

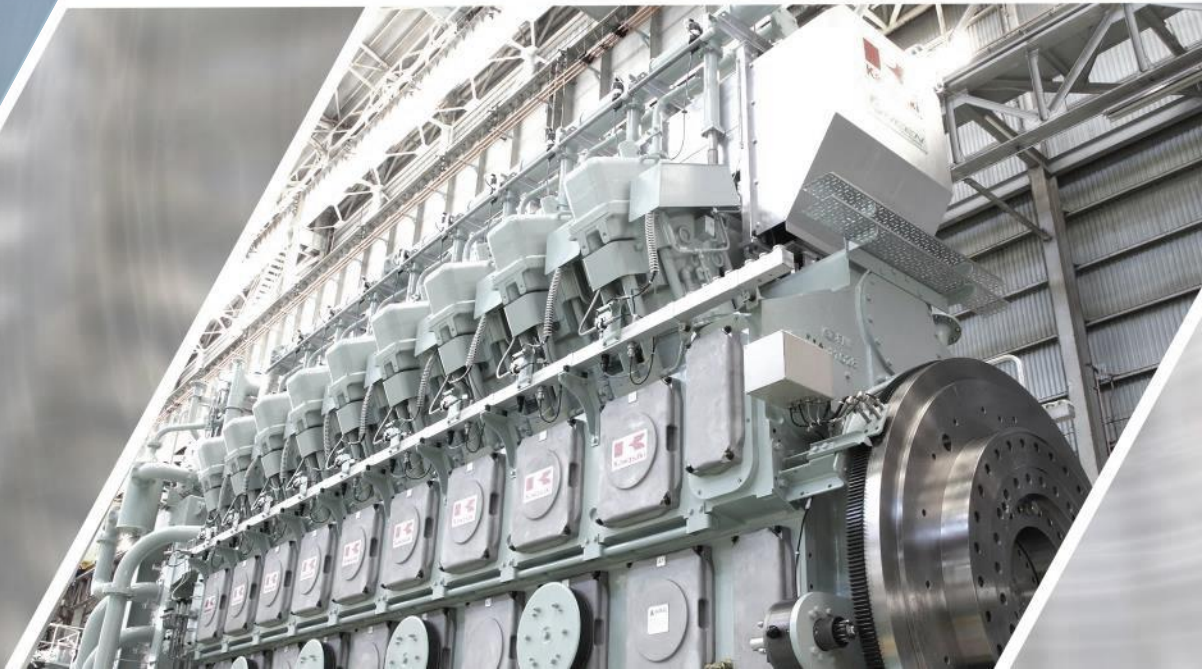
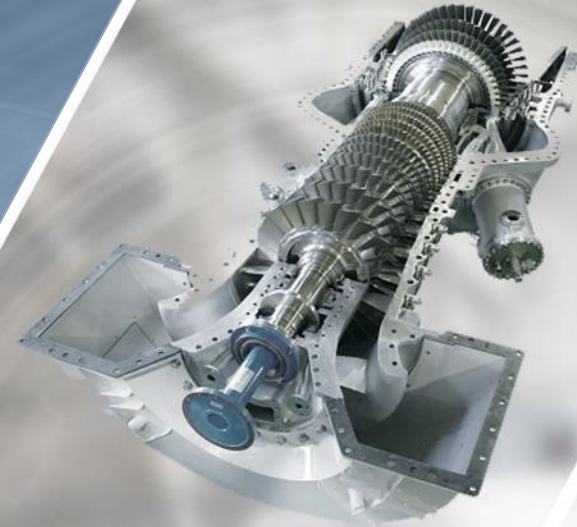
Hydrogen Ready! Wasserstoff-Workshop

