

해 외 출 장 보 고 서

독 일 로 의 해 상 풍 력 인 포 메 이 션
트 립 프 로 그 램 참 가

2022. 10

재 생 에 너 지 정 책 연 구 팀

부 연 구 위 원 , 임 덕 오



요 약

○ 출장 추진배경

- 한독상공회의소, 독일 연방경제기후보호부 주최로 개최되는 해상풍력 관련 행사(독일로의 해상풍력 인포메이션 트립) 참여 요청
- 독일 해상풍력 관련 에너지기구/기관 및 주요 제조/시공업체/개발사 등과의 긴밀한 정보 교류 및 협력을 통해 국가 간 연구협력 역량 및 기반을 강화하고 국내 해상풍력 보급 확대를 위한 시의성 있는 연구 주제를 발굴/공유

○ 출장 개요

- 출장지 : 독일(함부르크)
- 출장자 : 재생에너지정책연구팀 임덕오 부연구위원
- 출장기간 : '22. 8. 28(일) ~ 9. 4(일) [5박 8일]

○ 출장 결과

구분	주요 내용
독일의 해상풍력 정책 및 기술동향 워크숍 참석	<ul style="list-style-type: none"> - 독일 정부의 재생에너지 가속화 정책 - 독일의 해상풍력 기술 시장 현황 및 전망 - 독일 정부의 해상풍력 발전사업 승인 - 독일 해상풍력 연계 그린 수소화 계획 - 지멘스 가메사의 해상풍력 사업현황 및 전망
독일의 해상풍력 개발 및 컨설팅 업체와의 대화	<ul style="list-style-type: none"> - SeaReenergy Offshore Holding GmbH : 해상풍력 연관 산업 이해관계자에게 포괄적인 서비스를 제공하는 기업 - THEC Offshore GmbH : 공사입찰, 계약 지원, 엔지니어링 및 현장 컨설팅 등을 통해 고객 지원 - BayWa r.e. Wind GmbH : 프로젝트 개발(4GW 설치, 17GW 개발중), 운영 및 에너지 솔루션 분야 사업 수행
독일의 해상풍력 발전설비 시공 및 운영 업체와의 대화	<ul style="list-style-type: none"> - Northland power Europe GmbH : Northland의 자회사로 유럽의 해상풍력 O&M 거점 역할 및 해상풍력 개발 지원 - WindMW Service GmbH : 컨설팅, 해양조사, 인증 및 프로젝트 응용 분야에서의 지원 수행

○ 출장 시사점

- 독일 재생에너지 보급 확대를 위한 강력한 의지 표명 및 해상풍력 정책을 참고하여 우리나라 탄소중립 이행을 위한 해상풍력 정책 조기 마련 필요
- 국내 해상풍력 보급 확대를 위한 중앙정부 및 지자체, 개발사의 역할 강화 마련 필요
- 해상풍력 시공 및 운영 관련 독일 선도업체와 정보 교류를 통해 국내 해상풍력 LCOE 저감 방안 마련 필요
- 독일 참여 기관 및 기업(업체)과 국내 해상풍력 유관기관 및 기업과의 긴밀한 정보 공유 채널 유지 및 확대 필요

1. 출장개요

□ 출장자

소 속	직 급	성 명
재생에너지정책연구연구팀	부연구위원	임 덕 오

□ 출장목적

- 한독상공회의소, 독일 연방경제기후보호부 주최로 개최되는 해상풍력 관련 행사(독일로의 해상풍력 인포메이션 트립)* 참여 요청
 - * 신재생정책 관련 양국 간 협력방안 논의, 선도기업 방문, 현장견학 등
- 독일 해상풍력 관련 에너지기구 및 주요 제조/시공업체/협력기관 등과의 긴밀한 정보 교류 및 협력을 통해 국가 간 연구협력 역량 및 기반을 강화하고 국내 해상풍력 보급 확대를 위한 시의성 있는 연구 주제를 발굴/공유

