. 특정한 사고에 대해 위험성이 크고 기술적 방법이나 조치로 배제할 수 없는 확률이 클수록 EIA의 의무가 있을 확률이 커진다. 간단한 판단기준은 허가에 필요한 서류를 더 필요한가의 여부다. 이 경우 EIA 의무가 있다고 판단한다.

요점 정리

- 스크리닝을 통해서 기후변화에 따른 사고와 재해가 사업에 미치는 영향이 크지, 이로 인해 다시금 환경에 현저한 영향을 가져올지 등을 검토한다. 이에 [표 4](#)의 체크리스트를 참고로 한다.
- 기후시나리오와 이에 토대한 예측모델의 상대적 불확실성을 피하기 위해 EIA에서는 우선적으로 비교값을 참고로 하는 것이 유리하다. 사고와 재해의 위험이 크다고 예상될수록 EIA 의무가 성립될 확률이 커진다.
- 사전환경성검토에서 적절한 조치와 기술적 방법으로 리스크를 제거할 수 있는지 검토한다. (공간적 대안, 적절하고 충분한 배수 계획, 대형 빗물 저장못 등)
- 기후변화로 인한 기상이변으로 사업에 대한 리스크가 있음을 배제할 수 없음에도 계획을 진행하려면 EIA 의무가 있다고 판단한다.

4.1.2.2. 기후변화와 사업의 상호작용에 대한 심사

스크리닝 과정에서 계획된 사업이 기존의 혹은 예상되는 기후영향과 서로 작용하여 총체적으로 현저한 부정적 영향을 미칠 수 있는지 검토한다. 이런 상호 작용은 아래와 같은 경우에 나타날 수 있다:

- 사업영향으로 기후시그널이 강해진다([표 3](#)).
- 사업영향으로 기후영향의 효과가 증대한다([표 3](#)).
- 사업영향으로 보호매체의 내성이 약화된다([표 6](#))
- 사업의 영향권에 있는 보호매체가 기후변화로 인해 더욱 민감해지거나 보호의 필요성이 커지거나 또는 이로 인해 사업 영향이 현저해질 수 있다([표 6](#)).

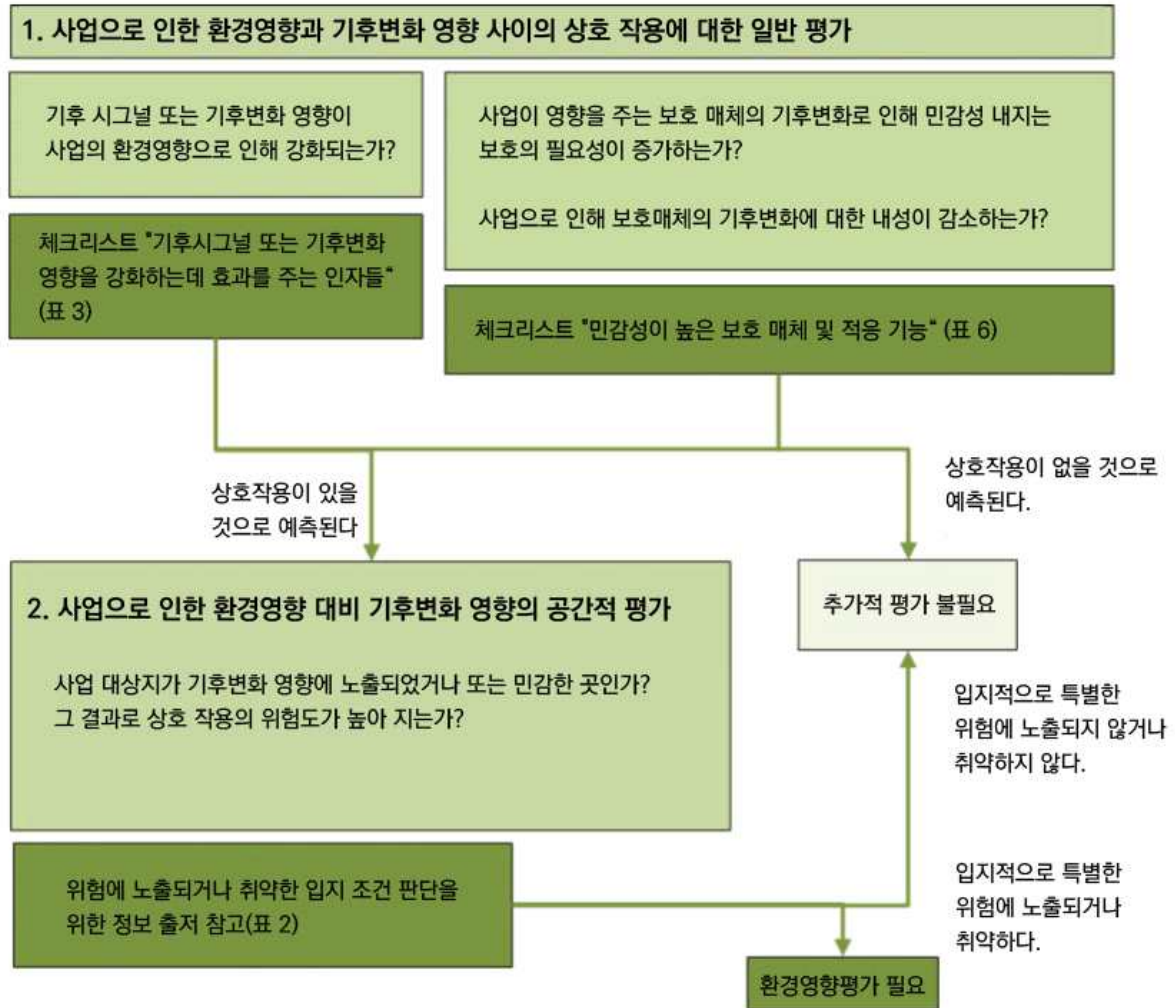
특정 사업은 기후변화 적응조치 또는 옵션을 방해할 수 있다. 예를 들어 주거지나 공상업지를 지정함으로써 그 지역의 제방을 후진시킬 공간이 없어지거나 또는 빗물 저장못을 설치할 공간이 사라질 수 있다. 이런 상황은 해당 적응조치(제방 후퇴, 빗물 저장못 설치)가 계획된 경우에 한해서 허가 결정에 영향을 미친다.

표 6의 보호매체 별 고찰할 때 환경영향평가 법에서 규정하고 있는 입지에 대한 기준²⁵⁾의 맥락을 살펴야 한다. 부속서 IV, 번호 2는 사전 환경성 검토 시 판단 근거가 된다. 예를 들어 기후변화는 지역의 생태적 민감성을 변화시킨다. 대부분의 경우, 평균기온이 상승하거나 강우량이 저감되면 지역적 민감성이 더욱 커진다. 주거지나 휴양지 등이 기후변화의 영향을 받으면 인체의 건강에 부정적으로 작용할 수 있다. 기후변화로 인해 자연 자원, 특히 토양, 풍경, 물, 동물, 식물, 생물종 다양성의 자연적 재생력이 저하되기 때문이다. 기후변화 영향을 거르기 위해 보호매체의 재생력이 대부분 소모된 상태에서 사업이 시작되면 저항력은 더욱 낮아질 것이다. 즉, 기후변화영향에 노출된 지역의 경우 "보호매체의 저항력"이 낮아진다는 결론이 얻어진다. 대략평가의 결과 기후변화로 인해 해당 지역의 생태적 민감성이 저하되고, 보호매체의 저항력이 낮아지면 부정적 환경영향이 현저히 나타날 가능성이 커지며 그 결과로 EIA의무가 생긴다는 결론을 내릴 수 있다.

기후변화에 대한 사업의 취약성의 경우(4.1.2.1) 대상지가 실제 기후영향에 노출되는 경우에 비로소 의미를 갖게 된다. 그러므로 여기서도 두 단계의 검토가 불가피해진다(그림 5).

25) 역주: 해당 부속서 IV, 번호 2.

그림 5 : 스크리닝을 통한 기후영향과 사업영향 사이의 상호작용 심사



출처: Bosch & Paartner GmbH, modified by Thirdspace Berlin

이때 간단한 체크리스트를 통해 상호작용이 있는지 판단할 수 있다. 이를 위해 표 3과 표 6 두 개의 체크리스트를 적용하여 사업이 미치는 영향의 관점에서 또는 보호매체 별로 체크할 수 있다.

체크리스트에 열거된 질문들은 완벽하지 않지만 적어도 현재의 관점에서 중요한 양상들을 모두 포함하고 있다. 향후 기후변화를 EIA에 수렴하는 방법에 대한 실무 경험이 증가하면 점진적 보완이 가능하다. 현재 체크리스트에 포함된 질문들은 아래 두 연구결과를 바탕으로 하여 개발되었다.

- SCHÖNTHALER & VON ANDRIAN-WERBURG (2015): DAS의 지표체계를 수립하기 위해 개발한 테마군 (행동 범위, 부문별 양상 등)
- Adelphi et al (2015): 독일 기후변화 취약성연구서의 통합 기후영향

체크리스트 <사업으로 인한 기후시그널 또는 기후영향의 증대(표 3)>는 사업이 기후시그널 또는 1급 기후효과를 증가시키는가라는 핵심 질문을 세분화한 것이다. 여기서 기후시그널은 기온, 강우량의 변화상 등이며 1급 기후효과는 홍수 등 기후변화로 인해 나타나는 사고, 재해 등을 말한다.

체크리스트 <매우 민감한 보호매체 또는 적응기능에 미치는 영향(표 6)>의 경우 기후변화가 각 보호매체에 미치는 영향으로 인해 사업의 환경조건이 어떻게 달라질 수 있는가라는 질문에서 출발한 것이다. 이때 기후변화로 인한 보호매체의 민감성 증가와 기후변화 적응의 중요한 기능을 가진 보호매체들을 서로 구분하여 고찰한다.

체크리스트를 통해 사업과 기후효과 사이의 상호작용이 확인된 경우에도, 사업대상지에 실제로 기후시그널의 변화 내지는 기후효과의 변화가 예상될 경우에만 의미가 있다. 이 평가과정은 4.1.2.1.에서 설명한 평가과정과 유사하게 진행될 수 있다.

현저함 판단:

사전환경성검토는 상호작용의 관점에서도 특정한 평가방법을 필요로 한다. 간단히 말하자면 도시 내의 녹지 1 헥타르를 할애하여 사업을 실시하는 경우 이로 인해 도시열섬현상이 커질 것이므로 EIA 의무가 성립되는가? 이때 판단의 근거로 확실한 증가현상을 입증하는 것이 관건일 것이며 이를 위해 모든 기후경향을 조사해야 한다. 예를 들어 연평균 기온의 증가 등이 이에 속한다. 영향이 있을 것으로 판단되면 해당 공간이 홍수위험 지역 내에 속하는지, 도시 내의 녹지로서 기후 적응기능에 중요한 공간인지 등의 원칙적 기후 집중성을 특별히 감안해야 한다. 이때 역시 ~ 할수록 ~하다의 원칙이 적용된다. 대상지가 처한 기후변화 경향이 크거나 중대할수록, 대상지의 민감성, 기후적응 기능이 클수록 EIA 의무가 성립될 가능성이 크다. 또한 사전환경성평가의 결과 더욱 상세한 검토가 필요하다고 판단되면 EIA 의무가 있는 것으로 본다.

요점 정리

- 스크리닝을 통해서 사업과 (기후변화로 인해 증가된) 기후효과 사이의 상호작용이 나타날 수 있으며 다시금 환경에 현저한 영향을 미치게 되는지 검토해야 한다. 이를 위해 체크리스트 표 3 과 표 6 을 참조한다.
- 특히 민감하거나 기후적응 내지는 보기기능을 가진 공간에 미치는 영향의 규모와 심각성이 증가할수록 EIA 의무가 성립될 확률이 높아진다.
- 사업과 기후효과 사이의 상호작용이 있더라도 대응조치나 기술시설 등을 통해 확실히 제거할 수 있으면 EIA 의무가 없다고 판단한다.

4.2. 스코핑(조사 범위 확정)

4.2.1. 기후변화를 감안하기 위한 법적 요구사항

환경영향평가 법 제15조에 스코핑을 통해 사업허가 절차를 위해 필요한 제반 서류, 즉 조사범위 확

정 절차가 규정되어 있다. 허가 기관의 입장에서 보면 사업 신청자에게 무엇을 조사해야 하는지 어떤 서류를 제출해야 하는지 확실히 자문하기 위해서 스코핑 절차가 큰 도움이 된다. 특히 환경영향평가의 대상, 범위, 규모 및 방법론을 제시하는 것이 중요하다. 평가서의 내용, 규모, 방법론은 다음 4.3.1장에서 설명하고자 한다.

4.2.2. 기후변화를 감안하기 위한 방법론적 제안과 도구

스코핑 절차는 사업자와 허가기관 쌍방에게 EIA에서 기후변화 양상을 수렴할 수 있는 기본조건을 정하는 기회를 준다. 또한 허가기관이 보유한 기후변화 영향에 대한 전문지식과 데이터 출처 등을 조기에 취합할 수 있는 기회가 된다. 이런 방법을 통해 처음부터 EIA를 목표에 맞춰 구성할 수 있으며 불필요한 조사를 피하고 평가서의 미흡함을 사전에 방지할 수 있다. 일반적으로 EIA 의무가 있는 사업과 개별 사전환경성 평가를 통해 EIA의무가 확인된 사업들에 대해서 아래와 같은 지침이 필요하다.

우선 스코핑을 통해 EIA 절차별로 어떤 환경변화 요소를 반영할 것인지 판단해야 한다. 이때 아래와 같은 질문을 던진다:

- 사업대상지에 어떤 기후 변화 양상이 확실히 기대 되는가?
- 중대 사고나 재해에 대한 사업의 취약성에 기인하여 어떤 환경사고가 예상되는가?
- 사업 영향이 미치는 보호매체가 향후 기후변화를 감안할 때 더욱 민감해지고 더욱 큰 보호를 필요로 하는가?
- 어떤 기후모델(배출 시나리오, 예측 기간, 기상 파라미터)를 참고로 할 수 있는가?

스코핑에 대한 질문에 효과적으로 답하기 위해서는 체크리스트 표3, 4, 6을 참고할 것을 추천한다.

스코핑 참여자 범위를 넓게 잡는 것이 좋다. 될수록 모든 기관을 참여시켜 조기에 핵심 질문을 찾아내고 기존 데이터, 결여된 정보 등을 밝힐 수 있다. 또한 사업이 실시될 지역의 대표나 지역내에서 기후전망을 산출하는 연구원 등이 있으면 이들을 초대하는 것도 바람직하다.

요점 정리

- 스코핑 절차를 통해 개별적으로 어떤 기후적응 요소를 EIA 평가서에 감안할 것인지 판단하며 어떤 방법론으로 조사하고, 묘사하고 평가할 것인지 선택한다.
- 스코핑 절차를 통해 기관에 존재하는 기후변화관련 데이터를 추적한다.

4.3. 환경영향평가서 작성

4.3.1. 기후변화를 감안하기 위한 법적 요구사항

스코핑을 통해 사전에 정의한 조사범위에 대해 환경영향평가서를 작성한다. 환경영향평가 법 제16조

및 부속서 IV에 평가서의 내용이 규정되어 있다. 평가서는 기관참여 및 공공참여 시 매우 중요한 문서가 되며 EIA 절차의 핵심을 이룬다.

기후변화와 관련한 항목은 개정된 환경영향평가 법 부속서 IV 번호 4c) gg)~ii)에 새로 규정되어 있다.²⁶⁾

환경의 현 상태를 설명하는데 그치는 것이 아니라 사업을 실시하지 않을 경우 미래의 환경이 어떻게 변화할 것인지 예측해야 한다. 이는 환경영향평가 법 부속서 IV, 번호 3에서 요구하고 있다. 이 조항은 구 환경영향법과 행정절차법에 이미 포함되어 있었다. 달라진 점은 <환경을 묘사함에 있어 “적응과 관련된 영향”을 감안하도록 규정했다는 점이다. 더 나아가 부속서 IV, 번호 5d) 는 <중대 사고나 재해로 인해 인체의 건강, 문화유산 및 환경이 받는 영향 정도>를 묘사하도록 정의하고 있다. 또한 기후변화 영향에 대한 사업의 취약성을 평가서에 서술하도록 규정했다(부속서 IV, 번호 4c hh).

4.3.2. 기후변화를 감안하기 위한 방법론적 제안과 도구

4.3.2.1. 사업에 대한 설명과 영향요소 서술

평가서의 사업 설명은 매우 중요한 역할을 한다. 사업으로 인해 초래되는 여러 환경효과들과 부정적 영향을 여기서 정의해야 하기 때문이다. 사업의 전 과정, 즉 시공으로부터 운영 및 폐쇄 후 철거 작업까지 적절히 감안되어야만 종합적 평가가 가능하다.²⁷⁾

사업설명서는 건축, 시설, 운영 및 필요한 경우 향후 시설철거 작업이 환경에 미치는 현저한 환경영향 및 환경효과 요소들을 포함한다. 이때 기후변화의 관점에서 특정한 효과요소가 새롭게 등장하는지 또는 기타 방법으로 감안되어야 하는지 밝혀야 한다. 기후적응의 관점에서는 아래의 양상이 특히 중요하다:

- 기후영향을 강화하는 효과요소
- 사고위험 및 사전배려조치, 비상조치

기후시그널 및 기후영향을 강화하는 효과요소

기후영향을 증대하는 효과요소란 기온, 풍속 등의 기후시그널 또는 표면유출과 같은 1급 기후효과를 확대하는 요소들을 말한다. 아래 표 3에 이에 대한 체크리스트를 열거했다.

26) 역주: 부속서 IV, 번호 4c, 사업의 현저한 환경영향의 원인을 설명하되, gg) 사업이 기후에 미치는 영향, 예를 들어 사업의 유형과 규모에 따른 온실가스 배출량, hh) 기후변화 영향에 대한 사업의 취약성(예를 들어 사업대상지의 홍수위험 증가 등), ii) 중대 사고 또는 재해에 대한 사업의 취약성, 단 사업지의 유형, 특성에 의거 의미를 가질 때 이를 서술한다.

