
ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG DER OFFSHORE-WINDENERGIE FÜR DIE ENERGIEWENDE

Update 2017

Prof. Dr.-Ing. Kurt Rohrig
Stellvertretender Institutsleiter
Bereichsleiter Energiewirtschaft und Netzbetrieb
Fraunhofer IWES



Studien-Update zur Berücksichtigung folgender Entwicklungen/Neuerungen:

	Folie
■ Simulation der Offshore-Einspeisung	3
■ Offshore-Anlagentechnik	4
■ Erste Offshore-Ausschreibung	5
■ Verstärkte Kostendegression	6
■ Neue Energiesystemszenarien	
■ Energiebedarf	7
■ Optimaler Erzeugungsmix	8
■ EE-Potenziale	9 - 10
■ Energieversorgung	11 – 13
■ Resultierender Offshore-Ausbaupfad	14

Simulation der Offshore-Einspeisung

	Vorliegende Studie	Vorgängerstudie [IWES 2013]
Offshore-Volllaststunden [h]	4.660	4.800
Betriebsstunden [h]	8.700	8.000
Tage mit Stromproduktion [d]	363	340
Häufigkeit der Leistungsänderung kleiner 10 Prozent [%]	90	70

- Verbesserte Simulationsmodelle (gegenseitige Abschattungseffekte innerhalb und zwischen Windparks, windparkinterne elektrische Verluste, elektrische Verluste bis zum Anlandepunkt, Anlagenausfälle)
- Aktualisierte Annahmen zur räumlichen Verteilung der Offshore-Anlagen
- Aktualisierte Annahmen zu den Leistungscharakteristiken der Offshore-Anlagen

Offshore-Anlagentechnik

- Berücksichtigung der Fortschritte in der Offshore-Anlagenentwicklung
- Annahmen zu:

	Jahr	2001	2016	2030	2050	Vorgängerstudie 2050
onshore	Nabenhöhe [m]	75	128	170	200	120 - 150
	Generatorleistung [MW]	1,3	2,8	6,0	10,0	4 - 4,5
	Rotordurchmesser [m]	62	109	200	240	125 - 140
offshore	Nabenhöhe [m]	60	104	145	165	100
	Generatorleistung [MW]	2	5,24	13	15	6
	Rotordurchmesser [m]	73,8	145	230	240	145

