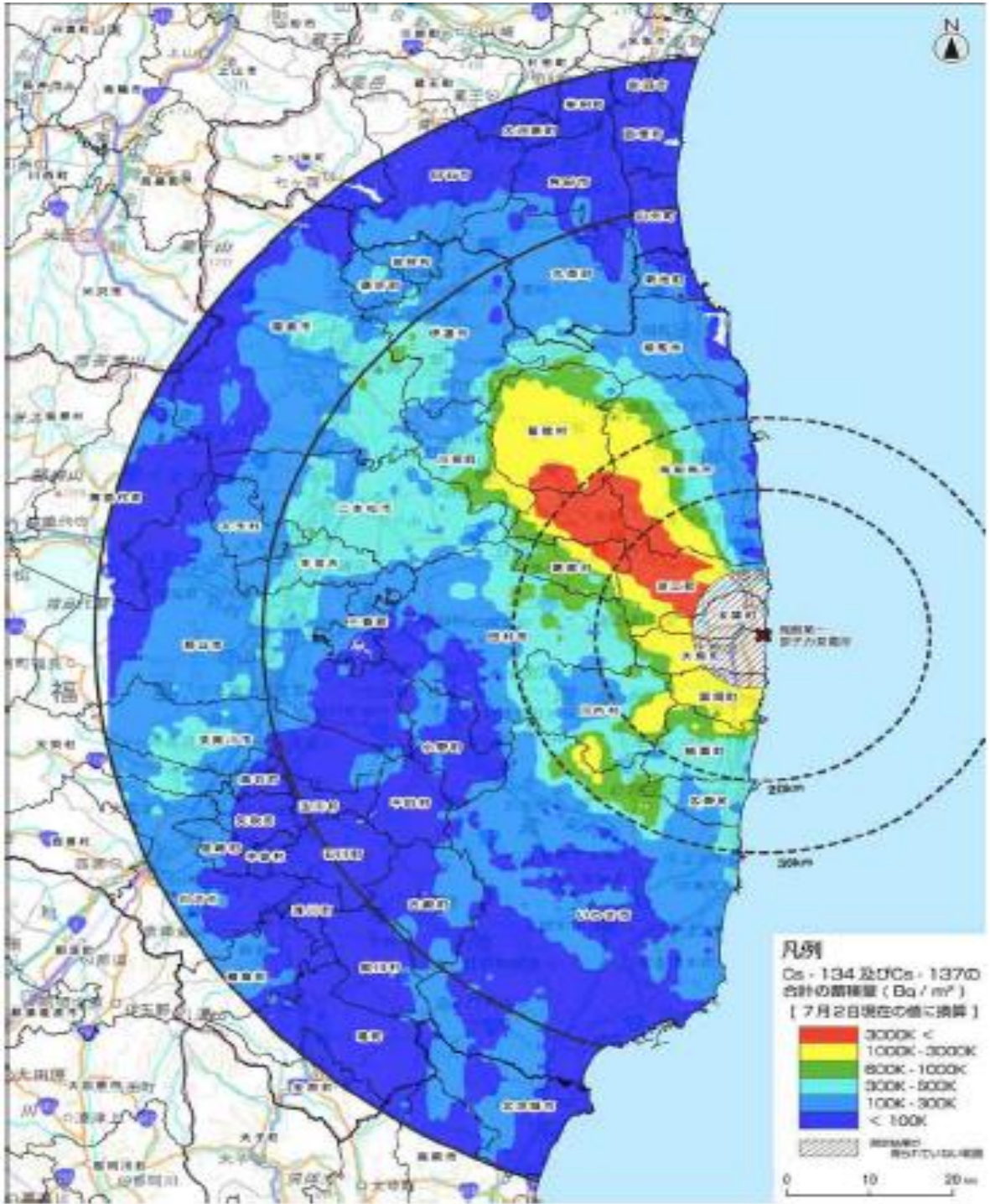
그린뉴딜과 풍력발전 현황과 과제

양이원영

YONHAP NEWS


N
福
20km
30km
凡例
Cs-134及びCs-137の
合計の蓄積量（Bq/m²）
［7月2日現在の値に換算］
3000K <
1000K-3000K
600K-1000K
300K-600K
100K-300K
< 100K
0
10
20 km

에너지전환포럼

오염을 제거 ?

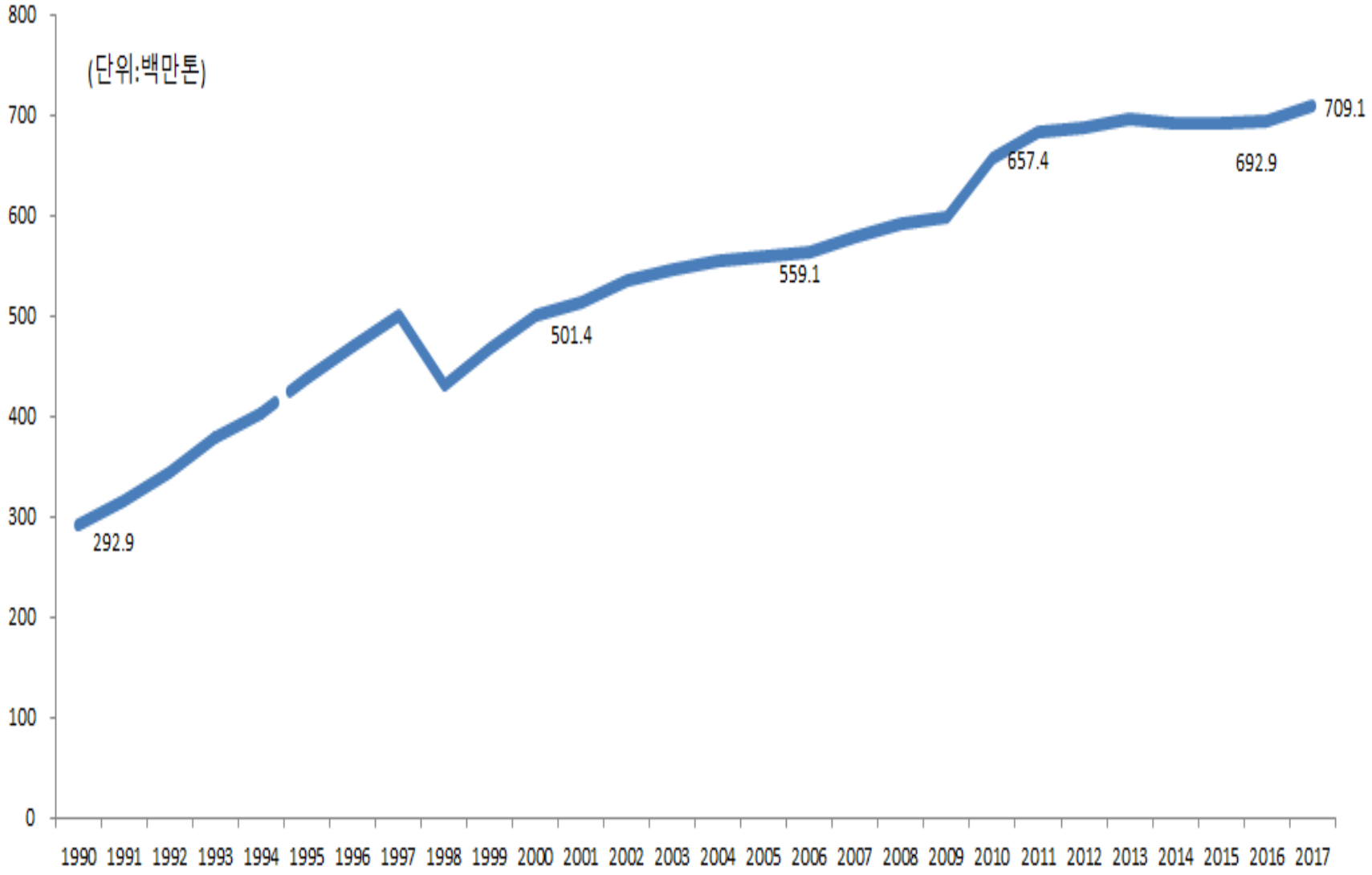
출처: 그린피스 장다울

늘어나는 제염폐기물

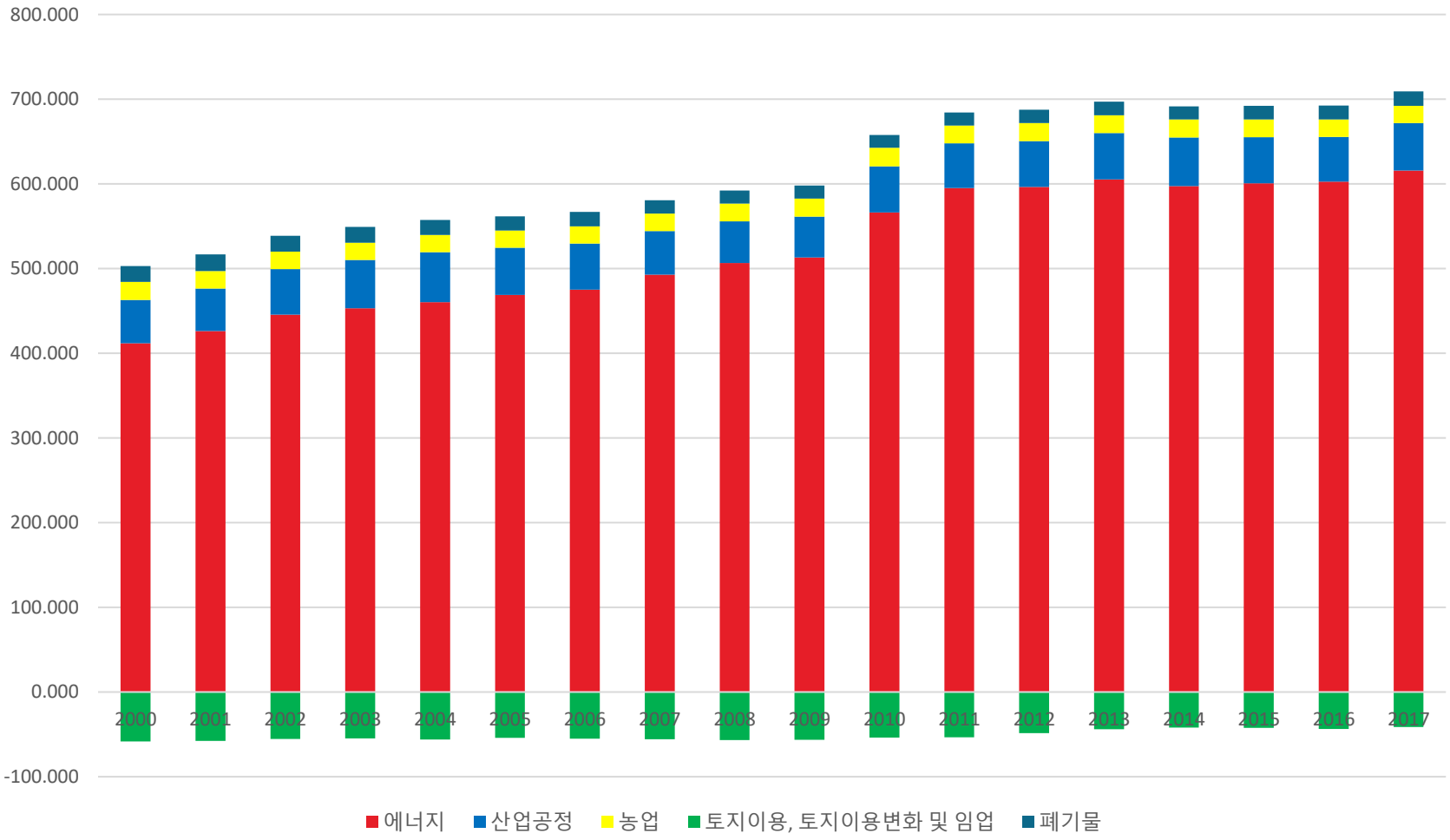
출처: 富岡町　毎日新聞, 그린피스 장다울

http://typhoon-

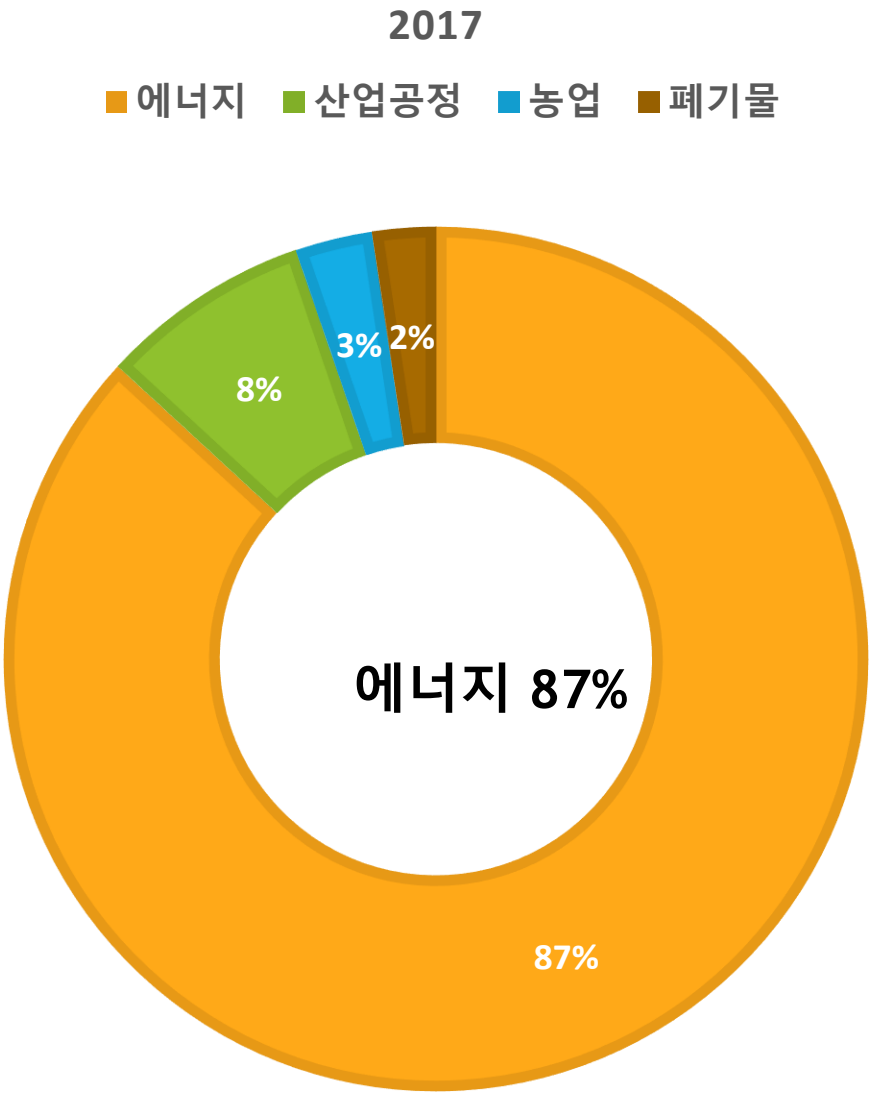
NEWSIS

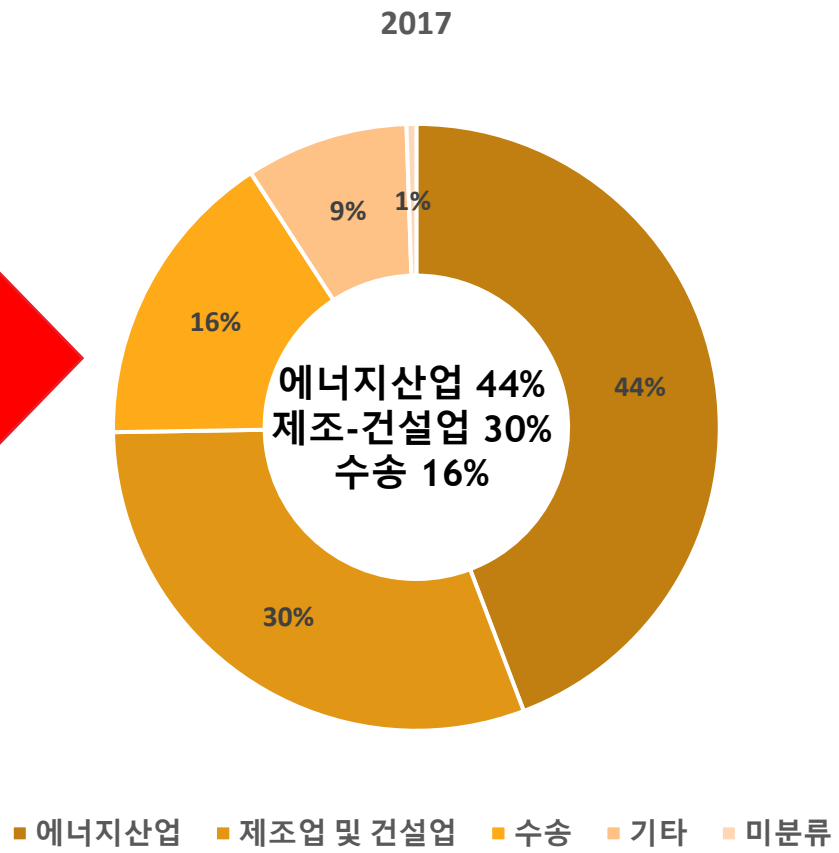

(단위:백만톤)
800
700
600
500
400
300
200
100
0
292.9
501.4
559.1
657.4
692.9
709.1
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017

한국 온실가스 부문별 배출 추이(단위 : 백만$tCO_2eq.$)

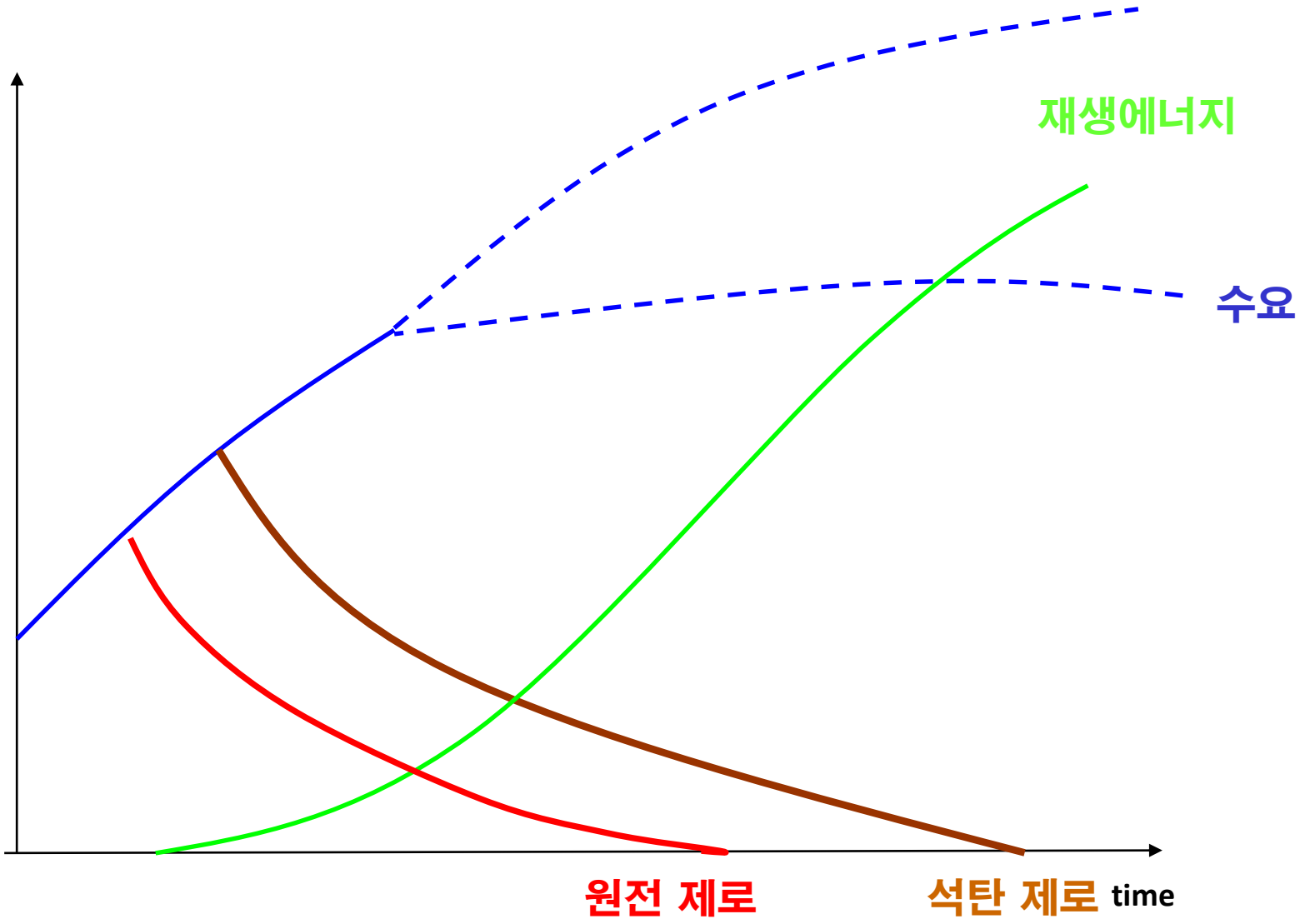


국가 온실가스 배출통계 http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=106&tblId=DT_106N_99_2800020


2017
에너지
산업공정
농업
폐기물
8%
3%
2%
87%
에너지 87%


2017
9%
1%
16%
44%
30%
에너지산업 44%
제조-건설업 30%
수송 16%
에너지산업
제조업 및 건설업
수송
기타
미분류

온실가스는 에너지문제!


재생에너지
수요
원전 제로
석탄 제로
time

2022년 원전제로, 2038년 석탄제로

REUTERS

Business Markets World UK TV More

WORLD NEWS SEPTEMBER 6, 2019 / 1:44 AM / 11 DAYS AGO

Germany to start closing black coal plants in 2020 - draft law

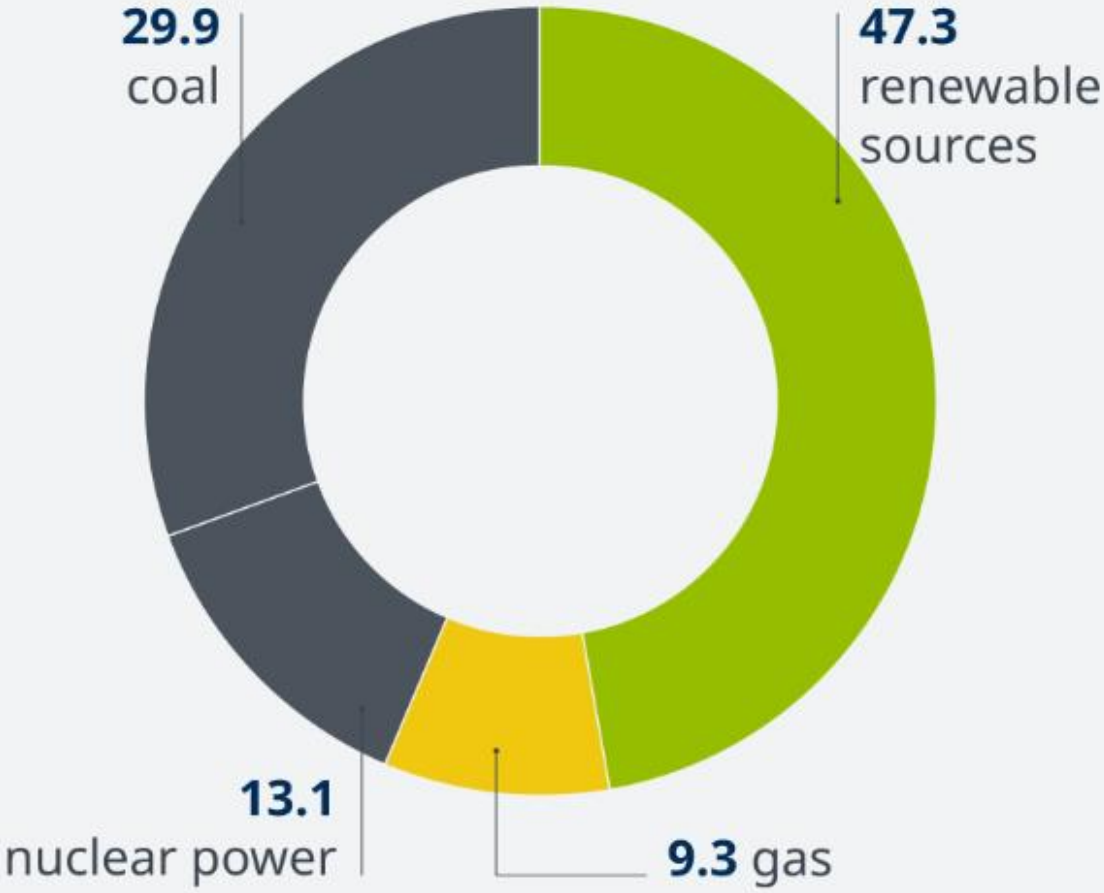
Markus Wacket 2 MIN READ

BERLIN (Reuters) - Germany plans to shut down its first power plants that use black coal in 2020, a draft law seen by Reuters on Thursday showed, as part of a planned phase-out of coal by 2038 expected to cost at least 40 billion euros ($44 billion).