27) [AG UVP-QUALITÄTSMANAGEMENT 2006](#): 40

표 3 : 체크리스트 - 기후시그널과 기후영향을 강화하는 효과 인자

핵심 질문 / 가능한 사업 영향	영향을 미치는 인자 사례	영향 사례
기온		
사업으로 인해 기온이 추가적으로 상승할 수 있는가?	밀집된 도시구역의 건축면적, 녹지 내의 포장면적, 찬공기 통로의 단절, 찬공기 생성지역의 건축, 넓은 표면포장면적의 증가된 복사열로 인한 국지적 폭염	도시의 과열현상으로 인한 인체 건강 피해
사업으로 인해 하천 호소 수면의 온도가 높아질 수 있는가?	냉각수 하천 유입; 하수 하천 유입	낮은 하천 온도 환경에 서식하는 생물종 위협
강우량, 물순환		
사업이 홍수를 초래하거나 홍수 영향을 강화할 가능성이 있는가?	침투공간의 넓은 면적 포장; 하천 단면 협소화; 자연적인 침투지, 범람지 / 홍수위험지에서의 건축 행위	인명의 위협; 식수질 저하; 특별 보호 동식물 종의 서식처 파괴
사업의 영향으로 도시 내 폭우 현상이 나타날 수 있는가?	도시 내 침투공간의 넓은 면적 포장;	인명의 위협, 상하수 시스템 과부하, 부영양화, 물질 유입으로 인한 토양 오염
가뭄 기에 물소비가 많은 사업으로 인해 물 부족 현상이 초래되는가?	산업용수, 냉각수를 위한 지표수 채취; 식수 공급을 위한 심층 굴착	지하수가 필요한 생태시스템의 물 부족 현상, 하천의 유량 부족
사업으로 인해 (절기에 따라) 하천으로 유입되는 유량에 변동이 올 수 있는가?	수력발전소 또는 하천에 댐이나 보 건설; 임계 발전; 전력 생산을 위한 하천수 유출	최소 배수량을 필요로 하는 하천 생태계 침해
사업으로 인해 박테리의 생존 환경이 촉진될 수 있는가?	박테리의 생존조건을 촉진하는 운하, 생태천, 범람지 조성	박테리의 증가 내지는 번식으로 인한 인체 건강의 위협 또는 박테로 전염되는 질병 위험 상승
폭풍		

사업으로 인해 폭풍에 대한 노출도가 상승하는가?	방풍 효과를 주는 수목군락, 삼림의 벌목	인명의 위협; 바람으로 인한 토양 유실, 침식
기상 조건		
사업의 영향으로 인해 도시 내 오존층이 강화될 수 있는가?	오존을 형성하는 물질 NOx, 유기화합물 등 배출	인체 건강의 위협

예를 들어 밀집된 도시 지역에 실시되는 사업은 공간을 소모함으로써 과열현상을 증대하거나 물순환 체계에 부정적으로 작용한다. 이는 녹지나 나지 등 지금까지 기후조절 역할을 하고 물 투수가 가능했던 면적을 포장소재로 덮어버리기 때문이다. 물을 소모하여 물순환체계에 영향을 주는 것 역시 이에 속한다. 특히 물을 많이 소비하는 사업의 경우 매우 중요한 사안이다.

기후시그널과 기후영향을 강화하는 효과요소들은 지금까지도 EIA의 기본 사안이었다. 현재도 미래에도 공간소모, 포장된 면적, 물 수요 등은 가능한 범위 내에서 상세히 서술해야 한다. 앞으로는 기후영향을 더욱 강화시키는 효과요소를 더욱 집중적으로 다루어야 할 것이다.

사업의 취약성에 근거한 사고위험, 사전배려, 비상조치

개정된 환경영향평가 법 부속서 IV²⁸⁾에 의거하여 기후변화에 따른 사업의 취약성 및 이로 인해 인체 건강, 문화유산 혹은 사고나 재해로 인해 환경에 미치는 영향 역시 검토해야 한다(표 4).

보험 산업계의 데이터에 따르면 기후변화로 인해 발생하는 훼손이 증가 추세임을 알 수 있다.²⁹⁾ 따라서 향후 사업장애나 훼손을 초래할 수 있는 위험과 이를 통해 다시금 환경에 미치게 되는 영향 역시 EIA에 반영해야 하며 사업설명서에 이런 경우에 대한 대비책과 비상조치를 포함시켜야 한다.³⁰⁾

28) 역주: 개정된 환경영향평가법 부속서 4는 평가서 내용에 대한 규정이다. 그에 따르면 사업이 환경에 미치는 영향뿐 아니라 기후변화 영향과 그에 따른 사고 및 재해에 대한 사업의 취약성을 분석하여 기록하도록 규정하고 있다(부속서 4, 번호 4 c gg)-hh).

29) Höppe 2014

30) EBA 2014: 13 - 철도공사에서 발행한 <자기부상열차> 설치에 대한 EIA 지침. 그중 1.2장에 사업설명서에 포함되어야 하는 모든 요소들을 열거했으며 13쪽에는 <범람, 침수, 지진, 지각의 붕괴 등의 재해가 사업에 영향을 미칠 수 있는 가능성, 직접 혹은 상호작용에 의해 보호매체에 장애를 주는 지의 여부를 파악하여 설명해야 한다. 환경재해가 사업에 미치는 영향을 분석할 때 사업 수명 내에 변화할 기후영향을 함께 감안해야 한다.>는 지침을 주고 있다.

표 4 : 체크리스트 - 기후 영향에 대한 사업의 취약성

기후시그널과 기후영향, 사업에 미치는 효과	질문	심사를 필요로 하는 사업 사례
기상 이변		
폭염	폭염 중 사업 관련 중대사고/재해가 올 수 있는가?	고속도로 아스팔트의 과열, 철도 변형 등으로 사고 위험 증가
혹한	혹한 중 사업관련 중대사고/재해가 올 수 있는가?	도로 결빙으로 인한 사고 위험 증가; 초고압 마스트와 전선의 결빙으로 정전 가능성
폭우	폭우로 인해 사업관련 중대사고/재해가 올 수 있는가?	도로, 선로 범람, 침수 등으로 인명 위협; 습기에 약한 물질 적재장이나 창고 침수; 토양이나 하천 오염 위험; 하수시스템 과부하; 건물 내지는 공공공간에 오염된 물 침투
강풍 / 폭풍	폭풍 내지는 강풍으로 인해 사업관련 중대사고/재해가 올 수 있는가?	쓰러진 나무 등으로 철도 운행 장애; 기초가 부진한 건물로 인명 피해 초래 가능
폭설	폭설로 인해 사업관련 중대사고/재해가 올 수 있는가?	평지붕 건물(대형 쇼핑몰, 공장 등)
1급 기후영향		
해수면 상승 / 폭풍해일 / 홍수를 동반한 폭풍	해수면 상승 또는 폭풍해일 등으로 사업 관련 중대사고/재해가 올 수 있는가?	해안 제방이나 방파벽; 제방 후면의 배수시스템 - 인명 피해 위험. 민감한 보호 비오톱 파괴
하천 범람, 침수	하천 범람, 침수 등으로 사업 관련 중대사고/재해가 올 수 있는가?	산업 시설, 공사업 시설, 창고, 매립지, 하수처리장 → 토양과 물 오염, 범람, 침수, 도로변, 철도변 사면 유실 → 사고 위험 증대

눈사태	눈사태로 사업 관련 중대사고/재해가 올 수 있는가?	스키 휴양지 → 인명 피해 위험. 토양 보호를 위해 중요한 삼림의 훼손이나 파괴,
산사태, 흙탕물 급류	산사태, 흙탕물 급류 등으로 인해 사업 관련 중대사고/재해가 올 수 있는가?	사면이나 산자락에 위치한 주거지나 산업 단지 → 인명 피해
벼락	벼락으로 일어 난 산불 등으로 사업 관련 중대사고/재해가 올 수 있는가?	산업단지, 주거지 → 인명 피해

앞의 2장에서 설명한 바와 같이 기후내성Climate proofing이라는 개념 하에 사업 자체를 기후변화에 적응시키는 여러 조치들이 개발되고 있다. 예를 들어 산사태에 대비해 철도변에 높은 제방이나 보호 벽을 설치하는 것 등이 이에 속하며 이런 조치들 역시 사업설명서에 포함되어야 한다. 굳이 별도 항목으로 다룰 필요는 없다.

이미 언급한 [Envisage-CC](#)라는 연구 프로젝트에서 사업의 유형에 따라 9종의 프로젝트 서식을 개발한 바 있다. 이 서식은 각 사업 유형별, 입지유형별로 나타날 수 있는 기후변화 영향을 파악할 목적으로 마련되었다.³¹⁾ 이 서식에 근거하여 인체 건강, 문화유산의 위험성과 사고 내지는 재해의 위험을 파악할 수 있다([그림 6](#) 참조).

그림 6에서 진하게 표시된 부분은 중대 사고와 재해가 인체건강, 문화유산 또는 환경에 미치는 위험 요소들이다. 이에 대한 적절한 사전방지 및 비상조치를 사업설명서에 포함시켜야 한다. 이런 조치들 역시 기후내성Climate proofing 방안에 포함된다고 볼 수 있다. 좁은 의미에서의 기후 내성은 사업 자체가 기후변화에 대한 내성을 가지는 것을 말한다. Envisage-CC 연구 결과에서 드러난 바와 같이 기후변화 적응이란 대부분 사업시설을 기술적으로 강화하는 것이므로 결과적으로 <최적 가용 기술>의 적용과 크게 구분되지 않는다. 예를 들어 도로변 사면제방에 배수구를 넓혀 강우나 폭우 시 물이 빨리 빠져나가게 함으로써 도로 침수를 막는 한편 제방의 안정성도 높일 수 있다.

독일 보험산업 총연에서 운영하고 있는 인터넷 포털 <자연재해지도Kompass Naturgefahren>³²⁾ 역시 홍수, 폭우, 벼락, 고압, 폭풍 및 우박 등으로 인한 위험에 대해 매우 상세한 정보를 제공하고 있다. 본래 주민, 부동산 소유주, 사업체 등을 위하여 만든 사이트로서 해당 주소를 입력하면 건물 별로 홍수 위험 등에 대한 정보를 얻을 수 있으며 그 외 폭우, 폭풍 등에 따른 위험에 대한 상세한 설명이 포함되어 있다. 2018년 8월 현재 베를린, 니더작센 주, 작센-안할트 주, 튀링겐 주 및 작센 주에만 해당 정보가 준비되어 있으며 다른 연방주들은 준비 중에 있다.

31) [ÖIR et al. 2014](#); [JIRICKA et al. 2014](#)

32)

http://www.kompass-naturgefahren.de/platform/resources/apps/Kompass_Naturgefahren/index.html?lang=de

그림 6 : 도로건설 시 기후변화로 인해 초래될 수 있는 리스크 조사 서식

프로젝트 서식: 도로				
묘사: 건물 주변의 도로 및 도로 관리시설 포함. 기계실, 전력 시설 또는 안전시설 등.				
기상 현상	기후 경향	직접·간접 영향	공간	건물/운영 관련 사업 영향 사례
기온				
반복되는 결빙/해동	↘	직접 영향	모든 공간	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 시설 훼손이 잦아 시설 보수 빈번해 짐 ▪ 건물의 안정성에 영향을 미침
		낙석	사면/사면 하부	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 시설에 직접 영향을 미침 ▪ 시설 운영 일시 중단
폭염	↗	직접 영향	모든 공간	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 도로 과열 → 도로 포장 훼손 ▪ 전력시설(교통 관제 시스템) 장애 ▪ 건설 공사 조건이 악화됨
		화재	산림 주변	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 사면 화재 내지는 보호림 화재로 인한 시설 파괴
평균 기온의 변화	↗	직접 영향	모든 공간	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 더위로 인한 가로수의 과다 뿌리 성장으로 도로에 훼손이 올 수 있다. ▪ 휴가 행태의 변화로 도로 교통 흐름의 변화
		영구 동토층의 손실	알프스	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고산 지대의 도로시설이 불안정해 질 수 있으며 이로 인해 사면 위험 증대
혹한	↘	결빙	모든 공간	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 사고 위험(사전 경보시스템의 중요성 증대)
		한파	모든 공간	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 도로면 피해
		직접 영향	모든 공간	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건설 공사 여건의 변화
강우				
전국적 폭우	~	범람, 홍수	하천변	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 홍수로 인한 건물 훼손 ▪ 침수, 급류, 침식 등으로 시설 훼손 ▪ 관로 시스템 과부하
지역적 폭우/폭설	~	낙석, 사면 유실, 급류, 산사태, 눈사태	사면/사면 하부 (알프스)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 급류로 인한 불안정성 ▪ 시설 보수로 인한 사업 중단 ▪ 건설 공사 보수비 증대
가뭄/가뭄기	↗	화재	산림 녹지 부근	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 도로, 철도 일부 구간 일시적 운영 중지
폭설(눈비)	~ ^{xx}	직접 영향	모든 공간	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 눈보라, 눈사태 등으로 도로 운영 중지 ▪ 폭설이 오래 지속되면 자원 소모가
해발 1500 미터 이상에서의	↗			

폭설				
해발 1500 미터 이하에서의 폭설	↘			커지고 비용이 높아짐
얼음비	~xxx	직접 영향	모든 공간	<ul style="list-style-type: none"> 도로 주행 불가, 사고 위험 증대 정전, 교통 관제 센터 장애 제설제 살포량 증대
바람				
바람(국지적 소나기)	↗	회오리 폭풍, 벼락, 바람에 의한 퇴적물	모든 공간	<ul style="list-style-type: none"> 회오리 폭풍으로 인한 운영 중지
바람(광역 - 대서양풍, 편 현상)	□			
범례: ↗: 증가 추세/ ↘: 하강 추세/ ~ 경향이 불안정하여 증가 하강이 모두 가능 출처: ÖIR et al. 2014: 14				

요점 정리

- 기후영향을 증대할 수 있는 효과요소들을 특히 상세히 파악하고 설명해야 한다.
- 기후영향으로 발생할 수 있는 중대 사고와 재해위험을 기록해야 한다. 기후내성 조치를 실시한 경우 그 역시 설명하고 사전방지조치 및 비상조치도 포함시킨다.

4.3.2.2. 환경 상황 묘사, 현재와 미래

EIA 평가서에는 현재의 환경상태 뿐 아니라 미래에 환경에 미칠 수 있는 영향을 예측하여 서술해야 한다. 기후변화 영향으로 달라진 보호매체의 민감성이나 중요성 및 기후적응조치를 감안했을 때의 상황에 대한 설명 역시 매우 중요하다. 여기서 말하는 민감성이란 사업영향에 대한 민감성을 말하며 이는 기후변화 영향으로 증가할 수 있다.

환경의 미래 상태에 대한 묘사는 특히 기후변화 영향을 파악하는 근거를 이룬다. 물론 예측 기간이 멀어질수록, 지역 단위로 세분화될수록 예측 정확성은 저감된다. 그러므로 환경영향을 예측할 때 될 수록 입증된 현재 데이터나 확실히 예견할 수 있는 경향에 비중을 두는 것이 좋다. 기후시나리오나 효과연구의 결과를 추가적으로 언급하는 것도 중요하다.

개정된 환경영향평가 법 부속서 IV, 번호 3에서 미래의 상태를 묘사할 때 <가능한 범위 내에서 기존의 환경데이터나 연구결과>를 감안하도록 규정했다. 이는 사업자가 기후모델을 직접 만들어 제시할

의무는 없다는 것으로 해석할 수 있다.

환경상태 묘사에 기후적응 양상을 감안할 때 아래와 같은 점에 유의해야 한다:

- 필요한 경우 **토지이용 유형의 변화상** 묘사
- **지역기후 변화상** 묘사
- **보호매체 변화상**(기후변화에 대한 민감성, 적응력의 변화) 묘사

토지이용 유형의 변화

현재나 미래의 환경상태는 인위적 이용에 따라 크게 달라진다. 예를 들어 조사 대상지가 농경지 또는 임업지인 경우 자연천이 현상이 나타나지 않는다. 그 대신 기후변화에 의해 이용유형이 달라질 수 있다. 예를 들어 임업림의 주 수종이 달라지는 경우 등이 이에 속한다. 이런 경우 이용유형의 변화가 사업에 영향을 미칠 수 있는 경우에만 별도의 언급이 필요하다.

공간이용계획 역시 주거지 개발, 교통인프라 개발 및 풍력에너지단지, 채굴, 산업단지, 녹지 등 여러 이용유형을 결정함으로써 영향을 주게 된다. 연방 도시건축연구원에서 공간계획 모니터링 프로그램 (ROPLAMO)을 통해 모든 연방주의 국토개발계획과 지역개발계획의 도면 및 그에 속한 설명서를 디지털 데이터로 수집하여 토지이용 상황을 분석하고 있다. 국토개발 및 토지이용계획 차원에서는 기후 변화 양상이 특별히 큰 비중을 차지한다.³³⁾ 연방주 차원의 국토개발계획으로부터 최소 지역단체의 토지이용계획까지 지금은 모든 공간계획에서 기후변화 양상을 수렴하고 있다. 예를 들어 홍수방지를 위한 면적과 조치, 바이오툼 연계계획이나 주거 및 녹지 개발계획 등에 기후적응 규정을 포함시키고 있다.

이런 계획의 목표들 역시 EIA에서 감안해야 한다. 사업허가 과정에서 국토이용계획, 건설기본계획 등 상위계획의 내용들을 반드시 감안해야하기 때문이다. 그러므로 사업 대상지에 어떤 공간이용 규정이 존재하는지 파악하여(표 5) 환경상태의 변화를 묘사하는 과정에서 이에 대해 서술한다.

표 5 : 토지이용 변화에 대한 데이터 출처

핵심 질문	사례	출처
사업을 실시하지 않는다면 조사 대상지의 토지이용 양상이 어떻게 달라지는가?	농업, 임업 이용	농촌진흥청 산림청

33) [SPIEKERMANN & FRANCK 2014](#), [JACOBY & BEUTLER 2013](#)

	주거지, 산업단지, 풍력에너지 단지, 광산이용	지구단위계획 토지이용계획 지역개발계획 국토개발계획 연방 건축도시연구원의 공간이용계획 종합 모니터링
--	---------------------------	---

일반적으로 기존의 공간이용 내지는 토지이용계획에는 향후 5년 내지 15년의 계획의도가 드러나 있다. 그러므로 이 시간적 범위를 이상의 토지이용의 변화는 EIA에서 감안하기 어렵다. 그러므로 사업자의 입장에서 기존하는 자료 범위를 초과하여 토지이용변화 시나리오 등을 조사할 의무는 없다.³⁴⁾

지역 기후의 변화

변화하는 기후상태를 묘사하기 위해서 지난 수십 년간의 기후파라미터 변화상을 분석하고 여기서 미래의 변화를 유추해 낸다. 이때 적어도 2050년대까지의 예측 결과를 감안하는 것이 바람직하며 적어도 평균적 사업수명기간을 감안해야 한다. 사업이 기후변화에 미치는 영향이 클수록 더욱 구체적으로 변화상을 묘사해야 한다.

이때 다양한 시간 단위, 기상파라미터 및 지역의 모델링 결과를 적용할 수 있다. <독일 지역 기후지도>에서 독일 전역에 대한 데이터를 제공하고, 각 지역별 기후연구원에서 발행하는 기후지도는 지역별 및 연방주별로 폭염일수, 결빙일수 또는 폭우일수 등에 대한 데이터를 제공하므로 이를 활용할 수 있다. 국가 내지는 지역별 기후정보시스템은 위의 3.2 장에서 이미 소개했다.