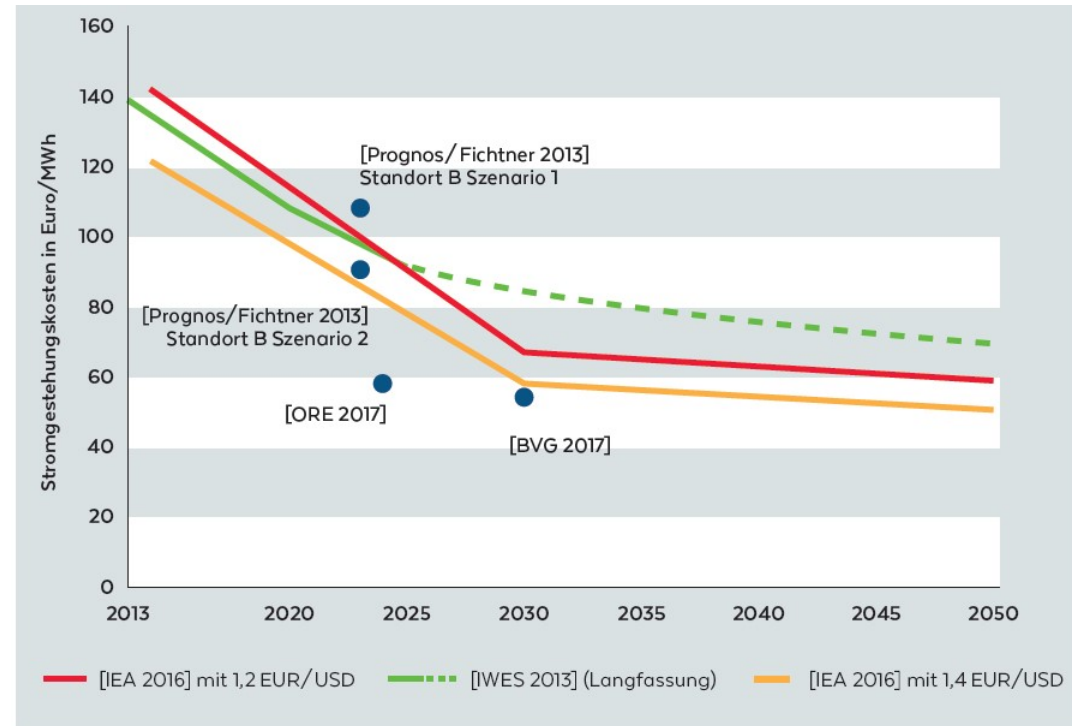
Erste Offshore-Ausschreibung

Projekt	Eigentümer	Geplante installierte Leistung (MW)	Planmäßige Fertigstellung	Anzulegender Wert (€/MWh)
Gode Wind 3	DONG (seit 6.11.17 Ørsted)	110	2023	60
OWP West	DONG	240	2024	0
Borkum Riffgrund West 2	DONG	240	2024	0
He Dreiht	EnBW	900	2025	0

Verstärkte Kostendegression

Gründe

- Zuverlässigere und leistungstärkere Anlagen
- Höhere Volllaststunden
- Längere Betriebs-/Lebensdauern
- Innovative Gründungsstrukturen
- Bessere Betriebs- und Wartungskonzepte
- Günstigere Finanzierungsbedingungen
- Nutzung von Synergieeffekten (vorhandene Infrastrukturen)
- Steigende Strompreise



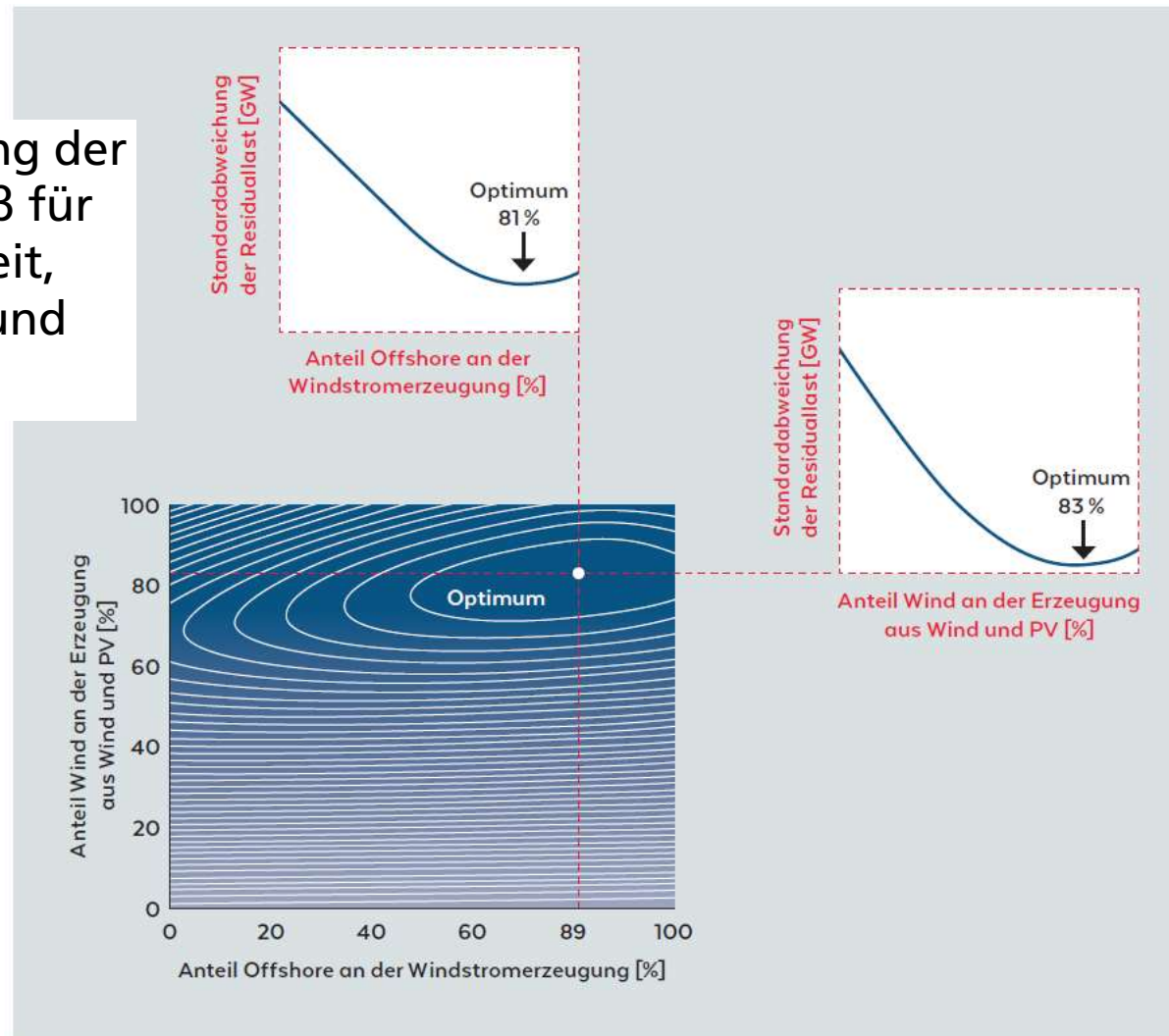
Neue Energiesystemszenarien: Energiebedarf