독일정부가 2038년까지 탈석탄을 달성하기 위한 법안 마련
2020년부터 흑탄(무연탄)발전소를 폐쇄 시작 2022년까지 12기 폐쇄
2038년까지 탈석탄을 위해 최소 400억유로(440억달러, 약 45조원) 소요

처음으로 독일 재생에너지 47.3% > 석탄+핵에너지 43%

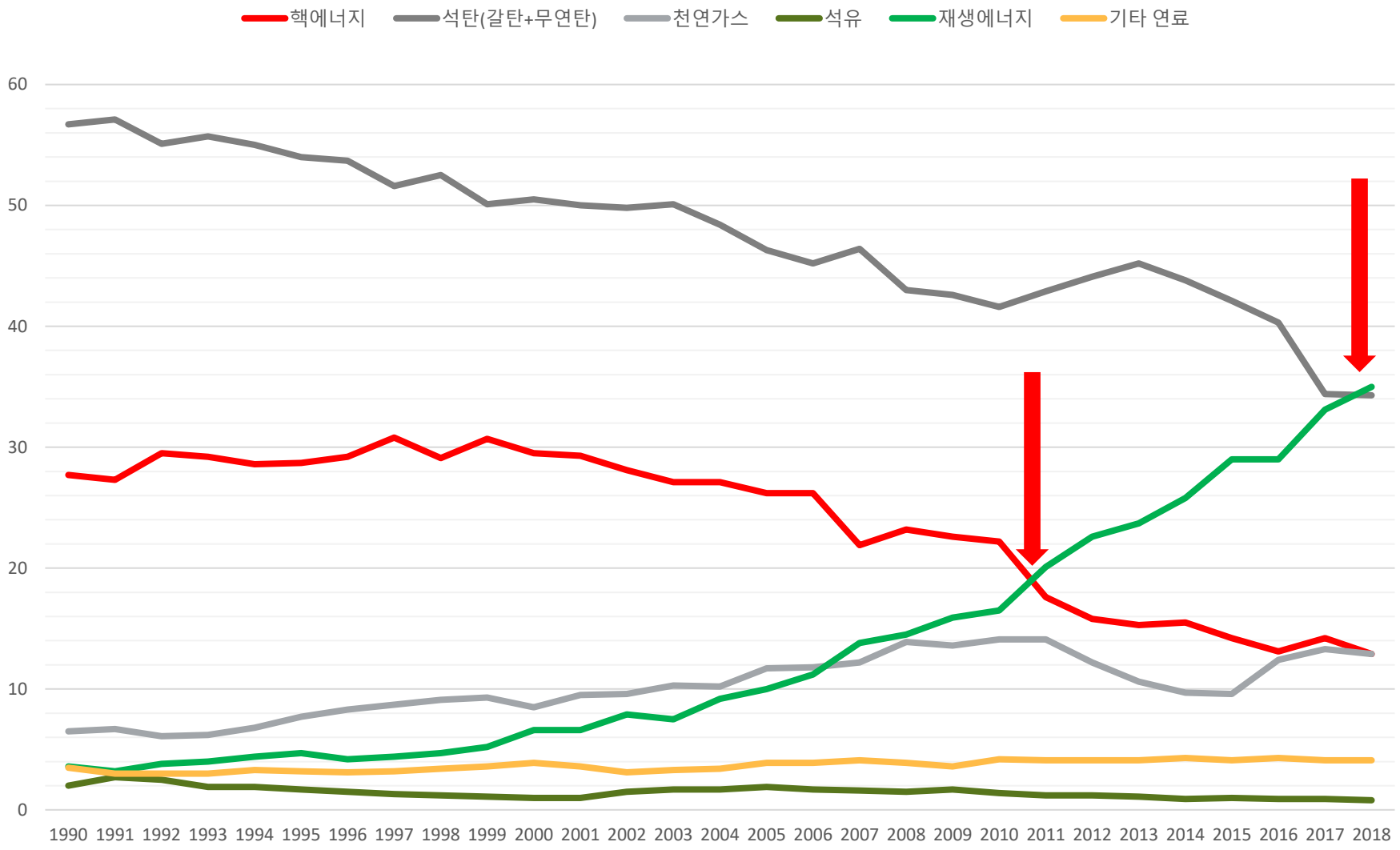
2019년 1~6월 발전량



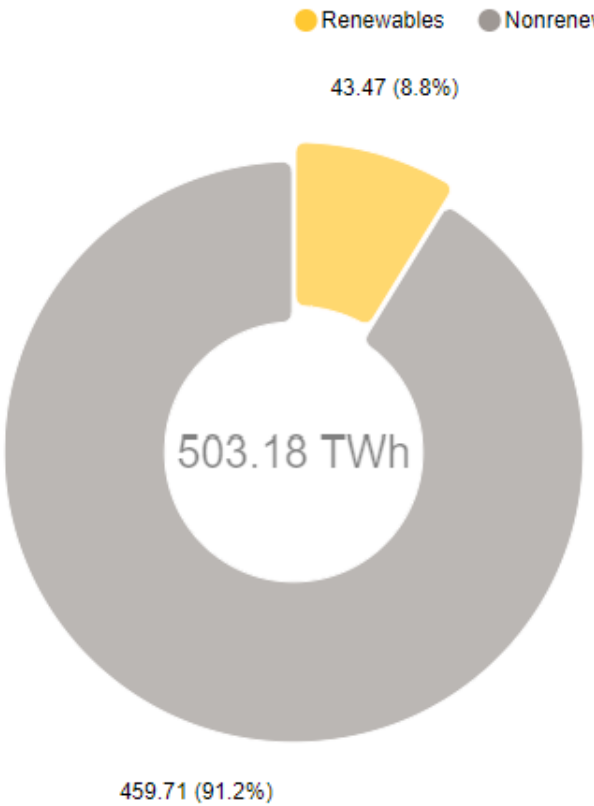
Source: Fraunhofer ISE, the missing 0.4% are generated by oil and other energy sources

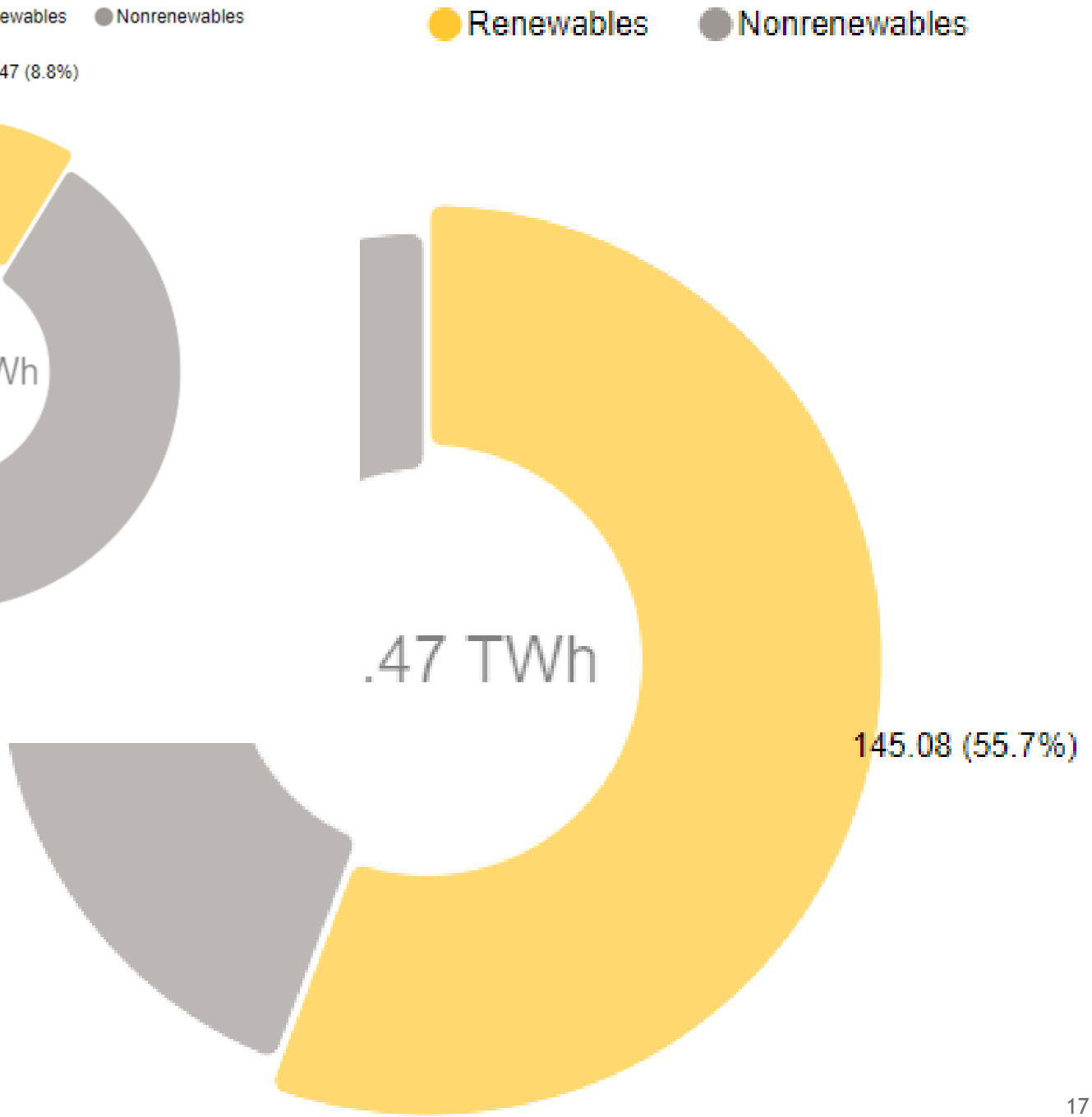
©DW

독일, 재생에너지 가장 많이 전기 생산



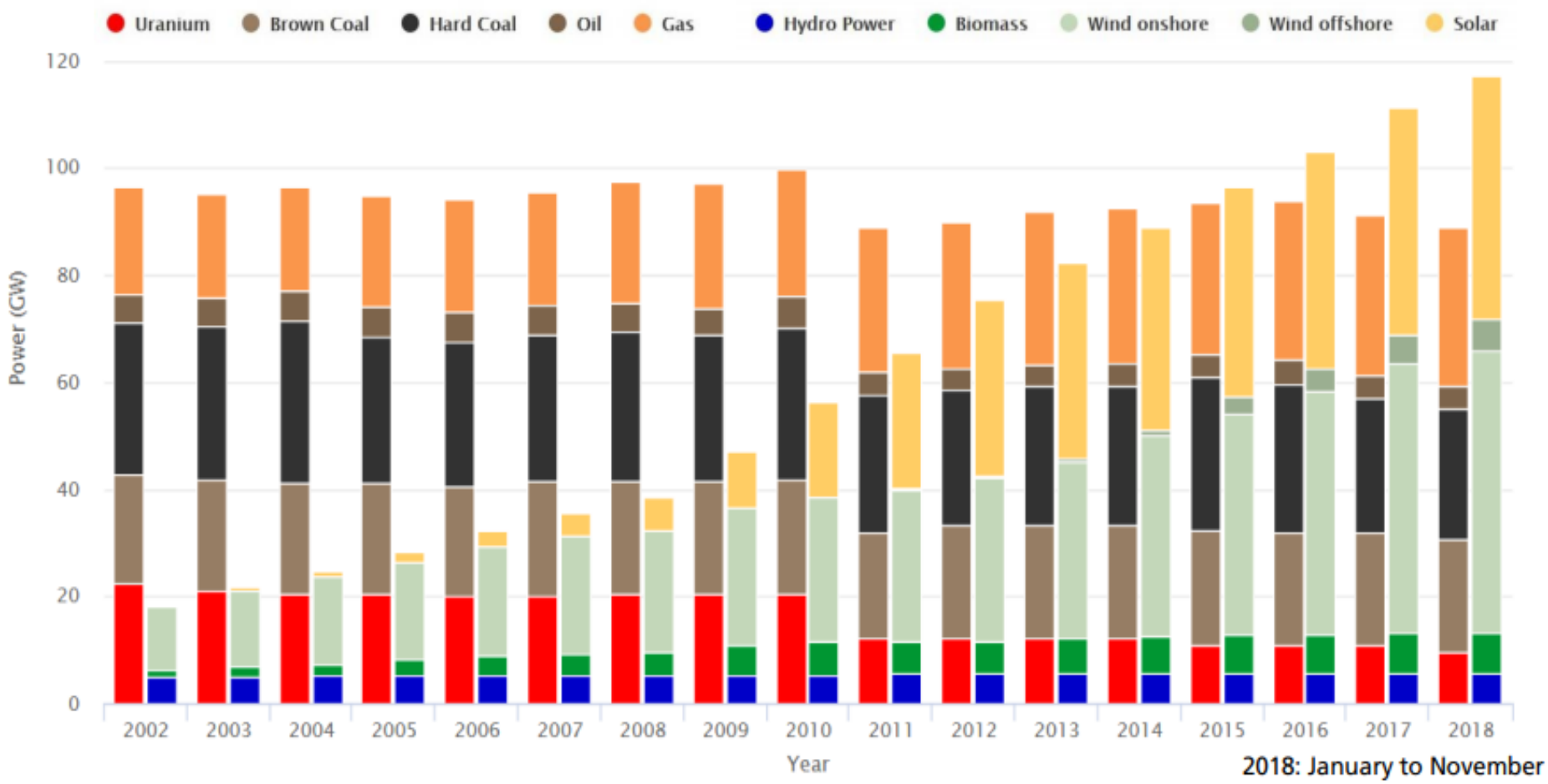
자료: http://www.ag-energiebilanzen.de/



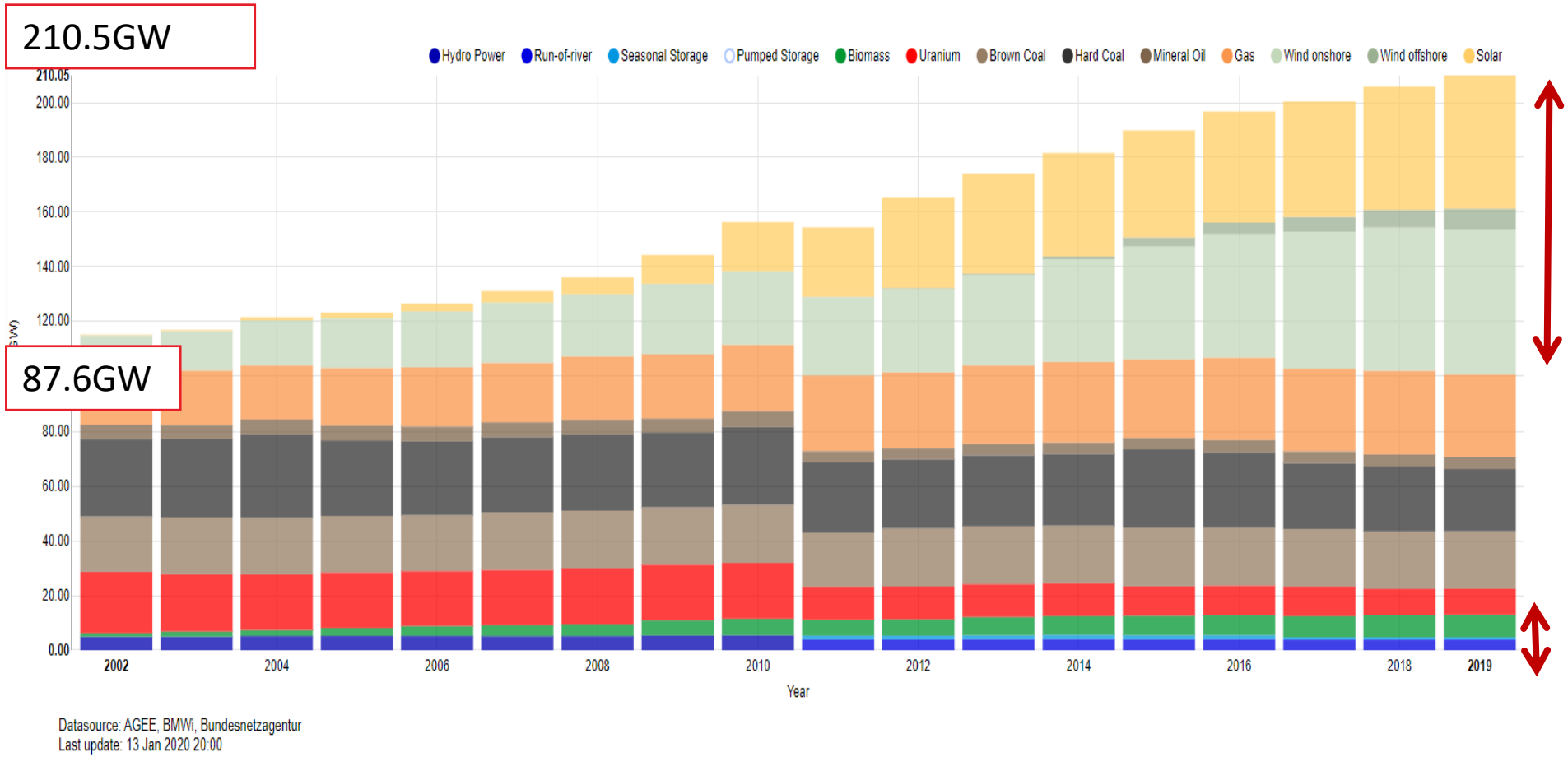


https://energy-charts.de/energy_pie.htm?year=2020

독일, 16년만에 재생에너지 설비 100기가와트 증가, 평균 연간 6기가와트 이상 증가



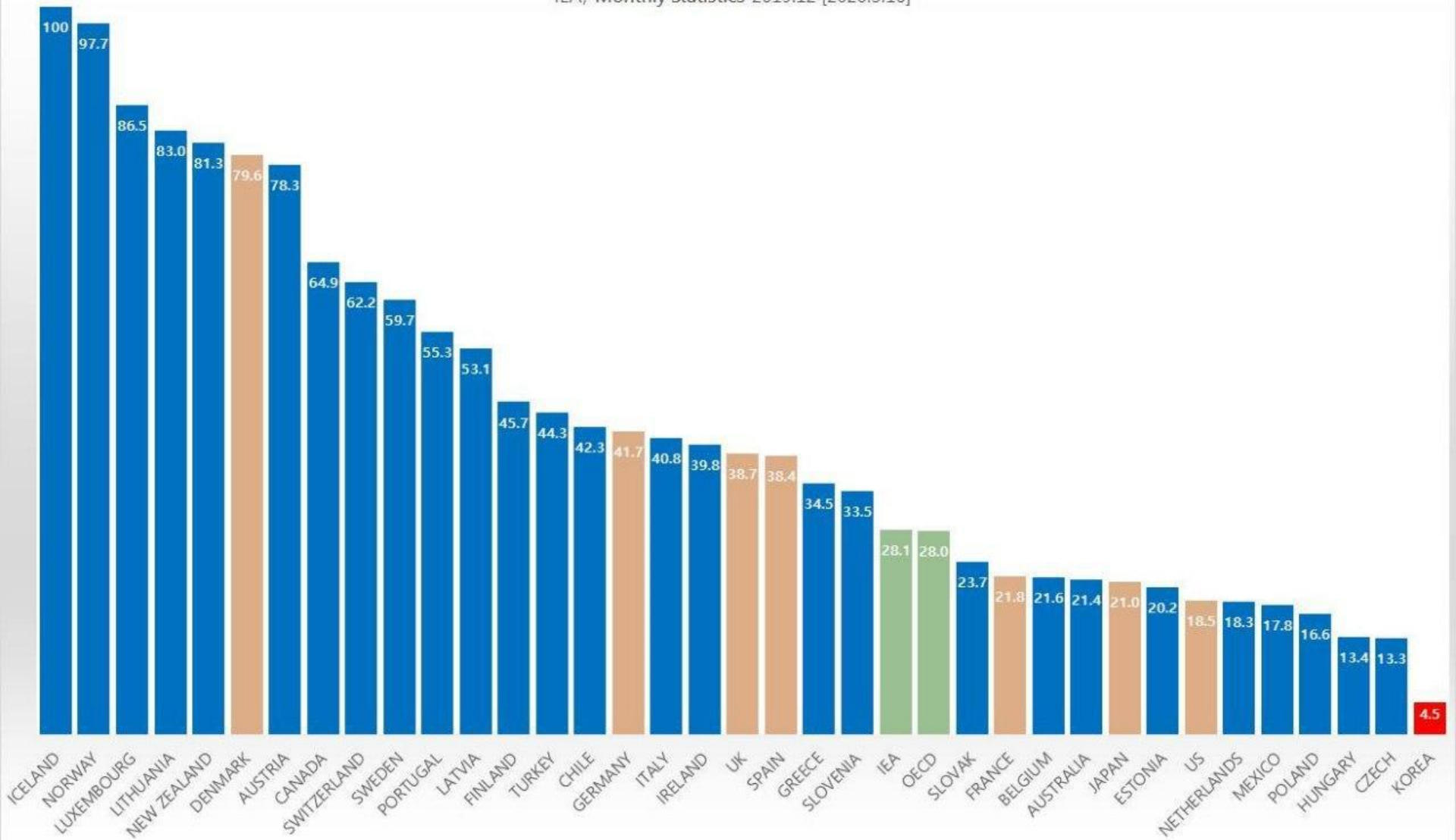
https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/News/Stromerzeugung_2018_2_en.pdf

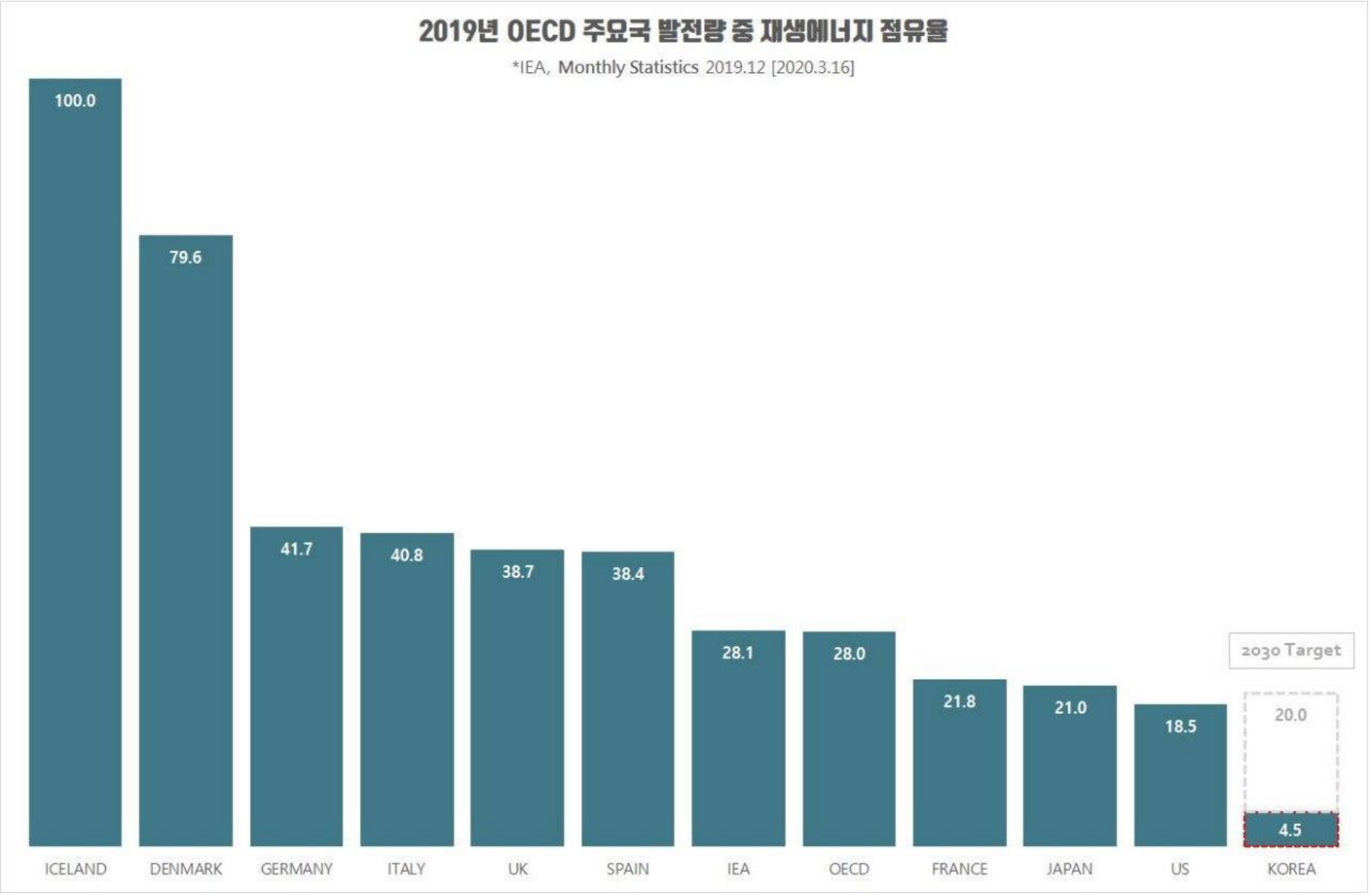


	태양광	풍력		바이오	수력	가스	석유	석탄		원전	화석연료+원전설비	재생에너지
		육상	해상					무연탄	갈탄			
2019	48.84	53.17	7.48	8.17	3.8	29.85	4.36	22.76	21.11	9.52	87.6	121.46
2002	0.3	11.98	0	1.32	4.94	20.3	5.3	28.29	20.30	22.43	96.62	18.5