대부분의 기후전망은 2050년까지를 내다본다. 이를 넘어서는 예측은 대개 시나리오의 형태로 이루어진다. 전망 기간이 길수록 커질 수밖에 없는 불확실성을 다루는 방법은 위의 3.2 장에서 이미 제안한 바 있다. 즉 이미 존재하는 기후경향을 묘사하고 그 다음에 추가적으로 기후전망을 감안하는 것이다. 그중 가능한 근거 있는 시나리오에 입각한 기후전망을 살피는 것이 중요하다.³⁵⁾

통일된 표준이 준비되기까지는 그 경향이 확실한 기후전망을 판단하여 참고하는 것이 중요하다. 기후데이터와 이에 입각한 시나리오의 유형이 매우 다양하기 때문에 그중 worst-case 원칙에 입각한 선택은 별로 바람직하지 않다.³⁶⁾

34) <독일 취약성 연구>의 일환으로 가까운 미래, 즉 2035년까지와 먼 미래, 즉 2085년까지의 성장과 침체 시나리오를 개발한 바 있다. 이 시나리오에서 <LAND USE SCANNER>라는 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 1 헥타르 격자로 토지이용 미래 상태를 예측했다. 또한 <PANTA-RHEI-REGIO> 모델을 이용하여 2030년의 토지이용수요를 분석했다(DISTELKAMP et al. 2009). EIA에서는 이런 수준의 모델링은 가능하지 않다.

35) 현재 연방 교통정보부에 속한 전문가네트워크의 일환으로 독일기상청DWD, 철도연구원EBA, 연방도로연구원BAST, 연방 수자원 연구원BAST, 연방 해양연구원BSH 및 연방 하천연구원BfG 간의 협업으로 각 문제군에 적합한 기후데이터와 기후전망의 통일을 준비 중이다.

36) 독일 기후서비스센터GERICS는 소위 <기후사실자료 Climate Fact Sheets>를 발행한다. 이런 자료들을 EIA에 적용하는 것은 고려해볼 만하다. <기후사실자료Climate Fact Sheets>는 적용가능한 파라미터의 시간적 변화상을 매우 구체적으로 묘사하며 전망된 기후변화의 안정성과 확실성에 대해 별도로 전문가 의견을 제공한다.

기후변화 영향에 따른 보호매체의 변화

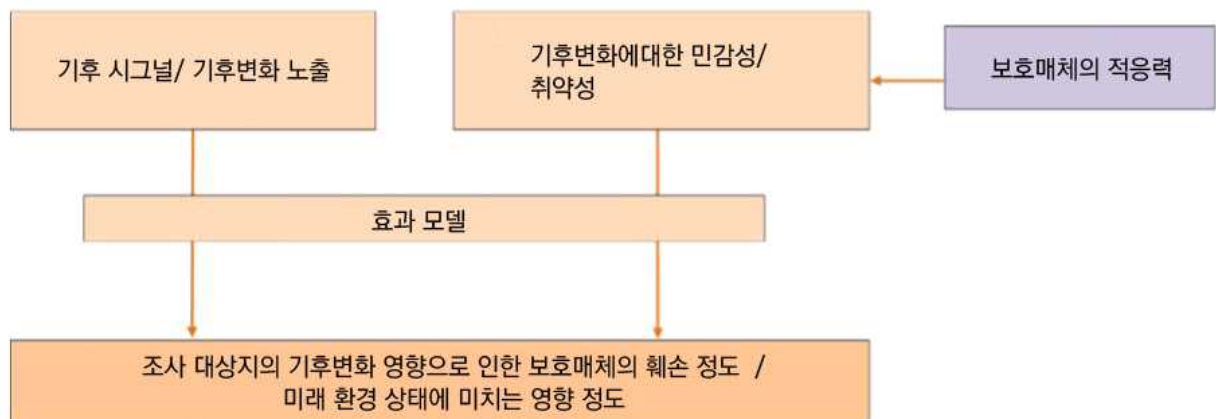
EIA에서는 환경상태를 서술하는 과정에서 계획된 사업이 기존의 또는 전망된 기후영향과 어느 정도 서로 작용하여 환경에 지대한 훼손을 초래하는 지를 밝힐 수 있다. 아래와 같은 상황에서 상호작용이 발생할 수 있다.

- 사업영향을 받는 보호매체가 환경변화의 결과로 더욱 민감해지거나 보호의 필요성이 증가하여 사업영향이 더욱 커진다.
- 사업영향이 보호매체의 적응력을 약화시킨다.

이 질문에 대해 해답을 얻기 위해서 환경상태 서술 과정에서 기후변화-영향정도분석을 실시한다.³⁷⁾ 이를 통해 기후변화의 영향으로 인한 보호매체의 변화상을 유추할 수 있다.

원칙적으로 아래 그림 7에서 도식화한 것과 같은 체계가 필요하다. 보호매체의 민감성과 대상지가 기후변화에 노출된 정도와 기후시그널의 변화상을 서로 접목시키면 조사대상지 내의 보호매체가 기후변화에 어느 정도 영향을 받는지 분석이 가능하다. 이때 해당 보호매체의 적응력을 감안해야 한다.

그림 6 : 조사 대상지의 미래 환경 상태의 예측



출처: BMVBS 2013a, modified by Thirdspace Berlin

미래의 환경상태 서술의 열쇠가 되는 것은 보호매체의 기후변화에 대한 민감성이다. 기후변화에 특히 민감한 보호매체는 예를 들어 추운 기후 조건에 적응하여 사는 동물종, 과일과 가뭄으로 인해 지하수위가 낮아져 건조 위기에 처한 습지 등이다. 민감성 외에도 보호매체가 보유하고 있는 적응잠재력 역시 향후 변화상에 매우 큰 역할을 한다.³⁸⁾ 그러므로 현황파악 시에 대상지 보호매체의 적응력을 높일 수 있는 구역을 파악하는 것이 중요하다. 가장 대표적 사례는 홍수위를 낮출 수 있는 침투 공간,

37) SPIEKERMANN & FRANCK 2014: 29ff.

38) 내제한 적응잠재력 외에 사전 방지, 대체 및 보상조치 등이 외부적 적응방안을 적용할 수 있다.

특정 동물종의 이민을 가능하게 하는 연계비오톱 면적 등이다. 효과모델을 토대로 하여 보호매체별 미래의 환경상태를 도출한 데이터가 존재한다면 이상적이다.

표 6 : 체크리스트 - 민감도가 높은 보호매체 / 기후변화에 대한 적응 기능

질문 - 민감도가 높거나 적응력이 높은 보호매체		사업으로 인한 침해 사례
인체 건강		
조사 대상지 내 폭염에 매우 민감한 주민그룹의 비율이 매우 높은가?		도시 녹지를 건축지로 전환, 도시 밀도 증대
조사 대상지에 도시 녹지, 녹지띠, 생체 기후적으로 중요한 공간(찬공기 생성지, 통로, 기온조절공간)이 존재하는가?		녹지띠를 건축지로 전환; 수목 군락 벌채; 찬공기 통로 및 신선한 공기 통로 장애
토양		
조사 대상지 내에 급류, 침수, 침전 등의 현상에 특히 민감한 토양이 존재하는가?		고산지대에 스키장 설치 대형 프로젝트 공사 기간 중 거대한 면적의 나지 발생
조사 대상지 내에 물순환시스템을 위해 특별히 중요한 토양(물 저장, 여과, 지하수 재충전 등)이 존재하는가?		건축, 채굴 행위 전반
하천·호소		
조사 대상지 내에 하천이나 호소가 존재하며 가뭄으로 인해 수위가 낮아질 위험이 있는가?		수력발전소 건설
조사 대상지 내에 물저장 공간이 존재하며 홍수로 인해 범람될 우려가 있는가?		범람 위험 지역 내에 주거단지, 산업단지의 건설
조사 대상지 내에 강우가 예상되는 유입지구가 존재하는가? 그로 인해 홍수나 급류 등이 예상되는가?		홍수 위험 지구 내 주거단지, 산업단지의 건설
생물종과 서식지		
조사 대상지 내에 여름 건기가 지속되면 위험해질 수 있는 습지가 존재하는가?		배수
조사 대상지 내에 냉각 기능을 하는 습지가 존재하는가?		배수
조사 대상지 내에 추운 곳에 서식하는 동식물이 기후변화로 인해 적절한 도피처 내지는 연계비오톱을 필요로 하는가?		건축지 지정
조사 대상지 내에 기후변화로 인해 서식지를 잃고 도피해야하는 생물종의 통로가 존재하는가?		도로, 고속도로 건설, 철도 건설, 대규모의 건축지
조사 대상지 내 또는 주변에 해당 사업으로 인해 침략종 동식물의 번식이나 분포가 강화될 수 있는가?		습지 조성, 벌채

표 6의 체크리스트는 이미 기후변화에 대해 높은 민감성을 보이거나 또는 높은 기후변화 적응력을 가진 보호매체를 파악하는데 도움이 된다.

체크리스트 중 하나의 항목이라도 부합되면 해당 보호매체의 기후변화에 대한 반응을 구체적으로 분석해야 한다. 이때 가능하면 모델링을 이용하는 것이 좋다. 그 결과로 부정적 변화상이 확인되면 사업허가에 영향을 줄 수 있다.

이미 살펴본 바와 같이 EIA에서는 미래 전망의 불확실성으로 인해 보호매체의 변화상에 대한 예측이 문제가 될 수 있다. 그러므로 평가서를 작성할 때 이미 관찰된 경향에 비중을 두어 묘사하는 것이 바람직하다. 그에 더해 가능한 범위 내에서 기후변화가 보호매체에 미치는 영향에 대한 과학적 연구결과를 최대한 참고한다.

여러 보호매체에 대해 지난 수년 간 효과모델이 개발되었다. 이를 위해 데이터를 수집하여 독일 전역 및 지역별로 기후시그널과 민감성 파라미터 간의 복합적 관계를 정의했다(표 7 참조). 표에 명시된 출처 외에도 각 연방주별로 작성된 적응전략에서 지역 특성에 부합되는 중요한 정보를 포함하고 있으므로 이를 참고하는 것이 바람직하다.

표 7 : 기후변화로 초래되는 보호매체의 변화에 대한 기초 데이터와 효과 모델

출처	내용
인체 건강	
도시 기후기능 지도 및 기후분석정보(예: 루르 지방, 쾰른, 슈투트가르트, 프랑크푸르트, 카셀, 프라이부르크, 베를린)	열섬지역, 도시기후 조절 공간, 계획 조인 지도
기후모델을 통한 기후분석 - 지역발전계획 수립을 위한 평가(Klamis-Gerhards et al. 2013)	열섬현상이 두드러진 지역, 기후조절 공간 등 중요한 공간에 대한 정의, 이들에 대한 기준 개발
슈투트가르트 시의 취약성 보고서, KlimaMoro(Weis et al. 2011)	주거단지 개발과 주민 건강(앞의 출처 91ff)
기후내성을 위한 도시재생(BBSR 2017)	열 항목의 케이스 스터디를 통해 지역사회의 적응과정의 성공요소를 분석하고 사례를 들어 프로젝트의 주안점을 정의함
독일의 기후취약성분석, 인체 건강을 위한 행동 범위(Adelphi et al. 2015; 602ff.)	열섬현상, 폭염, 지표 가까이 발생하는 오존층으로 인한 호흡곤란, 병원균 확산, 긴급구조대, 병원 부족
생물종 다양성, 동물과 식물	
환경생태기본계획, 환경생태계획	기후변화의 영향 하에 보호매체의 존속과 보존을 위한 지역별 데이터 수집 및 제공
NATURA 2000 지역의 관리계획	기후변화의 영향 하에 보존 목표를 달성하기 위한 방법론

국토개발계획, 광역개발계획 또는 환경생태기본계획 등에 나타나는 연계비오톱	서식조건의 변화로 서식지 변동이 나타나며 이에 따른 동물과 식물의 이동경로 표시
보호지역(자연보호, 풍경보호, 종보호 지역) 법규명령	기후변화의 영향 하에 각 보호대상의 지속적 보존을 위한 방법론 제시
기후변화와 생물종 보호: 미래 지향적 콘셉트(Streitberger et. atl. 2016)	기후변화에 따라 달라진 서식조건 하에 독일의 생물종 보호를 위한 전망과 전략 분석. 독일자연보호연구원 BfN 이 기후변화가 생물종에 미치는 영향을 연구하기 위해 지난 10 년간 실시한 과제 종합 분석
자연보호 차원에서 매우 중요한 동물종의 기후변화에 대한 적응력(Kerth et al. 2014)	동물 50 종에 대한 적응력 조사
최근 기후변화가 독일 동물계에 미치는 영향(Rabitsch et al. 2010)	보호 동물 500 종에 대한 기후변화 민감성 조사 및 기후변화로 인해 위협받는 종 선별
독일 조류 모니터링(Sudfeldt et al. 2012)	기후변화의 영향으로 인한 조류 분포 변화상 분석
기후변화과 동식물 및 서식지에 미치는 영향과 자연보호 적응전략(BeierKuhnlein et al. 2014)	기후변화의 시대에 발생하는 생물적 상호작용 및 기상 이변이 생물종 분포에 미치는 영향. 유럽 생물종 보호를 위한 NATURA 2000 지역에 초점을 맞춤. 선별종과 서식지의 분포 모델.
독일과 오스트리아의 기후변화 영향 하의 신생 관다발 식물 분포 잠재성에 대한 연구(Klein-Bauer et al. 2010)	30 종의 신생 식물의 분포 행태 분석
기후변화가 독일의 식물에 미치는 영향에 대한 모델링(Pompe)	선발된 845 종의 독일 내 잠재 분포도 모델링. 그중 50 목표종에 대한 세부적 프로필
독일의 기후변화에 대한 취약성, 생물종 다양성을 위한 행동 범위(Adelphi et al. 2015: 203ff)	침략종의 분포, 종별 서식 반경, 생태계 서비스, 비오톱과 주 서식지.
물	
독일 하천 연감	하천 수위에 대한 포괄적 자료. 이를 토대로 하여 미래 경향을 예측함
KLIWAS ³⁹⁾ 프로젝트를 통한 홍수모델링	독일의 1 급 하천 전체에 대한 홍수모델링.

39) KLIWAS - Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstrassen und Schifffahrt - Entwicklungen von Anpassungsoptionen. 기후변화가 하천과 선박운행에 미치는 영향 - 적응 옵션 개발. 독일연방 교통부에서 운영하는 온라인 사이트

홍수 위험 지도(예: NLWKN 2017)	각 연방주별로 2013년 이후 지도 발행. 백년간 홍수, 최대 홍수 등에 대한 정보 포함. 독일 전역 홍수위험 지도 제작 중(연방 교통부)
홍수 위험지역 지도 제작에 대한 가이드라인(LAWA 2010)	홍수 위험지도 제작 방법론
EFAS European Flood Awareness System (EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTER 2017)	하천 범람 48시간 사전 경보 시스템(GIS)
KOSTRA-DWD-2000. 1951-2000년 사이의 최대강우량 통계 및 기초 보고서(DVW 2005)	독일 폭우 지도(빈도 분포에 대한 격자형 지도). 수자원관리 시설의 홍수, 침수에 대한 노출 정도 판단을 위해.
독일의 기후변화 취약성. 수자원경제(Adelphi et al. 2015; 321ff.)	하천 범람, 급류, 상하수도 시스템 및 물정화시설에 미치는 영향, 지표수 유량 공급 상황, 식수 공급 상황, 댐 운영관리, 하천 상태 등에 대한 포괄적 정보
토양	
독일의 기후변화 취약성 중 토양부분(Adelphi et al. 2015; 170ff.)	물에 의한 토양 침식, 유실. 바람, 산사태, 토양 내의 물보유량, 침투수, 생산력(토양안정성, 토양 비옥도), 토양 내 생물종 다양성, 미생물 활동, 토양성분, 질소-인 결합, 물질 유출 등.
연방주 별 토양정보시스템	예: NRW 주, 기후보호 기능을 보유한 토양, 토양 유실 위험도 등.

보호매체 **인체의 건강**은 기후변화와 관련하여 핵심적 의미를 갖는다. 대도시에는 폭염과 오염물질의 영향이 매우 크다. 도시 공간과 그 기후 기능에 대해서는 직접 측정과 모델링을 통해 각 전문기관 사이에 논의된 생체기후적 분석과 기후기능지도가 이미 마련되어 있다. 각 지자체의 환경지도 역시 이와 관련한 정보를 제공한다. 또한 공간계획을 위한 조연지도들도 다수 존재한다. 다만 취약 그룹에 대한 데이터를 이용할 때에는 각 도시구간별로 향후 20~30년 사이의 연령대 분포 및 사회구조의 변화가 기후영향에 큰 변화를 초래할 수 있음에 주지해야 한다.

보호매체 물에 대해서는 홍수위험과 물부족현상을 중점적으로 고찰해야 한다. 홍수위험에 대해서는 이미 수많은 연구결과와 전문가간의 통일된 의견이 존재한다. 유럽연합의 홍수리스크 매니지먼트 지침⁴⁰⁾에 바탕을 두고 독일 수자원경제법 제74조에 의거 2013년 독일 홍수위험지도가 제작되었다.⁴¹⁾ 독일 전역을 대상으로 대홍수 위험지구 지도로 제작했다. 이때 기후영향으로 변화된 강우량을 감안했으며 대홍수는 백년 홍수위의 1.3 내지 1.6 배로 산출했다. 독일 수자원경제법 제73조 6항의 규정에 따른 위험도 평가 및 위험지구의 파악은 2018년 12월 22일까지 완료되어야 하며 이후 6년 터울로 검토하여 필요한 경우 갱신되어야 한다. 이때 기후변화로 인해 초래될 것이 예상되는 홍수리스크 모

40) 역주: Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and the management of flood risks

41) 역주: 홍수위험지도는 연방주별로 온라인으로 제공되고 있다.

델을 감안한다.

기후변화로 인한 강수량 변화의 불확실성에 대응하기 위해 소위 말하는 <가능최대홍수량probable maximum flood>을 참고하는 것이 바람직하다. 저수지 댐이나 수력발전소에서는 이미 유입지구의 가능최대홍수량을 적용하고 있으며 여러 연방주에서는 500년 홍수, 1250년 홍수 등을 적용하고 있다. 공간계획을 위한 지역 기후영향평가 매뉴얼⁴²⁾에서 연방 교통정보부 전문가들은 가능최대홍수량을 적용할 것을 추천하고 있다.

폭우과 관련하여 독일기상청은 KOSTRA 지도(독일 강우, 폭우 수위지도)에서 배수시설을 위해 필요한 데이터들을 제공한다. 이후 KLIWA-연합프로젝트(바덴뷔르템베르크 주 환경 기후 에너지경제부 2017)에서 도출한 강우, 폭우량의 변화 분석에 힘입어 독일기상청은 KOSTRA 지도를 개편하였으며 기후변화에 근거한 정보를 제공한다.