Szenarienjahr	2016	2030	2050	2050
Quelle der Angaben	[BMWI 2016], [UBA 2017]	[Agora 2017] „Big picture“	[IWES 2017] „Barometer“	Vorgängerstudie [IWES 2013]
Endenergiebedarf	2500 TWh*	2210 TWh	1908 TWh	1505 TWh
CO ₂ -Reduktion gegenüber 1990	27,6%	60%	95 %	80 %
EE-Anteil an Energieerzeugung	12,6 %	30 %	100 %	80 %
Gesamter Strombedarf	594 TWh	610 TWh	2110 TWh (mit E-Fuels) 1000 TWh (ohne E-Fuels)	864 TWh
Herkömmlicher Strombedarf	594 TWh	470 TWh	445 TWh	486 TWh
Stromerzeugung aus Wind und PV	115,6 TWh	320 TWh	2070 TWh (mit E-Fuels) 960 TWh (ohne E-Fuels)	800 TWh
Wind- und PV-Anteil an Stromerzeugung	19,5 %	52 %	98 % (mit E-Fuels) 96 % (ohne E-Fuels)	89 %

- Zusätzliche Berücksichtigung des Jahres 2030
- Verwendung der aktuellsten Mengengerüste bzgl. Sektorkopplung (u.a. Unterscheidung des Verkehrssektors: mit/ohne E-Fuels)
- Annahme einer 100% EE-Versorgung im Jahr 2050