2019년 OECD 국가별 발전량 중 재생에너지 점유율

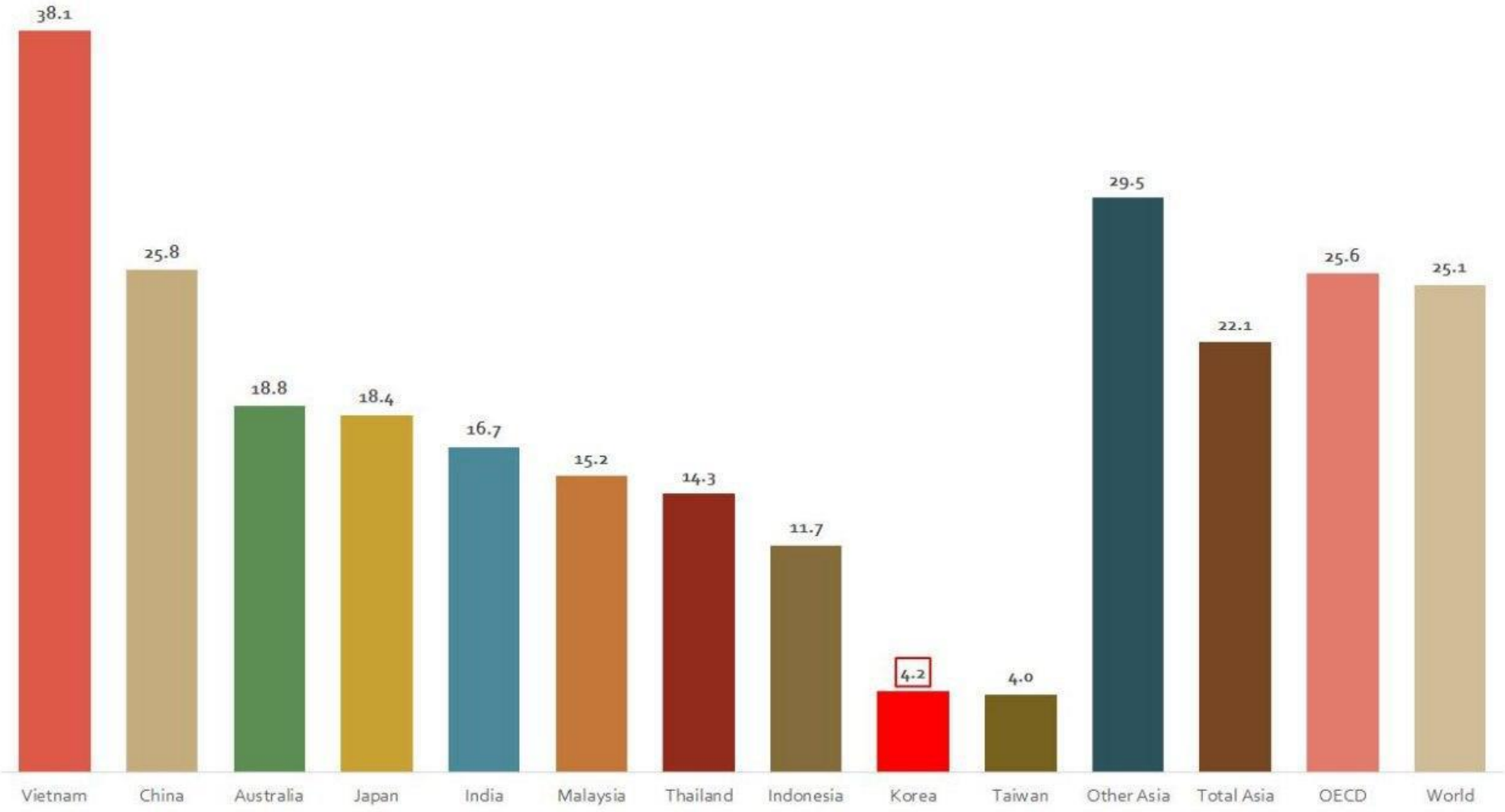
*IEA, Monthly Statistics 2019.12 [2020.3.16]



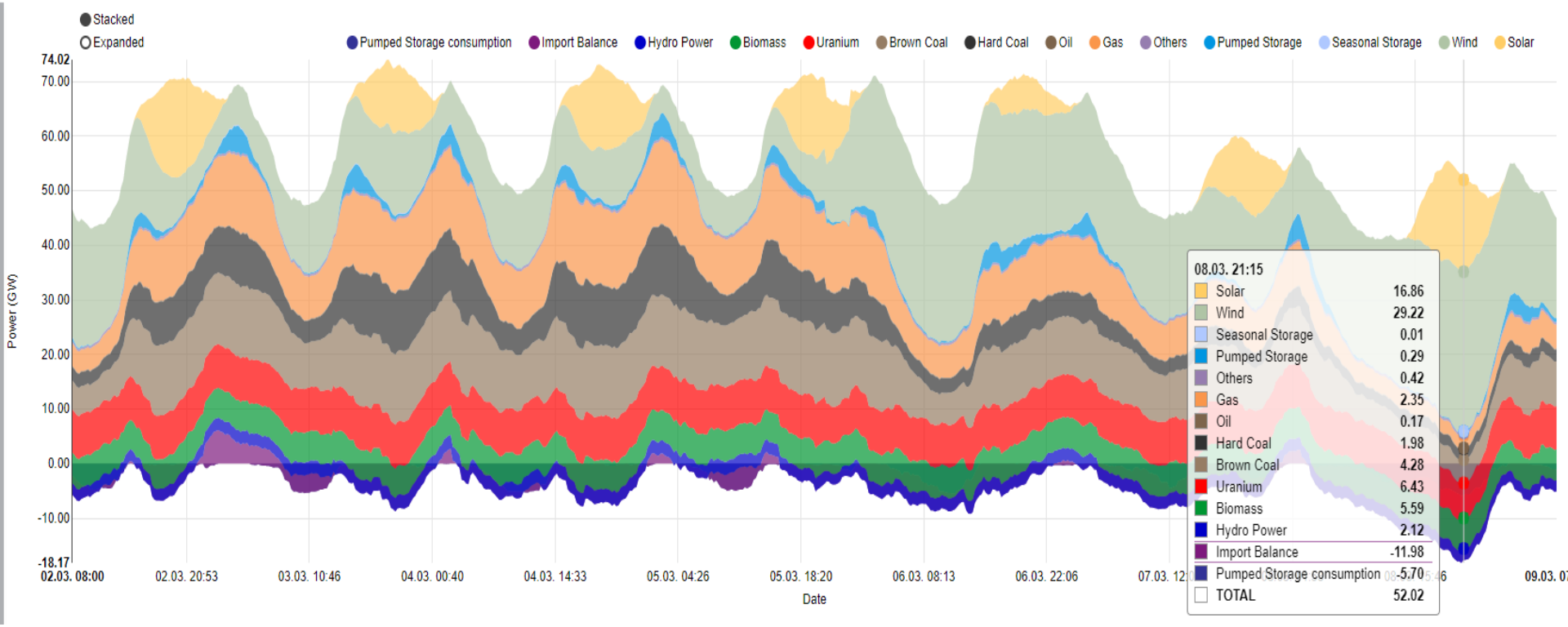

2019년 OECD 주요국 발전량 중 재생에너지 점유율
*IEA, Monthly Statistics 2019.12 [2020.3.16]
100.0
79.6
41.7
40.8
38.7
38.4
28.1
28.0
21.8
21.0
18.5
20.0
4.5
2030 Target
ICELAND
DENMARK
GERMANY
ITALY
UK
SPAIN
IEA
OECD
FRANCE
JAPAN
US
KOREA

2018 아시아 국가별 발전량 중 재생에너지 점유율[%]

BP, Statistical Review of World Energy 2019, 2019. 6

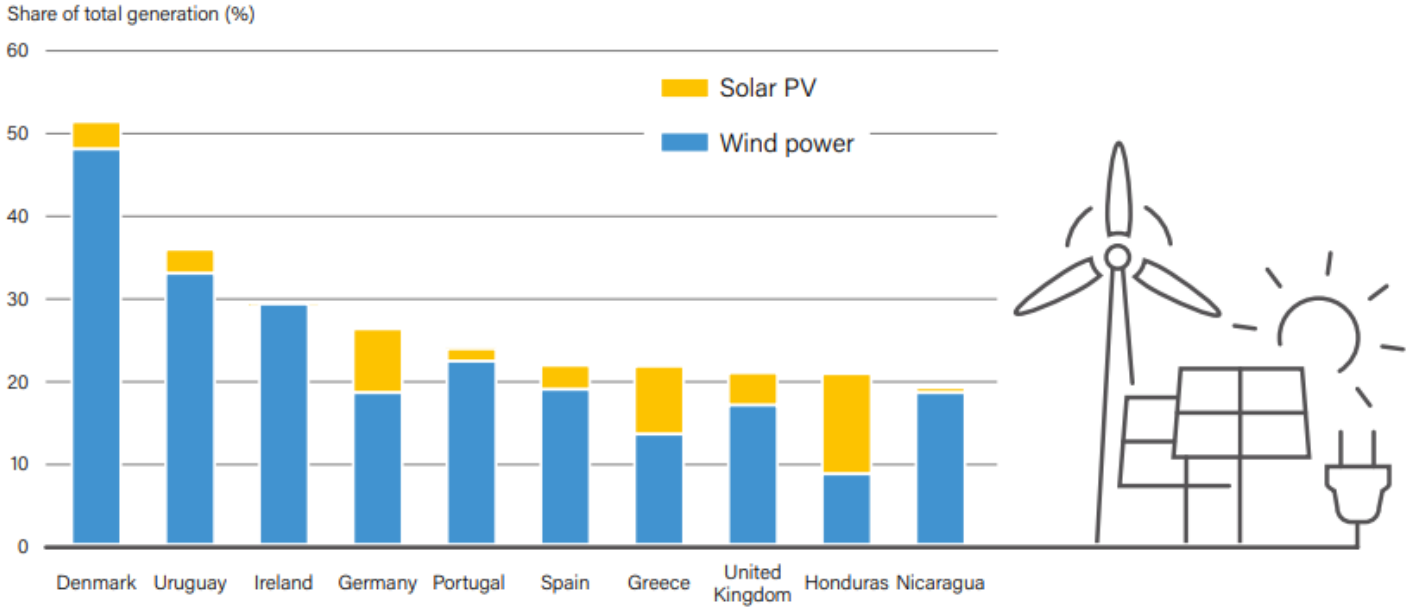


y production in Germany in week 10 2020



풍력발전 대세, 재생에너지 TOP10 국가들의 높은 풍력발전 비중

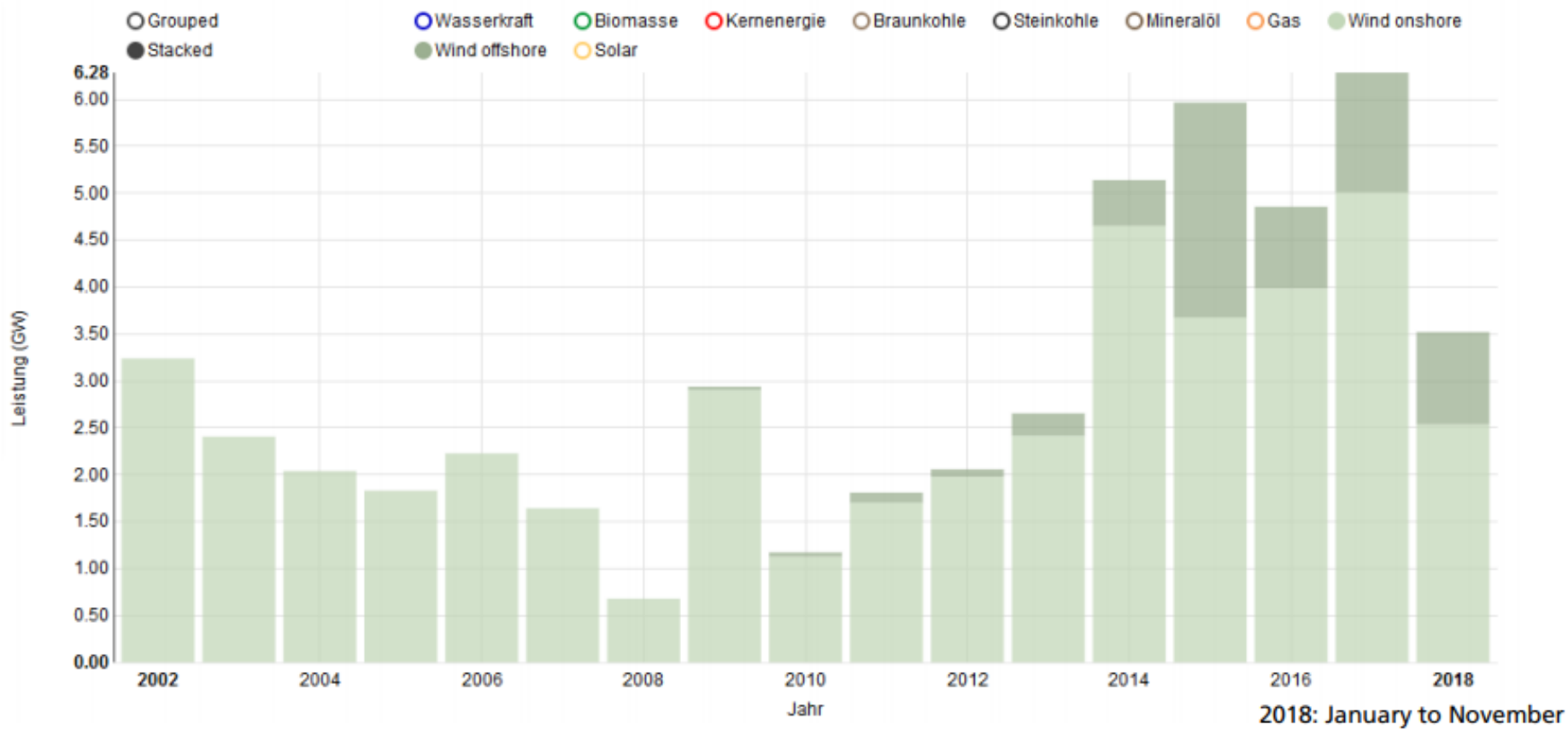
POWER			
Renewable power capacity (including hydropower)	GW	2,197	**2,378**
Renewable power capacity (not including hydropower)	GW	1,081	**1,246**
Hydropower capacity[2]	GW	1,112	**1,132**
Wind power capacity	GW	540	**591**
Solar PV capacity[3]	GW	405	**505**
Bio-power capacity	GW	121	**130**
Geothermal power capacity	GW	12.8	**13.3**
Concentrating solar thermal power (CSP) capacity	GW	4.9	**5.5**
Ocean power capacity	GW	0.5	**0.5**
Bioelectricity generation (annual)	TWh	532	**581**



Note: This figure includes the top 10 countries according to the best available data known to REN21 at the time of publication.

Source: See endnote 203 for this chapter.

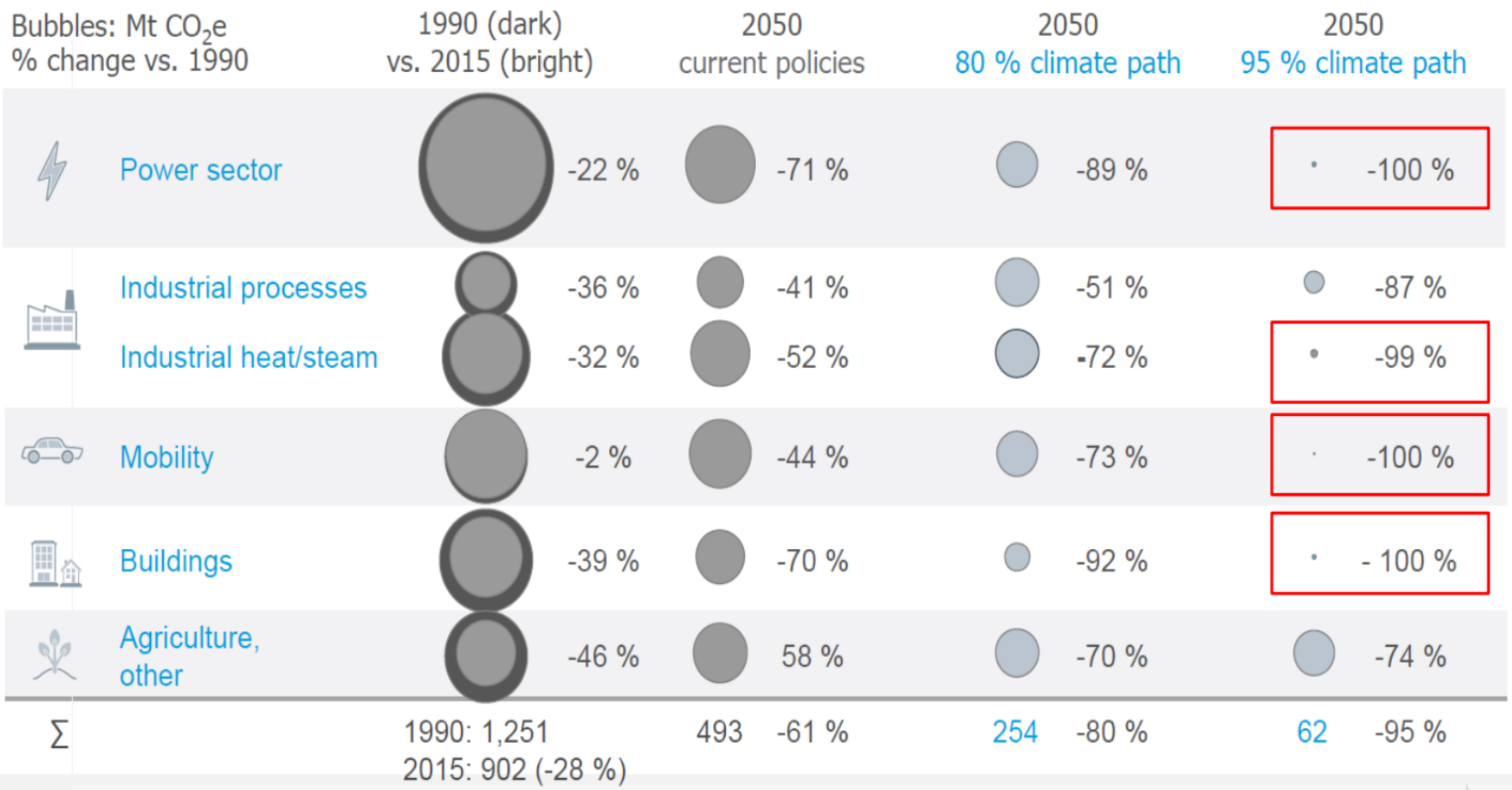
Annual increase of net installed generation capacity
Wind



Graph: B. Burger, Fraunhofer ISE; Data: Bundesnetzagentur, Source: https://www.energy-charts.de/power_inst.htm

온실가스 순배출량 제로,

재생에너지 100%


Bubbles: Mt CO_2e
% change vs. 1990
1990 (dark)
vs. 2015 (bright)
2050
current policies
2050
80 % climate path
2050
95 % climate path
Power sector
-22 %
-71 %
-89 %
-100 %
Industrial processes
-36 %
-41 %
-51 %
-87 %
Industrial heat/steam
-32 %
-52 %
-72 %
-99 %
Mobility
-2 %
-44 %
-73 %
-100 %
Buildings
-39 %
-70 %
-92 %
- 100 %
Agriculture, other
-46 %
58 %
-70 %
-74 %
∑
1990: 1,251
2015: 902 (-28 %)
493
-61 %
254
-80 %
62
-95 %

Source: BDI

석유수송시대의 끝을 예고: 내연기관차 종말, 전기차 시대

< 내연기관 자동차 판매 금지 정책 동향 >

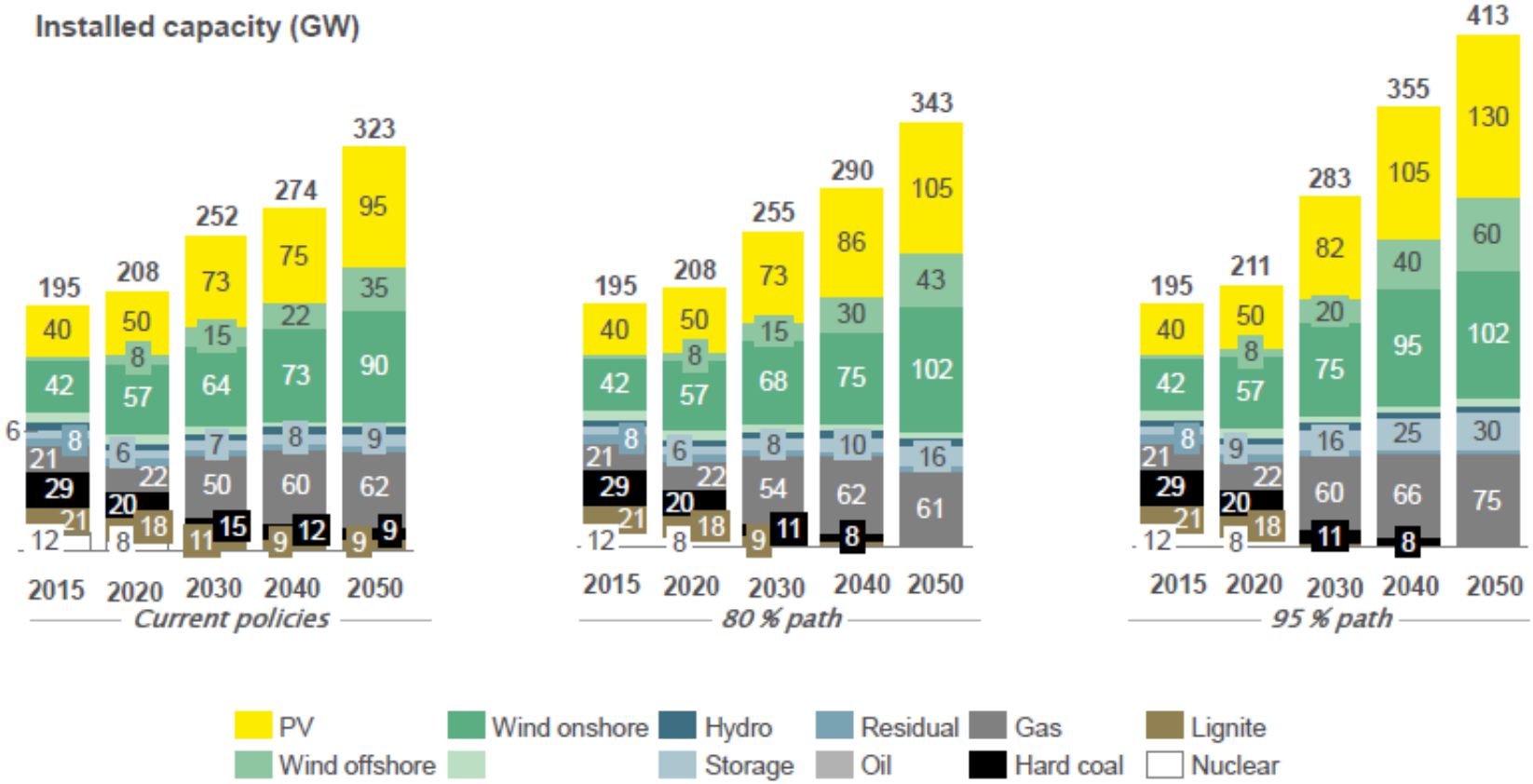
국가	추진현황
노르웨이	▪ **2025년부터 내연기관 차량 판매 금지 법안 합의(2016.6)** - 수도 오슬로에서 2017년부터 디젤 자동차의 일시적 운행 금지 조치 - 일반승용차, 단거리 버스, 경량 트럭은 무공해 차량만 등록하는 방침
네덜란드	▪ **2025년부터 내연기관 차량 판매 금지 법안 하원 통과(2016.4)** - 신차에 대해서만 휘발유 및 경유 자동차의 판매금지를 추진 - 법안의 최종가결시, 2025년부터 하이브리드 모델을 포함한 내연기관 자동차의 판매 금지를 포함하고 있으나, 민주당의 강력한 반대로 실현가능성에 주목
영국	▪ **2040년부터 휘발유 및 경유 차량의 판매를 금지하는 정책 발표(2017.7)** - 예산 지원(30억파운드)과 함께 경유 차량에 대한 높은 부담금을 부과할 예정
프랑스	▪ **2040년부터 내연기관 차량의 판매를 금지하는 정책 발표(2017.7)** - 1997년 이전에 생산된 경유차와 2001년 이전에 생산된 휘발유 차량을 친환경차로 바꾸면 인센티브를 주는 방식으로 내연기관 차량을 점차 퇴출
독일	▪ **2016년 10월 결의안이 통과되었으나 연방하의원 통과를 이끌어내진 못함** - 자동차 산업이 독일 산업의 중추라는 점을 감안하여 신중한 태도
인도	▪ **2030년부터 전기차만 판매하는 정책을 추진하기로 발표(2017.6)** - 생산된 지 10년이 경과한 경유차는 수도 뉴델리에 등록하지 못하도록 조치
중국	▪ 신에너지 차량 개발과 대기오염 완화를 위해 화석연료 자동차의 생산, 판매를 중단하기 위한 계획을 마련중 - 다만, 판매 중단 시기는 자국 산업의 경쟁력 확보 시기와 연계하여 고려 중

출처: 글로벌 내연기관 자동차 판매 금지 동향. 한국에너지공단
http://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/energy_issue/mail_vol71/pdf/issue_174_01_02.pdf