□ 출장일정

일 자	일 정	기 타
8/28(일)~ 8/29(월)	인천 → 두바이 → 함부르크	기내 1박
8/30(화)	- 해상풍력 세미나(정부 정책, 기술개발 현황 등) - 해상풍력 개발, 운영사 방문(Northland power Europe)	3박4일 일정
8/31(수)~ 9/2(금)	- 해상풍력 개발, 컨설팅 회사 방문 * SeaReenergy Offshore, THEC Offshore GmbH * BayWa r.e. Wind GmbH - 해상풍력 연구기관 방문(Fraunhofer IWES) - 해상풍력 운영사 방문(WindMW Service)	
9/3(토)~ 9/4(일)	함부르크 → 두바이 → 인천	기내 1박

* 프로그램 상세 일정 파일 별도 첨부

II. 주요 내용

□ 독일의 해상풍력 정책 및 기술동향 워크숍 참석

- 일 시 : '22. 8. 30(화)
- 장 소 : Cordes-Halle im Forum Ohlsdorf(함부르크)
- 관련기관 : 독일 연방해양수로관청, 독일 해상풍력에너지재단, Jada 응용과학대학, Siemens Gamesa 등

○ 주요내용

(1) 독일 정부의 재생에너지 가속화 정책

- 최근 독일 정부는 포괄적 재생에너지법 수정안(소위 Easter Package)을 확정(7.8.)하여 재생에너지로 급격한 전환을 예고
- 동 법은 2030년까지 재생에너지 전력 생산 비중을 80%로, 2035년까지 100%까지 확장한다는 과감한 목표 설정
 - * 해상풍력 전망 : '22년(7.5GW), '30년(30GW), '35년(40GW), '40년(70GW)
- 동 법대로 시행될 경우, 독일 풍력 산업계는 제2의 도약 전기를 맞게 될 전망
- 독일정부는 네덜란드, 덴마크, 벨기에 3국과 함께 2050년까지 북해 해상풍력 발전량을 150GW(70GW가 독일의 몫)까지 증대시키기로 합의
 - * 북해 연안 해상풍력 공동개발 사업 합의('22.5)
 - * 러시아산 석유, 가스를 대체하고, 북해 해상풍력을 통해 2030년까지 20GW 그린수소 생산시설 구축, 2050년까지 그린수소 설비 확대 예정

(2) 독일의 해상풍력 기술 시장 현황 및 전망

- 08년 북해에 건설된 최초 해상풍력 단지를 시작으로 본격 개발
- '22년 현재 27개 프로젝트 단지에 7.8GW 규모 해상풍력 운영
 - * 육지에서 평균 74km 이격, 수심 30m의 원양에 건설(북해 6.7GW, 발트해 1.1GW)
- 독일 해상풍력 터빈시장은 지멘스가 70~80%로 압도적 우위
- 진입장벽이 높은 해상풍력은 RWE, Siemens-Gamesa 등 대기업이 사업을