Neue Energiesystemszenarien: Optimaler Erzeugungsmix

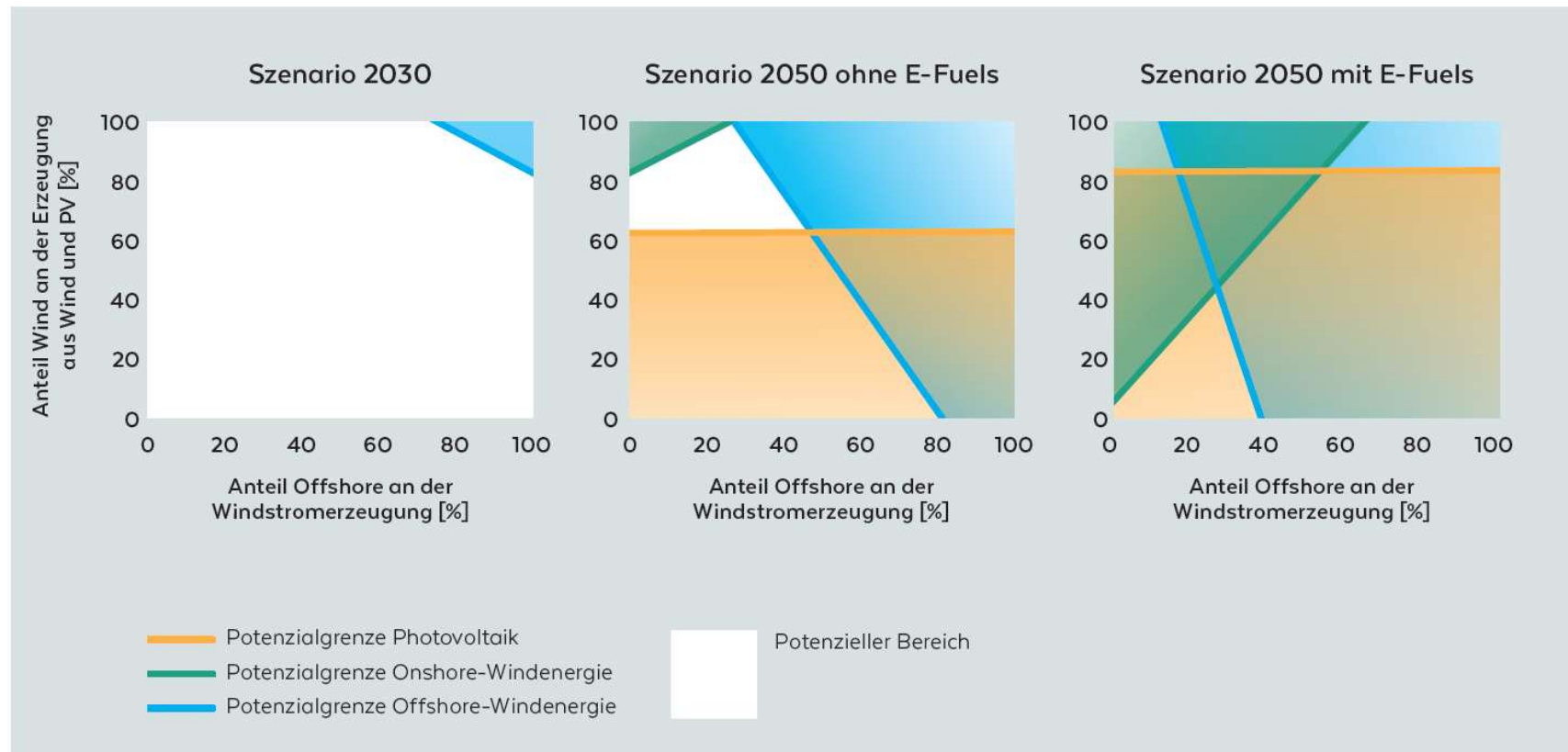
- Standardabweichung der Residuallast als Maß für Systemverträglichkeit, Flexibilitätsbedarf und Systemkosten.