Kawasaki Gas Turbine Europe GmbH

„Big Picture“ der Energiewende – The Role of Hydrogen –

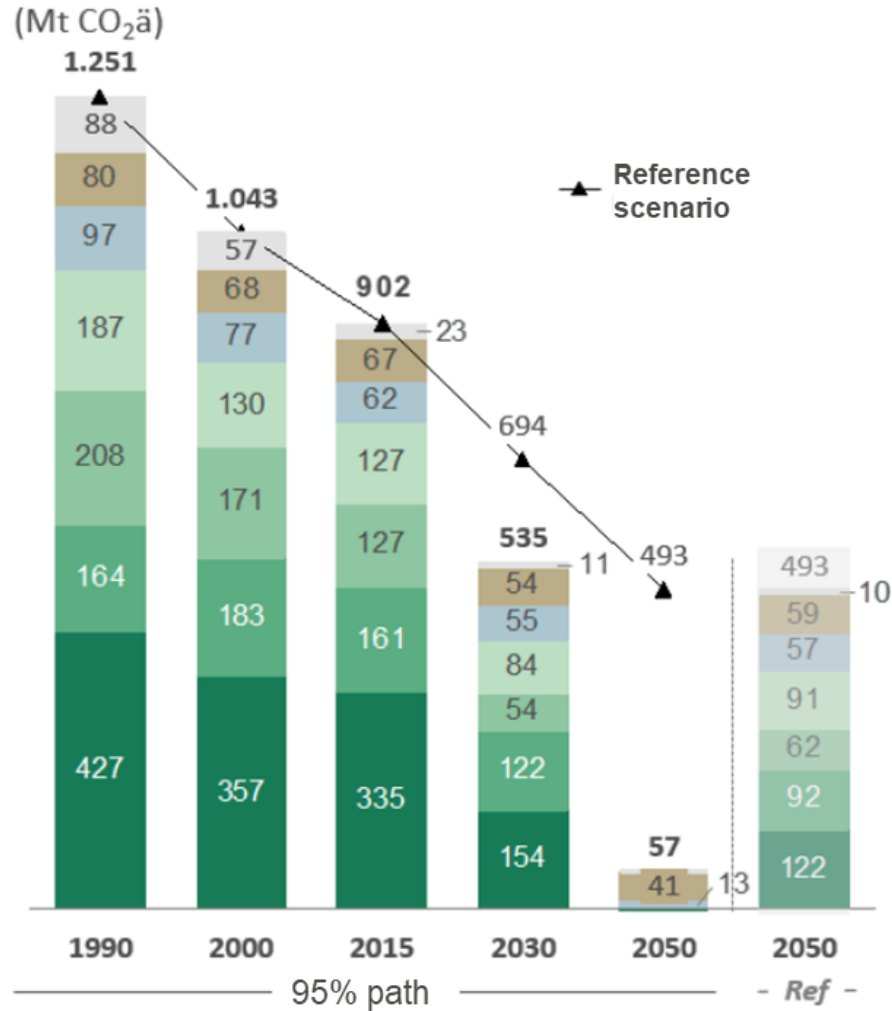
Dr.-Ing. Nurettin Tekin
Hydrogen Product Management