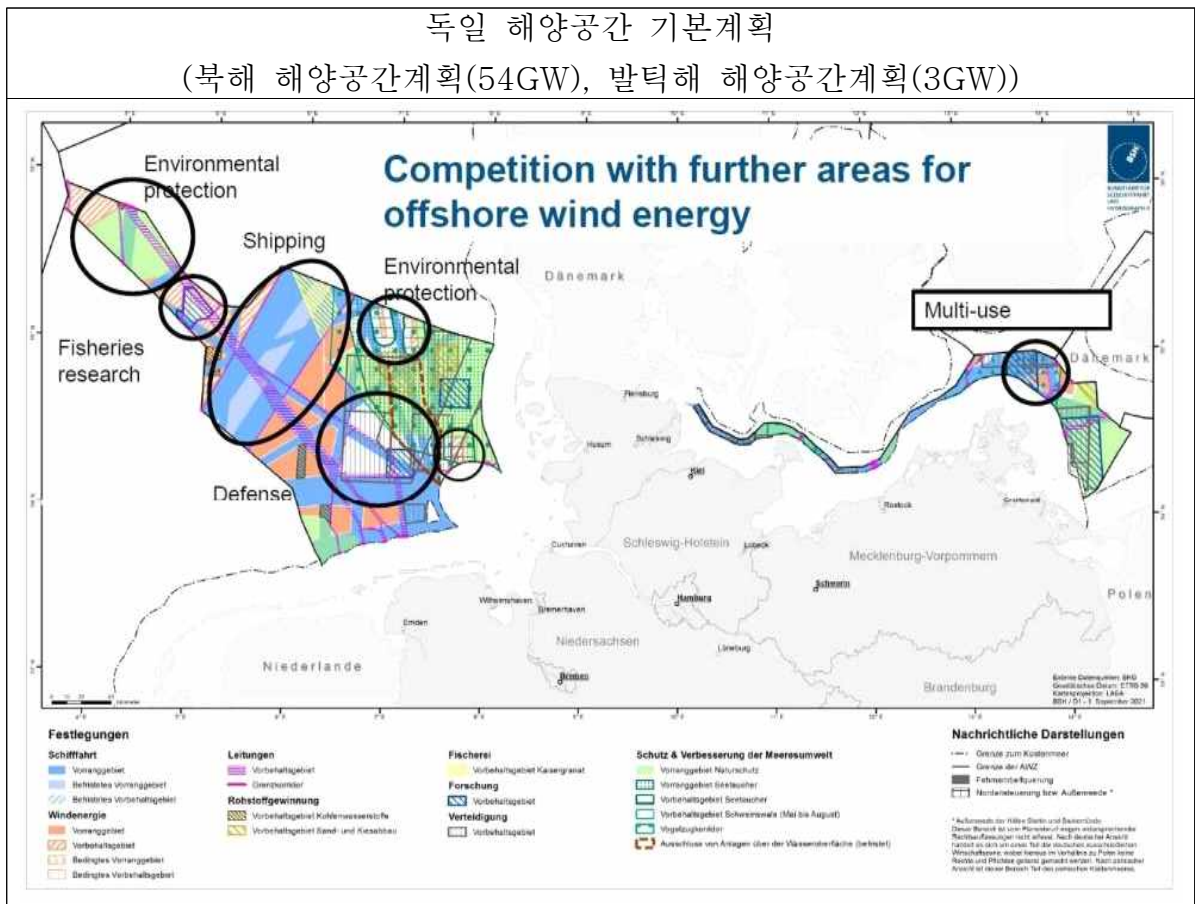
주도할 전망

- 독일정부는 2014년 에너지법을 개정, 발전차액 지원제도를 운영해왔으나, 향후 차액계약과 경매 물량으로 대체 예정

(3) 독일 정부의 해상풍력 발전사업 승인 과정

- 독일 연방해양수로관청 주관으로 해양공간계획 수립 및 사업승인

* 해양공간계획 수립시 어로지역, 해상교통로, 군사구역 등 고려



- 사업 승인절차 : (정부현장조사 선행) 환경영향평가 → 설계기준 검토 → 구조물 설치 초안 검토 → 하부구조물 기술적 위험성 분석 검토

- 해상풍력 발전단지 계통연계를 위한 연계점 승인

* 승인시 고려사항 : 송전 안정성 및 효율, 국가 방위력 손상여부, 조류 등 환경영향, 관광 등

(4) 독일 해상풍력 연계 그린 수소화 계획

- 현재 해상에서 생성된 전기에 대한 수소화 목표는 설정되어 있지 않지만, '40년까지 10GW의 수소화 목표 수립 예정

* 유럽의 수소화 전략 : 수소 점유율을 현재 2%에서 '50년 13~14%로 확대

- 독일은 파일럿으로 '22년 해상 수소생산을 위한 첫 번째 부지를 경매에 붙일 예정 (북해 SEN-1 : 27.5km², 해안에서 100km 이격)