재생에너지 전기화 시대

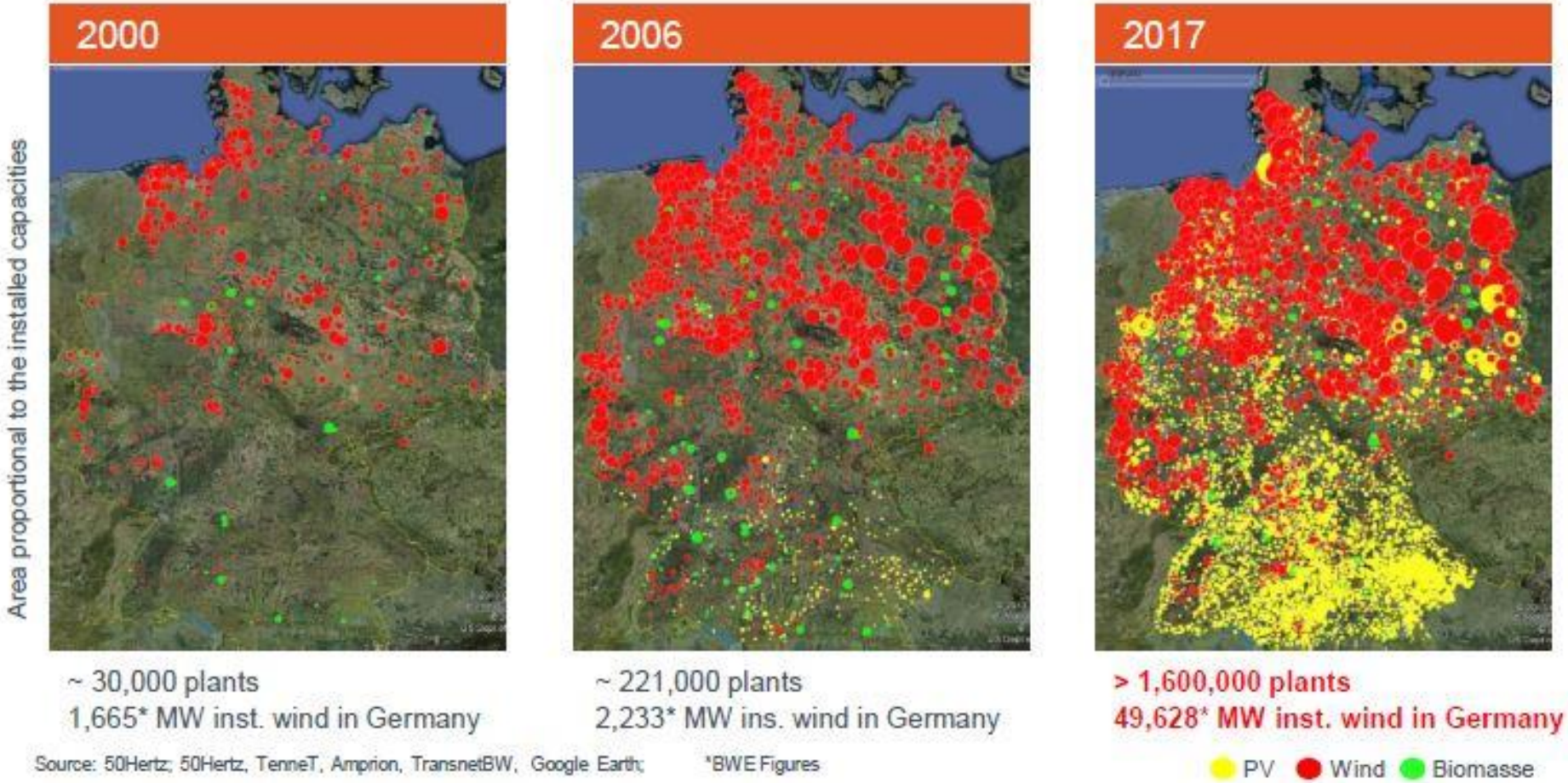
온실가스와 미세먼지 문제 해결

난방과 수송의 전기화, 300기가와트 재생에너지



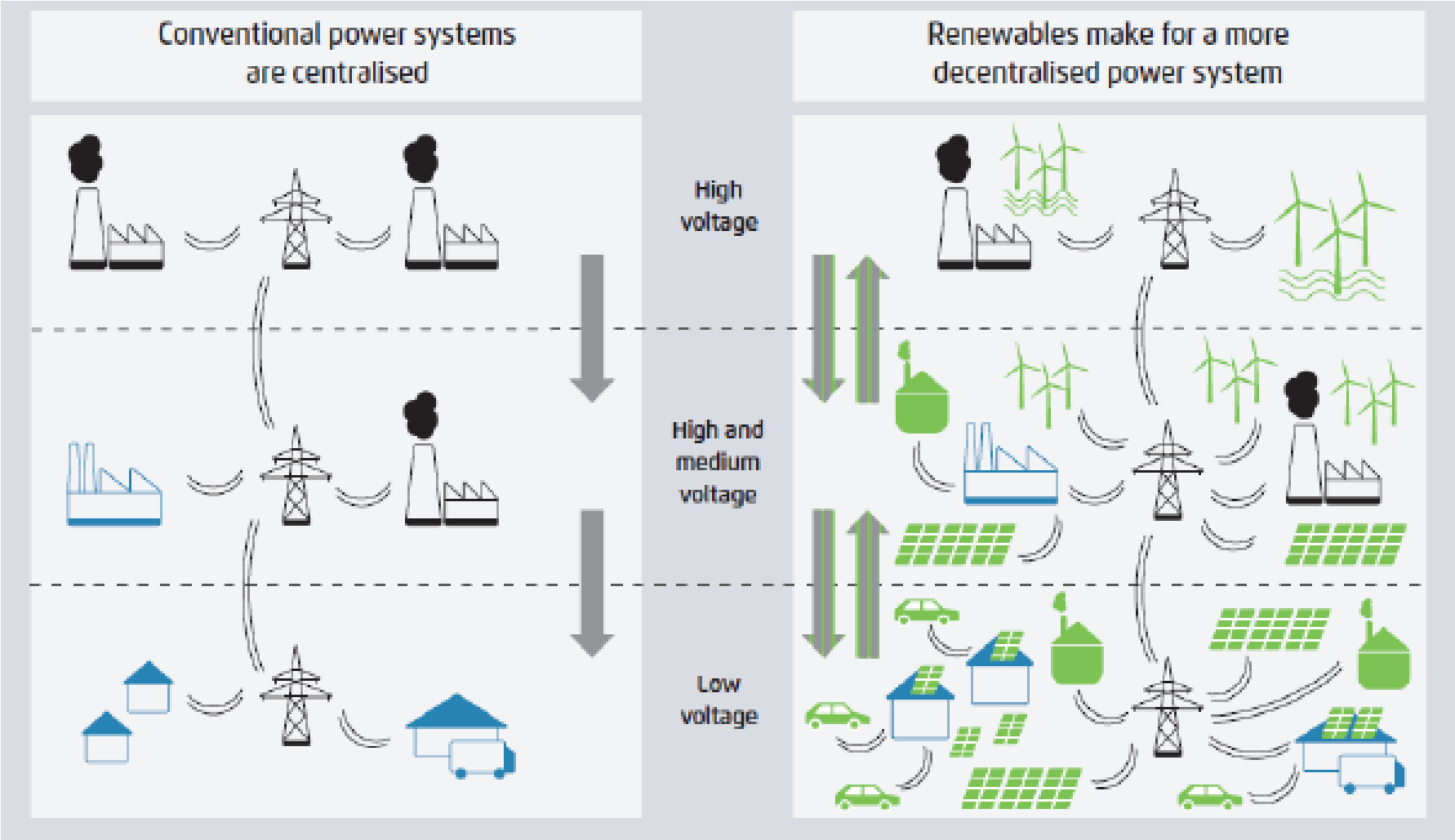
출처: BDI – The Voice of Germany Industry. July 2, 2018

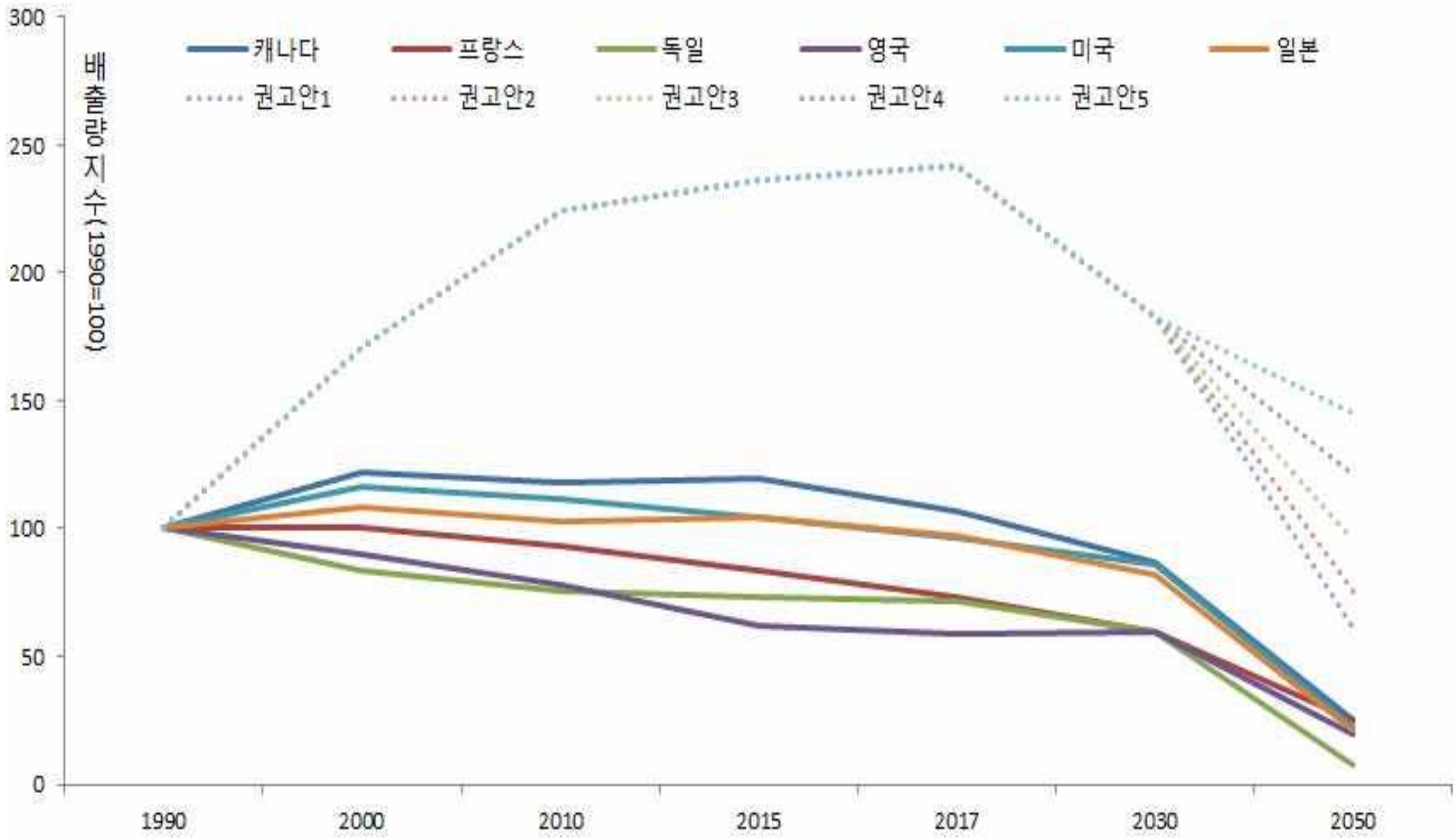
재생에너지 확대, 갈등관리의 필요성



출처: 50hertz

전력수급구조의 변화: 분산형, 소규모, 쌍방향




캐나다
프랑스
독일
영국
미국
일본
권고안1
권고안2
권고안3
권고안4
권고안5
배출량 지수(1990=100)
300
250
200
150
100
50
0
1990
2000
2010
2015
2017
2030
2050

2050년 탄소 'net-zero'의 의미

1) 2050년 100% 재생가능에너지

2) 2030년 최종에너지의 31% (전력의 약 52.8%)

3) 2050년 태양광 353GW, 풍력 103GW 필요

<2030년>

	시나리오			
	BAU	MTS	ATS	VTS
총발전량(TWh)	591	537	495	621
재생에너지발전량(TWh)	13.5	165.4	123.4	328.0
재생에너지 비중	2.3%	30.8%	24.9%	52.8%

<홍종호 교수 연구팀, 2050 에너지전환 시나리오> (VTS: Visionary Transition Scenario)

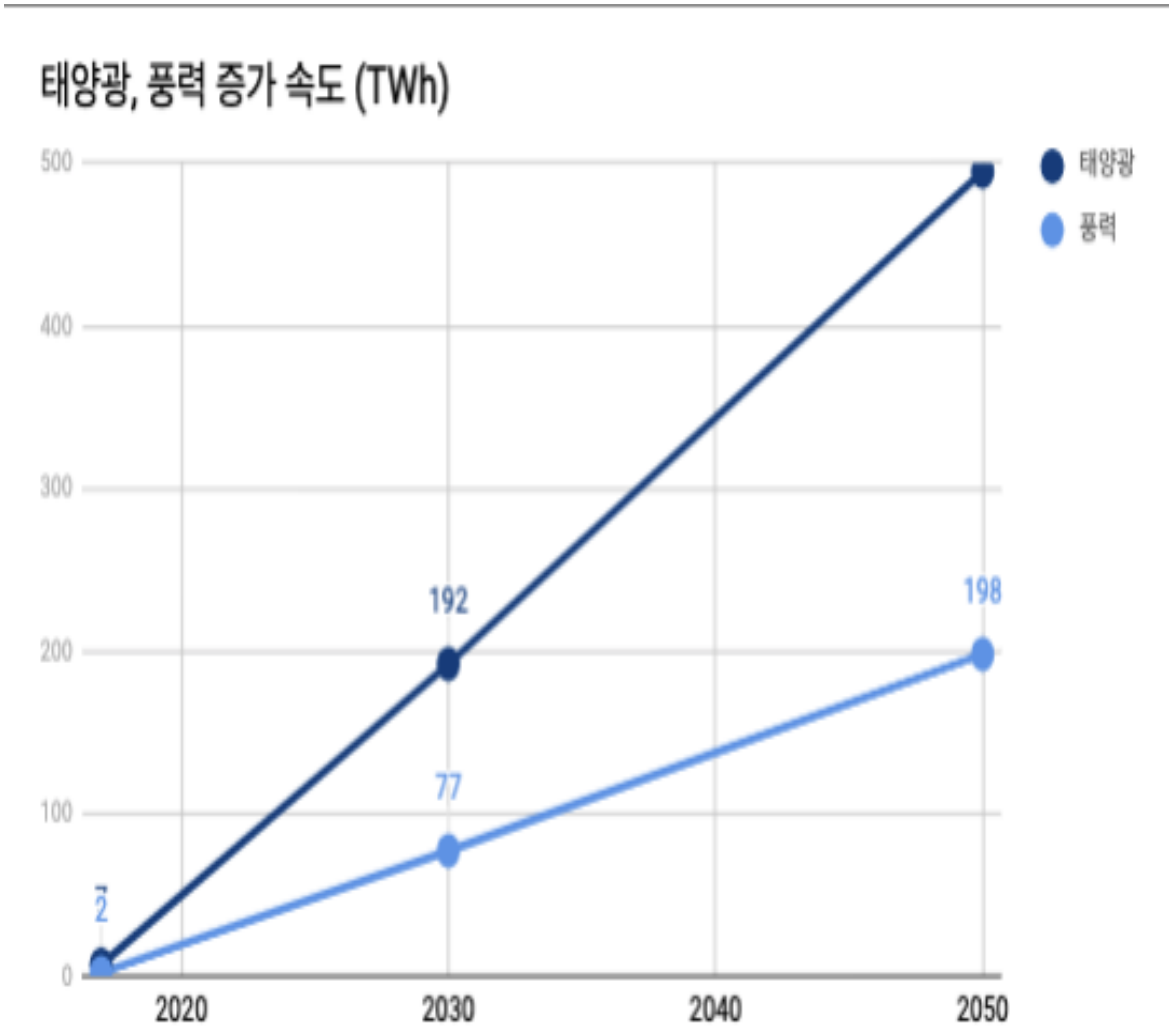
2050년까지

태양광 연간

약 11GW,

풍력 연간

약 3GW 증가



1년 365일 24시간 전력생산 가능한 풍력발전

경제성 있는 태양광발전 시장잠재량 321기가와트

풍력발전 시장잠재량 39기가와트

구분			설비용량(GW)			연간발전환산량 (TWh/year, TWh_{th}/year)			최종에너지(10^3toe/year)			1차에너지(10^3toe/year)		
	세부		이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장
태양	광		106,831	1,807	321	137,347	2,338	411	11,811,842	201,068	35,346	28,980,217	493,318	86,721
	열*		106,831	4,778	150	137,347	6,181	191	11,811,842	531,566	16,426	11,811,842	531,566	16,426
풍력	육상		499	352	17	942	756	39	81,012	65,016	3,353	198,762	159,516	8,229
	해상		462	387	22	1,385	1,176	71	119,110	101,136	6,106	292,235	248,136	14,981
수력	-		28	12	3	246	41	9	21,156	3,526	774	51,906	8,651	1,899
지열	천부*		22,236	1,256	334	55,796	932	29	4,798,456	80,152	2,494	4,798,456	80,152	2,494
	심부		350	3	잠재량 없음	3,066	19	잠재량 없음	263,676	1,634	잠재량 없음	646,926	4,009	잠재량 없음
해양	조류		430	109	보급 없음	3,766	957	보급 없음	323,876	82,302	보급 없음	794,626	201,927	보급 없음
	조력		13	11	1	112	46	2	9,632	3,956	203	23,632	9,706	497
	파력		129	18	보급 없음	1,128	40	보급 없음	97,008	3,440	보급 없음	238,008	8,440	보급 없음
	해수 온도차	발전	64	0	보급 없음	557	4	보급 없음	47,902	344	보급 없음	117,527	844	보급 없음
		냉난방*	15	9	0	85	51	0	7,310	4,386	0	7,310	4,386	0
바이오	-		12	10	0.4	89	72	3	7,677	6,190	248	18,836	15,188	609
폐기물	-		6	4	4	45	32	32	3,845	2,739	2,739	9,433	6,721	6,721
합계			237,906	8,756	852	341,911	12,645	787	29,404,344	1,087,455	67,689	47,989,716	1,772,560	138,577

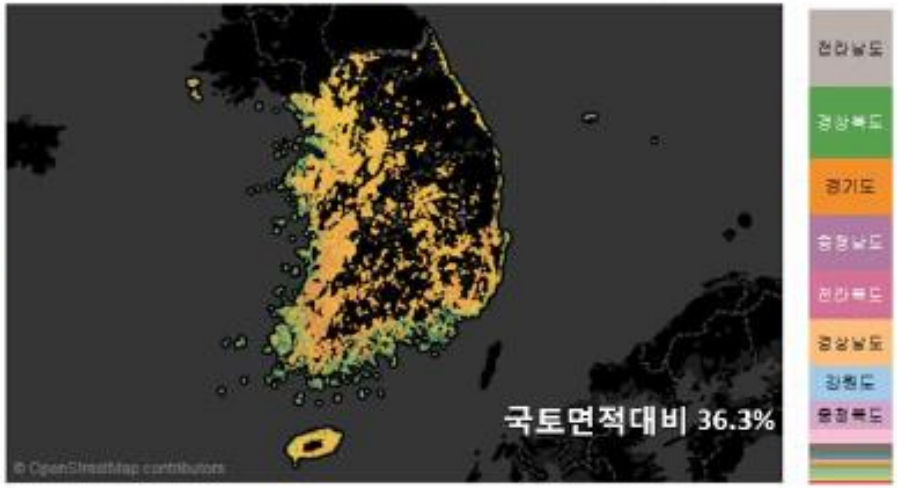
출처: 대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차에너지기본계획 실현방안. 2018. 12. 윤창열

321기가와트 태양광 분포는?

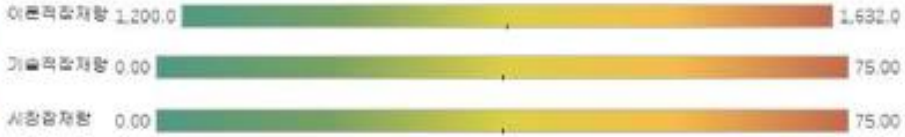
태양광잠재량

이론적잠재량(발전량:137,347TWh 설비용량:106,831GW)

기술적잠재량(발전량:2,338TWh 설비용량:1,807GW)



시장잠재량(발전량:411TWh 설비용량:321GW)



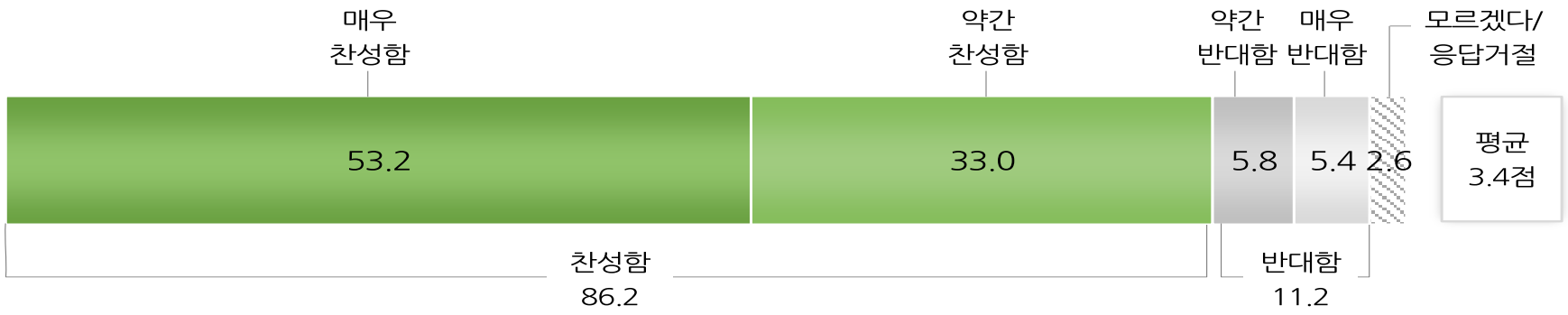
- 이론적잠재량: 경북>강원>전남
- 기술적잠재량: 전남>경북>경기도
- 시장잠재량: 경북>충남>경기도

출처: 대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차에너지기본계획 실현방안. 2018. 12. 윤창열

(현대경제연구원) 현재 정부는 원전(원자력 발전)과 석탄 발전을 축소하고, 신재생 에너지와 천연가스 발전을 확대하는 친환경 에너지 정책을 추진하고 있습니다. 귀하는 이러한 에너지 정책 전환에 대해 어떻게 생각하십니까?	
2017.10	2018.6
적극 찬성한다 + 찬성하는 편이다. 77.8%	적극 찬성한다 + 찬성하는 편이다. 84.6%

2018.8 원자력학회) 가장 적합한 발전원은?
태양광(44.9%), 원자력(29.9%), **가스(12.8%), 풍력(9.1%)**, 석탄(1.7%)
(1+2순위)
태양광(70.5%), 원자력(48.2%), **풍력(40.8%)**, **가스(28.5%)**, 석탄(4.4%)

2018.9 신재생에너지학회
귀하는 우리나라에서 전력 생산 수단으로 **신·재생에너지 이용을 확대**하는 것에 찬성하십니까? 혹은 반대하십니까?



새전북신문 2015. 8. 26

영월신문. 2017. 8. 12

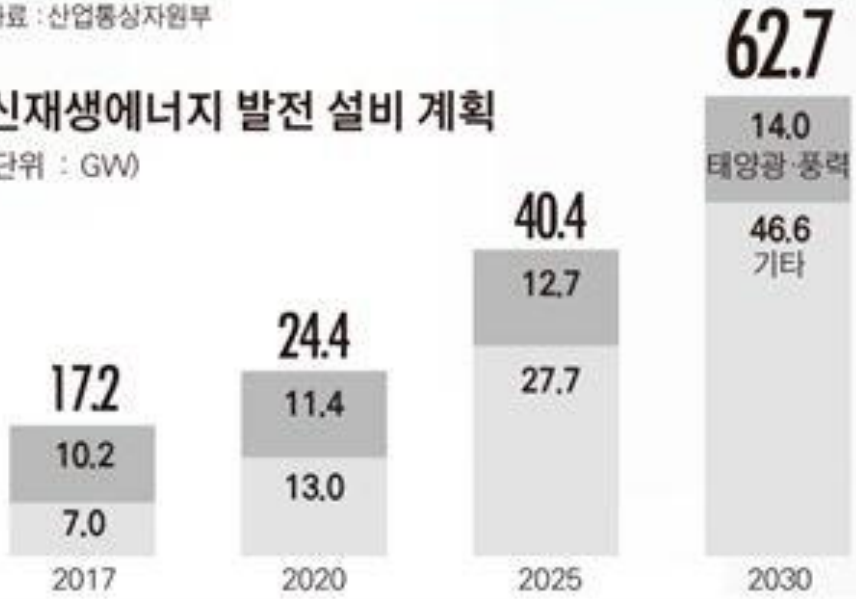
지역 수용성 문제로 지연·무산된 신재생에너지 사업

무산	영천보현산풍력·기룡산풍력(경북 영천)	산림 훼손, 주민 수면 방해, 소음과 저주파로 신체·경제적 피해
지연	장흥풍력(전남 장흥)	사찰 주변 수행환경 및 자연훼손, 소음과 저주파로 신체·경제적 피해
	연장리태양광발전소(전북 진안)	전자파 피해, 온도 상승으로 농작물 부작용, 재산권 침해
	청송면봉산풍력(경북 청송)	소음과 저주파로 신체·경제적 피해
	포항중장풍력(경북 포항)	보상금 합의 갈등

자료 : 산업통상자원부

신재생에너지 발전 설비 계획

(단위 : GW)



자료 : 8차 전력수급기본계획 발전설비 초안

쏟아지는 민원에... 신재생에너지 비중 20% 실현 발목 한국일보.
2017.8.22.http://www.hankookilbo.com/v/33308c03ccec4decb1c34f40b38314e8

기술적 잠재량? 시장잠재량? 제도의 문제!