13. Juni 2023



Climate Protection Goals of Germany

GHG-Emission Germany 1990-2050



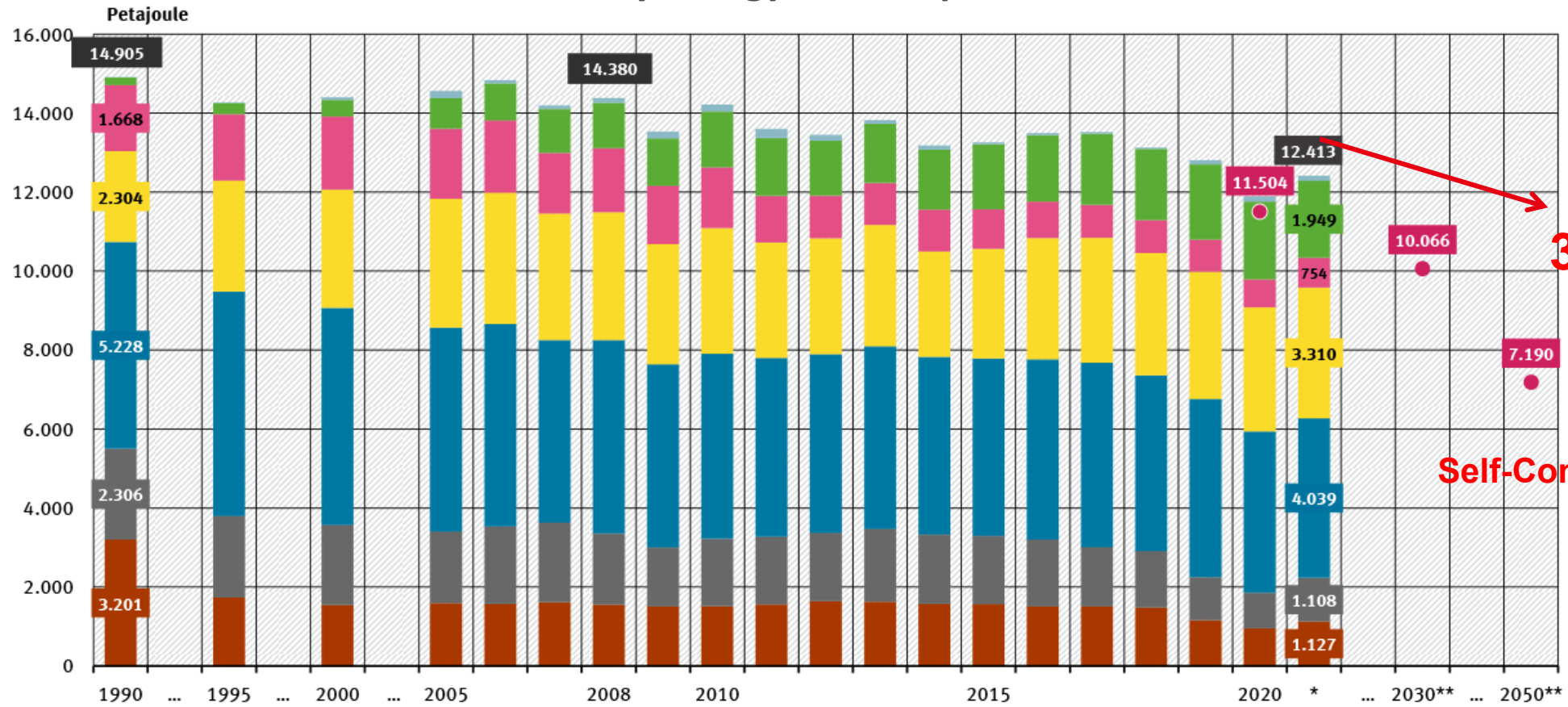
Sectorial emission savings

	1990 – 2015	1990 – 2030	1990 – 2050
Others	-74%	-87%	-96%
Agriculture	-16%	-32%	-49%
Process emissions	-36%	-43%	-87%
Industrial emissions	-32%	-55%	-99%
Households	-39%	-74%	-100%
Transport	-2%	-26%	-100%
Energy conversion	-22%	-64%	-100%
All sectors	-28%	-57%	-95%

Source: BCG, Prognos 2018

Energy Consumption of Germany

Primary Energy Consumption



3448TWh



**Self-Consumption & Losses
1041 TWh**

■ Braunkohle
 ■ Steinkohle
 ■ Mineralöl
 ■ Gase
 ■ Kernenergie
 ■ Erneuerbare Energien
 ■ Sonstige Energieträger***

* vorläufige Angaben

** Ziele des Energiekonzeptes der Bundesregierung: Senkung des Primärenergieverbrauchs bis 2020 um 20% und bis 2050 um 50% (Basisjahr 2008)