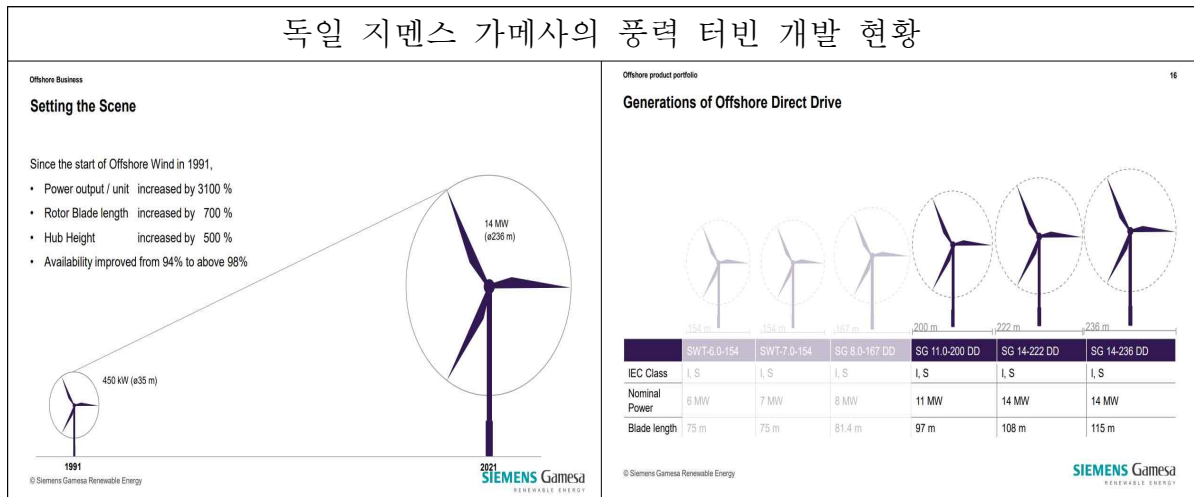
(5) 지멘스 가메사의 해상풍력 사업현황 및 전망

- 해상풍력 사업 현황 : 1991년 해상풍력 사업 진출, 70개국 20GW 터빈 설치, 6,000명 직원

- 해상풍력 보급을 목표로 14MW 터빈 개발 중 : 최초 터빈대비 출력 3,100%, 로터블레이드 길이 700%, 허브높이 500% 증가

* 두산에너지빌리티와 MOU를 통해 14MW 대형터빈 개발 및 한국 시장 진출('25년 국내 생산 목표)

- 미래기술 개발 : 터빈 대형화(향후 터빈 용량은 미공개), 재활용 가능한 블레이드, 해양수소 생산, 부유식 해상풍력 등 생산에 경주



□ 독일의 해상풍력 개발 및 컨설팅 업체와의 대화

○ 일 시 : '22. 8. 31(수), '22. 9. 2(금)

○ 방문업체 : SeaRenergy Offshore Holding, THEC Offshore GmbH, BayWa r.e. Wind GmbH

○ 주요내용

(1) SeaRenergy Offshore Holding GmbH : 해상풍력 연관 산업 이해관계자에게 포괄적인 서비스를 제공하는 기업

- * 2010년 설립(선박회사 기반), 21개 프로젝트 수행, 250여명의 해상풍력 전문인력 보유
- 해상풍력 전주기 단계(개발, 제작 및 설치, 운영 및 해체)에 전문 인력 매칭을 통한 컨설팅 제공
- * 엔지니어링 및 프로젝트 : 프로젝트 관리, 기술 자문, 해양보증 조사 등
- * 해양 : 근해 물류 및 창고 확보, 선박관리, 해양터키 및 현장 안전 등
- * QHSE : 현장감독, 비상대응 개념 및 관리, 사고 관리 등
- * 전문인력 : 해상풍력 전문인력 확보 및 파견, 인력 배치 등
- 해상풍력 건설, 운영에 필요한 선박, 헬기 등 중개업체를 통해 확보
- 전문인력은 경력직(육상풍력 경험) 채용과 신규 양성 병행