보호매체 토양의 경우 전국적으로 통일된 토양데이터가 존재하며 각 지역 관청에서 토양가치데이터로 이를 보완하고 있다. 이에 따르면 토양 유실이나 침식의 위험 또는 유기층 유실정도 등을 표준화된 절차를 통해 산출할 수 있다.⁴³⁾ <독일 취약성 분석>에서도 독일 전역에 걸친 토양데이터를 제공하고 있다.

홍수와 관련하여 이미 전문적으로 통일된 표준과 조치방법론이 마련되어 있는 반면 생물종 다양성의 변화, 즉 **기후에 민감한 동물과 식물**의 분포지역의 변화에 대한 예측은 몹시 어려운 분야에 속한다. 일반적 경향에 대한 최초의 연구결과가 나와 있는데 그친다. 이런 경향을 지역의 상황에 그대로 대입하는 것은 위험하다.

이 경우 환경생태계획을 통해 기후변화에 따른 자연과 풍경의 변화상을 조사 분석하여 데이터를 제공하는 것이 이상적이다:

- 환경생태계획, 환경생태기본계획은 대부분 기후변화 부문도를 포함한다.
- 보호지역에 대한 법규명령에 보호대상의 변화상에 대한 정보가 포함된다.
- 나투라 2000(NATURA 2000)⁴⁴⁾ 지역의 관리계획에 기후변화 하의 보존목표에 대해 별도의 항목을 할애하고 있다.
- 연계비오톱시스템, 특히 국토개발계획, 지역개발계획이나 환경생태기본계획에 의무화되어 있는 경우 이에 대한 포괄적 데이터가 존재할 수 있다.

해당 데이터가 존재하지 않는 경우 대상지 내의 동물과 식물에 대한 기존의 조사자료 들을 참고하여 기후민감성을 밝힐 수 있으면 유리하다.

42) [BMVBS 2013](#)

43) [LBEG 2009](#)

44) Natura 2000이란 유럽의 서식지 보호구역의 연계체제를 말하며 1992년 유럽 연합에서 발령한 서식지 보호지침[Habitatsdirective 92/43/EEC]에 근거한다. 유럽 전역의 야생동물과 식물 및 이들의 자연적인 서식처를 보호하는 것이 그 목적이다. Natura 2000 네트워크에는 조류보호지침 [„Bird“ directive 79/409/EEC]에 의해 보호되고 있는 조류보호구역도 포함되어 있다. Natura 2000 구역은 현재 유럽 전 면적의 약 18%를 차지한다.

KERTH 등은 연방 자연보호연구원에서 위탁한 R&D 프로젝트의 일환으로 50종의 주요 동물종의 기후 변화에 대한 적응력을 조사 분석한 바 있다.⁴⁵⁾ 그 결과로 많은 동물종이 직접 간접적으로 기후변화 영향에 반응하며 종별 특정한 보호조치가 필요하다는 점이 밝혀졌다. 동물을 보호하기 위해서는 우선적으로 그들의 서식지를 보호해야 한다. 늪지, 원천지, 습초지, 하천 등이 특히 중요하며 구조가 다양하고 고사목 비율이 높은 오래 된 낙엽수림이 여러 동물의 서식지로 매우 중요하다는 사실이 밝혀졌다.⁴⁶⁾

조사대상지에 위험도가 높은 동물종이 서식하거나 서식 잠재성이 존재하는 경우 KERTH 등이 2014년에 개발한 동물별 프로필을 참고하여 기후변화로 인해 종에 미치는 위험도를 판단한다.

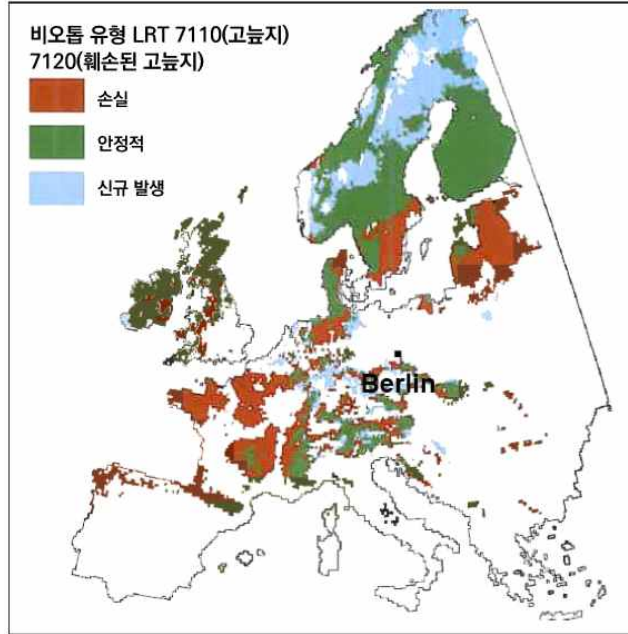
BEIERKUHNLEIN 등은 2014년 유럽 서식지 보호 프로그램에 포함된 동물종과 서식지 유형에 대해 이들이 기후변화에 어떻게 변화하는지 조사한 바 있다.⁴⁷⁾ 이때 연구의 핵심을 이룬 것이 나투라 2000 지역이다. 연구의 일환으로 유럽연합 각 회원국에서 제출한 서식지 보호 프로그램 보고서를 토대로 하여 선별된 동물종 및 그들의 서식지 분포 모델을 만들었다. 이를 위해 3회의 시간대와 3종의 배출 시나리오를 토대로 9건의 시나리오를 개발했다. EIA 사업대상지에 유럽 서식지 보호 지침에 해당되는 동물종 또는 서식지가 나타나는 경우 이 지도를 참고로 하면 된다. 예를 들어 시나리오 A2와 시간대 2051-2080에 대해 어떤 지역에서 손실되고 어떤 지역에서 새로 출현했는지 또는 한 구역의 기후변화 하의 안정성은 어느 정도인지 명확한 정보를 얻을 수 있다([그림 8](#), [그림 9](#) 참조). 이런 정보들은 EIA에서 생물종이나 그 서식지 미래의 환경상태를 묘사하는데 참고할 수 있다.

45) [KERTH et al. 2014](#)

46) 같은 책 503 ff.

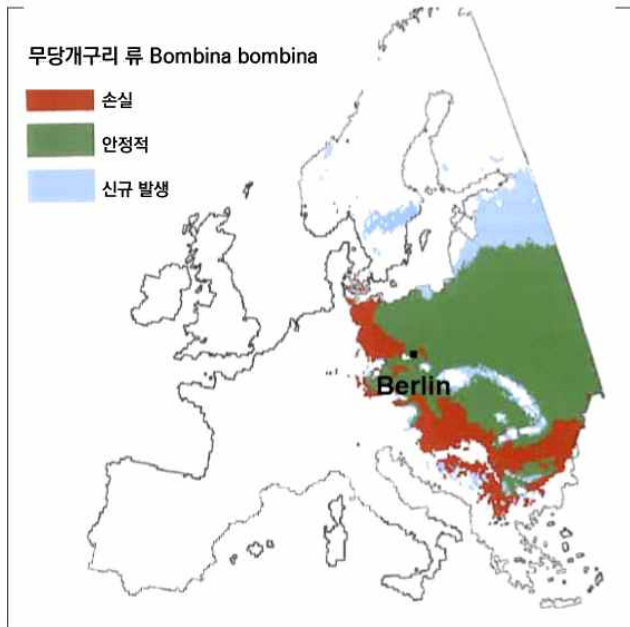
47) [BEIERKUHNLEIN 2014](#)

그림 8 : 고늪지(비오톱 유형번호 LRT 7110)과 이미 훼손이 시작된 고늪지(LRT 7120) - 향후 유럽에서의 잠재적 분포 변화상



출처: BEIERKUHNEIN et al. 2014: 318, modified by Thirdspace Berlin

그림 9 : 무당개구리 류 *Bombina bombina*의 분포 변화상 예측



출처: BEIERKUHNEIN et al. 2014: 170, modified by Thirdspace Berlin

기후변화 영향 하에 식물종의 변화상에 대해서는 <기후변화가 독일 식물계에 미치는 영향 모델링>

이라는 R&D 프로젝트의 결과가 큰 도움을 준다.⁴⁸⁾ 여기서 식물종의 분포 및 기후변화 하에 식물이 도달하는 한계를 보여주는 생체기후 모델을 개발했다⁴⁹⁾.

또한 식물 845종에 대해 독일 전역의 분포지 시나리오를 모델링했다⁵⁰⁾. 독일 내 면적 유실 비율 평균치에 따른 네 개의 리스크 범주(R)를 설정하고 각 범주에 대해 통합적인 기후-토지이용 시나리오를 개발했다. 네 개의 범주는 각각, R1: 손실 비율 25 % 이하, R2: 25~50%, R3: 50~75%, R4: 75% 이상이다. EIA에서 미래 환경상태를 묘사할 때 대상지에 서식하는 식물 중 위의 범주 중에서 유실 비율이 매우 높은 곳에 서식지가 있는 경우 민감성이 매우 높다고 판단할 수 있다.

위에 언급한 연구결과들은 현재 최적 가용 지식에 속하기 때문에 그 결과를 EIA에 참고하는 것이 바람직하다. 사업자들이 모델을 직접 개발할 필요는 없다.

효과모델의 공간 범위가 상세할수록 EIA 평가서에 적용하기에 적절하다. <독일 취약성 분석>에서는 각 행정 군별로 다양한 기후영향이 평가되어 있다. 그중 3등급 중 1급으로 분류된 곳은 EIA 평가서에 특별한 비중을 두어야 한다.⁵¹⁾ 가까운 미래의 시나리오에 대해서는 토양 수분함량, 침락종의 분포, 하천범람, 급류, 하수시스템과 정화시설에 미치는 영향, 과열이 인체의 건강에 미치는 영향은 <높다>로 평가해야 한다.

요점 정리

- 환경묘사에는 현재의 환경상태 및 미래에 예상되는 환경상태를 모두 포함한다. 다만 미래의 환경상태를 예측하기 위해 사업자가 직접 모델을 만들 의무는 없으며 기존의 환경정보와 과학적 지식을 조사하여 분석한다.
- 현재의 환경상태를 묘사할 때 사업으로 인해 잠재적으로 영향을 받는 온실가스 흡수원을 가능한 통일된 방법으로 조사해야 한다.
- 기후전망은 독일 전역에 대해 존재하는 데이터가 있으므로 이를 조사하고 추가적으로 지역 기후지도를 참고로 한다. 강우량 등 특정 기후시그널에 대한 지역 정보가 존재하는 경우 이를 감안한다. 이들은 기후보호로 인해 보호매체에 가해지는 영향을 예측하기 위한 배경 정보로 이해해야 한다.
- 기후변화에 대해 특별히 민감하거나 특별한 적응기능을 가진 경우 함께 묘사한다. 이때 보호매체의 적응력을 감안한다.
- 기후변화 외에 구체적인 예측가능한 자연적 프로세스 및 예상 가능한 인위적 토지이용의 변화를 함께 감안한다.
- 기후변화가 보호매체에 미치는 영향을 예측할 때 최적 가용지식을 활용한다. 우선적으로 이미 관찰된 기후경향에서 도출해 낸 결과를 참조하는 것이 중요하다.

48) [POMPE et al. 2011](#)

49) 같은 책: 9. 독일의 지표종 군락에 대한 가능한 영향을 조사하기 위해서 유럽의 현 기후조건과 독일의 기후조건을 비교했다. 이때 1961-90까지의 기후변화와 비교 2080년까지 세 시간대에 대해 기후전망을 분석했다. 그 결과 +2.4°C, +3.3°C, +4.5°C가 증가할 것으로 전망했다.

50) 같은 책: 151 ff. SEDG(+2.2°C) BAMBU(+2.9°C) GRAS(+3.8°C)를 말한다. 이 시나리오들은 같은 지역을 대상으로 1961-90 대비 2051-80의 기후를 비교하여 유도해 냈다(POMPE 147).

51) 해당 네트워크 참가자들이 상 중 하로 분류했으며 이때 사회적, 경제적, 생태적 및 문화적 의미뿐 아니라 공간적 기후영향을 종합평가에 반영한다(ADELPHI et al. 2015: 59).

- 미래 환경상태를 예측하기 위한 시간대는 사업의 수명 또는 가까운 미래에 제한시킨다.

4.3.2.3. 영향

환경영향을 조사할 때 사업의 각 효과요소를 보호매체 내지는 보호매체 군과 연계시켜 잠재적 효과 경로를 파악하고 이에 근거하여 각 요소들의 변화를 예측하는 것이 통례다. 계획된 사업으로 인한 변화란 레퍼런스(현재 상태 또는 사업을 실시하지 않을 경우의 상태)와 계획된 상태 사이의 편차를 말한다. 현재 상태 또는 미래의 환경상태를 레퍼런스로 채택할 지는 미래 환경상태의 예측이 적절한 방법, 즉 기존의 환경정보나 최적 가용 지식을 통해 파악될 수 있는지의 여부에 달려있다.

효과예측은 우선 사실수준에 머물며 현저한 영향이 나타나는지의 평가는 하지 않는다.⁵²⁾

기후변화 관점에서 볼 때 사업이 기후적응에 미치는 영향의 변화 내지는 확대에 따라 효과 예측 방법론이 달라진다. 이때 민감성 또는 적응기능 내지는 인체건강과 환경에 대한 리스크 등의 분야를 포함한다. 기후변화의 영향 하에 나타나는 환경상태의 변화는 앞으로 더욱 심도있게 고찰하여야 효과 예측을 위해 적절한 레퍼런스 상태를 결정할 수 있다. 특정한 보호매체에 대해 분명한 경향이 인지되거나 특별한 기후민감성이 존재하는 경우 이들의 가능한 미래 변화상(기후민감성, 적응기능, 온실가스 흡수기능 등에 대해선 4.3.2.2 참조)을 반영해야 한다. 이 정보들은 조치의 개발과 평가에도 도움이 될 수 있다.

특별한 기후민감성이 있는 보호매체에 미치는 영향과 영향 정도

보호매체의 환경상태에 대한 묘사에서 특정 보호매체가 기후에 민감하게 반응하는지 또는 대상지 내에 변화된 기후시그널에 반응하는지의 여부를 도출할 수 있다. 이런 조건 하에 기후변화에 대한 특별한 영향도가 성립된다.

기후변화에 특별히 민감한 보호매체가 조사대상지 내의 기후변화 영향권에 존재하는 경우 통용되고 있는 효과예측 방법론, 즉 데이터를 통해 입증된 방법론을 적용한다. 원칙적으로 이미 통계적으로 인지되었거나 또는 명확한 경향분석을 바탕으로 확실히 예측되는 것을 감안한다. 더 나아가서 선발된 기후시나리오와 특정 보호매체의 기후민감성에 대한 지식에 근거하여 향후 이 보호매체가 사업의 특정 효과에 대해 더욱 민감하게 반응할 것인지 검토한다.

대표적 사례 중 하나는 지하수 채취로서, 지하수는 토양생태시스템에 물을 제공하기 때문에 그 의미가 크다. 향후 일정 지역에서 여름의 가뭄이 증가하여 지하수위가 내려갈 것으로 예상된다. 이런 경향은 지하수의 영향을 받는 생태계에 대한 영향평가에 반영되어야 한다. 예측 기간은 이 경우 30년 이상이다. 이는 수자원경제법에서 규정한 허가나 승인 기간과 부합된다. 이에 대한 방지나 저감방안은 극심한 가뭄기에 지하수를 채취하지 않는 것이다.

또 다른 사례로 건축지를 들 수 있다. 기후에 특히 민감한 나비종이 서식하는 곳이라 가정할 때 기후민감성이 증가할 것이며 서식지가 축소됨으로 해서 서식환경의 악화하여 종에 미치는 위협이 더욱

52) [AG UMWELTQUALITÄTSMANAGEMENT DER UVP-GESELLSCHAFT 2004](#): 48

커진다고 볼 수 있다. 기후변화로 인해 이미 존재하는 스트레스 요소를 서식지축소에 따른 효과예측에 감안해야 한다. 개체 보호조치를 계획할 때 추가적 보호공간을 할애한다.

적응기능이 있는 공간에 대한 영향

사업이 기후적응에 의미 있는 구조나 기능에 미치는 영향 역시 파악해야 한다. 하천변 여유공간은 하천 범람을 예방하는 기능을 한다. 이곳에 주거단지나 공상업단지를 건설하면 하천 제방을 더 이상 후진시키지 못하거나 홍수방지용 저수지를 건설한 면적이 손실된다. 도시 내 녹지축에도 유사한 의미가 부여된다. 녹지축은 국지적, 지역적 기후에 매우 중요한 기능을 가진다. 기후에 민감한 생물종 통로를 도로에 의해 단절하는 것 역시 마찬가지다. 기후변화를 감안할 때 기후에 민감한 생물종에 대한 영향 정도는 기후변화가 없을 때보다 더 클 것으로 예측해야 하며 단절방지 방안의 필요성 역시 높아진다. 또한 현재 진행되고 있는 또는 이미 실시된 경관관리조치들, 예를 들어 늪지 복원 등은 중요한 적응기능의 강화 내지는 향상을 목표로 한다. 이런 면적에 대한 부정적 영향을 평가할 때 해당 면적의 개선목표 역시 함께 감안해야 한다.

인체 건강과 환경에 대한 리스크

사고 내지는 재해로 초래되는 환경영향은 특별케이스로 취급된다. 해당 사고와 재해는 프로젝트의 기후에 대한 취약성으로 인해 인체 건강, 문화유산 또는 환경에 부정적 결과를 가져올 수 있다(환경영향평가법 개정안 부속서 4, 번호 5d~f). 이런 리스크가 사전배려 내지는 비상조치로 인해 완전히 배제될 수 없는 경우 이에 대한 훼손 잠재력 역시 평가서에 언급되어야 한다.

요점 정리

- 효과분석 시 특히 기후에 민감한 범위 내지는 적응기능을 가진 공간 및 인체 건강과 환경에 미치는 기후영향위험을 함께 감안해야 한다.
- 기후변화 영향 하에 나타나는 환경상태의 변화는 지금보다 강조되어 효과분석에 반영되어야 한다. 이를 통해 적절한 미래의 결과를 얻어낼 수 있기 때문이다.
- 예측의 정확성에 대한 요구는 평가 기준의 상대성에 기인한다(?).

4.3.2.4. 환경영향 사전방지, 저감 및 보상

개정된 환경영향평가법 부속서 IV 번호 7에서 계획된 환경영향의 저감 내지는 상쇄, 대체조치⁵³⁾를 평가서에 포함시키도록 정의하고 있다. 저감 조치에 대한 요구는 다시금 개정된 환경영향평가법 제 16조 1항 번호 3과 4에 규정되어 있다.