Neue Energiesystemszenarien: EE-Potenzialbestimmung (mittels aktueller geographischer Informationssysteme GIS)

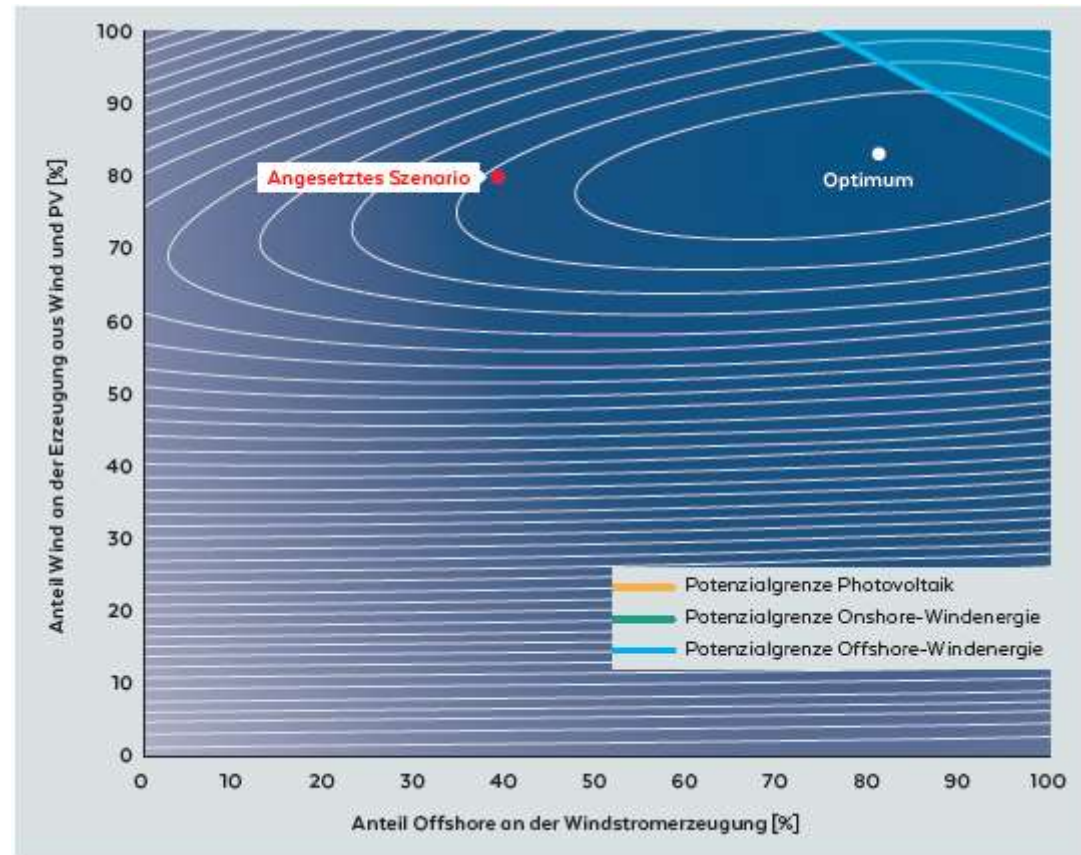
		Photovoltaik	Onshore Windenergie	Offshore Windenergie	
Vorgängerstudie 2013	Leistungspotenzial	391 GW	226 GW	54 GW	
Neue Studie 2017	Leistungspotenzial	340 GW	243 GW	57 GW	
	Neuerung	Verwendung hochaufgelöster Geodaten	Annahme eines 1000m-Abstandes zu Siedlungen	Verwendung aktueller Raum- ordnungspläne	
	Möglicher Anteil an Szenario 2030	109%	198%	74%	Σ381%
	Möglicher Anteil an Szenario 2050 (ohne E-Fuels)	36%	75%	27%	Σ138%
Möglicher Anteil an Szenario 2050 (mit E-Fuels)	17%	37%	13%	Σ67%	

Neue Energiesystemszenarien: EE-Potenzialgrenzen



Neue Energiesystemszenarien: Energieversorgung 2030

- Theoretisch wäre ein ausschließlicher offshore Ausbau optimal
- Realistischer ist es, auch onshore und PV Zubau anzunehmen: „Angesetztes Szenario“