(2) THEC Offshore GmbH : 공사입찰, 계약 지원, 엔지니어링 및 현장 컨설팅 등을 통해 고객 지원

- 유체역학 전문으로 계류, 해상 운송, 해상 설치, 선박 하중 추정 등 해양 작업의 시뮬레이션 컨설팅
- 부유식 풍력 터빈 설치, 해상 플랫폼 운송 및 설치, 케이블 설치 등 참여
- * 부유식 해상풍력 설계, 해양 작업 시뮬레이션(통합하중 계산)에 특화되었으며, 한국의 부유식 해상풍력 진행사항에 관심을 보임

(3) BayWa r.e. Wind GmbH : 프로젝트 개발(4GW 설치, 17GW 개발중), 운영 및 에너지 솔루션 분야 사업 수행

- 다수의 육상풍력 개발경험을 통해 해상풍력으로의 사업 확장중

- 해상풍력 개발(부지 계약, 인허가 등), 에너지 거래 및 금융, 시공계획(그리드 연결, EPC), 프로젝트 인수계약 등 전주기 사업 참여
- 부유식 해상풍력 개발을 위해 울산시와 MOU 체결(계측기 설치 준비중)
 - * 한국시장은 독점적 사업권 확보가 가능하여 매력적이거나, 계측기 중복 설치, 정치적 환경변화 등으로 인해 사업개발 리스크가 큰 시장임
- 독일은 사업개발 초기 단계부터 어업협회 등 이해관계자의 의견을 적극적으로 수렴하고 있으며, 사업승인 이후에는 민원이 거의 없음

□ 독일의 해상풍력 발전설비 시공 및 운영 업체와의 대화

- 일 시 : '22. 8. 30(화), '22. 9. 1(목)
- 방문업체 : Northlandpower Europe GmbH, WindMWSERVICE GmbH
- 주요내용
 - (1) Northland power Europe GmbH : Northland의 자회사로 유럽의 해상풍력 O&M 거점 역할 및 해상풍력 개발 지원
 - * 1987년 설립(토론토 본사, 8개국 지사), 3.2GW 재생에너지 운영, 1,150여명 근무
 - 유럽에 총 1.2GW의 해상풍력 시설을 건설하였으며, 2016년 대만 해상풍력 (Hai Long) 참여를 시작으로 아시아 시장 진출 확대
 - 노스랜드는 해상풍력 분야 세계 4위의 발전회사(설치용량 : 1.2GW)
 - * 1위(Orsted, 7.5GW), 2위(RWE, 4.4GW), 3위(VATTENFALL, 2.5GW)
 - Norddeich에 O&M 유지보수센터 운영(2016년 O&M팀 발족)
 - * 풍력발전단지 감시제어실 및 예비부품 보관창고 운영
 - * WTG 제조사(Senvion)가 2019년 파산하여 WTG 서비스팀을 인수하여 운영 중
 - Ems Maritime Offshore와 CTV 장기 전세계약을 체결하여 운영
 - 운영기간 11년차 이후 최적화 할 수 있도록 O&M 전략 수립 필요
 - 운영 1년차 주요 이슈(접지불량에 따른 화재, 플랜지 이음부 불량 등) 발생 가능성이 높기 때문에 관련 대책 수립 필요

(2) WindMW Service GmbH : 컨설팅, 해양조사, 인증 및 프로젝트 응용 분야에서
의 지원 수행

* WindMW GmbH가 소유하고 있는 발전단지(Meerwind Sud) 운영

<Meerwind Sud 발전단지>

- 위치 : 헬고랜드 섬에서 북쪽으로 23km (독일 비흐트 인근 북해)
- 규모 : 288MW (3.6MW × 80개 터빈)
- 평균풍속 : 9.5m/s (이용율 : 43%) / 수심 : 23~26M
- 건설연도 : '12년 / 운영기간 : '15년 준공 이후 25년간(30년으로 연장 예정)