53) 환경영향이나 자연침해를 보상하기 위한 조치를 세 가지로 구분한다. 저감(방지), 상쇄, 대체다. 저감이나 방지는 영향 자체를 피하거나 줄이는 것을 말하며 용이하지 않을 경우 영향이 일어나는 공간 자체에 조치를 실시하는 것이 상쇄이고 다른 공간에 실시하는 것을 대체라고 일컫는다. 이런 일련의 조치를 모두 통틀어 보상조치 Kompensation라고 한다.

기후적응의 관점에서 본다면 이런 조치들을 수립할 때 기후변화 영향 하에 나타나는 환경상태의 변화에 더 큰 관심을 기울여야 한다. 계획된 조치가 미래에도 그 기능을 충족해야하기 때문이다.

적응 조치

기후변화라는 관점에서 볼 때 보호매체의 저항력을 증대시킬 수 있는 적응조치는 특별한 의미가 있다. 적응조치는 사업의 효과 범위 내에 존재하는 보호매체의 저항력을 보존하는 것은 물론 다른 곳에 계획된 저감 및 보상조치의 도움을 받을 수 있다. 더 나아가서 사업과 사업환경을 해치는 장애발생, 사고 또는 피해에 대한 리스크를 방지하는 데에도 기여한다. 이런 적응조치의 사례로는 빗물 저장못이나 홍수방지제방의 확대, 폭풍 피해를 예방하도록 강화된 마스트 구조, 주거단지에 높은 비율로 남겨진 녹지, 습지비오톱의 원활한 물공급 등을 들 수 있다. 위의 사례에서 볼 수 있는 바와 같이 기술방안 뿐 아니라 자연보호적 방안도 가능하다. 이런 조치들은 반드시 EIA 의무가 있는 사업에 직접적으로 관련이 없을 수도 있으나 사업과 관련된 경우 이들은 사전 방지, 저감 뿐 아니라 보상과 대체에도 적용될 수 있다. 그러므로 새로운 조치 목록을 고민할 필요는 없으며 기존의 조치들을 적응 양상에 부합되도록 활용하면 된다.

기후보호의 방지, 저감 또는 보상 방안

환경영향이 애초에 나타나지 않게 하는 사전 방지 계명은 예나 지금이나 핵심을 이룬다. EIA에 온실가스배출량과 온실가스 흡수지에 대한 훼손 역시 묘사하고 평가하라는 새로운 규정에 부합하기 위해서는 온실가스 방지조치를 우선적으로 검토하고 이를 적용하는 것이 중요하다.

시공과정에서 건설 장비를 도입할 때 또는 온실가스 배출을 최저화하는 공정을 적용하는 것이 바람직하다. 도로계획에서 역시 사업운영으로 인한 온실가스 배출량을 최소화하는 방향으로 경로를 정하는 것이 좋다. 경로에 대한 대안을 검토할 때 온실가스 배출량을 서로 비교해야 한다. 온실가스 흡수지를 보호하기 위해서는 토양의 생태계와 높은 흡수기능을 가진 토양을 최대한 훼손하지 않아야 한다.

온실가스 배출량을 방지하거나 저감할 수 없는 경우 보호매체의 기후영향에 대한 보상조치가 의미를 가지는지 검토해야 한다. 이런 보상조치로 숲이나 습지토양, 녹지 등 온실가스 흡수지로 뛰어난 기능을 가진 공간을 복원하거나 새로 조성할 수 있다. 또는 숲의 탄소흡수기능을 증가하는 조치를 구현할 수 있다. 토양과 식재지의 온실가스 흡수기능은 원칙적으로 자연보호법 제1조 1항에서 규정한 자연생태 기능과 역량이라는 개념 하에 포함시킬 수 있다. 그러므로 자연보호를 위한 침해조정을 적용할 수 있다. 물론 지금까지 이에 대해 표준이 마련되지 않았으므로 담당 자연보호기관에서 우선 개발해야 한다.

사고 또는 재해방지를 위한 기술적 예방조치

앞으로는 사업의 기후취약성을 예방하는 기술적 조치들에 더욱 주의를 기울여야 한다. 인체의 건강, 문화유산 및 사고와 재해에 의해 환경에 미치는 리스크의 증가가 우려되기 때문이다. 이런 조치에 대한 사례는 위의 적응조치에서 이미 언급했다.

건축 안정성이나 침수보호에 대해선 이미 기술적 표준이 존재하여 적용되고 있으며 오염물질방지에

대한 법규명령 12호(12. BlmchV)와 장애 방지 가이드라인 Seveso⁵⁴⁾ II, III 등이 이미 존재한다. 장애 방지 법규명령은 위험물질을 다루는 특정한 기술시설 뿐 아니라 지진이나 홍수 등 환경에 기인한 위험요소 등도 함께 감안하고 있다. 지금까지 표준이 마련되지 않아 최적 가용 기술을 따르는 분야는 폭우와 폭염에 대한 리스크다.

시설안전위원회에서 TRAS라는 명칭 하에 시설안전기술 지침이 발표한 바 있으며 이 규정은 특정 시설분야에서 나타날 수 있는 기후변화 영향을 규정하고 더 나아가 오염물질방지에 의거한 허가가 필요한 시설에 활용하도록 종용하고 있다. TRAS 310은 폭우, 홍수 및 기타 범람과 관련된 위험의 원천을 다루고 있으며 TRAS 320은 암모니아 냉동시설에 대해 소나기, 핀, 저기압 풍, 회오리, 바람으로 인한 진동, 기압변화, 폭설 하중 등의 위험을 다룬다.

위의 두 규정은 시설 운영과 관련된 제반 기후변화 영향을 다루고 있다. 장애 법규명령에 따르면 원칙적으로 각 시설운영분야 및 입지에 대해 개별 심사를 하고 정기적으로 업데이트해야 한다.

그 외 댐, 제방건설이나 교통시설 건설에 대해서는 안정성, 배수 등에 대해 여러 기술 규정이 존재한다. 교통안전, 예를 들어 가로수 안정성 등에 대해서도 이미 지침이 존재한다. 이런 규정이나 지침을 활용함에 있어 개별 사업관련 기후변화여건 및, 기상 이변을 충분히 감안하는 것에 주의를 기울여야 한다. 이는 기술적 기후내성관리의 과제 범위에 속한다. 기후내성관리의 결과 및 적용된 보호조치는 사업설명서에 포함시킬 수 있다.

홍수와 폭우 분야에서는 폭우 뒤 주거지 내의 급류 표면 유출 경로에 대한 데이터가 결여되어 있다. 마찬가지로 폭설로 인해 지붕에 쌓인 눈의 하중에 대해서도 데이터가 없다. 산사태의 위험에 대해서는 위험구간지도가 마련되어 있어 생태공학적 데이터 및 강우가능성 데이터를 공간적으로 겹쳐 산출해낼 수 있지만 이 역시 기후변화로 인해 어느 정도 추가적인 위험이 발생하는지에 대해선 별도로 검토해야 한다.

자연보호 관점에서의 보상조치

기술적 저감 조치와는 달리 대체 및 보상조치는 대체로 자연과 풍경을 대상으로 이루어진다. 이 조치들은 사업으로 초래되는 환경보호매체의 모든 보상조치를 포괄한다. 자연보호법 제 15조에 자연침해에 대한 조정절차가 규정되어 있다. 이 조정을 통해 자연과 풍경에 미치는 피할 수 없는 현저한 영향을 가능한 <유사한 방법>으로 대체할 의무가 있다. 예를 들어 비오톱을 새로 조성하거나 개선하고, 경작이용을 줄이거나 하천을 복원하는 방법들이 이런 상쇄 내지는 대체조치에 속한다.

나투라 2000 지역이 훼손되거나 이에 상당하는 조건이 존재하는 경우 연방자연보호법 제 34조 5항에 의거 네트워크 유지조치를 전개시킬 수 있다. 자연보호법 제 45조 <번식 및 휴식을 위한 생태기능을 공간적 맥락 하에 지키기 위한 조치>를 개발하는 것도 가능하다. 이들은 대개 사업 공사가 시작되기 이전에 구현되어 사업으로 인해 훼손될 개체의 연속적인 존속을 보장해야 한다. 생물종보호를 위한 보상조치는 이와 구분된다. 이는 예외절차를 실시할 때 정의되는 것으로서 개체의 보존 상태를 영구히 지키기 위해 구현된다.

54) 역주: 위험물질의 중대사고에 대한 지침Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen. 세베소Seveso 란 별칭은 1976년 이태리 화학공장에서 발생한 대형사고로 세베소란 마인근 마을이 크게 피해를 입었기 때문에 붙여졌다.

이런 맥락에서 볼 때 기후에 매우 민감한 보호매체에 대한 보상조치가 과연 의미가 있는가라는 질문이 떠오른다. 대상지 내의 특정한 동물개체가 기후변화로 인해 피해를 입게 되면 이 종에 대한 기능적 보상조치를 취하는 것 보다는 같은 가치와 유형의 대체조치가 월등 합리적이다. 심각한 경우 사업을 포기해야할 수도 있다. 사전배려 원칙을 적용하고 불확실성을 감안하면 보호대상을 쉽게 포기하는 것을 피할 수 있다. 기후에 매우 민감한 생물종이 대체조치에 등장하는 경우 자연보호적 관점에서 논의하여 결정할 수 있다. 이때 조치의 규모를 확대하여 생물종의 존속조건 내지는 적응력을 향상시켜 확실성을 부여할 수 있다. 해당되는 자연보호적 기준과 규정이 존재하지 않는 경우 EIA 범위 내에서 우선적으로 현재의 자연생태 및 풍경의 특성을 감안하여 보상조치의 유형과 규모를 결정한다.

자연보호적 보상조치를 계획할 때 이 조치들이 기후적 조건이 달라진 상태에서도 장기적으로 효과를 낼 수 있도록 유의해야 한다. 이때 기후 변화의 미래 경향 및 토지이용과 해당 생물종의 개체수 변화 등을 토대로 삼는다. 이미 서술한 불확실성으로 인해 특히 변화하는 기후 조건 하에서의 기능의 충족에 주의를 기울이는 것이 유리하다.

안정성이라는 개념은 자연침해조정 분야에서 특히 세분화하여 고찰되었다(표 8 참조). 이를 감안하면 기후변화 여건 하에서도 예방, 저감 및 보상조치가 효과를 나타낼 수 있다. 기후조건의 변화와 개체의 역동성에도 불구하고 보상조치의 장기적 효과를 보장하기 위해서는 매니지먼트 프로그램을 수립하는 것이 큰 도움이 된다.

표 8 : 성공적, 안정적 보상조치의 특성

1	이미 기술시설이나 농업, 임업 이용으로 크게 변질된 공간 제공
2	산업이용의 장기적 포기, 공간의 장기적 확보, 지속가능하고 보존 가능한 시설에 집중(이 경우 생산 형 보상면적의 경우 특별한 규정 필요).
3	연계 서식지 내지는 서식지 간의 통로, 모자이크 형의 자연천이지 등의 비오톱 개발 면적 제공(역동적 변화에도 불구하고 안정성 추구)
4	역동적 프로세스 이용 내지는 자연적 역동성 지원(자연발생적 다양성, 장애현상 등)
5	버퍼존과 사면 보호
6	관리 불필요한 조치 적용 또는 장기적 경작 이용의 경우 비집약적 경작 개념 적용
7	효과가 나타나는 시점의 연기(장기 조치)
8	통합적 보상조치(다양한 시스템 이용)

출처: Reck 2013: 447

이 모든 기준에 부합하기 위해 <대체지 비축제도 또는 생태계좌제도>⁵⁵⁾를 적용할 수 있으며 이에 대해서는 자연보호법 제16조에서 법적 근거를 제공하고 있다. KUNZE 등은 2014년 R&D 프로젝트를

55) 역주: 대체지 비축제도, 생태계좌제도 등은 사업으로 인해 침해가 발생하기 이전에 사전배려의 원칙에 입각적절한 면적들을 사전에 비축해 두거나(대체지 은행, 대체지 개념) 또는 보상조치를 미리 구현해 두는 것이다(생태계좌).

통해 미래의 기후변화에 대응하기 위한 매니지먼트 조건들을 연구한 바 있다.⁵⁶⁾ 이때 브레멘 근교의 넓은 목초지를 모델 지역을 선정하여 생태시스템 보존을 위한 적응방안을 연구했다. 한편 KLIMAfit이라는 산학연합 프로젝트에서는 연방주 및 지역연합 차원에서 향후 삼림경제에 기후변화양상을 더욱 효과적으로 감안하기 위한 방안을 연구했으며 이를 위해 <삼림 확장을 위한 우선지역>을 선정하여 실험한 바 있다.⁵⁷⁾ EIA에서 저감, 대체 및 상쇄조치를 개발함에 있어 이런 일련의 연구결과들을 참조할 수 있다.

기후변화 적응이라는 관점에서의 보상조치는 기상이변이나 자연재해의 리스크, 예를 들어 먼지폭풍, 산사태, 가뭄, 토양유실 등을 저감하거나 방지하는 기능을 보일 수 있다.⁵⁸⁾ 자연보호 보상조치를 개발함에 있어 기후적용효과를 보이는지 검토하고 이를 기준으로 삼아 선발하는 것이 바람직하다. 표 9에 이런 유형의 조치의 사례를 열거했다.

표 9 : 기후관련 위험을 저감하기 위한 자연보호 조치의 사례

기후변화로 인한 리스크	저감을 위한 자연보호 조치
폭우 뒤 내륙 홍수	천변 저지대 자연화 방안, 범람지 복구 및 확장, 하천 유입지의 산림 보존, 적절한 수종 선발(소나무 대신 참나무류)
해안 범람, 해일 등	자연적 해안 생태계 보호, 보존, 확장. 범람지 복구, 제방 후진
폭우로 인한 토양 유실, 산사태	토양보호형 경작법 적용, 수목군락 식재, 생태적 우선 면적 지정
가뭄, 건기	경관 물순환체계의 안정화를 위한 늪지 복원, 저지대 발생림 복원, 산림을 통한 토양보호, 물조절 기능 보존
폭풍, 회오리 등으로 쓰러지거나 뽑히는 나무들	낙엽수 비율 증대, 수목 연령 분포 조절, 입지조건에 부합되는 생물종 다양성, 야생 동물 비율 조절
알프스의 영구동토층 해동, 눈사태, 낙석	보호림 조성
해수위 상승, 해안 범람	자연적 해안생태계 보호, 경제적 이용 경계선 후퇴
먼지바람(토양유실의 결과, 사고위험), 부식토 유실 및 감축 가속화	토양보호형 경작법 적용, 작물 교체, 밭 사이에 포착작물 Catch crop 재배, 수목군락 식재, 일회 수확면적 감축
병충해 증가	작물의 다양성, 생태적 우선면적(자연적 병충해 방지법 적용)
식품영양 위협, 재래종의 멸종으로 인한 기후변화에 대한 작물의 적응력 부족	야생종, 재래종 작물 및 가축의 유전적 다양성 보존, 자연 수정 보호
산사태	보호림 조성, 보호 수목띠 식재, 토양포장 정지
빗물 유출 증대, 하류 범람	천변 저지대 복원 및 자연적 이용, 상류지역의 산림 보호, 범람지 확장, 복구, 제방 후진

56) [KUNZE KL, V. HAAREN C., REICH M., WEIB C \(2014\)](#)

57) [BUNDESREGIERUNG 2015](#): 90

58) [DOYLE et al. 2014](#)

출처: Doyle et al. 2014: 523

비생물적 보호매체 물과 토양에 미치는 기후변화의 지대한 영향을 감안할 때 수자원경제법에 의거한 조치와 산림경제 조치를 좀 더 강화할 필요가 있다. 이런 조치들은 자연생태의 적응력을 높이는 동시에 기후효과도 노릴 수 있기 때문이다. 예를 들어 건기에도 습지 수위를 충분히 유지하는 조치 등이 이에 속한다.

조치목록과 데이터베이스

연방자연보호법, 수자원경제법, 산림법에 의거하여 예방, 보상조치를 계획할 때 장기적으로 기후변화의 영향을 수렴하기 위해서는 일정한 지식이 필요하다. 이와 관련하여 조치목록과 데이터베이스가 이미 마련되어 해당 사업의 유형과 보호매체에 대해 구체적인 적응조치 및 프로젝트 사례를 제공한다(표 10). 사업계획의 범위 내에서 특정 조치가 필요한 경우 이런 정보를 활용하여 입지 조건에 맞게 응용할 수 있다.

표 10 : 기후적응 조치 목록 및 프로젝트 사례

제목	출처	내용
조치 목록		
Stadtklimalotse 도시기후 파일럿	도시기후 연구 플랫폼 Stadtklima ExWoSt www.stadtklimalotse.net	지역사회, 지자체를 위한 온라인 자문 사이트. 도시기후 적응 조치 선별 지원. 총 142 적응 조치 포함
Klimalotse 기후 파일럿	연방 환경청(UBA): www.umweltbundesamt.de/themen/klimaenergie/klimafolgenanpassung/werkzeuge-deranpassung/klimalotse	지역사회, 지자체를 위한 기후변화 적응 온라인 가이드라인
Tatenbank 구현 조치 데이터베이스	연방 환경청(UBA): www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgenanpassung/werkzeuge-deranpassung/tatenbank	독일 기후변화 적응 조치 모음
프로젝트 사례		
프로젝트 목록	연방 환경청(UBA): www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgenanpassung/werkzeuge-deranpassung/projektkatalog	독일어, 영어권의 기후변화 적응 연구 프로젝트 모음

<p>KLIMZUG – Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten</p>	<p>BMBF; www.klimzug.de/de/1335.ph</p>	<p>12 분야에 대한 프로젝트 사례: 1. 에너지경제 2. 수자원경제 3. 건강 4. 해안보호 5. 도시계획, 공간계획 6. 광역 기후시나리오 7. 농업, 식품영양 8. 임업 9. 교통, 로지스틱 10. 관광산업 11. 기업 12. 교육</p>
<p>KlimaMORO, 1 기, 2 기</p>	<p>BBSR; www.klimamoro.de</p>	<p>연방 도시건축 연구원의 기후변화에 대한 공간개발 전략</p>
<p>KLIWAS –</p>	<p>BMVI; www.kliwas.de</p>	<p>기후변화가 하천과 선박운행에 미치는 영향 – 적응 옵션 개발</p>

도시기후 연구프로젝트 ExWoSt에서 개발한 <도시기후 파일럿>은 기후변화 적응을 위한 프로젝트와 조치를 망라한 목록이다(표 10). 여기서 적응프로젝트를 검색하여 예를 들어 생물종다양성, 토양, 물, 인체건강 등의 보호매체를 위한 조치 개발 아이디어를 얻을 수 있다. 그 외에 연방환경연구원의 Tatenbank에 생물종다양성과 자연보호의 분야의 사례 62건에 대해 상세한 정보를 제공하고 있다.⁵⁹⁾ 그중 하나의 사례를 보면 하천이나 계류의 자연복원을 통해 계류의 생태적으로 필요불가결한 최소 배수량을 보장한 것 등이다.⁶⁰⁾

요점 정리

- 사업별 기후적응조치는 사전방지조치일수도 있으며 보상조치일수도 있다. EIA 에서 <적응>조치를 별도로 다룰 필요는 없으며 보상조치에 수렴하면 된다.
- 모든 조치 중 핵심이 되는 것은 사전방지 조치다. 특히 온실가스 배출량이나 기후변화관련 리스크를 저감하는데 핵심적 역할을 한다.
- 보상, 즉 상쇄 및 대체조치는 사업이 보호매체에 미치는 부정적 영향을 보상하기 위한 모든 조치를 포괄한다. 본래는 자연침해조정 계명에서 출발한 것이지만 다른 모든 분야에 적용이 가능하다.
- 조치 개발 시에는 예측된 기후변화조건 하에 장기적으로 효과를 나타낼 수 있어야 하므로 매우 안정적이어야 한다는 사실에 주의를 기울여야 한다.