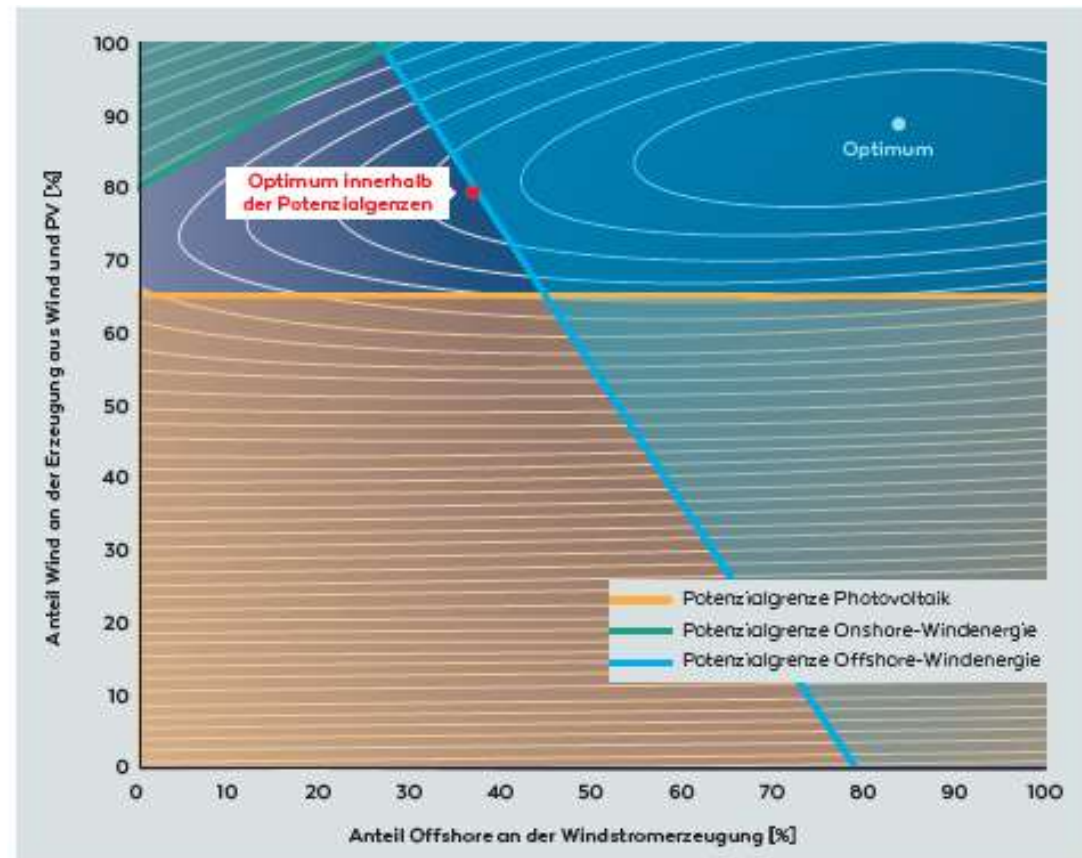
Neue Energiesystemszenarien: Energieversorgung 2050

Szenario 2050 ohne E-Fuels:

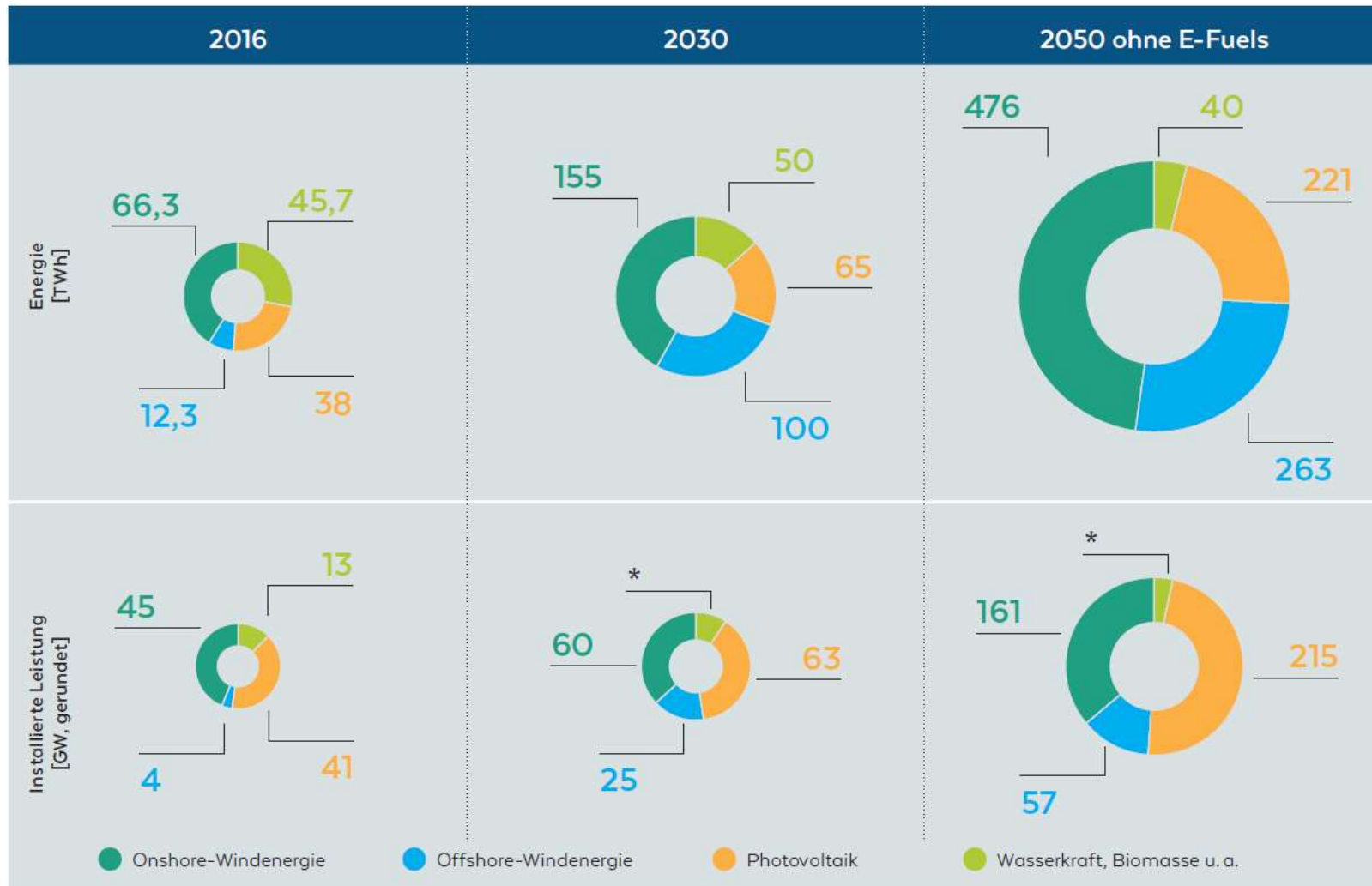
- Eine optimale EE-Kombination innerhalb der Potenzialgrenzen ist möglich.

Szenario 2050 mit E-Fuels:

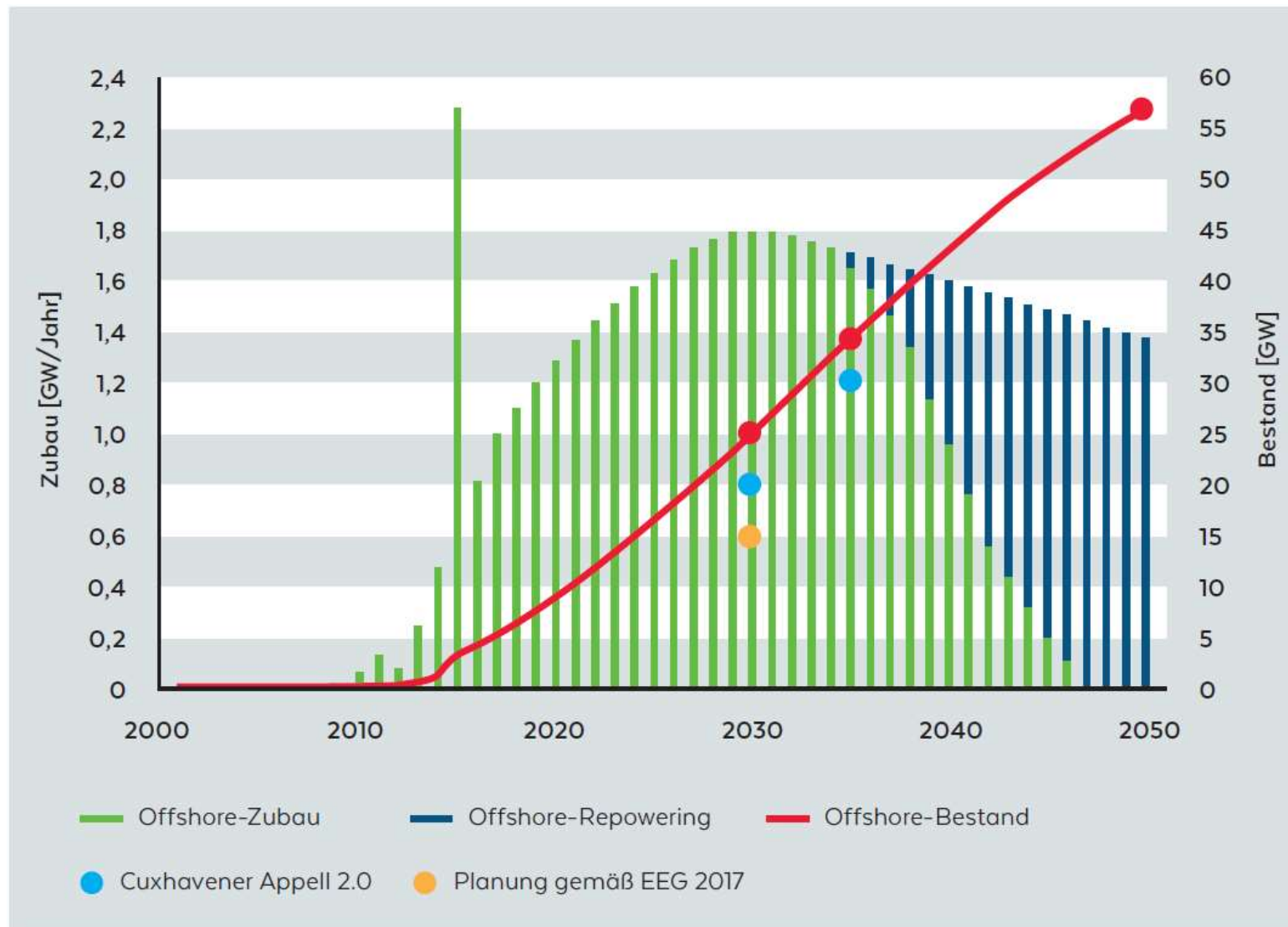
- EE-Potenziale müssen vollständig genutzt werden, langen aber insgesamt nicht aus.



Neue Energiesystemszenarien: zukünftige Energieversorgung



Resultierender Ausbaupfad der Offshore-Windenergie



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Ab 1. Januar 2018 ist
das Fraunhofer IWES
in Kassel ein
eigenständiges
Institut



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR
ENERGIEWIRTSCHAFT
UND ENERGIESYSTEMTECHNIK IEE
WWW.IEE.FRAUNHOFER.DE