- 발전단지 근접 헬고랜드 섬을 유지보수 기지로 활용(숙소 등 기반시설 조성)
- O&M 조직 : 총 95명 [본사 63명, 유지보수센터 32명(16명 2교대)]
- * 터빈 : 터빈공급사(SGRE 장기계약) + 자체인력(경험 축적)
- * BOP : 자체 유지보수 + 하청업체(선박 승무원 등)
- 높은 수준의 HSE를 유지하고 있으며, 해상작업 가능일수(연간 60%)를 고려하여 유지관리 계획 수립 필요(여름철 집중점검)
- 풍력발전단지 감시제어실 운영(발전량, 출력제어, 휴전조작 등)

III. 출장결과

□ 독일 재생에너지 보급 확대를 위한 강력한 의지 표명 및 해상풍력 정책을
참고하여 우리나라 탄소중립 이행을 위한 해상풍력 정책 조기 마련 필요

- 독일 정부의 강력한 탄소중립에 대한 의지, 독일 연방수로관청 주도의 해상풍력 개발
⇒ (시사점) 국내 탄소중립 이행을 위한 재생에너지의 과감한 목표 설정 및 계획수립을 통해 시장성장 동력 확보 및 해상풍력 사업의 원활한 진행을 위한 풍력발전 보급촉진 특별법 조기 제정 필요
- 독일의 해상풍력 연계 수소화 기술 개발
⇒ (시사점) 국내 수소경제 활성화 및 해상풍력 발전단지 계통연계 유연성 확보를 위한 수소화 기술 개발 필요
- 독일 해상풍력 보급 촉진을 위한 경매제도 시행

⇒ (시사점) 국내 풍력 고정가격계약 경쟁입찰 추진시 경매 물량 확대를 통해 다양한 플레이어의 참여를 유도하고 객관적이고 합리적인 평가를 통해 우수 프로젝트 사례 발굴 필요

□ 독일 해상풍력 보급시 지역 주민수용성 확보를 위한 방안을 벤치마크 하여 국내 해상풍력 보급 확대를 위한 중앙정부 및 지자체, 개발사의 역할 강화 마련 필요

○ 독일 정부는 해상풍력 보급을 위한 주민수용성 확보를 위해 다양한 채널을 통해 지역 주민과의 대화를 추진

⇒ (시사점) 국내 중앙정부와 지자체 내 재생에너지 주민수용성 확보를 위한 별도의 기구를 설치하여 해상풍력 프로젝트 추진시 발생하는 민원을 해결하고, 지역 주민과의 긴밀한 대화 창구를 마련할 필요

○ 독일 정부는 해상풍력 승인시 개발사에게 해양생물 영향 및 해양환경 조사에 대한 엄격한 기준을 적용하고, 어획활동을 하는 어민과 관련 협회, 기관에게 관련 정보를 제공함으로써 해상풍력 사업에 대한 국민 신뢰도 확보에 노력

⇒ (시사점) 국내 해상풍력 환경영향평가지 항목을 다양화, 구체화하고 개발사로부터 확보된 Data는 정보 공개 창구를 통해 공유함으로써 정부주도 해상풍력 사업의 신뢰도 확보 필요

□ 해상풍력 시공 및 운영 관련 독일 선도업체와 정보 교류를 통해 국내 해상풍력 LCOE 저감 방안 마련 필요

○ 사업개발 초기 단계 컨설팅을 통한 리스크 저감 검토

⇒ (시사점) 독일의 해상풍력 개발사 및 컨설팅 업체와의 협력을 통해 국내 해양환경, 기후변화, 주민수용성, 전력 계통연계 등 해상풍력 핵심 요인에 대해 사전 면밀하게 검토하고 사업 리스크 감소 노력 필요