59) <https://www.umweltbundesamt.de/tags/tatenbank>

60)

www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank

- 조치의 공간적 기능적 규모를 확대한다면 불확실성에 대비할 수 있다. 특정한 경우 리스크매니지먼트 계획을 수립한다.
- 자연보호분야에서 기후에 민감한 보호매체에 대한 다른 가치를 제시하지 않는 한 보상조치를 수립할 때 보호매체의 현재적 의미를 기초로 삼는다.
- 자연보호와 관련된 보상조치를 계획할 때 이 조치들이 기후변화로 인한 기상이변이나 자연재해를 감소할 수 있는지 검토한다.
- 각종 기후적응조치목록과 데이터베이스는 보호매체 생물종다양성, 토양, 물 및 인체건강에 전형적인 조치와 프로젝트 사례를 포함하고 있으므로 EIA 절차에서 참고할 수 있다.

4.4. 공공참여와 기관 참여

스코핑 절차 및 EIA의무 여부를 확인하기 위한 기관참여 외에도 사업허가 절차 내에 참여의무가 존재한다. 환경영향평가 법 제17조 및 18조에서 규정하고 있는 참여의무는 기관 뿐 아니라 공공참여를 포함한다. 대개는 청문회를 통해 기관과 공공참여가 이루어지며 이때 사업자가 제출한 제반 문서들이 토론의 대상이 된다.

기후변화양상을 공공참여에 반영하기 위해 평가서에 모든 기후변화 관련 항목을 서술해야 한다(4.3.2 장 참조). 기후변화의 복합적 성격을 모두 감안하기 위해서는 활용한 데이터나 및 모델링이 최적 가용 기술 내지는 지식에 부합되어야 하며 이를 보장하기 위해 기관이나 기후, 기상연구원 등과 정기적으로 협의가 이루어져야 한다.

환경영향평가 법 제 16조 1항 7호에 의거 EIA 평가서에 이해하기 쉬운 언어로 내용 전체를 요약해야 한다. 이때 무엇보다도 사업이 환경에 미칠 수 있는 영향에 대해 서술하는 것이 중요하다. 기후변화의 영향이 허가결정에 중요한 역할을 한다고 판단되는 경우 이 역시 평가서 요약본에 서술하여 어떤 맥락 하에 환경변화가 중요한지 이해시켜야 한다.

요점 정리

- EIA 평가서에 기후변화 양상을 쉬운 언어로 서술하고 기본적인 원칙을 밝힌다.
- 기후변화와 관련된 전문기관을 참여시킨다.

4.5. 종합 평가, 결론

환경영향평가 법 제24조에 의거, 허가기관은 참여절차 실시 후 EIA의 내용과 참여절차의 결과를 요약하고 이를 토대로 하여 해당 사업의 환경영향에 대한 종합적 평가를 내린다. 이때 각각의 정보가 평가서를 토대로 한 것인지, 기관참여의 결과인지 아니면 공공의 의견을 반영한 것인지 구분하여야 한

다.

환경영향평가 법 제 24, 25조 - 요약과 종합평가에 관한 규정 - 에서는 특별히 기후변화에 대한 사항을 별도로 요약하거나 평가하라고 요구하지 않는다. 여기서 주지할 것은 환경영향평가 법 자체가 행정법으로서 기관의 EIA 행정처리 절차를 규정한다는 점이다. 제25조에서는 종합평가를 내릴 때 효과적인 사전배려의 관점을 고려해야 한다고 정의하고 있다. 그러므로 EIA 평가 과정에서 원칙적으로 근소한(현저하지 않은) 환경영향이 예상되더라도 이를 허가 결정에 감안할 수 있다.

일반적으로 각 영향의 심각한 정도를 평가하는 기준은 보호매체별 해당 특별법에 근거한다. 기후변화 영향을 평가하기 위해 별도의 기준이 마련되어야 하는가 아니면 기존의 평가기준의 비중을 키워 적용하는 것이 옳은가라는 질문이 생긴다. 예를 들어 기후에 민감한 생물종에 대한 보호기준을 강화해야 하는가 등이다.

기존의 여러 특별법에서는 기후변화 항목을 부분적으로만 다루고 있다(표 11). <기후적응>은 연방법, 즉 국토이용과 개발에 관한 법, 건설법전, 수자원경제법 등에만 고려되고 있다. 국토이용과 개발에 관한 법 및 건설법전은 주로 전략환경평가에 적용된다. 그 외 구체적으로 기후변화적응에 대한 구체적인 법적 기준은 아직 마련되지 않았다. 즉 EIA에 기후적응 사항을 수렴하기 위한 법적 기틀이 아직 부족하다는 뜻이다.

표 11 : 법적 환경요구사항 개요. 환경영향평가 시 기후변화 적응 항목에 대한 평가기준

법	내용	적용 분야
연방 오염물질 방지법 제 5 조 1 항 4 호: 시설 허가에 대한 기본 의무	허가가 필요한 시설은 에너지 절약형, 에너지 효율적으로 설치되어야 한다.	허가가 필요한 시설
건설법전 제 1 조 6 항 7 호: 건설기본계획의 상호 조율 계명	건설기본계획 수립 시 아래와 같은 사항에 주의해야 함: 신재생에너지 이용 및 효율적 에너지 이용	건설기본계획
건설법전 제 1a 조 5 항: 건설기본계획을 위한 환경보호 상호조율 원칙	기후변화에 대응하는 조치를 통해 기후보호 및 기후변화 적응의 요구에 부합	건설기본계획

국토이용과 개발에 관한 법 제 2 조 2 항 6 호: 공간이용의 기본 원칙	기후보호 조치 및 기후변화에 대응하는 조치를 통해 공간적 기후보호에 기여. 이때 재생에너지 생산, 에너지 절약, 에너지 효율 증대를 위한 공간적 여건 마련. 기후를 해치는 물질을 저장하거나 자연적 방법으로 저감하는 공간의 보존	국토이용 기본계획
수자원보호법 제 6 조 1 항 5 호: 수자원보호를 위한 일반적 경영 원칙	하천의 지속가능한 경영. 특히 기후변화 영향을 예방하는 차원에서.	하천 내 또는 천변의 모든 건설행위
수자원보호법 73 조 6 항 2 문: 위험지구의 홍수위협정도 평가	2018 년 12 월 22 일까지 리스크 분석, 위험지구 파악. 이후 6 년마다 재조사, 갱신. 미래 경향 예측도 포함됨.	홍수 위험 지구 내의 건설행위 일체
수자원보호법 제 75 조 6 항 3 문 : 리스크 관리 계획	2015 년 12 월 22 일까지 리스크 관리 계획 수립. 2021 년 12 월 22 일까지 1 차 갱신, 이후 6 년마다 홍수위협과 관련된 기후변화 영향을 조사하고 갱신	홍수 위험 지구 내의 건설행위 일체

자연보호 분야에서는 이미 여러해 전부터 기후변화가 환경과 자연에 어느 정도 영향을 주는지에 대한 토론이 진행되고 있다. 예를 들어 POTTHAST는 2013년 <자연보호에서 기후변화를 평가하는 기준>이라는 논문에서 기후변화로 인해 자연보호가 타협해야하는 국면에 처해있다는 결론을 내렸다.⁶¹⁾ 보존과 변화 사이의 갈등 속에서 보존을 목표로 했던 자연보호 분야가 이제 변화와 불확실성이라는 새로운 국면과 마주치게 되었다고 논했다. 자연보호의 개념, 전략 및 모델이라는 관점에서 WILKE는 이미 2011년 기후변화에 직면하여 자연보호의 목표 역시 안정적 보존적 개념에서 역동적 프로시저적 관점으로 전환되어야 한다고 논했다.⁶²⁾ 그 대표적 사례가 <잠재적 자연적 식생>이다. 미래의 입지조건이 안정적이라는 전제하에 미래의 식물상을 정의하는 것을 말하는데 이 역시 향후에는 기후변화로 인한 기온 상승, 강우 행태의 변화를 함께 감안해야 한다는 것이다.⁶³⁾

지금까지 EIA에 적용된 자연보호의 법정 요구사항은 자연과 풍경의 현상태를 파악하고 평가하는 것에 그쳤다. 구체적으로 본다면 <자연침해조정>과 <생물종 보호를 위한 심사> 및 <서식지 영향 평가> 등이다. 이들 원칙은 물론 향후에도 지켜져야 하며 그와 동시에 특정 생물종과 서식지에 대해 관찰된 변화 양상과 이에 근거한 미래 예측을 보완해야 한다. 이들 분야에서는 현재 연구가 진행 중이며 첫 번째 연구결과가 나와 있는 상태이다. 각 도시나 지자체에서 수립하고 있는 환경생태계획 역시 자연과 풍경이 기후변화에 따라 어떻게 변하고 있는지에 대한 정보를 포함하고 있다. 그러나 여기에도 원칙적으로 불확실성이 존재한다는 사실을 염두에 두어야 한다.

61) [POTTHAST T. \(2013\)](#)
 62) [Wilke, Christian \(2011\)](#) : 72
 63) [CHIARUCCI A., ARAÚJO M.B., DECOC Q., G. BEIERKUHNLEIN C., FERNANDES-PALACIOS J.M. \(2014\)](#) : 418

EIA에서 기후변화와 관련된 영향을 평가하기 위한 기초자료와 기준 등을 상위계획에서 미리 준비해 두는 것이 바람직하다. 예를 들어 각 지역사회에서 열섬현상을 방지하기 위한 분명한 목표를 설정해 둘 수 있다. 이는 다시금 해당 지역의 계획과 프로그램을 평가할 때(SEA) 기준을 이룬다. 지역개발계획의 차원에서 녹지의 <적응> 기능을 명확히 지정한다면 향후 녹지 보존의 법적 근거가 마련되는 셈이며 그 다음 단계로 토지이용계획이나 지구단위계획을 통해 녹지를 확보하는 근거가 된다. 기후조절을 위해 매우 중요한 찬공기 이동통로를 예를 들자면 여러 이해관계 간의 조절 과정에서 지금까지는 비중이 크지 않았다. 이는 지금까지 기후보호와 기후변화 적응이 큰 이슈가 되지 않았기 때문이며 지역적 내지는 국지적 한계치가 결여되었기 때문이다. 부분적으로 공간절약을 위한 도시 내의 밀도상승과 저렴한 주거지 확보라는 기후보호목표와 심한 충돌을 겪는다.

기후변화 양상을 EIA에 충실히 반영하기 위한 법적 기준, 전문가 합의 이론 등이 아직 결여되어 있기 때문에 그때까지는 전문가들의 감정을 받아 수렴하는 방법을 취해야 한다. 이 역시 개별적으로 구체화하고 적법하게 평가할 수 있는 법적 근거가 마련되어야 가능하다. 다른 한편 기준의 결여로 인해 오히려 기후변화 여건에 유동적으로 반응할 수 있다는 장점이 있다. 예를 들어 도시 내 녹지를 건축지로 전환하는 경우 도시 기후적 조건이 악화되는 것을 사회가 수용할 수 있는가에 대한 판단이 용이하지 않다. 마찬가지로 도시 내 연계비오톱시스템이 일부 기후에 민감한 생물종의 이동 통로로 이용되는 경우 이를 파괴하는 것이 과연 <현저한> 영향인지 아닌지의 판단도 쉽지 않다. 다른 예로 하천변의 침투지가 훼손되는 경우 이로 인한 미래의 환경영향, 즉 홍수위험도의 증가를 정량적으로 산출하는 것이 아직은 매우 어려운 과제다.

학계에서 이미 합의된 기준을 적용할 때는 이에 기후변화 양상이 감안되었는지를 먼저 파악해야 한다. 예를 들어 홍수리스크를 평가할 때 학계에서 합의된 홍수리스크지도를 적용할 수 있다. 합의된 기준이 없을 경우에는 개별 케이스별로 최신 논문, 연구자료 등을 참고하는 것이 바람직하다.

요점 정리

- 종합적 서술과 평가에 미래의 환경상태를 언급해야 한다. 환경영향과 이에 대한 조치를 개발할 때에도 기후변화 양상을 반영해야 한다.
- 특정한 보호매체에 대한 부정적 영향이 조사된 경우, 기존의 법적, 전문적 평가기준을 적용하여 <현저한 영향>이 나타날지 결정해야 한다.
- 법적 평가기준이 존재한다면 이를 반드시 적용해야 한다. 현재까지는 수자원경제법, 건설법전, 국토이용과 개발에 관한 법 등이 전부다.
- 행정절차에 법정 또는 학계에서 합의된 기준, 기술적 표준이나 지침을 적용할 때 이에 어느 정도로 기후변화 양상이 반영되었는지 우선 검토해야 한다. 반영되지 않은 경우 기후변화 적응을 감안하여 모든 기준을 새로 해석해야 한다.
- 기존의 표준과 기후변화에 대한 최신 적용지식이 서로 일치하지 않는 경우, 주어진 법적 근거 내에서 개별적 판단이 가능하다.

4.6. 모니터링

4.6.1. 기후변화를 감안하기 위한 법적 근거 및 요구사항

개정 환경영향평가 법 제 28조에 의거 허가기관은 EIA를 통해 현저한 부정적 환경영향을 감시(모니터링)하는 방법을 제시해야 한다. 이때 근거가 되는 것은 사업허가서에 명시된 준수사항이다.

모니터링 대상은 1. 허가된 사업의 유형, 특성 및 입지조건, 2. 현저한 환경영향을 피하거나, 저감하거나 대체, 보상하기 위한 조치 등이다. 그 외에도 사전에 예견하기 어려운 환경영향을 함께 감시한다.

4.6.2. 기후변화를 감안하기 위한 방법론적 제안과 도구

이미 여러 번 언급한 바와 같이 기후변화로 인한 환경영향의 예측이 매우 불확실하기 때문에 모니터링의 중요성이 대두된다. 보호매체 별 기후에 대한 민감성이나 취약성에 기인한 환경영향은 파악이나 예측이 용이하지 않다. 예를 들어 기후에 민감한 동물종이나 지하수위, 지표수 유량이 어느 정도 기후변화의 영향을 받는지 또는 도시 내 건축사업으로 인해 기온이 얼마나 상승하는지 등의 판단이 이에 속한다.

보상조치에 대한 모니터링 역시 큰 비중을 차지한다. 우선 시공관리를 통해서 구현되었는지를 판단한다. 이후 효과와 기능 관찰, 즉 구현된 조치가 여러 해 뒤에 과연 목표를 달성하는지를 관찰해야 한다. 이때 자연침해조정과 생물종 보호 분야에서 그동안 쌓인 경험을 토대로 하는 것이 바람직하다.⁶⁴⁾ RUNGE 등은 2010년 발표한 연구논문⁶⁵⁾에서 <생물종 보호를 위한 CEF 조치>⁶⁶⁾를 수립하기 위해 어떤 내용과 목표가 필요한지 참고할 수 있다. JESSEL은 2006년 자연침해 보상조치를 구현함에 있어 어떤 특별한 조건이 필요한지 분석한 바 있다.⁶⁷⁾ WILKE는 2011년 환경생태계획을 위해 기후변화와 관련된 모니터링 체크리스트를 개발했다.⁶⁸⁾ 이런 자료들을 모니터링 계획 수립에 참조할 수 있다.

EIA에 반영된 기후전망이나 예측이 불안정하기 때문에 모니터링을 통해 실제로 관찰된 기상 파라미터를 기후전망 수치와 상시 비교해야 해야 한다. 이미 심각한 수준의 변화가 나타나는 경우 환경영향의 편차 역시 클 것이라는 예측을 가능케 한다. 이미 발생한 기후변화가 근소한 경우 이에 비추어 향후의 환경영향 역시 근소한 것으로 내다보아도 좋을 것이다.

모니터링 계획을 수립할 때 예견치 못한 변화가 올 경우를 대비해 조치를 갱신할 수 있는 여지를 두는 것이 좋다. 이는 허가서 내의 조건으로 명시해둘 수 있으며 사실상 리스크 매니지먼트의 범주에 속한다.

요점 정리

- EIA의 모니터링은 이미 구현된 보상조치 및 향후 발생할 수 있는 현저한 환경영향을 관찰 대상으로 한다.
- 현저한 환경영향의 관찰에 있어 기후에 민감한 보호매체에 중점을 둔다.

64) Schubert, Steffi (2001)

65) RUNGE 2010b

66) 역주: CEF-continuous ecological functionality-measures의 약자로서 생태기능을 지속적으로 보장할 수 있는 조치들을 말한다.

67) JESSEL B. 2006 ; 30

68) Wilke, Christian (2011; 198f.).

- 조치의 관찰에 있어서는 계획된 기능, 특히 기후민감성과 관련된 기능이 충족되는지의 중점을 둔다. 이 부분에 아직 불확실성이 존재하기 때문이다.
-

5. 참고 자료

- Adelphi, PRC, EURAC (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel [Hrsg. Umweltbundesamt]. Dessau-Roßlau, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (Climate change, 2015, 24).

Adelphi(사립기후연구원), Plan risk consult(PRC), European Academy(EURAC) (2010) : 기후변화에 대한 독일의 취약성 연구. 연방환경연구원 도서 시리즈 Climate Change 24/2015, 689 쪽

연방환경연구원의 위탁으로 Adelphi, PRC, EURAC 이라는 사립연구원에서 공동 작업으로 기후변화에 대한 독일의 취약성을 분석하여 2015년 689쪽의 방대한 보고서를 제출했으며 연방환경연구원 도서시리즈 Climate Change 24/2015 호로 출판했다. 연구비는 독일연방환경부에서 지원. 정부기관이나 지자체 담당관청, 전문연구원, 전문가들을 위한 자료.

•

- AG UVP-Qualitätsmanagement (2006): Leitlinien für eine gute UVP-Qualität. Unter Mitarbeit von Joachim Hartlik. Dortmund: Rohn (UVP-Anforderungsprofil, 3). 독일 EIA 협회, 수준관리 연구팀: EIA의 높은 수준을 위한 가이드라인. EIA 협회 도서 시리즈 – EIA에 대한 요구조건 3. 2006, 109 쪽

- Agatz, Monika (2014): Windenergie-Handbuch. 14. Ausgabe, Dezember 2017. Gelsenkirchen: Selbstverlag.