구분			설비용량(GW)			연간발전환산량 (TWh/year, TWh_{th}/year)			최종에너지(10^3toe/year)			1차에너지(10^3toe/year)		
	세부		이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장
태양	광		106,831	1,807	321	137,347	2,338	411	11,811,842	201,068	35,346	28,980,217	493,318	86,721
	열*		106,831	4,778	150	137,347	6,181	191	11,811,842	531,566	16,426	11,811,842	531,566	16,426
풍력	육상		499	352	17	942	756	39	81,012	65,016	3,353	198,762	159,516	8,229
	해상		462	387	22	1,385	1,176	71	119,110	101,136	6,106	292,235	248,136	14,981
수력	-		28	12	3	246	41	9	21,156	3,526	774	51,906	8,651	1,899
지열	천부*		22,236	1,256	334	55,796	932	29	4,798,456	80,152	2,494	4,798,456	80,152	2,494
	심부		350	3	잠재량 없음	3,066	19	잠재량 없음	263,676	1,634	잠재량 없음	646,926	4,009	잠재량 없음
해양	조류		430	109	보급 없음	3,766	957	보급 없음	323,876	82,302	보급 없음	794,626	201,927	보급 없음
	조력		13	11	1	112	46	2	9,632	3,956	203	23,632	9,706	497
	파력		129	18	보급 없음	1,128	40	보급 없음	97,008	3,440	보급 없음	238,008	8,440	보급 없음
	해수 온도차	발전	64	0	보급 없음	557	4	보급 없음	47,902	344	보급 없음	117,527	844	보급 없음
		냉난방*	15	9	0	85	51	0	7,310	4,386	0	7,310	4,386	0
바이오	-		12	10	0.4	89	72	3	7,677	6,190	248	18,836	15,188	609
폐기물	-		6	4	4	45	32	32	3,845	2,739	2,739	9,433	6,721	6,721
합계			237,906	8,756	852	341,911	12,645	787	29,404,344	1,087,455	67,689	47,989,716	1,772,560	138,577

출처: 대한민국 재생에너지 잠재량 분석과 3차에너지기본계획 실현방안. 2018. 12. 윤창열

잠재량 단계	잠재량 정의
이론적 잠재량	현재의 과학적 지식 하에서 어떠한 제약도 존재하지 않을 때 이론적으로 활용가능한 에너지의 양
기술적 잠재량	이론적 잠재량 중 지리적 영향요인과 기술적 영향요인을 반영할 때 활용가능한 에너지의 양
시장 잠재량	기술적 잠재량 중 경제적 영향요인과 정책적(지원, 규제) 영향요인을 적용할 때 실질적으로 활용가능한 에너지의 양

영향요인	영향요인 정의	사례
지리적 영향요인	현재의 기술수준 하에서 극복 불가능한 지리적인 제약요인	급경사, 심해 등
기술적 영향요인	현재의 기술수준으로 인해 신재생에너지 활용에 영향을 미치는 요인	설비효율, 설비이용률 등
경제적 영향요인	경쟁재화와의 가격경쟁력 측면에서 신재생에너지 활용에 영향을 미치는 요인	LCOE[1], SMP[2]
지원정책 영향요인	정부의 정책적 판단으로 인해 신재생에너지의 활용을 촉진하는 제도적 요인	REC[3], 설치보조금 등
규제정책 영향요인	정부의 정책적 판단으로 인해 신재생에너지 활용 및 신재생에너지설비의 설치를 제약하는 제도적 요인	환경규제, 인허가규제 등

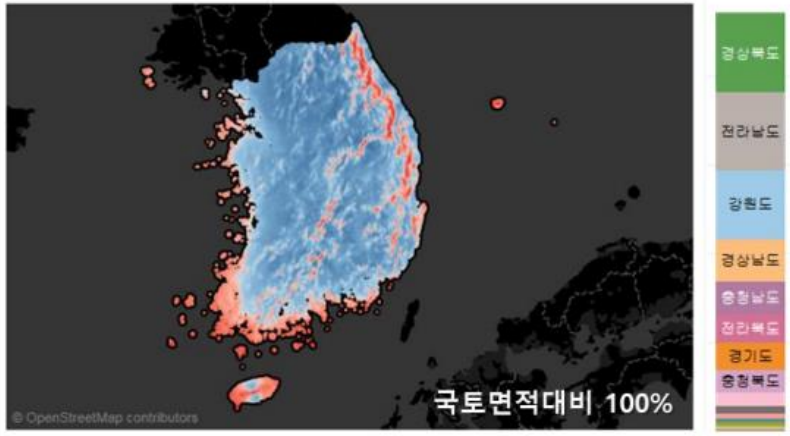
		태양광	태양열	천부지열	풍력	심부지열	해양
용도지역	경관지구				○	○	
	미관지구				○	○	
	방화지구				○	○	
	방재지구				○	○	
	보전지구				○	○	
	취락지구	○	○	○	○	○	
	공항	○	○	○	○	○	
	도심지				○	○	
문화재	문화재 보호구역	○	○	○	○	○	
	국가지정	○	○	○	○	○	
	시도지정	○	○	○	○	○	
	등록문화재	○	○	○	○	○	
생태자연도	1등급	○	○	○	○	○	
	별도관리구역	○	○	○	○	○	
백두대간보호구역		○	○	○	○	○	
개발불가지역	야생동물보호구역	○	○	○	○	○	○
	갯벌	○	○	○	○	○	○
	수산자원보호구역	○	○	○	○	○	○
	지역계획 절대보전	○	○	○	○	○	
	자연공원	○	○	○	○	○	○
	절대보전	○	○	○	○	○	○
	특별관리해역	○	○	○	○	○	○
	항만				○	○	○
	자연환경보전지역	○	○	○	○	○	○
	환경보전해역	○	○	○	○	○	○
	연평도_NLL	○	○	○	○	○	○
	휴전선/ 민간인통제선	○	○	○	○	○	○
	사격훈련지	○	○	○	○	○	○
	어장/어초				○		○
	케이블				○		○
	해저케이블				○		○
	항로				○		○
	천연기념물서식지	○			○		○
산림	전체	○	○	○			
	표고 1,000m				○	○	
시나리오	농업진흥지역	○	○	○	○	○	○
	주요도로 100m	○	○	○	○	○	○
	국토환경성평가지도 1등급				○		

육상풍력 잠재량 산정

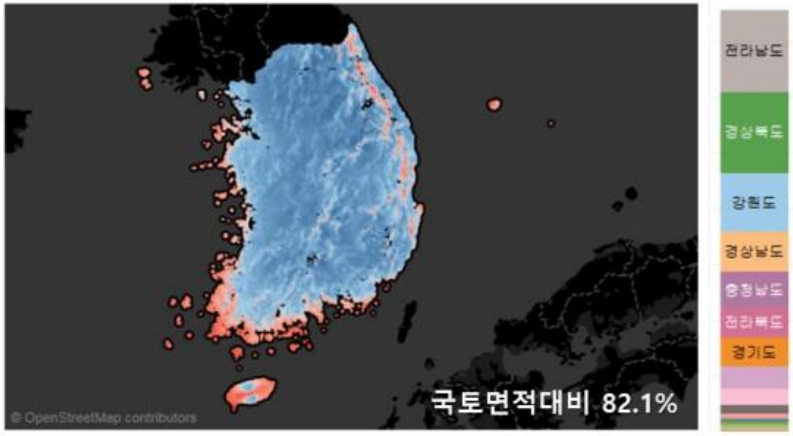
육상풍력잠재량

한국에너지기술연구원 KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH
에너지경제연구원

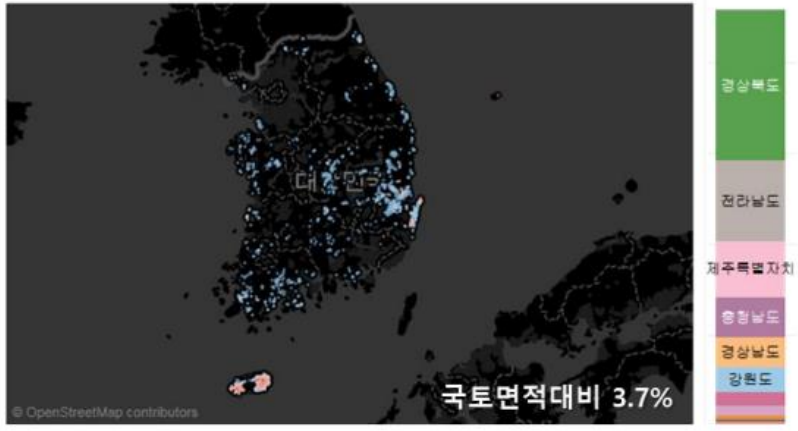
이론적잠재량(발전량:942TWh 설비용량:534GW)



기술적잠재량(발전량:756TWh 설비용량:439GW)



시장잠재량(발전량:46TWh 설비용량:20GW)



잠재량(GWh) 0.00 25.00

육상/해상 육상

LCOE 추정 전제

항목	육상풍력	해상풍력
CAPEX(원/kW)	2,500,000	5,000,000
OPEX(원/kW/yr.)	47,500	210,600
설비이용율(%)	격자별 차등 (육상 평균 20.1, 해상 평균 34.1)	
할인율(%)	6.0	
효율감소율(%)	0.3	
O&M 증가율(%)	2.5	
설비수명(yr.)	20	

3. 설비용량

□ (누적) 원별 실적 및 비중

(단위 : MW)

구 분		2019 (비재생폐기물 4/4분기 제외) 설비용량	비중(%)	2019 (비재생폐기물 전체 제외) 설비용량	비중(%)
총발전설비 용량		131,168	100.00	131,168	100.00
	신·재생에너지	23,171	17.67	19,651	14.98
	재생에너지	22,356	17.04	18,836	14.36
	신에너지	815	0.62	815	0.62
재생	태양광	11,768	50.8	11,768	59.9
	풍력	1,494	6.4	1,494	7.6
	수력	1,809	7.8	1,809	9.2
	해양	256	1.1	256	1.3
	바이오	3,141	13.6	3,141	16.0
	폐기물	3,888	16.8	368	1.9
신	연료전지	469	2.0	469	2.4
	IGCC	346	1.5	346	1.8

주1) 국내 총발전설비용량은 사업자+상용자가+신·재생자가용 합계임

주2) 혼소발전의 경우 혼소비율을 반영하여 보급용량 산정 : 혼소 설비용량(바이오 2,185MW, 약 69.6%), (폐기물 102MW, 약 2.6%)

□ (신규) 원별 실적 및 비중

(단위 : MW)

구 분		2019 (비재생폐기물 4/4분기 제외) 설비용량	비중(%)	2019 (비재생폐기물 전체 제외) 설비용량	비중(%)
	신·재생에너지	4,485	100.00	4,478	100.00
	재생에너지	4,363	97.28	4,356	97.28
	신에너지	122	2.72	122	2.72
재생	태양광	3,789	84.5	3,789	84.6
	풍력	191	4.3	191	4.3
	수력	12	0.3	12	0.3
	해양	1	0.0	1	0.0
	바이오	290	6.5	290	6.5
	폐기물	81	1.8	73	1.6
신	연료전지	122	2.7	122	2.7
	IGCC	-	-	-	-

주1) **2019년도 신규보급 및 증설 용량임**

주2) 혼소발전의 경우 혼소비율을 반영하여 보급용량 산정 : 혼소 설비용량(바이오 166MW, 약 57.2%), (폐기물 35MW, 약 43.6%)

태양광발전 킬로와트시당 1.69센트(약 17원) 기록 갱신, 우리는 왜 170원?

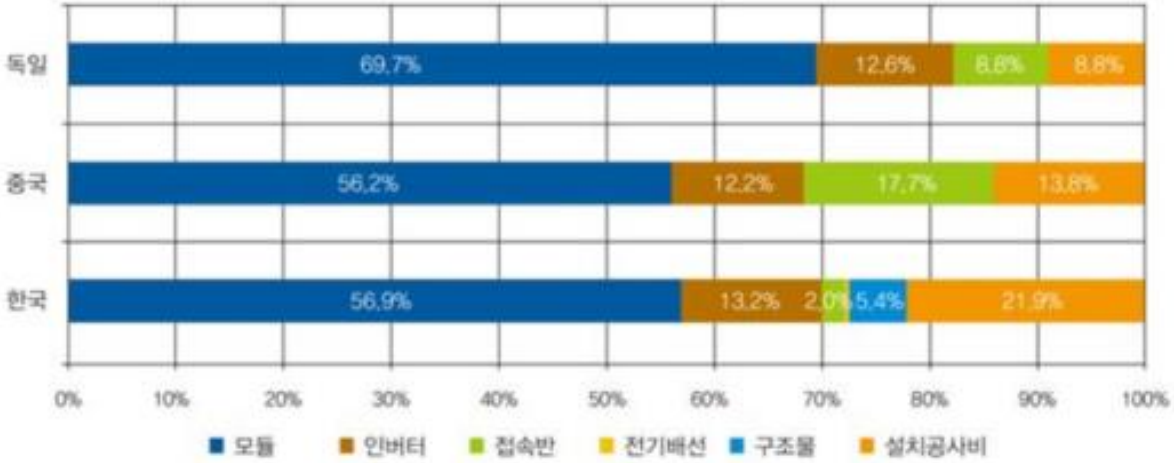
DEWA bags $0.016953/kWh tariff for 900MW of Dubai solar park

By Cecilia Keating | Oct 16, 2019 10:42 AM BST | 0 | Share

The 5GW Mohammed bin Rashid solar park. Source: DEWA

The Dubai Electricity and Water Authority (DEWA) has confirmed that it fielded a tariff of US$1.6953 cents per kWh in a recent tender for a 900MW plot of its 5GW Mohammed bin Rashid (MbR) solar parks – a bid it claims sets a world record for the indepedent power producer (IPP) model.

태양광 100kW 직접비 비교: 구조물과 설치 공사비



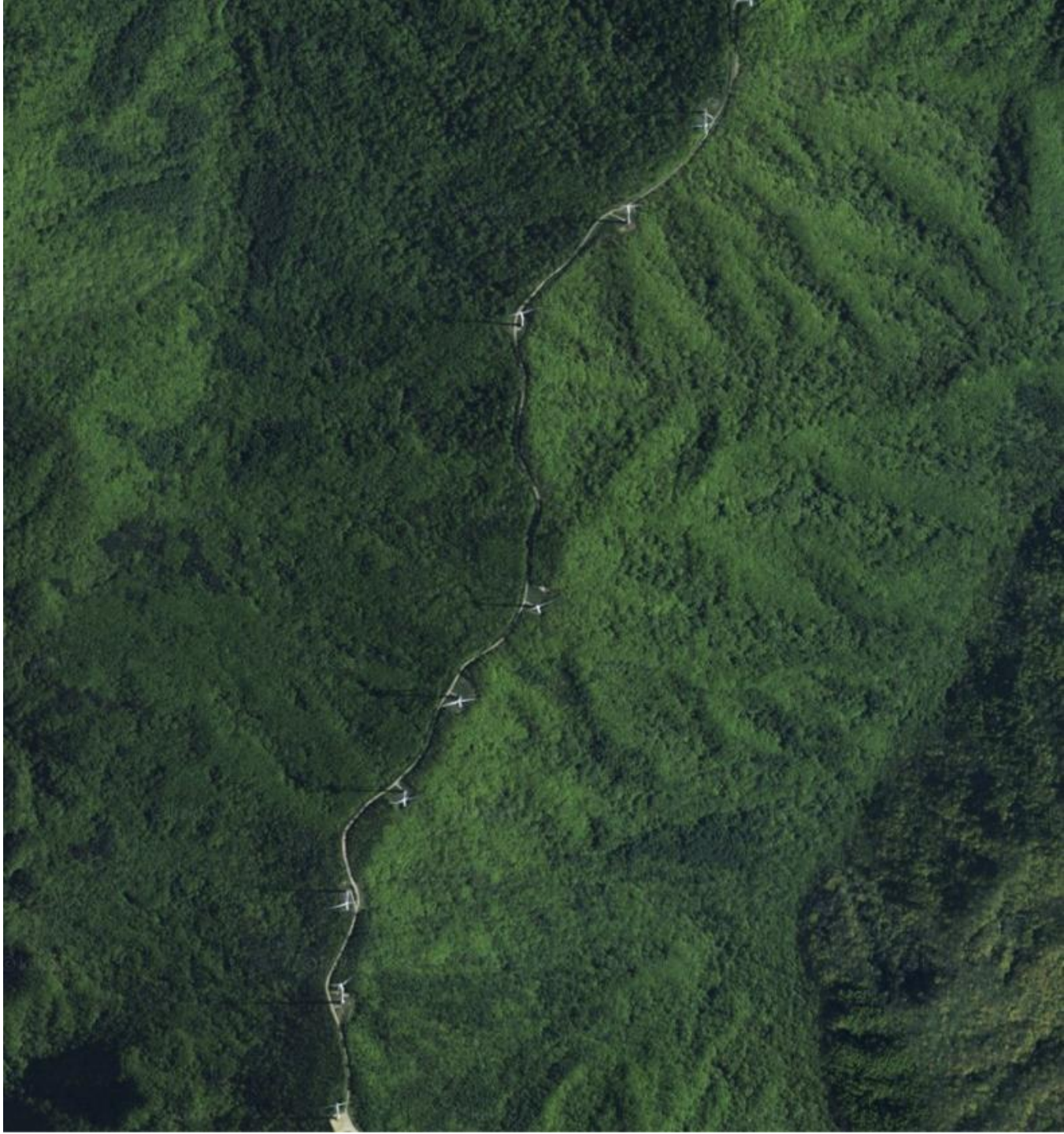
태양광 100kW 간접비 비교:
인허가비용, 각종 부담금, 일반관리비

태기산 국가생태 탐방로
태기산 고원힐링 탐방로
횡성군

태기산
육상풍력발전단지
생태자연도
2등급 -> 1등급

풍력발전단지는
발전시설:
출입금지 지역

도로와 택지,
산단개발과 달리
생태계 복원 가능



(1) 포유류

▣ 사업시행 전·후 포유류의 분포 변화

<표 3.2.2-35> 사업시행 전·후 포유류의 분포

환경영향평가 (2009년)	○ 전체 6목 10과 12종이 관 ○ 환경영향평가에서 법적 물 제330호)과 삵(멸종위기
사후환경영향조사 (2013년)	○ 2013년 사후환경영향조사 ○ 2013년 사후환경영향조사 제330호)과 삵(멸종위기야 ○ 조사지역 대부분 구간에서 할 수 있었음. ○ 또한 산림지역에서 멧돼지 변부 식생지대에서 너구리
사후환경영향조사 (2014년)	○ 2014년 사후환경영향조사 ○ 2014년 사후환경영향조사 에서 관찰되었음. ○ 조사지역 대부분의 구간 할 수 있었음. ○ 마을 주변에서 고양이가, 는 하천 식생지대에서, 멧 관찰되었음.
사후환경영향조사 (2015년)	○ 2015년 사후환경영향조사 ○ 2015년 사후환경영향조사 에서 관찰되었음. ○ 조사지역 대부분의 구간 할 수 있었음. ○ 마을 주변에서 고양이가, 이 관찰되었음.
사후환경영향조사 (2016년)	○ 2016년 사후환경영향조사 ○ 2016년 사후환경영향조사 ○ 조사지역 대부분의 구간 할 수 있었음. ○ 마을 주변에서 고양이가, 이 관찰되었음.
비교·분석	○ 사업지구의 공사가 완료되어 포유류의 서식환경은 점차 안정화 되고 있으며, 추가적인 교란을 발생시키는 요인은 없는 것으로 판단됨. ○ 환경영향평가 시 12종, 2013년 사후환경영향조사 시 9종, 2014년 사후환경영향조사 시 11종, 2015년 사후환경영향조사 시 9종, 2016년 사후환경영향 시 13종이 조사되었다. 주변 환경이 안정화됨에 따라 점차 출현 및 조사되는 포유류는 증가할 것으로 판단됨. ○ 환경영향평가 시 관찰되었던 집박쥐는 관찰되지 않았으나, 환경영향평가 시 관찰되지 않은 고양이와 오소리, 멧밭쥐가 사후환경영향조사 시 추가로 조사되었음. ○ 평가 시 관찰된 보호종인 삵과 수달은 사후 조사에서도 지속적으로 관찰되었다. 이는 풍력발전단지 운영으로 인한 보호종의 서식환경에 미치는 영향이 미미하고 서식환경은 점차 안정화되기 때문으로 판단됨.

<표 3.2.2-36> 조사지역 내 포유류 목록

학 명	국 명	사후환경영향조사				환경영향평가 (2009년)
		2016년	2015년	2014년	2013년	
Order INSECTIVORA	식충목					
Family TALPIDAE	두더지과					
Talpa robusta	두더지	T	T	T	T	◎
Order CHIROPTERA	박쥐목					
Family VESPERTILIONIDAE	애기박쥐과					
Pipistrellus abramus	집박쥐	-	-	-	-	◎
Order CARNIVORA	식육목					
Family CANIDAE	개과					
Nyctereutes procyonoides	너구리	-	D	D, F	D	◎
Family MUSTELIDAE	족제비과					
Meles meles	오소리	F	-	-	-	-
Lutra lutra	수달(ES Ⅰ급,NM제330호)	D	D	D	D	◎
Family FELIDAE	고양이과					
Felis bengalensis	삵(ES Ⅱ급)	D	D	D	D	◎
Felis catus	고양이	V	V	V	-	-
Order ARTIODACTYLA	소목					

국내 서남해해상풍력 지역 상생방안

현 재

- 해양공간 이용 충돌 : 회피
  - 어업, 항로
  - 레저, 관광
  - 군사시설 (사격장 등)
  - 환경보호구역 (국립공원 등)
- 피해→보상 (단순 구도)
- 투기적 개발

<서남해 해상풍력단지 해양이용 현황>

제 안

- 해상풍력과 어업 공존
  - 공존 (Multi-Purposes)
  - 친환경 개발(Positive Impacts)
  - 해양단위면적당 총 편익 증가
- 협력, 공동개발, 이익공유

<해상풍력단지 내 양식장 제안 (AWI, 독일)>

▶ 모델 1 : 해상풍력 지지구조물, 어초형 세굴방지공, 인공어초 활용 수산자원 조성
▶ 모델 2 : 복합양식 – 자원조성 기술 적용으로 신규 어업 창출
▶ 모델 3 : 해상풍력 단지를 관광자원으로 활용
※ 해상풍력단지 내 공존어업은 해상풍력사업자와 어민이 공존활동 규칙에 합의하고 공존운영시스템을 통하여 해상활동 스케줄 및 활동범위를 규정하는 계획적 어업 방식
부가편익 창출로 해상풍력-수산업 공존 실현

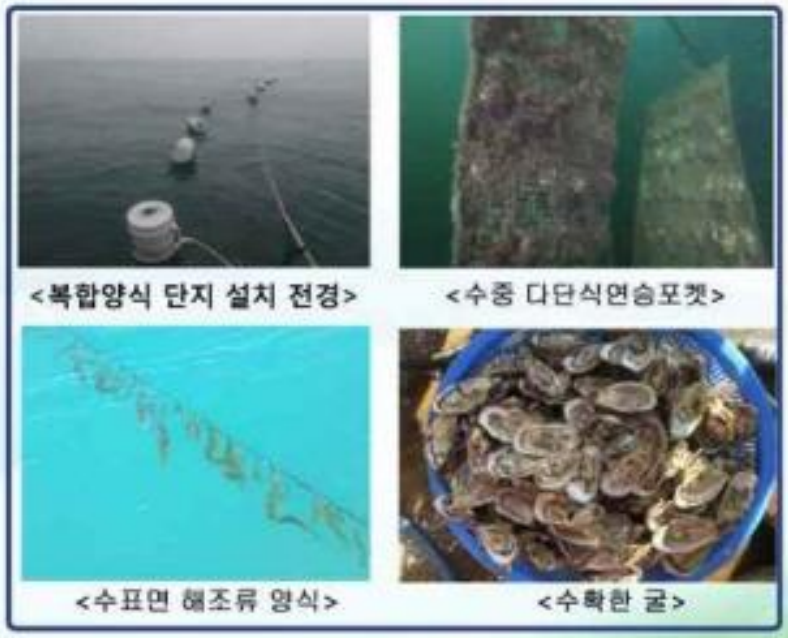
- 대상 어종 : 패류(굴, 가리비), 해조류(다시마, 미역), 해삼
- 수하식 양식설비 내환경, 구조안전성 실증

  → 해상풍력단지 내 적합성 검증

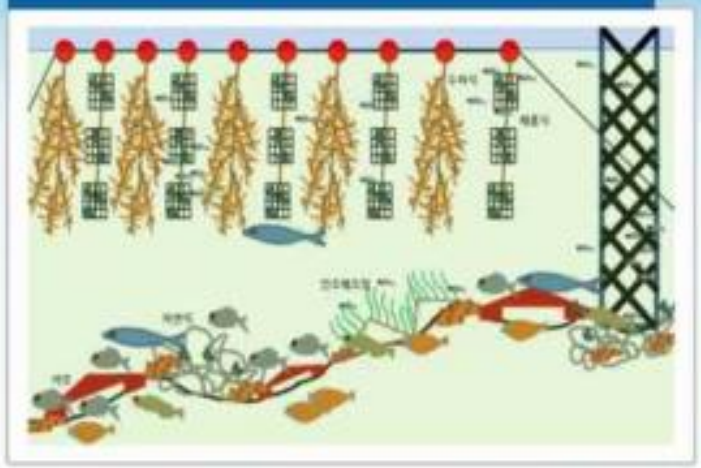
  - 종별 성장률, 생존율 측정 (상품성, 사업성 검증)