○ 독일은 해상풍력 연구개발 관련 산업계 의견을 수렴한 연구과제 설정 및 해상풍력 미래기술에 대한 선제적 연구를 통한 블루오션 개척

⇒ (시사점) 독일 해상풍력 선도 기업과의 긴밀한 기술 협력을 통해 국내 해상풍력 LCOE 저감 및 품질향상을 위한 전략수립 및 방향 제시 필요

□ 독일 참여 기관 및 기업(업체)과 국내 해상풍력 유관기관 및 기업과의
긴밀한 정보 공유 채널 유지 및 확대 필요

- 국내 유관기업(포스코건설, 두산에너지빌리티, 한국전력공사, 한전KDN, 한국전력기술, 에너지재단 등) 소통을 통해 해상풍력 조기 보급을 위한 정책 개발 및 기술 동향 파악을 위한 정보 공유 필요

IV. 출장 입수자료 List

○ 독일의 해상풍력 정책 및 기술동향 워크숍 PPT

- 독일 해상풍력 해양공간계획 및 승인 절차_Federal Maritime and Hydrographic Agency
- 독일 해상풍력 시장 현황 및 수소화 계획_Offshore Foundation
- 독일 해상풍력 기술 현황_Jade University
- 태풍에 대응하는 해상풍력_Tropical Cyclones
- 지멘스 가메사 터빈 개발 현황 및 전망_Siemens Gamesa

○ 독일의 해상풍력 발전설비 컨설팅/개발, 시공/운영 업체 PPT

- BayWa r.e. Wind GmbH
- SeaRenergy Offshore Holding
- THEC Offshore GmbH
- WindMW Service GmbH

○ 기타 해상풍력 R&D 업체 PPT

- Fraunhofer IWES_Turbine
- Fraunhofer_Hydrogen

[참고] 독일 해상풍력 관련 Contact Points

분류	회사(기관)명 직책 / 담당자명	연 락 처
전주기 컨설팅	SeaReenergy Offshore	(EMAIL) t.voss@searenergy.com
	Project Manager	(OFFICE) +49 40 80 81 72 121
	Tobias Voss	(MOBILE) +49 170 298 3371
해양작업 컨설팅	THEC Offshore GmbH	(EMAIL) s.dillengurg@thec-offshore.com
	Managing Director	(OFFICE) +49 173 581 37 78
	Simon Dillenburg	(MOBILE) +49 40 3750248 61
재생e 발전회사 (개발, 건설, 운영)	BayWa r.e. Wind GmbH	(EMAIL) udo.follrichs@baywa-re.com
	Offshore Wind Technical Director	(OFFICE) +49 40 570 151 115
	Ricardo Rocha	(MOBILE) +49 151 1264 2267
재생e 발전회사 (개발, 건설, 운영)	Northlandpower	(EMAIL) florian.wuertz@northlandpower.com
	Managing Director	(OFFICE) +49 40 46 66 66 211
	Florian Weurtz	(MOBILE) +49 162 292 3527
R&D	Fraunhofer IWES	(EMAIL) steffen.czichon@iwes.fraunhofer.de
	Head of Department Department Rotorblades	(OFFICE) +49 471 14290 383
	Steffen Czichon	(MOBILE) -
발전단지 운영	WindMW Service	(EMAIL) info@windmw.de
		(OFFICE) +49 3371 20 19 257
		(MOBILE) -
해상풍력 에너지 재단	Foundation Offshore-windenergie	(EMAIL) k.wuertz@offshore-stftung.de
	Managing Director	(OFFICE) -
	Karina Wuertz	(MOBILE) +49 1520 904 2841
기술 인증기관	TUV SUD	(EMAIL) florian.weber@ruvsud.com
	Teamleader Site Assessment	(OFFICE) +49 941 460 21221
	Florian Weber	(MOBILE) +49 1512 7645 623
독일연방 해양수로 관청	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie	(EMAIL) nico.nolte@bsh.de
	Head of Department Management of the Sea	(OFFICE) +49 40 3190 6000
	Nico Nolte	(MOBILE) -