모니카 아가츠: 풍력에너지 매뉴얼. 14 번째 개정판. 2017. 자기출판사, 370 쪽

저자 모니카 아가츠는 환경보호학을 전공한 이후 노르트라인-베스트팔렌 주 여러 행정기관에서 사업허가 및 모니터링 부서 직원으로 여러 해 동안 일하며 경력을 쌓았다. 그 중 풍력에너지시설과 바이오가스 시설을 집중적으로 관리했다. 오랜 경험을 토대로 하여 2006년 풍력에너지시설 행정 관리에 대한 매뉴얼을 집필했으며 빠르게 변화하는 추세에 맞추어 정기적으로 업데이트 하여 2017년 14 번째 개정판을 출판했다.

해당 홈페이지: <http://windenergie-handbuch.de/windenergie-handbuch/>

- ALBRECHT J., SCHANZE J., KLIMMER L., BARTEL S. (2018): Klimaanpassung im Raumordnungs-, Städtebau- und Umweltfachplanungsrecht sowie im Recht der kommunalen Daseinsvorsorge. Grundlagen, aktuelle Entwicklungen und Perspektiven. Ausarbeitung im Rahmen des FE-Vorhabens „Analyse, Bewertung und Politikempfehlungen zur Anpassung nationaler rechtlicher, planerischer und informatorischer Politikinstrumente

an den Klimawandel". Hg. v. UBA.

알브레히트; 산체; 클리머; 바르델: 공간계획, 도시건설, 환경특별계획 및 지자체 주민생존권의 토대로서의 기후변화 적응. 현황과 미래전망. R&D 프로젝트 <국가법, 계획 및 정보 정책의 기후변화 적응에 대한 분석, 평가 및 정책조언> 연구보고서. 연방환경연구원 발행. 2018, 225 쪽. 연방환경연구원 도서시리즈 Climate Change 03/2018 로 출판되었다.

- Altmooos, M.; Burkhardt, R.: Netzwerk Natura 2000 - Plädoyer für eine dynamische Sichtweise. In: Natur und Landschaft 9/2016, S. 272-279.

알트모스; 부르크하르트 (2016) : 나투라 2000 네트워크. 역동적 시각을 위한 변론. 자연과 풍경 9/2016, pp. 272-279

- BALLA S., SCHÖNTHALER K., WACHTER T., PETERS H.-J. (2017): Grundlagen der Berücksichtigung des Klimawandels in UVP und SUP. Ausarbeitung im Rahmen des FE-Vorhabens „Analyse, Bewertung und Politikempfehlungen zur Anpassung nationaler rechtlicher, planerischer und informatorischer Politikinstrumente an den Klimawandel". Hg. v. UBA.

발라; 쉐탈러; 바흐터; 페터스 (2018): EIA 와 SEA 에 기후변화를 감안하기 위한 기본 방법론. R&D 프로젝트 <국가법, 계획 및 정보 정책의 기후변화 적응에 대한 분석, 평가 및 정책조언> 연구보고서. 연방환경연구원 발행. 67 쪽. 연방환경연구원 도서시리즈 Climate Change 04/2018 로 출판되었다.

- Balla, Stefan; Peters, Heinz-Joachim; Wulfert, Katrin (2010): Leitfaden zur Strategischen Umweltprüfung (SUP). Dessau: Umweltbundesamt (Texte / Umweltbundesamt, 2009,08).

발라; 페터스; 볼퍼르트 (2010): SEA 가이드라인. 101 쪽
전문가들과의 대담과 워크숍을 통해 보다 충실한 SEA 실시를 위한 가이드라인 개발.

- BBSR – BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (2014): Windenergieanlagen und Raumordnungsgebiete. Verteilung, Anlagendichte, installierte Leistung. KOMPAKT 01/2014. Bonn: BBSR

연방도시건축 연구원(2014): 풍력에너지단지과 공간이용지역(주거지, 공업업지 등). 분포, 설치밀도 및 생산전력량. 연방도시건축 연구원의 분석보고서 KOMPAKT 2014 년 1 월호로 발행되었다. 20 쪽.

풍력에너지는 신재생에너지 중 가장 큰 비중을 차지한다. 안정적 성장을 위해서는 법적으로 확정된 공간을 충분히 확보해야 한다. 본 논문은 지역개발계획에 풍력에너지 이용을 위해 지정된 공간의 현황 및 건축지 밀도와 설치된 용량을 파악했다. 연방 도시건축연구원에서 실시한 공간이용계획 모니터링 결과와 디지털 지역계획도에 나타난 풍력에너지단지

데이터베이스를 토대로 하여 분석했다. 처음으로 독일 전역에 걸쳐 공간이용지역과 시설입지를 오버랩시킨 지리통계적 자료가 만들어졌다.

- BBSR – BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (2015): Steuerung der Windenergie durch die Regionalplanung - gestern, heute, morgen. Bonn, Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBSR-Analysen kompakt, 2015,9).
연방도시건축 연구원(2015): 지역개발계획을 통한 풍력에너지 관리, 어제, 오늘, 내일.
연방도시건축 연구원의 분석보고서 KOMPAKT 2015 년 9 월호로 발행되었다. 16 쪽.
- Bechmann, Arnim; Hartlik, Joachim (2004): Die Bewertung zur Umweltverträglichkeitsprüfung - ein methodischer Leitfaden. Grundlagen, Konzept, Arbeitsmodelle, Vorgehensweise. 1. Aufl. Barsinghausen: Edition Zukunft (Die Umweltverträglichkeitsprüfung in Deutschland, / Arnim Bechmann ; Teil 5).
베히만; 하르트릭 (2004): 환경영향평가를 위한 방법론 가이드라인. 기초자료, 개념, 작업 모델, 접근법. 단행본. 추쿤프트 출판사. 310 쪽.
- Beierkuhnlein, Carl; Jentsch, Anke; Schlumprecht, Helmut; Reineking, Björn; Ellwanger, Götz (Hg.) (2014): Auswirkungen des Klimawandels auf Fauna, Flora und Lebensräume sowie Anpassungsstrategien des Naturschutzes. Ergebnisse des gleichnamigen F+E-Vorhabens (FKZ 3508 85 0600). Münster: BfN-Schr.-Vertrieb, Leserservice im Landwirtschaftsverl. (Naturschutz und biologische Vielfalt, H. 137).
바이어쿤라인; 엔취; 솔름프레히트; 라이네킹; 엘방거 (2014): 기후변화가 동물, 식물 및 서식지에 미치는 영향. 자연보호의 적응전략. 동명의 R&D 프로젝트 보고서. 뮌스터.
연방자연보호연구원 도서 시리즈 Naturschutz und biologische Vielfalt 137 호. 무료로 제공되는 연방환경연구원의 도서와는 달리 연방자연보호연구원 도서는 유료로 구입해야 함. 488 쪽, 38 €.
- Birkmann, Jörn (Hg.) (2012): Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung. Grundlagen, Strategien, Instrumente. Hannover: Akad. für Raumforschung und Landesplanung (E-Paper der ARL, 13).
비르크만 외 (2012): 공간계획을 통한 기후변화 적응. 기초자료, 전략, 도구. 공간연구와 국토계획 아카데미(ARL) 출판. E-Paper 13 호. 216 쪽.

동명의 라이프니츠 연구프로젝트 KLIMPAKT 결과 보고서. 여러 연구원의 12 인이 참가 3 년에 걸친 공동작업을 통해 기후변화의 시대를 맞아 변경된 여건 하에 적응전략을 공간계획에 수렴하는 방법론을 개발했다. 여러 공간이용 유형에 따른 기후변화 영향 파악으로부터 계획을 통한 적응 가능성, 공간이용의 취약성을 판단하기 위한 지표 개발, 법적 근거 및 사례 조사 등 넓은 스펙트럼으로 고찰했다.

- BMJV – BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (Hrsg.) (2012): Bekanntmachung einer sicherheitstechnischen Regel der Kommission für Anlagensicherheit. (TRAS 310 "Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser") ; vom 15. Dezember 2011. Köln: Bundesanzeiger-Verl.-Ges (Bundesanzeiger : [Beilage], 64,32a).
연방법무부 발행 (2012): 시설안전위원회의 안전기술 규정 공고. (트라스 310 <강우와 홍수의 위험출처의 조치> 퀴른. 연방공보 64.32a. 24 쪽.
- BMJV – BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND VERBRAUCHERSCHUTZ (Hrsg.) (2014): Bekanntmachung einer sicherheitstechnischen Regel der Kommission für Anlagensicherheit. (TRAS 110 – Sicherheitstechnische Anforderungen an AmmoniakKälteanlagen ; vom 18. November 2014. Köln: Bundesanzeiger-Verl.-Ges (Bundesanzeiger : [Beilage]).
연방법무부 발행 (2014): 시설안전위원회의 안전기술 규정 공고. (트라스 110 <암모니아 냉각시설의 안정기술에 대한 요구> 퀴른. 연방공보 2014. 30 쪽.
- BMNT - BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2010) : Leitfaden für das Klima- und Energiekonzept im Rahmen von UVP-Verfahren.
오스트리아 연방 농업산림환경수자원부 (2010) : EIA 절차 범위 내에서의 기후와 에너지계획 수립을 위한 가이드라인. 41 쪽.
- BMUNR – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (Hrsg.) (Hg.) (1998): Umweltgesetzbuch. (UGB-KomE) ; Entwurf der Unabhängigen Sachverständigenkommission zum Umweltgesetzbuch beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Unabhängige Sachverständigenkommission zum Umweltgesetzbuch. Berlin: Duncker & Humblot.
연방환경 자연보호 및 핵안전부 발행 (1998): 환경법전 초안. 전문가위원회에서 환경부장관에게 제출함. 둥커 & 훔볼트 출판사. 305 쪽.
- BMVBS – BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (Hrsg.) (2013): Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Systematisierung der Grundlagen regionalplanerischer Klimafolgenbewertung : KlimaMORO. Berlin, Bonn: BMVBS; BBSR.
연방 교통 건설 및 도시개발부 발행 (2013): 공간계획에서의 지역 기후영향평가 방법론 매뉴얼. 지역계획의 기후영향측정을 위한 기초자료의 체계화. 기후변화를 위한 공간개발전략

(KLIMAMORO). 196 쪽.

- BMVBS – BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (Hrsg.) (2013a): Was leisten Klimamodelle für die Regionalplanung? Ergebnisse eines Expertengesprächs vom 18.02.2013 im Rahmen des Netzwerks Vulnerabilität. Berlin: BMVBS (BMVBS-Online-Publikation, 2013,31).
연방 교통 건설 및 도시개발부 발행 (2013): 기후모델이 지역계획에 어떻게 기여하는가? 취약성 네트워크 전문가 대담 결과 모음. 2013 년 2 월 18 일. 32 쪽.
- BORN M., HEIDRICH B., SPIEKERMANN J. (2008): Klimaanpassung in Planungsverfahren - Leitfaden für die Stadt- und Regionalplanung. Der Leitfaden entstand im Rahmen des FE-Vorhabens „Klimawandel Unterweser - Mit dem Klimawandel handeln! - Akteurs-orientierte Risikokommunikation im Umgang mit ungesichertem Wissen der Fördermaßnahme klimazwei. Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen des BMBF. Bremen: Sustainability Center Bremen (Klimaschutz in der Region).
본; 하이드리히; 스피커만 (2008): 계획절차를 위한 기후적응. 도시 및 지역계획을 위한 가이드라인. R&D 프로젝트 <운터베저 지역의 기후변화 – 기후변화와 협상하기! - 행동가들을 위한 리스크 커뮤니케이션, 불확실한 지식과 함께 하기>를 통해 개발됨. 연방 교육부에서 기후보호와 기후영향방지를 위한 연구 프로젝트. 브레멘 지속가능 센터(지역기후보호). 78 쪽.
- BOSCH & PARTNER GMBH, TRUE ENERGY GMBH, ENGEMANN & PARTNER (2011): Entwicklung einer fachlich-methodischen Handreichung zur Berücksichtigung von Naturschutzbelangen bei der Planung und Zulassung von Biogasanlagen. Kurztitel: Handreichung "Biogasanlagenplanung und Naturschutz". FE-Vorhaben 0325092 im Auftrag des BMUNR. Hannover.
보쉬 & 파트너 (2011): 바이오가스 시설의 계획과 자연보호. 계획과 허가절차에서 자연보호목표를 감안하기 위한 전문적 방법론 개발에 대한 매뉴얼. 연방환경부 지원 R & D 프로젝트. 170
- BUBECK P., KLIMMER L., ALBRECHT J.: Klimaanpassung in der rechtlichen Rahmensetzung des Bundes und Auswirkungen auf die Praxis im Raumordnungs-, Städtebau- und Wasserrecht. In: Natur und Recht 28(2016), pp. 297–307.
부백; 클림머; 알브레히트: 연방법 범위 내에서의 기후적응과 공간계획, 도시건설 및 수자원경제법 실무에 미치는 영향. 자연과 법 28 호. 2016 년. 11 쪽.

- BUNDESREGIERUNG (2015): Anpassung an den Klimawandel. Erster Fortschrittsbericht der Bundesregierung zur Deutschen Anpassungsstrategie. Berlin: BMUB.
연방정부 (2015): 기후변화 적응. 독일 연방정부의 적응전략 1 차 갱신 보고서. 40 쪽.

- CHIARUCCI A., ARAÚJO M.B., DECOC Q., G. BEIERKUHNLIN C., FERNANDES-PALACIOS J.M. (2014): The concept of Potential Natural Vegetation: an epiath. In: Journal of Vegetation Science (21), S. 1172–1178.
키아루키; 아라우호; 드콕; 바이어쿤라인; 페르난데스-팔라치오스 (2014): 잠재적 자연적 식물상 가이드라인. 식물과학저널 21/2014, pp. 1172-1178. 7 쪽.

- Distelkamp, Martin; Großmann, Anett; Hohmann, Frank; Lutz, Christian; Ulrich, Philip (2009): PANTA RHEI REGIO. Ein Modellsystem zur Projektion der künftigen Flächeninanspruchnahme in Deutschland und zur Folgenabschätzung fiskalischer Maßnahmen. Osnabrück: Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH (GWS Discussion Paper, 7/2009).
디스텔캄프; 그로스만; 호만; 루츠; 올리히 (2009): 판타 라이 레기오. 독일의 미래 공간수요의 전망과 정부 정책의 결과를 예측하기 위한 모델시스템. 경제구조연구소 발행. 7/2009. 7 쪽.

- DOYLE U., RISTOW M., VOHLAND K. (2014): Abschwächung von klimabedingten Naturkatastrophen - wie Naturschutzstrategien dazu beitragen können. In: Natur und Landschaft 12/2014, S. 522–526.
도일; 볼란드 (2014): 기후에 기인한 자연재해의 저감 및 자연보호전략의 기여. 자연과 풍경 12/2014. 5 쪽.

- DRÖSLE M., AUGUSTIN J., BERGMANN L., FÖRSTER C., FUCHS D., MARIA HERMANN J., KANTELHARDT J., KAPFER A., KRÜGER G., SCHALLER L., SOMMER M., SCHWEIGER M., STEFFENHAGEN P., TIEMEYER B., WEHRHAN M. (2012): Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und dessen monetäre Bewertung. Abschlussbericht des gleichnamigen FE-Vorhabens. Bonn (BfN-Skripten 328).
드뢰슬러; 아우구스틴; 베르크만; 피르스터; 후스; 마리아 헤르만; 칸텔하르트; 카퍼; 크뤼거; 샬러; 쾰머; 슈바이거; 스테펜하겐; 티마이어; 베어한 (2012): 보호지역이 기후보호에 기여하는 정도와 금전적 가치. 동명의 R & D 프로젝트 보고서. 163 쪽.

- EBA – EISENBAHNBUNDESAMT (2014): Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebbahnen. Teil III

Umweltverträglichkeitsprüfung – Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung.

연방철도청 (2014): 철도법에 따른 자기부상열차의 계획확정절차 및 환경 가이드라인. 3 부. 환경영향평가 – 자연보호법에 따른 침해조정. 138 쪽.

- Eichhammer, Wolfgang (2001): Treibhausgasminderungen in Deutschland und UK: Folge "glücklicher" Umstände oder gezielter Politikmassnahmen? Ein Beitrag zur internationalen Klimapolitik ; Forschungsbericht 201 41 133. Berlin: Umweltbundesamt Climate Change 02/01).
아이히함머 (2001): 독일과 영국의 온실가스저감: 우연한 행운인가 아니면 정치적 성공인가? 국제 기후정책에 대한 기여. 연구보고서. 연방환경연구원 도서 시리즈 Climate Change 02/01, 50 쪽.
- Erbguth, Wilfried; Schlacke, Sabine (2014): Umweltrecht. 5. Aufl. Baden-Baden: Nomos (NomosLehrbuch).
에르부구트; 솔라케 (2014): 환경법전. 5 판. 노모스 출판사.
- Essl, Franz (Hg.) (2013): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa. Berlin: Springer Spektrum.
에슬 (2013): 생물종 다양성과 기후변화. 유럽 자연보호를 위한 영향과 행동옵션. 단행본. 스프링거 출판사. 454 쪽.
- EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTER (2017): European Flood Awareness System. Online verfügbar unter <https://www.efas.eu/>
유럽위원회 조인트 리서치 센터 (2017): 유럽의 홍수예방 시스템. 온라인.
- Haaren, Christina von (2010): Der Einfluss veränderter Landnutzungen auf Klimawandel und Biodiversität. Unter besonderer Berücksichtigung der Klimarelevanz von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Hg. v. W. Saathoff, T. Bodenschatz und M. Lange. Münster: BfN-Schr.-Vertrieb im Landwirtschaftsverl. (Naturschutz und biologische Vielfalt, H. 94).
하렌 (2010): 토지이용의 전이가 기후변화와 생물종다양성에 미치는 영향. 자연보호와 경관관리 조치의 기후양상을 특별히 감안. 연방자연보호연구원 도서시리즈 94 호. 단행본. 182 쪽.
- HANSESTADT LÜBECK (Hrsg. 2008): Gesamtlandschaftsplan Lübeck. Umweltbericht im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung nach § 14 UVPG.

뤼벡 (2008): 종합환경생태계획. 전략환경평가 중 환경평가서. 환경영향평가법 제 14 조. 67 쪽.

- HLNUG Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2016): Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland (ReKliEs-De).

<http://reklies.hlnug.de/startseite.html>.

헤센주 자연보호 환경지리 연구원 (2016): 유럽과 독일의 지역 기후전망 – 기후영향연구를 위한 앙상블 시뮬레이션. 51 쪽.

- Höpfe, Peter (2014): Naturkatastrophen der letzten Jahrzehnte. Trends bei Häufigkeit und Schäden, Ausblick in die nahe Zukunft = Natural disasters in recent decades : trends in frequencies and losses, and an outlook to the near future. In: Natur und Landschaft (12), S. 516–521.