    * 실험대조구로서 통영 연안 실험 병행

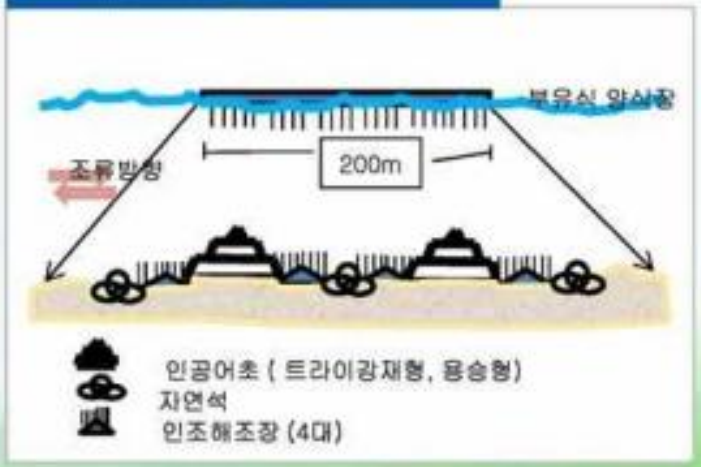
외해양식 경과



복합양식단지 내 생물증식 개요도



복합양식단지 구성



재생에너지 기본소득? 지역과 주민과 상생하는 풍력발전사업

1. 공평한 피해보상

- ***피해발생을 객관적으로 입증***
- ***투명한 매출 구조***

2. 발전소주변지역지원에 관한 법

- ***기본지원과 특별지원***

3. 지방정부와 주민참여 가중치

지방정부가 부지 발굴, 인허가에 적극 행정

일정 비율 이상의 주민참여율

→ 일시 보상이 아닌 지속가능한 수익구조

**** 그 외 보상은 재생에너지 발전단가 상승, 주민공유 수익 감소**

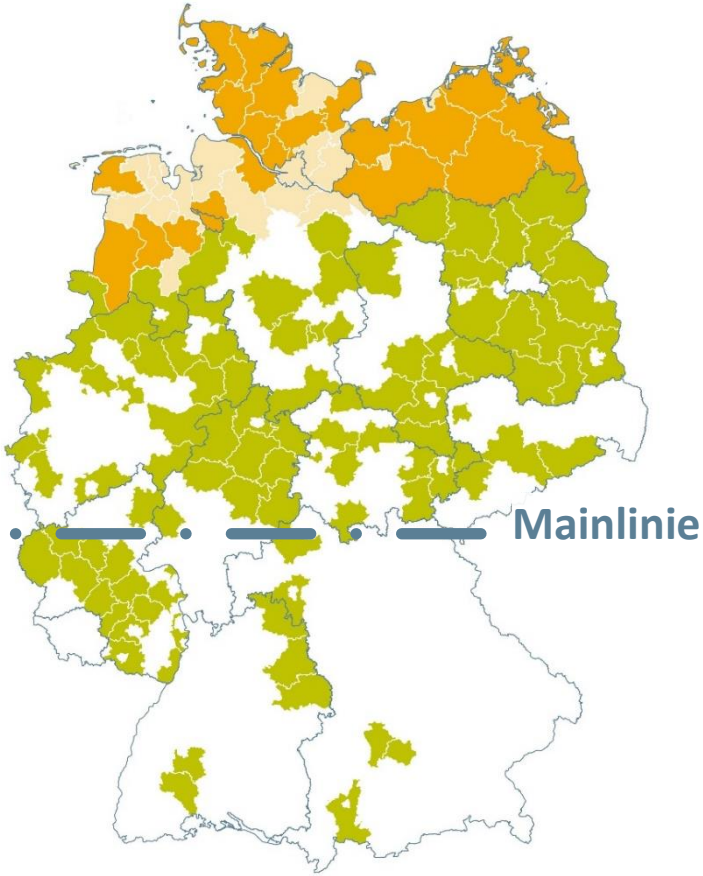
Gegen unbegrenzten Windkraftausbau. 2016. 2. 7. https://www.svz.de/12671486

독일 풍력발전 불균등한 분포

전국 1,131개 풍력발전소 대부분 북쪽에 몰려

북쪽 1.029 개 = 91%

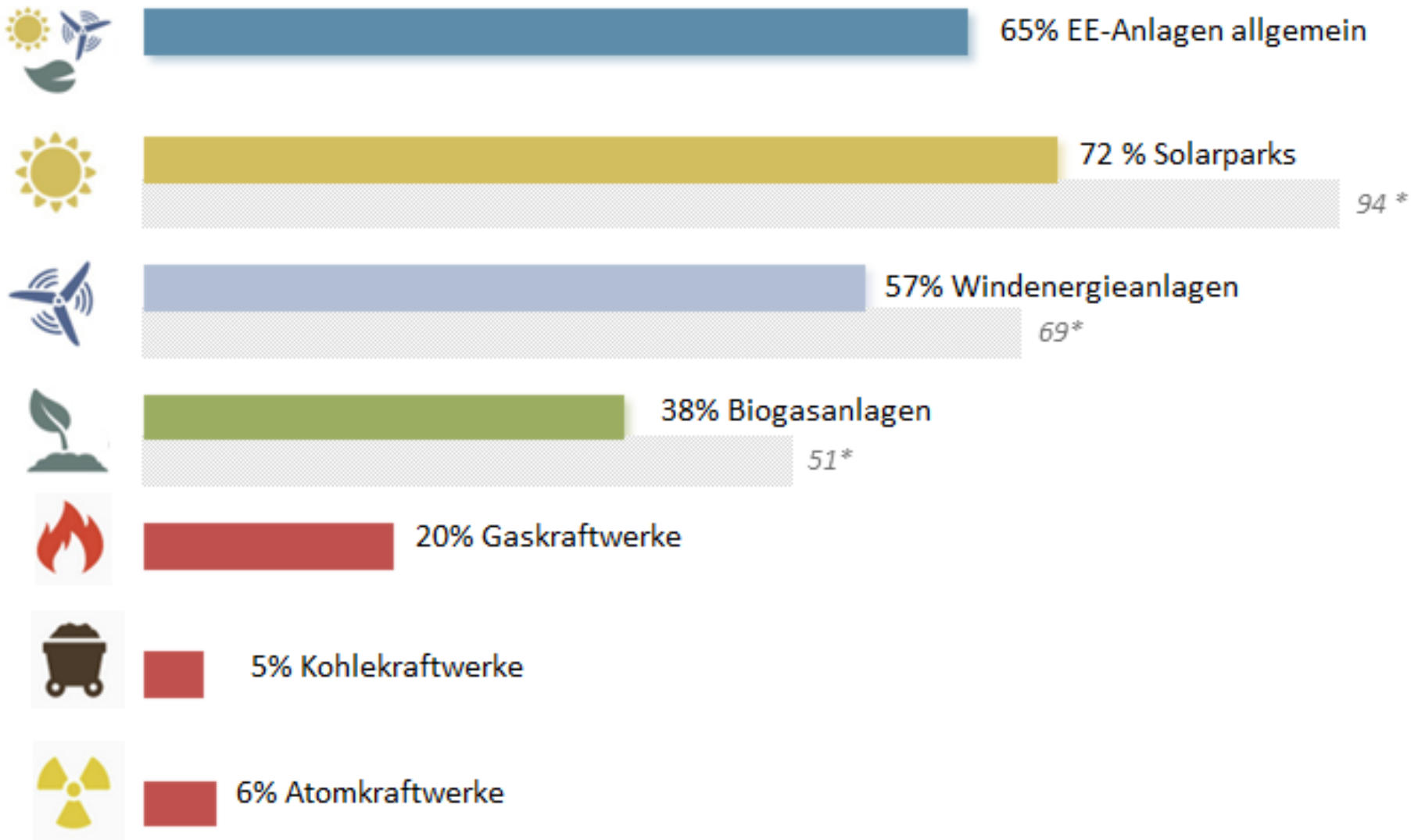
남쪽 102 개 = 9%



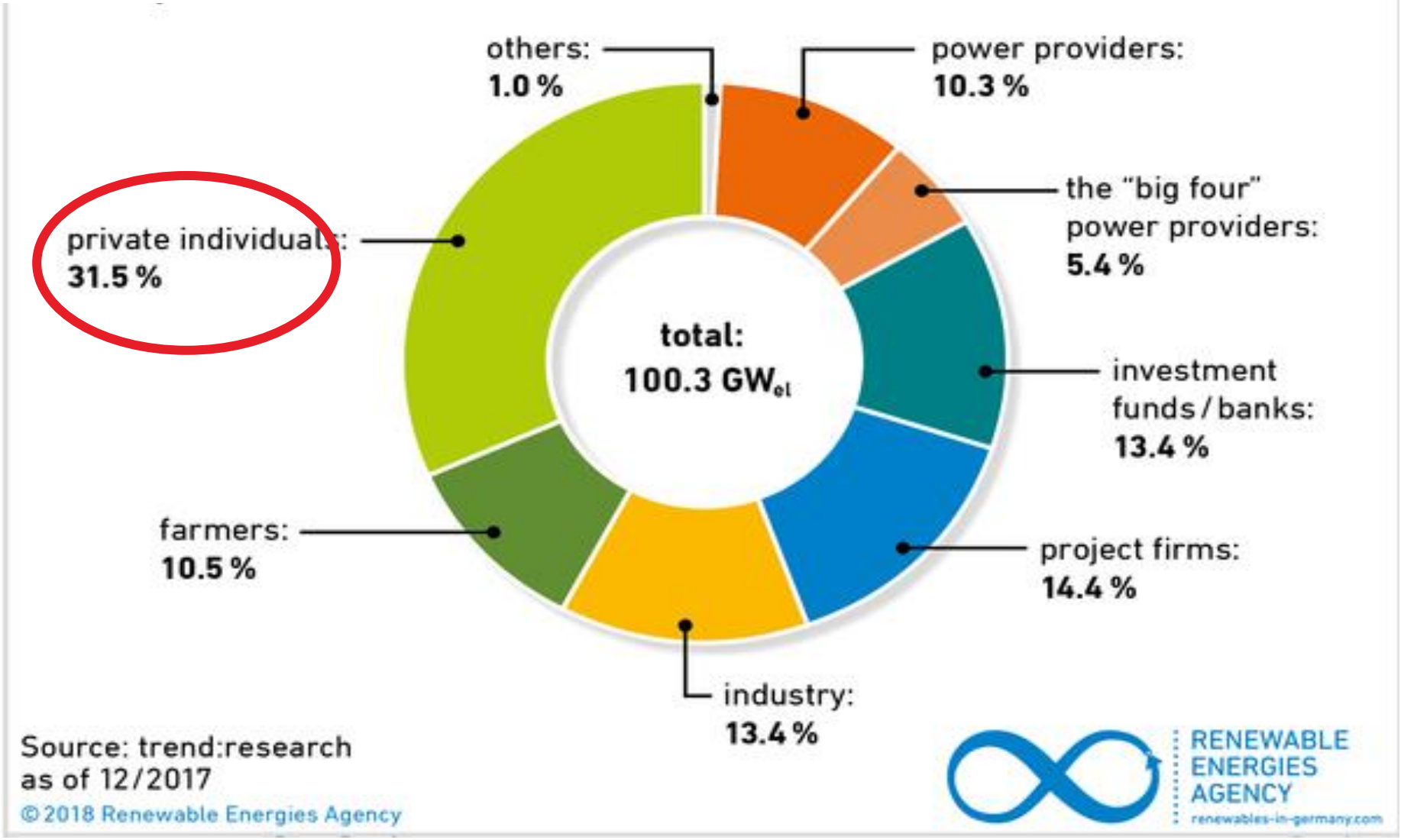
자료: BNetzA; Karte: FA Wind, © GeoBasis-DE / BKG 2015 (Daten verändert)

독일 발전원별 선호도 조사

*** 적절한 시설이 있는 해당 지역 응답자 찬성 비율 높음**

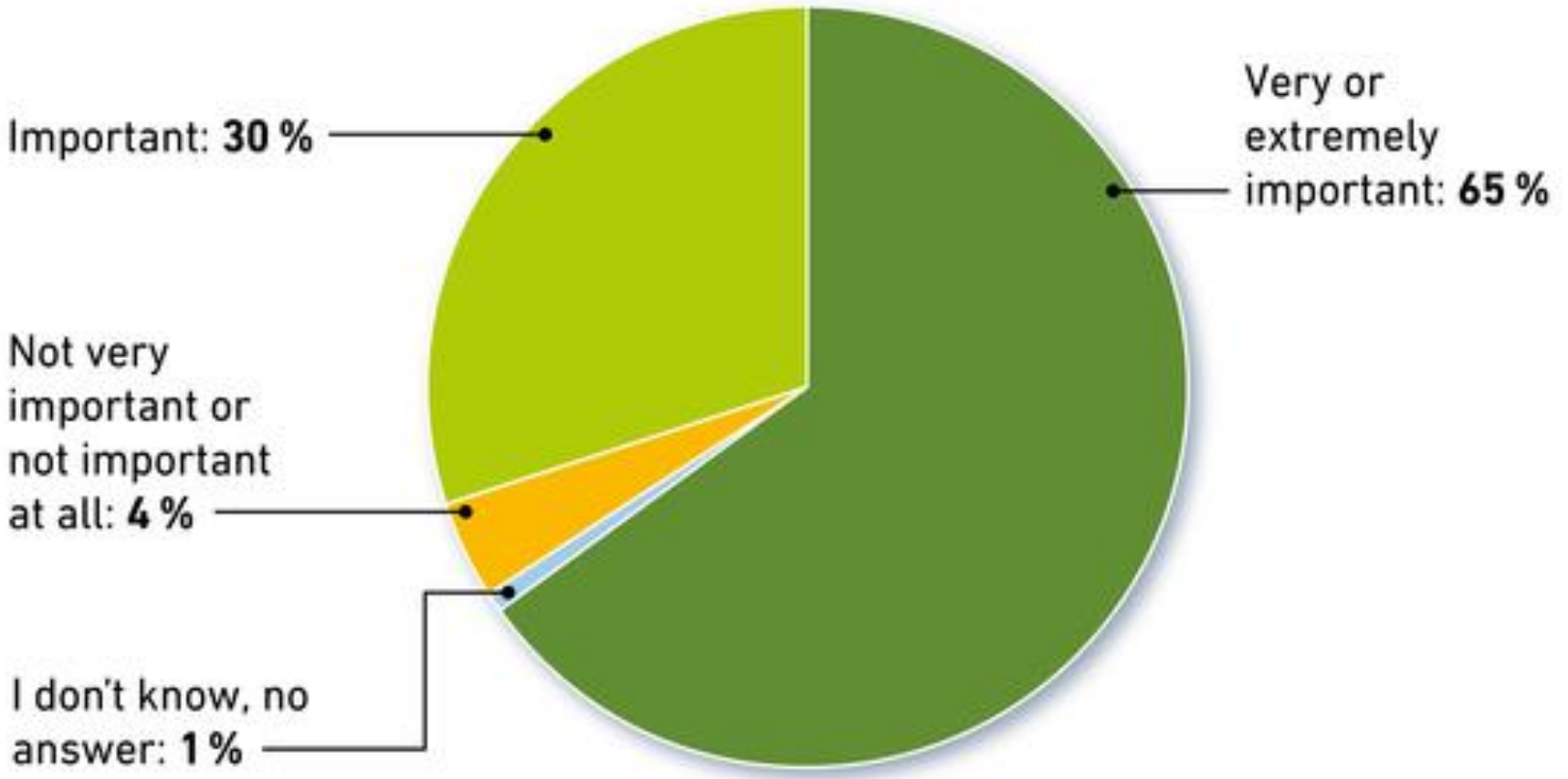


재생에너지 발전소 소유 구성 2016년



95% of the German population support further expanding renewable energy

Increased use and expansion of renewable energy is ...



Source: Poll from Kantar Emnid commissioned by the Renewable Energies Agency, 1,016 polled
As of: 7/2017

©2017 Renewable Energies Agency

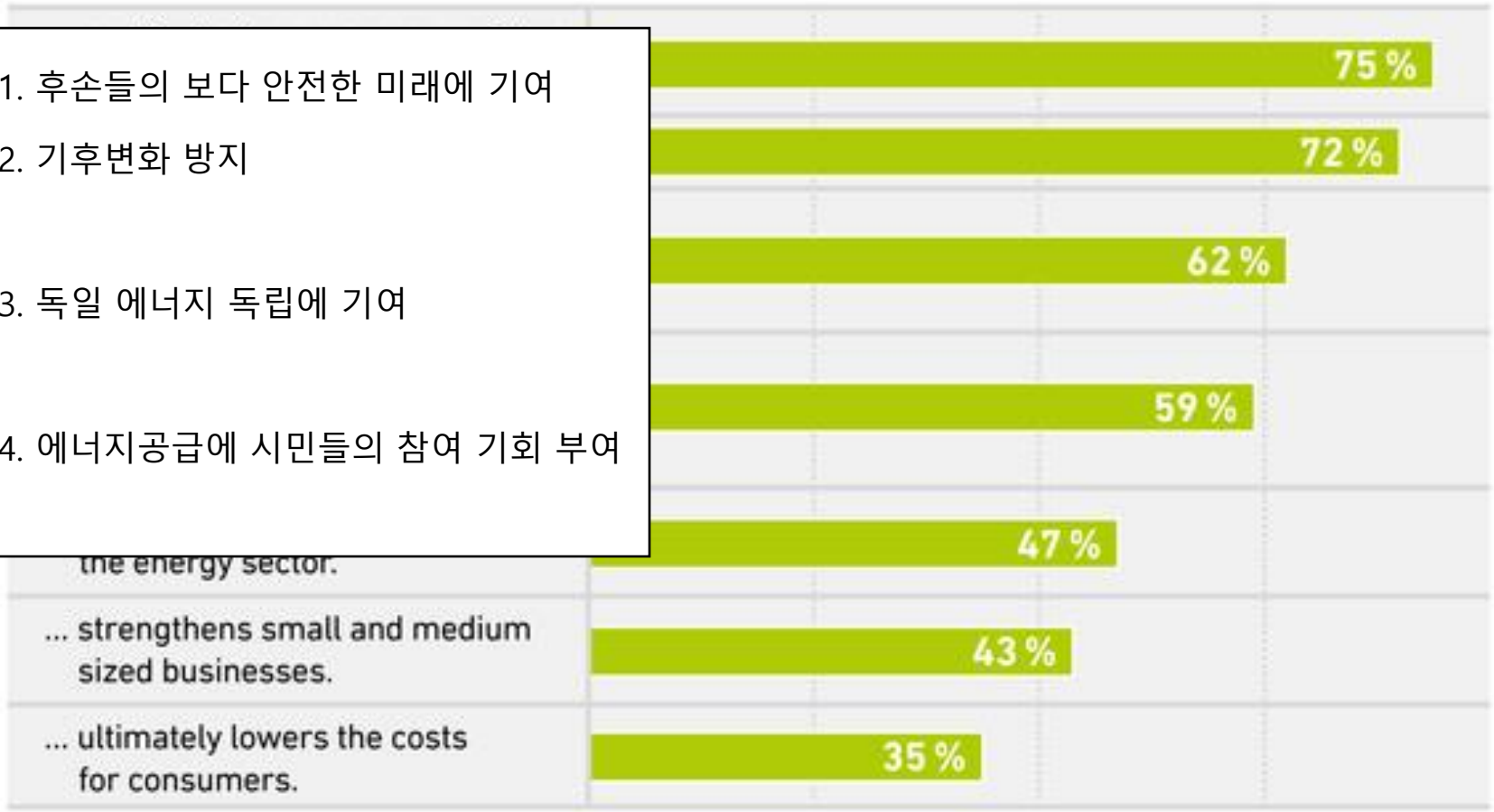
RENEWABLE ENERGIES AGENCY
renewables-in-germany.com

Sustainability and climate protection are the most important advantages of renewable energy

Which statements do you agree with? (Multiple answers possible)

Renewable energy ...

1. 후손들의 보다 안전한 미래에 기여
2. 기후변화 방지
3. 독일 에너지 독립에 기여
4. 에너지공급에 시민들의 참여 기회 부여



Source: Poll from Kantar Emnid commissioned by the Renewable Energies Agency, 1,016 polled
As of: 7/2017

©2017 Renewable Energies Agency

RENEWABLE ENERGIES AGENCY
renewables-in-germany.com

에너지전환갈등해결 전문기구 설립: 독일

<예> **KNE** Competence Centre for Nature Conservation and Energy Transition

- 에너지전환 추진에 따른 환경갈등의 원만한 해결 위해 정당 간에 합의로 설립
- 연방 환경부의 예산을 지원받으나 독립적이고 중립적인 성격의 민간기구
- 에너지전환과 환경보전이라는 두개의 큰 가치가 현장에서 충돌하는 데 따른 갈등을 원만히 해결하는 것을 주목적으로 함
- 2016년 7월 1일 활동 시작

- 베를린에 본부(20명)가 있고, 갈등해결 전문가 풀을 형성해 전국 각지에서 활약
- 본부에는 갈등해결, 대화프로램, 교육홍보를 담당하는 3개의 부서
- 대화 프로그램 : 유네스코 자연유산보전지역에서의 재생에너지 사업추진 문제 등
- 갈등해결 : 전국적으로 36명의 전문가 활동 중. 90시간 이상의 전문교육과정 통해 전문가 양성

- KNE 외에 각 주 정부 산하에 에너지전환 전문기구(Energie Agentur)에서 갈등해결 지원역할

출처: 강영진 재생에너지 입지갈등 해결 위한 해외사례 시사점

다양한 조정기구, 대화채널, 협의 테이블과 네트워크

환경부 산하
풍력발전 갈등 조정 기구
사회, 자연, 법률, 정치 분야
환경부, 경제에너지부,
16개 주, 독일 풍력협회,
연방에너지기업협회,
풍력발전협회, 시에너지협회,
환경단체

에너지전환갈등 중재단

- 대화: 국가차원 중장기 대화
- 지역갈등 조정: 계획단계부터
- 정보 전달: 신뢰성 확보

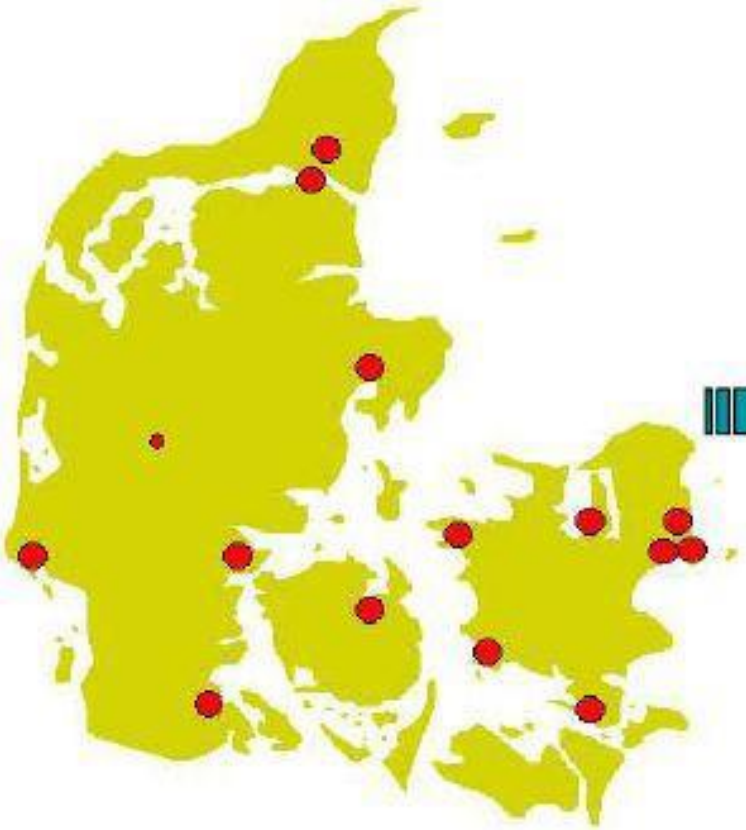
에너지 컨설팅 기업

지역별 에너지공사

지역별 대학과 연구소

지역별 에너지청

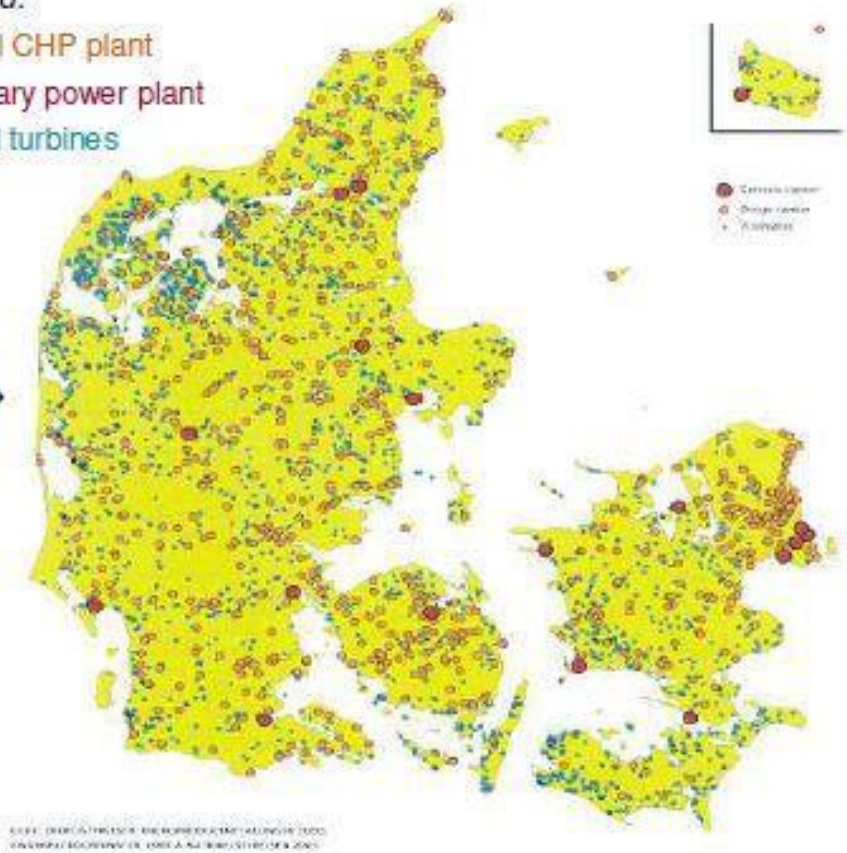
Centralized production in the mid 80's



Decentralized production of today

Legend:

- Local CHP plant
- Primary power plant
- Wind turbines



엄격한 기준 적용과 지자체의 책임: 육상풍력

- 지자체 지역에너지 계획에 따라 재생에너지 계획 마련, 부지개발은 지자체와 개발업자의 제안 양쪽 가능
- 가능한 곳과 가능하지 않은 곳을 명확히 제시: 자연보호 지역, 주거지와의 거리, 소음 규제, 경관과 문화 환경 고려 등

* 거리 규제: 풍력발전기 높이의 4배

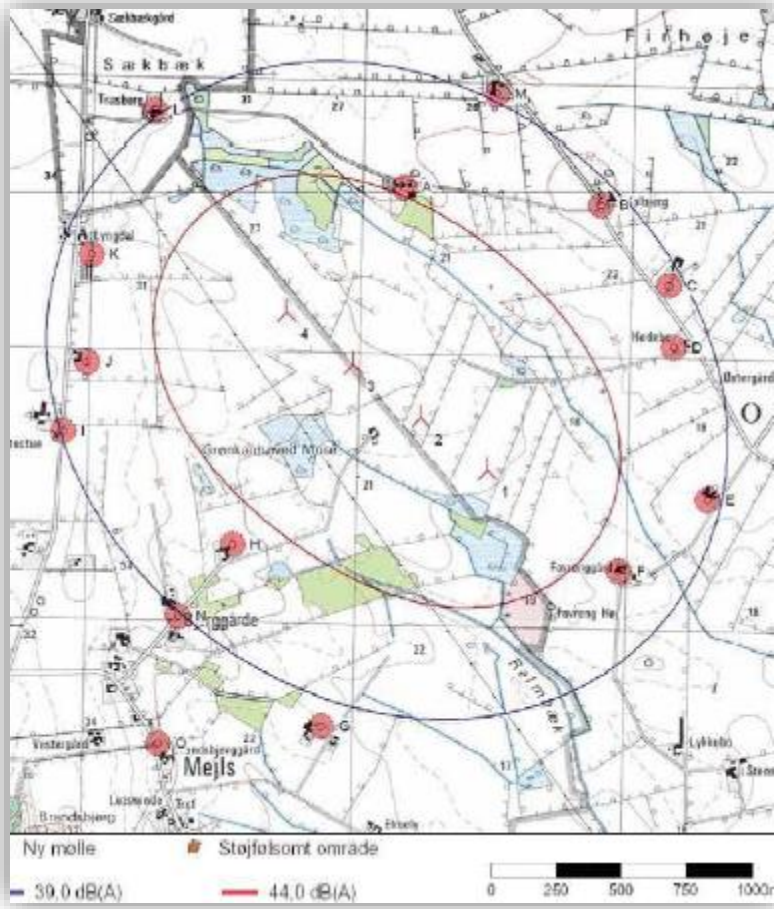
* 소음 규제(예외 없음)

풍속 6m/s: 도심 37데시벨~ 외곽 42데시벨

저주파 20데시벨

풍속 8m/s: 도심 39데시벨~ 외곽 44데시벨

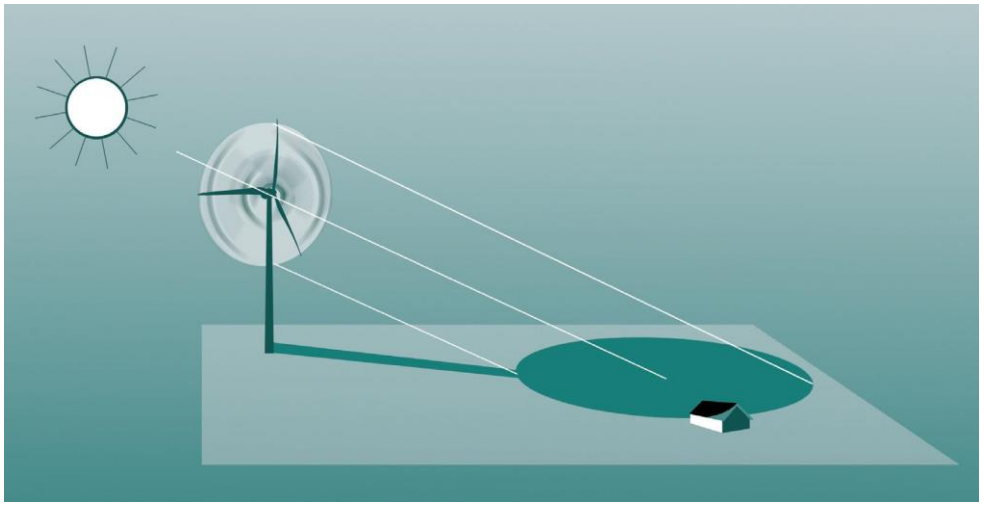
저주파 20데시벨



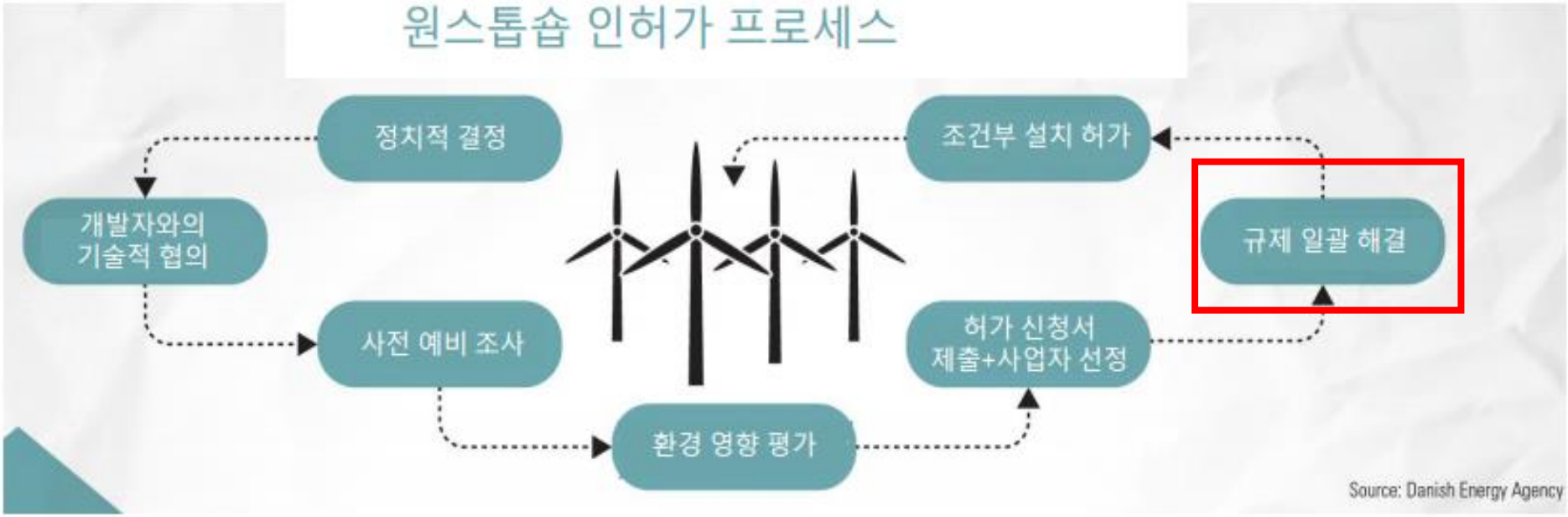
엄격한 기준 적용과 지자체의 책임 : 육상풍력

* 주거지 연간 그림자 10시간 이내로 권고

- 레크리에이션 이니셔티브 MW당 12,000유로(수정 예정)
- 프로젝트의 20% 지분 주민 참여 기회제공: 4.5킬로미터 이내 우선권
- 지역풍력발전 조합에 최대 50만 덴마크 크로네(약 7만5천달러) 보장
- 재산 소유자 가치 손실에 대한 보상



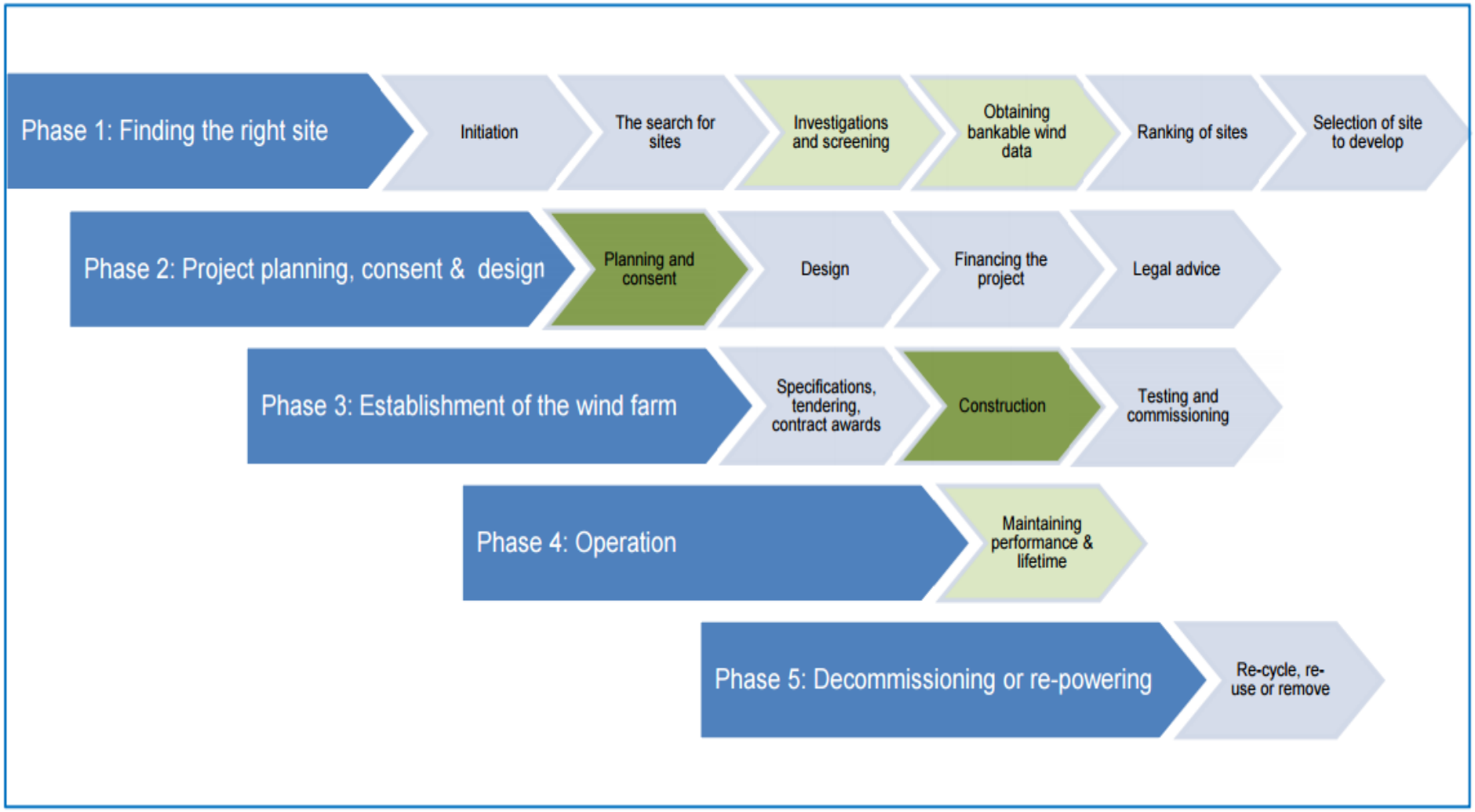
중앙정부의 책임과 절차 간소화: 해상풍력 one stop shop



해상풍력발전 허가권한은 덴마크 에너지 청 **(DANISH ENERGY AGENCY)**에 있으며
이는 개발자의 **개발 위험성을 감소** 시킴

출처: 녹색엔지 전환 덴마크 대사관

풍력발전 추진 단계


Phase 1: Finding the right site
Initiation
The search for sites
Investigations and screening
Obtaining bankable wind data
Ranking of sites
Selection of site to develop
Phase 2: Project planning, consent & design
Planning and consent
Design
Financing the project
Legal advice
Phase 3: Establishment of the wind farm
Specifications, tendering, contract awards
Construction
Testing and commissioning
Phase 4: Operation
Maintaining performance & lifetime
Phase 5: Decommissioning or re-powering
Re-cycle, re-use or remove

풍력발전 추진 단계에서 지역사회와 대화: Plan act(계획법)

자연과 환경 최대한 보존,
공공의 이익 확보,
지속가능한 개발이 가능한 지 확인

1. 공개토론으로 장소와 입지에 대한 아이디어 토론

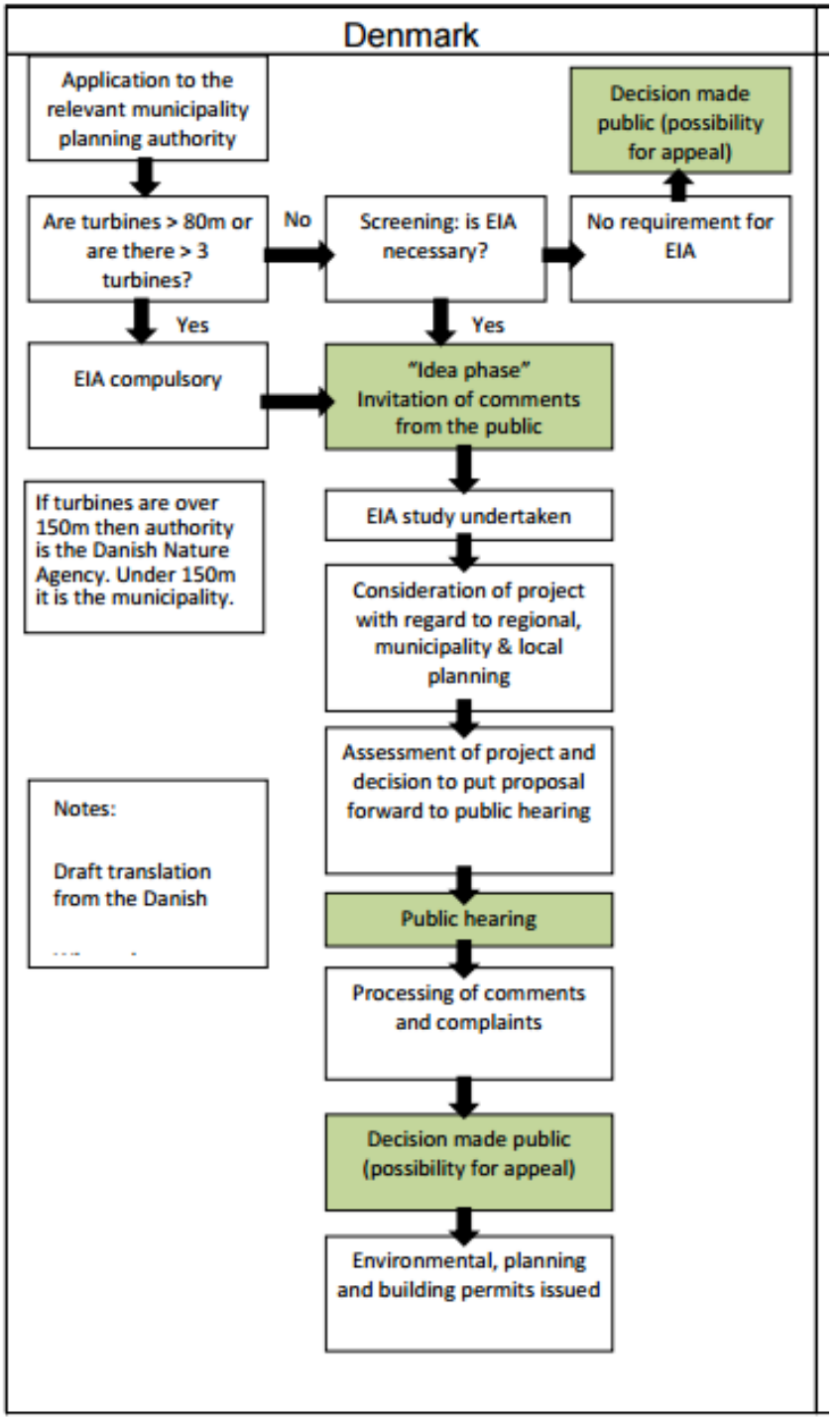
2. 지자체에서 계획 수립, 부지 선정 아님.

3. 지자체에서 상세 계획서 작성하고 공개, 지역주민 의견수렴 후 최종 확정된 계획을 의회에 제출

4. 시의회에서 계획 승인 여부 결정

5. 입지에 대한 구체적인 조사와 환경영향평가

6. 최종 서류 시의회 제출 후 결정



피해와 문제에 대한 정확한 조사와 신뢰 구축

소음측정 신뢰성 확보

- 지자체 책임, 지자체에서 허가받은 전문가 파견해 소음 측정: 법적 규정

풍력발전 건강피해에 대한 역학조사: 덴마크 암 소사이어티

- 풍력발전기 소음이 고혈압, 당뇨, 우울증, 심장혈관질환, 수면장애, 아기의 몸무게 발달 영향이 있는 지 확인
- 1980년~2013년, 풍력발전기 6km 반경 한 시간 단위로 소음 측정, 55만 3천가구 대상(실내와 실외)

풍력발전으로 인한 조류 피해조사

- 터빈 충돌, 피해서 이동하면서 에너지 소모 증가, 서식지 훼손
- 7개의 터빈으로 테스트 센터로 확인(이동 패턴, 비행고도, 충돌횟수 추정, 종별 영향 분석 등)
- 국제적으로 책임있는 보호종과 박쥐 대상

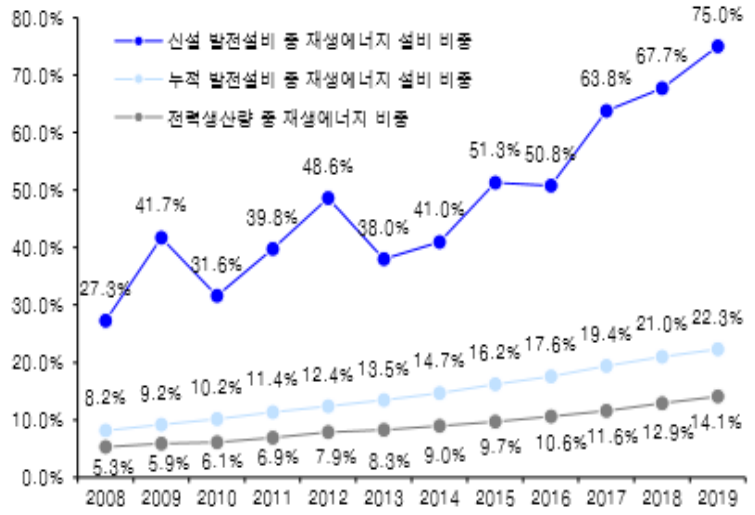
NORDBY BUGT
ØSTER HEDEKROG
LINDHOLM
NORDBY HAV
STAVNS FJORD
ØSTERFJORD
RINGEBJERG SAND

재생에너지 100% 시대로 진격

재생에너지, 신규 발전시장 장악

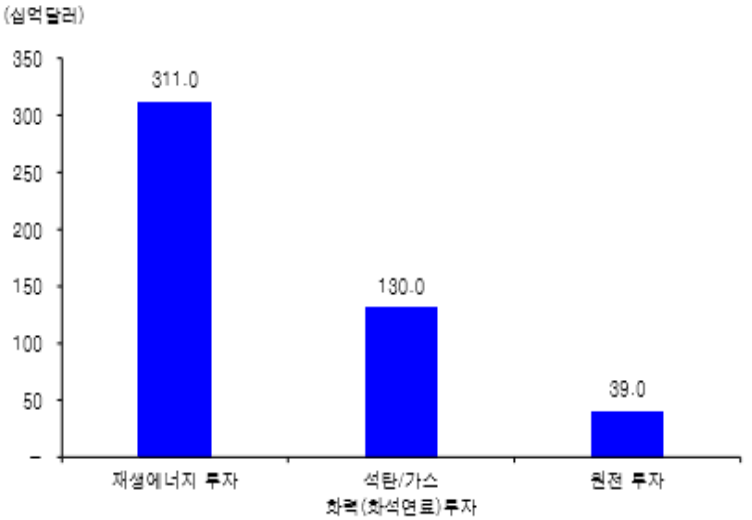
- 2018년 신규 발전 설비 중 재생에너지 비중 68%, 2019년에는 70% 첫 돌파
- 매년 재생에너지 전력생산 비중 상승 속도 빨라지고 있어, OECD 2050년, 글로벌 전체는 2060년 전후 100% 도달 가능

글로벌 재생에너지 비중



자료: BNEF, 유진투자증권

전세계 에너지원 별 투자 금액 (2019년)

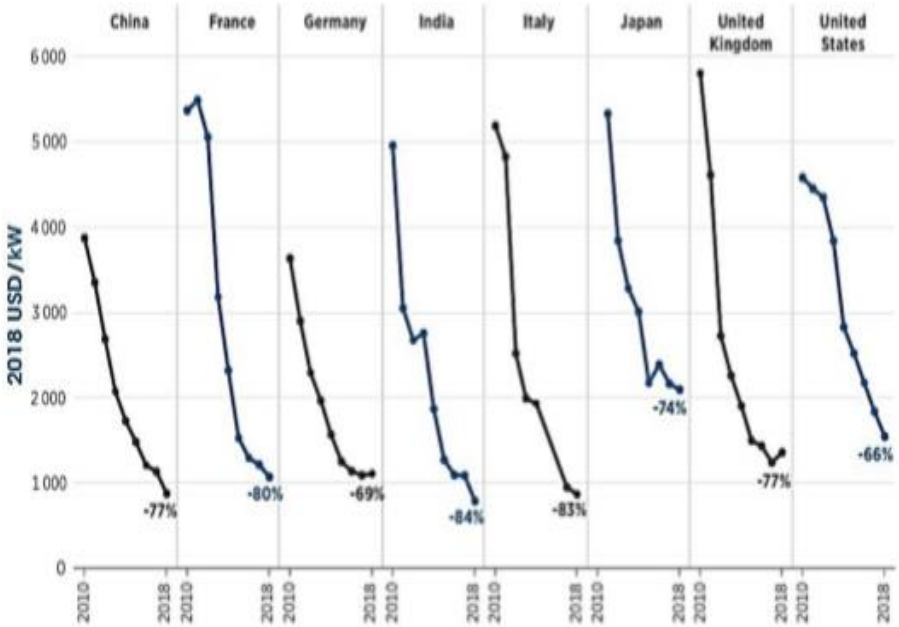


자료: IEA, 유진투자증권

태양광과 풍력의 발전단가* 추세 (2010-2018)

태양광

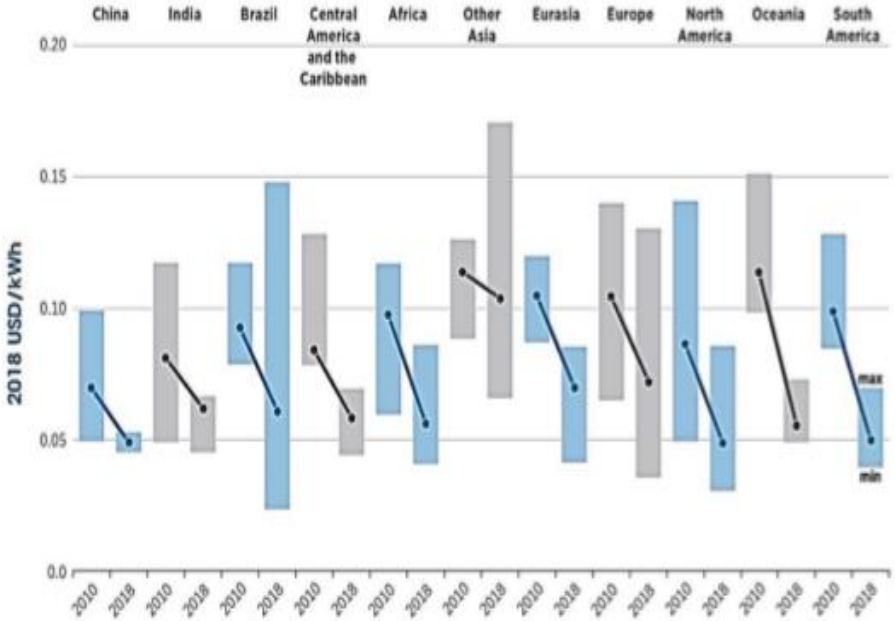
Figure 11: Total installed cost of utility-scale solar PV, selected countries, 2010–18



Source: IRENA (2019f).

풍 력

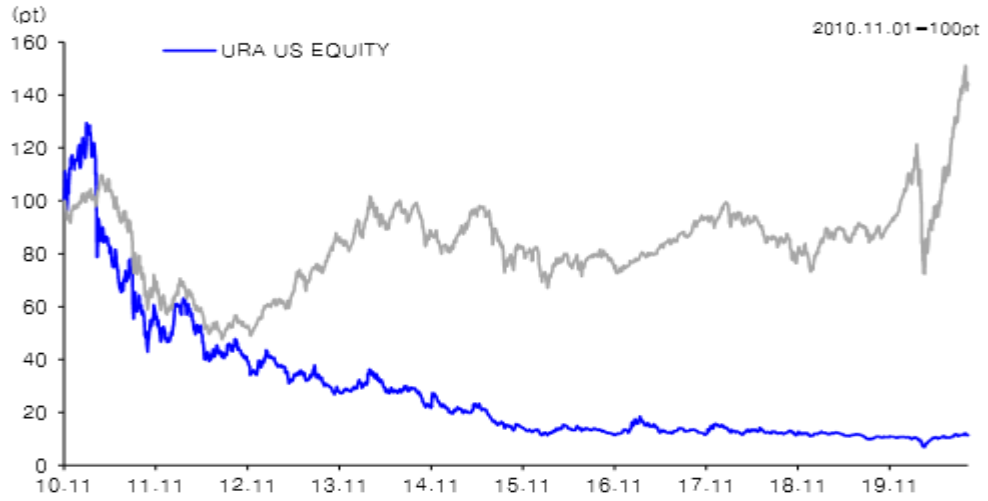
Figure 13: Regional weighted average levelised cost of electricity and ranges for onshore wind in 2010 and 2018.



Source: (IRENA, 2019c).

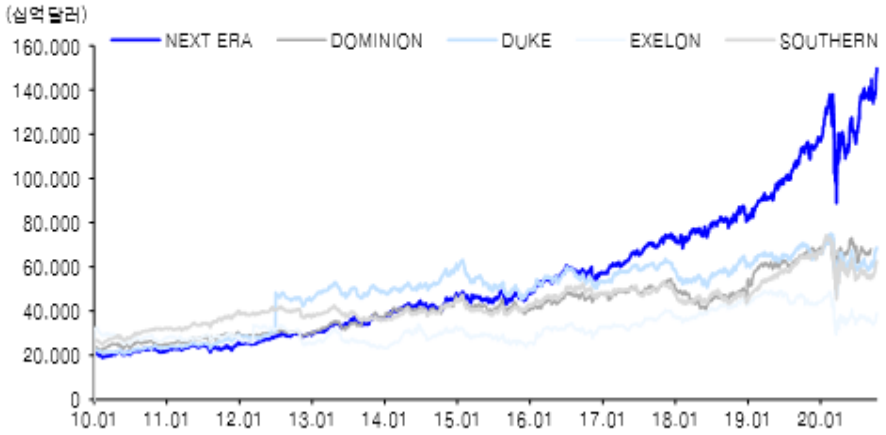
* 균등화발전단가(Levelized Cost of Electricity) 기준

URANIUM , NEX INDEX



자료: 유진투자증권, Bloomberg.