회폐 (2014): 지난 수십 년간의 자연재해. 빈도와 피해 경향. 미래전망. 자연과 풍경 12/2014.

- IPCC (Hrsg. 2014): Klimaänderung 2014. Synthesebericht. Bonn: Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle.

IPCC (발행 2014): 기후변화 종합보고서 2014. 164 쪽.

- JACOBY C. & BEUTLER K. (2013): Konzeptioneller Leitfaden. Integration einer Klimafolgenabschätzung in die Umweltprüfung zum Flächennutzungsplan am Beispiel der Flächennutzungsplanung mit integrierter Landschaftsplanung der Stadt Regensburg. Entwurf der lokalen Forschungsassistenz für das vom BMVBS/BBSR geförderte Stadtklima ExWoStVorhaben der Stadt Regensburg.

야코비 & 보이틀러 (2013): 가이드라인 콘셉트. 토지이용계획에 대한 전략환경평가에의 기후전망 수립. 레겐스부르크 시의 통합 토지이용계획과 환경생태계획의 사례를 대상으로. 연방교통정보부 지원 도시기후 ExWoSt 프로젝트를 지원하기 위한 지구 계획. 48 쪽.

- JESSEL B. (2006): Durchführungs- und Funktionskontrollen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen –. Stellung von Nachkontrollen innerhalb der Eingriffsregelung. In: Florian Mayer (Hg.): Qualitätssicherung in der Eingriffsregelung. Nachkontrolle von Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen ; Statusbericht. Bonn- Bad Godesberg: BfN (BfN-Skripten, 182), pp. 23–38.

예셀 (2006): 상쇄와 대체조치의 실시와 기능검사. - 침해조정 조항 내에서의 사후컨트롤. 플로리안 마이어 발행: 침해조정 수준보장. 상쇄와 대체조치의 수준검토 : 현황보고. 연방자연보호연구원 스크립트 182. pp. 23–38.

- JIRICKA A., VÖLLER S., LEITNER M., FORMAYER H., FISCHER T.B., WACHTER T.F. (2014): Herausforderungen bei der Integration von Klimawandelfolgen und -anpassung in Umweltverträglichkeitsprüfungen. ein Blick auf die Planungspraxis in Österreich und Deutschland. In: UVP-report, 28 (3-4), pp. 179–185.
지리카; 뵐러; 라이트너; 포르마이어; 피셔; 바흐터 (2014): 환경영향평가에 기후변화영향과 적응 수렴의 도전과제. 오스트리아와 독일 실무 개요. pp. 179–185.
- KABAT P., VAN VIERSSEN W., VERAART J., VELLINGA P., AERTS J. (2005): Climate proofing the Netherland. In: Nature 438 (11), pp. 283–284.
카바트; 판 비어센; 베라르트; 펠링가; 아에르트 (2005): 네덜란드의 기후내성 관리. 네이처 438 (11), pp. 283–284.
- Kerth, Gerald et al. (2014): Anpassungskapazität naturschutzfachlich wichtiger Tierarten an den Klimawandel. Ergebnisse des F+E-Vorhabens (FKZ 3511 86 0200). Bonn- Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz (Naturschutz und biologische Vielfalt, 139).
케르트 (2014): 자연보호 관점에서 중요한 동물종의 기후변화 적응력. R & D 프로젝트 연구보고서. 연방자연보호연구원 도서 시리즈 자연보호와 생물종 다양성 139. 단행본. 514 쪽.
- Kleinbauer, Ingrid (2010): Ausbreitungspotenzial ausgewählter neophytischer Gefäßpflanzen unter Klimawandel in Deutschland und Österreich. Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben FKZ 806 82 330. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN-Skripten, 275).
클라인bauer (2010): 독일과 오스트리아의 기후변화 영향 하의 신생 관다발 식물의 분포. R & D 프로젝트 연구보고서. 연방자연보호연구원 스크립트 275, . 단행본. 514 쪽.
- KMENT M. (2010): Anpassung an den Klimawandel. Internationaler Rahmen, europäische Strategische Adaptionsforschung und Fortentwicklung des nationalen Verwaltungsrechts. In: Juristenzeitung (JZ) (H2), pp. 62–72.
크멘트 (2010): 기후변화 적응. 국제적 프레임, 유럽의 전략적 적응연구와 국가행정법. 법률신문 H2, pp. 62–72.
- Koomen, E.; Bakema, A.; Scholten, H.J; Stillwell, J. (2007): Modelling land-use change. Progress and applications. Dordrecht: Springer (The GeoJournal library, 90).
쿠멘 (2007): 토지이용 변화 모델링. 절차 및 응용. 스프링거 출판사 지오저널 라이브러리 90. 단행본. 398 쪽.
- KUNZE KL, V. HAAREN C., REICH M., WEIß C (2014): Kompensationsflächenmanagement im Klimawandel. Anpassungsmaßnahmen im Bremer Feuchtgrünland zur Erhaltung von

Ökosystemleistungen und Empfehlungen für die Eingriffsregelung. In: Horst Korn, Kathrin Bockmühl und Rainer Schliep (Hg.): Biodiversität und Klima. Vernetzung der Akteure in Deutschland XII. Dokumentation der 12. Tagung. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN-Skripten, 357), S. 26–29.

쿤체; 하렌; 라이히; 바이스 (2016): 기후변화와 보상면적 매니지먼트. 브레멘 습지의 생태계서비스를 보존하기 위한 적응조치와 침해조정에 대한 조언. 코른: 생물종 다양성과 기후. 독일 행동가 네트워크 10. 학회. 연방자연보호연구원 스크립트 357. pp. 26-29.

- LABO - BUND/ LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (2010): LABO-Positionspapier - Klimawandel - Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes.

연방주 토양보호 연합 LABO (2010): LABO 포지션페이퍼 기후변화 – 토양보호의 영향과 실무조언. 22 쪽.

- LAWA - BUND/ LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2010): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten. beschlossen auf der 139. LAWA-VV am 25./26. März 2010 in Dresden.

연방주 수자원보호 연합 LAWA (2010): 홍수위험지도 제작에 대한 조언. 2010 년 연방주 수자원 연합 회의에서 결정, 38 쪽.

- LBEG – LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (2009): Auswirkungen des Klimawandels auf Böden in Niedersachsen. Hannover.

니더작센 주 광산 에너지 지질 연구원 (2009): 기후변화가 니더작센 주의 토양에 미치는 영향.

- LNWK – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2017): Karten zum Thema Hochwasser.

니더작센 주 수자원경제, 해안 및 자연보호원 (2017): 홍수 지도. 온라인:

https://www.nlwkn.niedersachsen.de/hochwasser_kuestenschutz/hochwasserschutz/kartenmaterial_hochwasserrisiken/

- Mengel, Andreas; Müller-Pfannenstiel, Klaus; Schwarzer, Markus; Wulfert, Katrin (2018): Methodik der Eingriffsregelung im bundesweiten Vergleich. Ergebnisse des gleichnamigen F+E-Vorhabens des Bundesamtes für Naturschutz (FKZ 3510 82 2900). Bonn - Bad Godesberg: Bundesamt für den Naturschutz (Naturschutz und biologische Vielfalt, Heft 165).

멩엘; 뮐러; 슈바르처; 불퍼르트 (2018): 연방 전역의 침해조정 방법론 비교. 동명의 R & D 프로젝트 연구결과. 연방자연보호연구원. 자연보호와 생물종 다양성 165 호. 689 쪽.

- MKRO – MINISTERKONFERENZ FÜR RAUMORDNUNG (2013): Handlungskonzept der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels. empfohlen per Umlaufbeschluss „Raumordnung und Klimawandel der MKRO vom 06.02.2013.

공간계획을 위한 장관회의 (2013): 기후변화의 공간적 영향의 예방, 저감 및 적응전략을 위한 공간계획 차원의 콘셉트. 2013년 2월 6일 개최된 장관회의 <공간계획과 기후변화> 회의 결과. 41 쪽.

- Mottschall, Moritz; Bergmann, Thomas (2013): Treibhausgas-Emissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland. (Arbeitspaket 4 des Projekts "Weiterentwicklung des Analyseinstruments Renewability"). Freiburg: Öko-Institut e.V (Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Nachhaltige Mobilität und Immissionsschutz, 1786,1).

모트샬; 베르크만 (2013): 독일의 도로, 철도, 항공, 운하시설의 온실가스 배출. (재생가능성 분석도구의 향상을 위한 프로젝트 과제 4. 연방환경연구원 도서 96/2013. 240 쪽.

- NIEDERSÄCHSISCHER LANDKREISTAG (2014): Arbeitshilfe Naturschutz und Windenergie - Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege bei Standortplanung und Zulassung von Windenergieanlagen.

니더작센 주 의회 (2014): 자연보호와 풍력에너지 매뉴얼 – 풍력에너지단지의 입지계획과 허가에서의 자연보호와 풍경관리. 38 쪽.

- ÖIR – ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR RAUMPLANUNG, UMWELTBUNDESAMT GMBH, UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR (2014): ENVISAGE-CC. Strategische Unterstützung bei der Projektplanung zur Berücksichtigung von Klimawandelfolgen. Wien.

오스트리아 공간계획, 환경연구공사; 부동산 대학 (2014): 기후변화결과 감안을 위한 사업계획의 전략적 조언. 43 쪽.

- PFEIFER S. (2016): Klimatische Grundlagendaten und Szenarien für die UVP. Expertenworkshop UVP und Klimawandel. Dessau, 05.07.2016.

파이퍼 (2016): EIA 를 위한 기후 기본데이터와 시나리오. EIA 와 기후변화에 대한 전문가 워크숍. 2016년 7월 5일.

- Pompe, Sven (2011): Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation in Deutschland. Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben FKZ 805 81 001. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN-Skripten, 304).
포페 (2011): 독일 식물계에 미치는 기후변화 영향 모델링. R&D 프로젝트. 연방자연보호연구원 스크립트 304. 193 쪽.
- POTTHAST T. (2013): Bewertungsmaßstäbe des Klimawandels im Naturschutz. In: Franz Essl (Hg.): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa, Bd. 312. Berlin: Springer Spektrum, pp. 282–323.
포트하스트 (2013): 자연보호와 기후변화의 평가기준. 프란츠 에슬. 생물종다양성과 기후변화. 중부 유럽의 자연보호를 위한 영향과 행동옵션. pp. 282–323.
- Rabitsch, Wolfgang (2010): Auswirkungen des rezenten Klimawandels auf die Fauna in Deutschland. Bonn-Bad Godesberg (Naturschutz und biologische Vielfalt, 98).
라비치 (2010): 독일 동물계의 현 기후변화의 영향. 자연보호와 생물종 다양성 98. 단행본. 266 쪽.
- RECK H. (2013): Klimawandel, Biodiversität und Kompensation – Maßnahmen für die Zukunft. In: Natur und Landschaft 88 (11), pp. 447–452.
렉 (2013): 기후변화, 생물종 다양성 및 보상 – 미래를 위한 조치. 자연과 풍경 88 (11). pp. 447–452. 6 쪽.
- Reese, Moritz; Möckel, Stefan; Bovet, Jana; Köck, Wolfgang (2010): Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Analyse, Weiter- und Neuentwicklung rechtlicher Instrumente ; Forschungsbericht 370841100/01. Berlin: Erich Schmidt (Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsbericht, 001387).
레제; 뢰켈; 보베트; 쾅 (2010): 기후변화 적응을 위한 법적 조치. 법적 근거 분석 및 개선. 연방환경부 환경연구보고서. 에리히 슈미트 출판사. 490 쪽.
- RUNGE H., SIMON M., WIDDIG T., LOUS H.W. (2010): Rahmenbedingungen für die Wirksamkeit von Maßnahmen des Artenschutzes bei Infrastrukturvorhaben. FuE-Vorhaben im Rahmen des Umweltforschungsplanes des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. FKZ 3507 82 080. Hannover, Marburg.
룽게; 시몬; 비디히; 루스 (2010): 시설사업에서의 종보호 조치의 효과를 위한 기본 조건. R&D

프로젝트. 연방환경부 환경연구보고서. 383 쪽

- RUNGE K. & WACHTER T. (2010): Umweltfolgenprüfung von Klimaanpassungsmaßnahmen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 42 (5), pp. 141–147.
 룽게; 바흐터 (2010): 기후적응조치의 환경영향평가. 자연보호와 환경생태계획 42 (5), pp. 141–147. 7 쪽.
- RUNGE K., WACHTER T., ROTTGART E. (2010b): Klimaanpassung, Climate Proofing und Umweltfolgenprüfung. In: UVP-report, 27(4), pp. 165–169.
 룽게; 바흐터; 로트가르트 (2010b): 기후적응, 기후내성 및 환경영향평가. EIA 리포트 27(4), pp. 165–169.
- SAATHOFF W. (2008): Klimarelevanz von Landnutzung und Landnutzungsveränderungen. Vortrag zu den Ergebnissen aus dem FE-Vorhaben "Der Einfluss veränderter Landnutzungen auf Klimawandel und Biodiversität", 2008.
 자트호프 (2008): 토지이용변화의 기후양상. <변화된 토지이용이 기후변화와 생물종 다양성에 미치는 영향> 강연 원고. 13 쪽.
- SCHMIDT, A. (2015): Integration von Klimawandelfolgen und –anpassung in die UVP. Ansätze zur systematischen Berücksichtigung im Vergleich Österreich-Deutschland. Masterarbeit am Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung der Universität für Bodenkultur Wien (unveröff.).
 슈미트 (2015): EIA 에 기후변화영향과 적응의 수렴. 체계적 감안을 위한 오스트리아와 독일 비교. 비엔나 대학 국토개발, 휴양 및 자연보호계획학과. 석사논문. 627 쪽.
- SCHÖNTHALER & VON ANDRIAN-WERBURG (2015): Evaluierung der DAS –
 Berichterstattung und Schließung von Indikatorenlücken. Dessau-Roßlau (Climate Change 13/2015).
 쉐탈러; 안드리안-베르부르크 (2015): 독일 기후변화 적응 분석 – 결여된 지표 보완. 연방환경연구원 도서 Climate Change 13/2015. 98
- Schubert, Steffi (2001): Nachkontrollen von Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. BfN-Skripten 44.
 슈베르트 (2001): 자연침해조정의 상쇄 및 대체조치에 대한 사후콘크롤. 연방 자연보호연구원 스크립트 44.

- SCHUMANN A. (2012): Welche Jährlichkeit hat das extreme Hochwasser, wenn es als Vielfaches des HQ100 abgeschätzt wird? In: HyWa 56 (2), S. 78–82.
슈만 (2012): 대홍수 (백년 홍수의 여러 배)의 발생 빈도. HyWa 56(2). 5 쪽.

- SPIEKERMANN, J. & E. FRANCK (Hrsg. 2014): Anpassung an den Klimawandel in der räumlichen Planung. Handlungsempfehlungen für die niedersächsische Planungspraxis auf Landes- und Bundesebene. Hannover (Arbeitsberichte der ARL, 11).
스피커만; 프랑크 발행 (2014): 공간계획에서의 기후변화 적응. 니더작센 계획 실무 지침. 공간연구와 국토계획 보고서 11. 188 쪽.

- SRU – SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (2013): Verantwortung in einer begrenzten Welt. Umweltgutachten 2012.
환경문제 전문가 회의 (2013): 제한된 세상에 대한 책임. 환경감정서 2012. (7 장: 탄소저장고 늘지 토양).

- STOCK M. & WALKENHORST O. (2012): Einführung Klimawandel, Auswirkungen und Unsicherheiten. In: Jörn Birkmann (Hg.): Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung. Grundlagen, Strategien, Instrumente, Bd. 13. Hannover: Akad. für Raumforschung und Landesplanung (E-Paper der ARL, 13), pp. 1–14.
슈톡 & 발켄홀스트 (2012): 기후변화, 영향과 불확실성. 비르크만 발행: 공간계획을 통한 기후변화 적응. 기초자료, 전략, 도구. E-Paper 13, pp. 1–14.

- Streitberger, Merle; Ackermann, Werner; Fartmann, Thomas (2016): Artenschutz unter Klimawandel: Perspektiven für ein zukunftsfähiges Handlungskonzept. Ergebnisse des Bundesamt für Naturschutz (Naturschutz und biologische Vielfalt, Heft 147).
스트라이트베르거; 아커만; 화르트만 (2016): 기후변화와 생물종보호: 미래지향적 조치를 위한 전망. 연방자연보호연구원 도서 자연보호와 생물종 다양성 147 호. 38 쪽.

- Strobl, Josef (Hg.) (2012): Angewandte Geoinformatik 2012. Beiträge zum 24. AGIT-Symposium Salzburg.
슈트로블 (발행 2012): 2012 년 응용 지리정보. 잘츠부르크 심포지엄 결과. 820 쪽.

- Sudfeldt, Christoph; Bairlein, Franz (2012): Vogelmonitoring in Deutschland. Programme und Anwendungen. Bonn - Bad Godesberg (Naturschutz und biologische Vielfalt, 119).
주트펠트; 바이어라인 (2012): 독일 조류모니터링. 프로그램과 적용. 자연보호와 생물종 다양성 119. 266 쪽.

- UBA: Treibhausgas-Emissionen in Deutschland. Online verfügbar unter www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland.
연방환경연구원: 독일의 온실가스배출. 온라인 - www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland.
- WEIS M., SIEDENTOP S., MINNICH L: Vulnerabilitätsbericht der Region Stuttgart. KlimaMORO „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung im Auftrag des Verbands Region Stuttgart. 바이스; 지덴톱; 미니히: 슈투트가르트 지역의 취약성 보고서. 연방교통건설부 <기후변화에 대한 공간개발전략>. 50 쪽.
- Wilke, Christian (2011): Planungs- und Managementstrategien des Naturschutzes im Lichte des Klimawandels. Naturschutz und biologische Vielfalt, 109.
빌케 (2011): 기후변화 시대의 자연보호 계획 및 운영전략. 자연보호와 생물종 다양성 109. 50 쪽.
- WÜRTEMBERGER T.W. (2009): Der Klimawandel in den Umweltprüfungen. In: ZUR 4/2009, S. 171–178.
뷔르텐베르거 (2009): 환경영향평가와 기후변화. ZUR 4/2009, pp. 171-178. 8 쪽.
- ZASPEL B. & EINIG K. (2012): Raumordnungsplan-Monitor (ROPLAMO) - ein Planinformationssystem für Deutschland. In: Josef Strobl (Hg.): Angewandte Geoinformatik 2012. Beiträge zum 24. AGIT-Symposium Salzburg, pp. 745–754.
차스펠; 아이니히 (2012): 공간이용계획 모니터링 - 독일 계획정보시스템. 요제프 슈트로블 발행: 응용 지리정보학 2012. 잘츠부르크 24 회 심포지엄. pp. 745–754.