미국 유틸리업체들 가치도 재생에너지 비중 높은 Next Era가 가장 높아



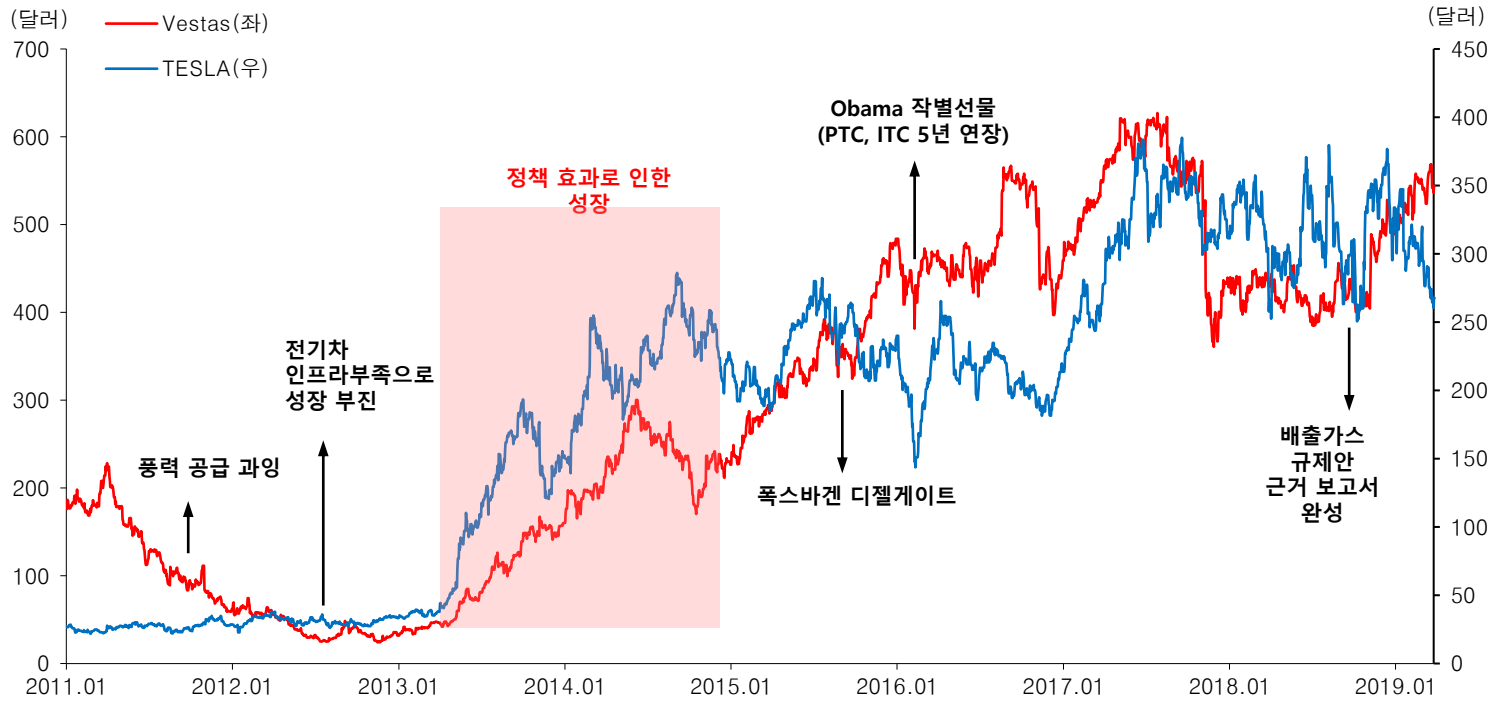
자료: 유진투자증권, Bloomberg.

ORSTED, 한국전력 시가총액

자료: 유진투자증권, Bloomberg.

오바마의 에너지전환정책 효과 발휘

여소야대 불구, 재임기간 중 재생에너지 정책지원, 연비규제 강화 등 지속으로 산업 육성



자료: Bloomberg, 유진투자증권

2018년 재생에너지 세계 일자리 1천1백만명

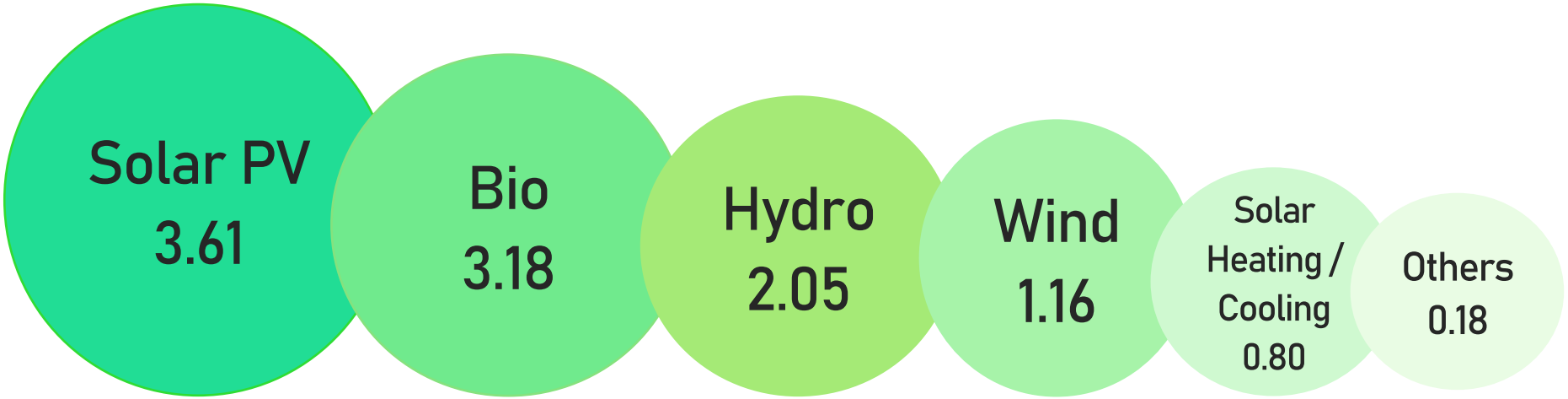


Figure. Renewable energy employment worldwide (2018) Unit: million

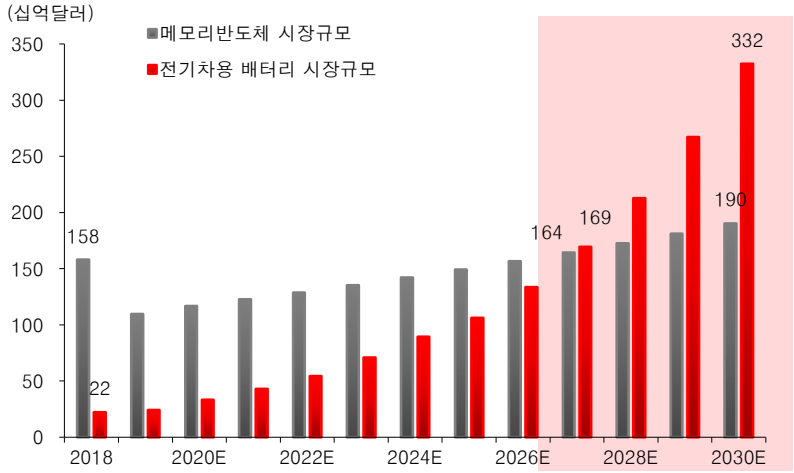
전기차 배터리 시장이 메모리 반도체 넘어설 것

유진투자증권

전기차 배터리시장, 2027년부터 메모리반도체 시장 상회 예상

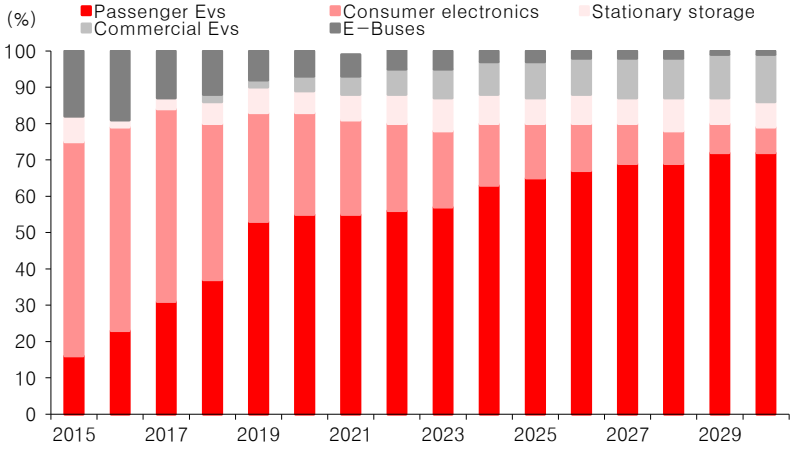
- 2027년 전기차 배터리시장은 1,694억달러에 달하고 메모리 반도체 시장은 1,645억달러로 추정
- 배터리 가격의 하락에도 불구하고 29%에 달하는 연평균 판매량 증가에 힘입어 시장 규모 확대가 지속되는 것
- **국내 배터리업체들의 지속 가능한 성장을 위한 정책 필요(전기차 의무판매제도)**

전기차 배터리시장, 2027년부터 메모리반도체 시장 상회 예상



자료 WSTS, BNEF, 유진투자증권
주 :전기차 판매량은 당사 추정치 이용
배터리 용량은 연평균 6%씩 상향 가정
메모리반도체 시장은 2020년부터 연평균 5% 성장 가정
KWh 별 배터리팩 단가는 BNEF 추정치 이용

리튬 이온 배터리 수요 전망



자료: BNEF, 유진투자증권

재생에너지 사업, 더 많은 사람에게 더 많은 이익공유

10조 원전

원전 2기, 3기가와트

- 설비업체 절반: 두산중공업 독점
- 건설업체 절반:

현대건설, 삼성물산 등 콘소시움

10조 태양광발전

7~10기가와트

폴리실리콘 3개 업체

웨이퍼 3개 업체

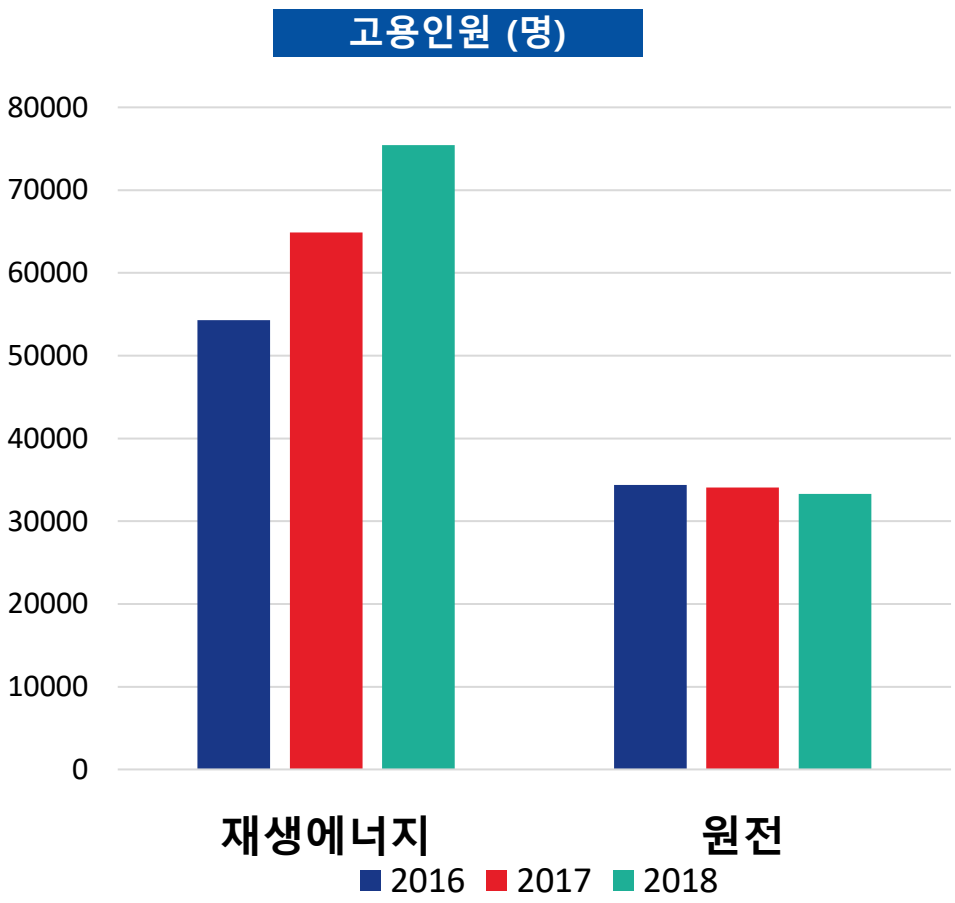
셀 6개 업체

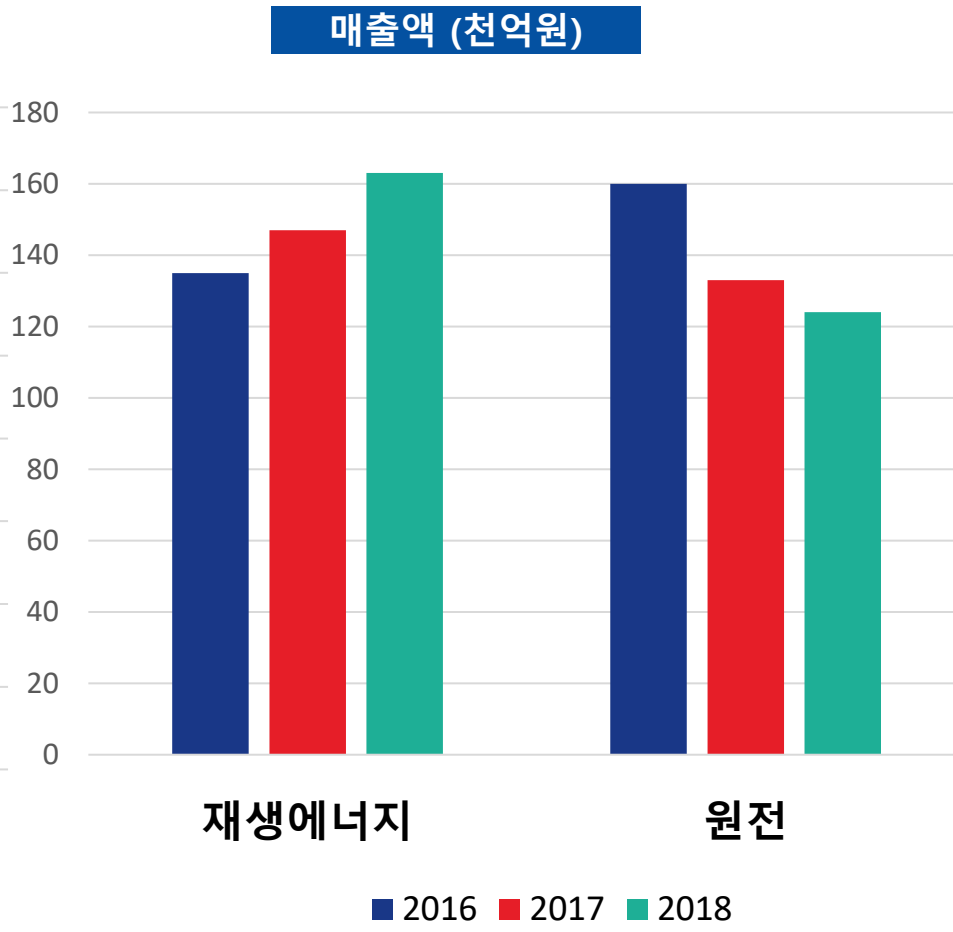
모듈 34개 업체

시공 3,000~4,000개 업체

발전사업 49~50만개
발전사업자 약 3만 명

우리나라 재생에너지 vs 원전 비교





한국 재생에너지 확대위한 해결과제

- 원전과 석탄발전 비중 여전히 70%인 한국, 재생에너지 비중은 OECD 최하위 수준
- 재생에너지 높은 기술적 잠재량, 낮은 시장 잠재량
- 세계에서 가장 싼 원전과 석탄발전, 가장 비싼 재생에너지 발전단가
- 재생에너지 높은 직접비와 간접비: 인허가 비용, 규제 비용, 일반관리비용(?)
- 기존 원전과 석탄발전에 맞춰진 딱딱한 송배전망 체계에서 빠르고 유연하고 거미줄같은 송배전망 체계로의 전환 시급
- '에너지전환 국정과제'도 불구하고 규제 현장에서는 복지부동이나 영역다툼으로 보이는 불합리한 규제 만연
- 분명하고 예외없는 주민수용성 확보 기준과 소음과 환경 규제, 온실가스 저감효과 고려한 환경영향평가
- 검증없는 개별보상 발전사업자는 발전사업허가 취소, 지분참여 장려책으로 재생에너지 발전사업과 지역 상생
- 기후위기 인식 하에 재생에너지 기하급수적인 증가를 위한 전 사회적인 최선의 노력: 원스톱숍과 싱글윈도우 제도의 한국형 제도 마련

“시장이 변했는데
우리는 충분히 빠르지 못했다.
전력시장을 잘못 평가해
과잉 투자했다”

- GE CFO 제프리 번스타인 2017년 퇴임사 -

A solar power station shaped like giant pandas started operation in Datong, North China's Shanxi province, Aug 14, 2017. [Photo/VCG]

A floating solar farm on a coal mining subsidence area in Panji district of Huainan, Anhui province, on June 7, 2017. [Photo/VCG]

PHOTOGRAPHS BY **KEVIN FRAYER**—GETTY IMAGES

Chiba-Yamakura Floating Mega Solar Power Plant, Phase 1, 13.7Mw when complete, floating on the reservoir of the Yamakura Dam, Chiba Prefecture. Photographer: © Jamey Stillings

태양광 이모작 시행 전후 쌀 수확량 차이는?
시행 전(2016년)
457.5kg
시행 후(2017년)
442.3kg
지난 해 대비
96.7%

https://solarjournal.jp/solarpower/24585/

위치	야마구치현 미네시	시마네현 이즈모	미야자키현	가고시마현
사진				
비고	LG CNS (56MW)	오릭스 (13MW)	NTT(32MW)	가고시마(92MW)
출처	서울신문, 18년 5월	IT Media, 18년 1월	IT Media, '15년 9월	

구분	소나무	태양광발전
면적 1ha당 이산화탄소 저감효과	10.8톤	304톤
출처	산림청, 산림과학원 보고서	에너지기술연구원 탄소저감효과 계산 웹사이트

The 16Mw Nasu-Minami Eco Farm Photovoltaic Power Plant was built on a former golf resort in the mountains. Photographer: © Jamey Stillings

Makabe Photovoltaic Power Plant, 14.52Mw, among rice fields and greenhouses in Ibaraki Prefecture. Photographer: © Jamey Stillings

Solar panels on rooftops in Ota, Japan. (Photo: Yuriko Nakao/Courtesy Reuters)

Image: Sparx Green Energy and Technology

roughly 10 kilometres between Shiroi and Inzai, Chiba prefecture, 12.8 MW

University of Hawaii Maui College on pace to become first U.S. campus to generate 100% renewable energy on-site

The project is part of a partnership with Johnson Controls and Pacific Current that will also allow four UH community college campuses on Oahu to significantly reduce their fossil fuel consumption.

ENERGY-EFFICIENT DESIGN | MARCH 20, 2018 | DAVID MALONE, ASSOCIATE EDITOR

Photo courtesy of University of Hawaii

Bavarian rooftops collect the sun’s energy with solar panels. Germany leads the world in installed solar capacity.
Stefan Kiefer/imageBroker/Corbis

Solar panels are a common sight in Schönau, the birthplace of Germany's energy revolution.
Sven Eberlein

프랑스

향후 6년간 매년 1.5GW 규모의 태양광 수요가 발생할 것으로 예상돼 유럽지역 내에서 가장 유망한 태양광 시장으로 부상

출처 : 한국수출입은행(2018.7)

출처 : NBC NEWS

인도

2018년 1분기 4.6GW가 설치되는 등 인도 태양광 시장은 빠르게 성장하는 중

출처 : 한국수출입은행(2018.7)

When completed, the Pavagada solar park in southern India is expected to generate 2,000 megawatts of electricity, making it the world's largest solar station. (Karnataka Solar Power Development Corp.)

Taiwan Solar-Powered Stadium(2009년)

Copyright 2015 Landmark Dividend LLC.

이탈리아

© Solarworld

태양광 발전으로 에너지 자립마을 이룬 부산 금정구 신천마을 전경. 집집마다 지붕에 설치된 태양광 발전 시설이 시야를 가득 메우고 있다. (부산일보) 정종회 기자 jjh@

▲ 전남 영암군 대불산업단지 내 하천 위에 설치된 태양광 발전 시설. 이곳 발전 용량은 6MW로, 연간 2000가구에 전기를 공급할 수 있다. /한화큐셀코리아 제공

▲한국남동발전의 '영농형 태양광' 전경 사진. 남동발전 제공

출처: 부산일보

재생에너지
가짜뉴스 만연

석탄발전량
증가

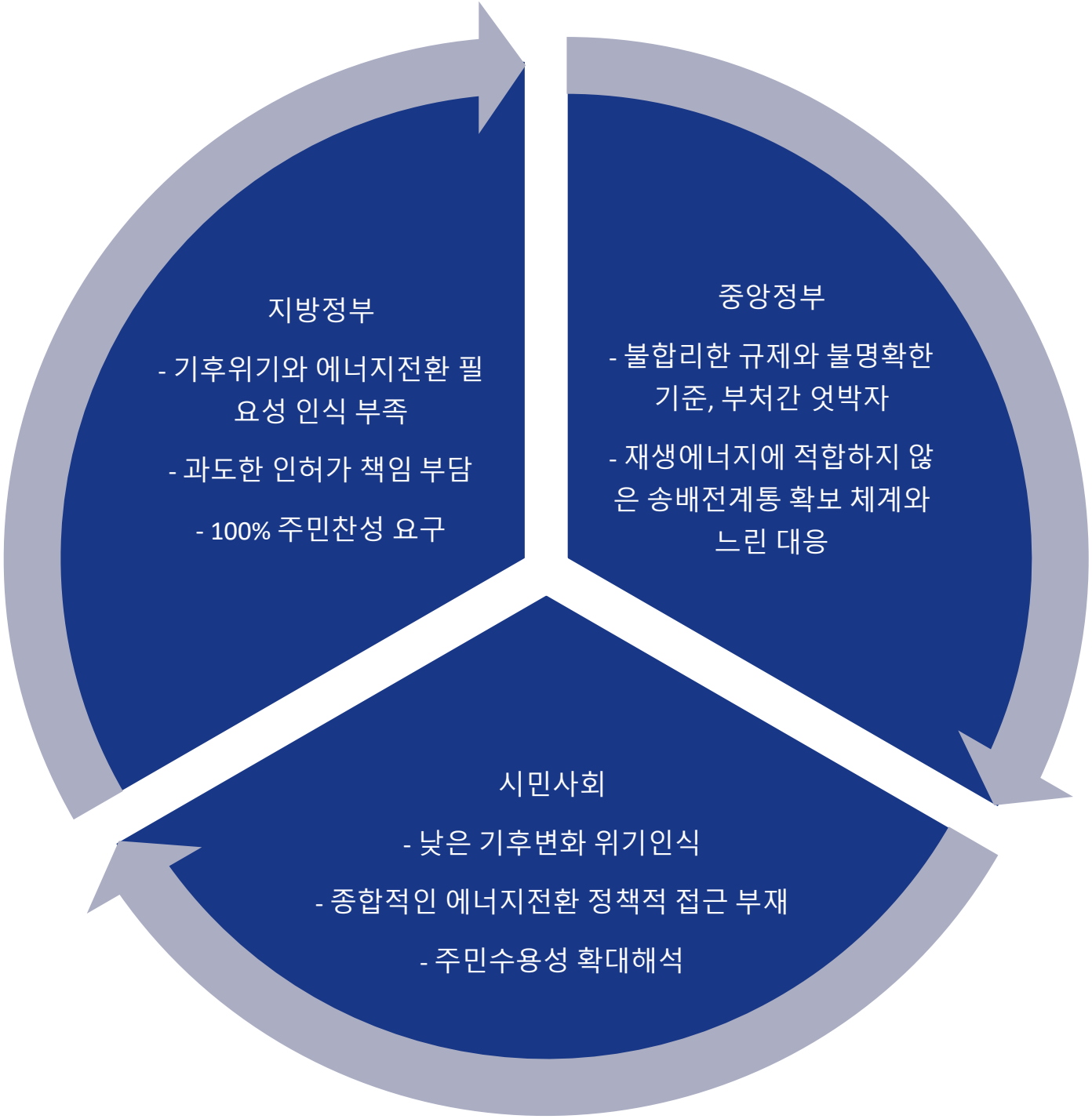
전국민적
갈등

더딘 재생에너지 확대

목표미달 풍력발전설치

재생에너지 산업 침체

원전 안전
위협


지방정부
- 기후위기와 에너지전환 필요성 인식 부족
- 과도한 인허가 책임 부담
- 100% 주민찬성 요구
중앙정부
- 불합리한 규제와 불명확한 기준, 부처간 엇박자
- 재생에너지에 적합하지 않은 송배전계통 확보 체계와 느린 대응
시민사회
- 낮은 기후변화 위기인식
- 종합적인 에너지전환 정책적 접근 부재
- 주민수용성 확대해석

“변화가 힘든 것은
새로운 아이디어를 생각해내는 것보다
기존의 틀에서
벗어나야 하기 때문이다.”

- 케인즈 -

HAVE YOU
ANY
QUESTION ?

에너지전환포럼

양이원영 사무처장

energy@energytransitionkorea.org

010.4288.8402

http://enerrgytransitionkorea.org