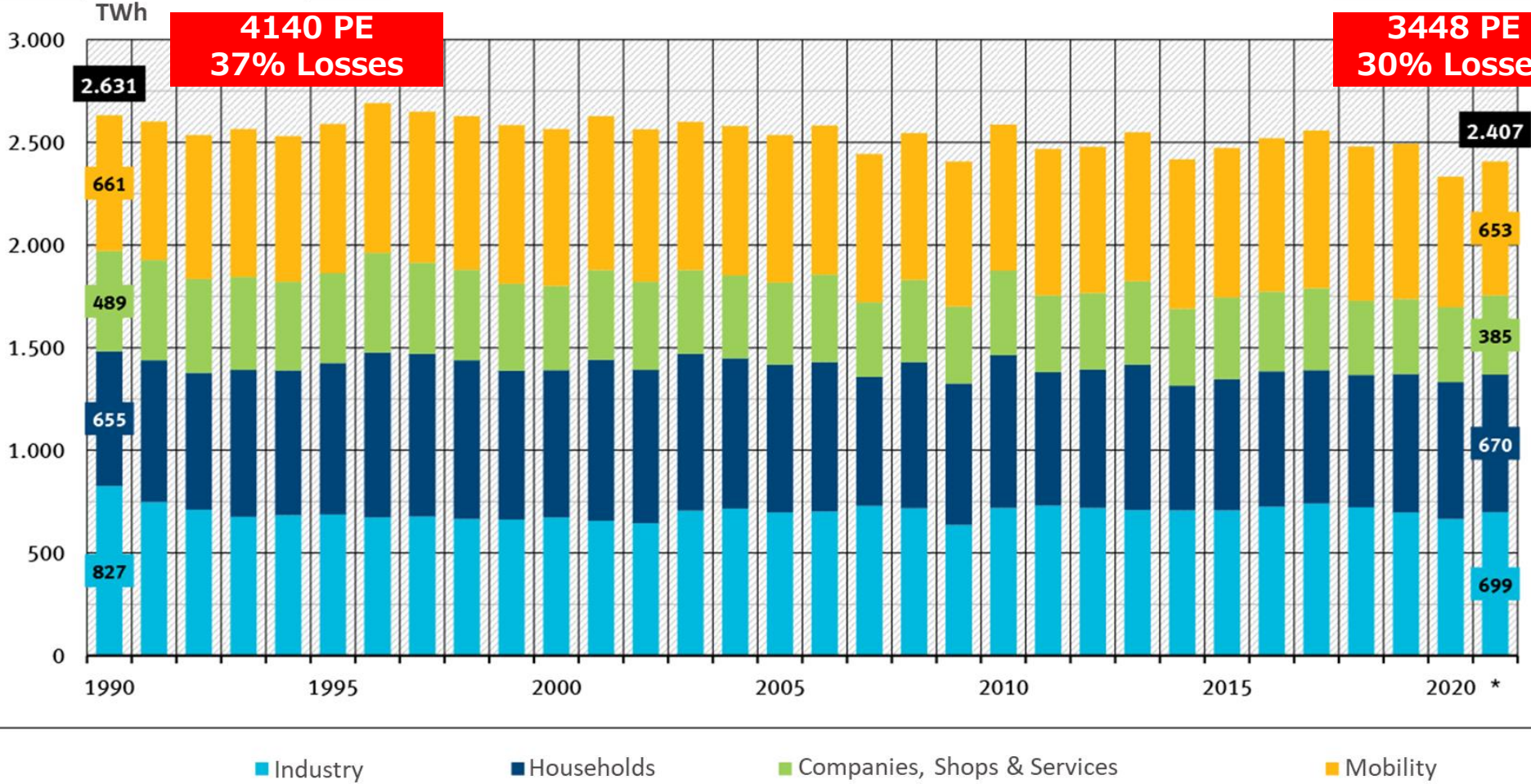
Ziel der Energieeffizienzstrategie 2050: Senkung des Primärenergieverbrauchs bis 2030 um 30% und bis 2050 um 50% (Basisjahr 2008)

*** sonstige Energieträger: Grubengas, nicht-erneuerbare Abfälle und Abwärme sowie der Stromaustauschsaldo

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen, Stand 09/2022

Energy Consumption of Germany

Development of sectorial net energy consumption



Net Energy Consumption:

2407 TWh



Heat & Electricity
1754 TWh



Electricity
508 TWh
(BDEW 2022)

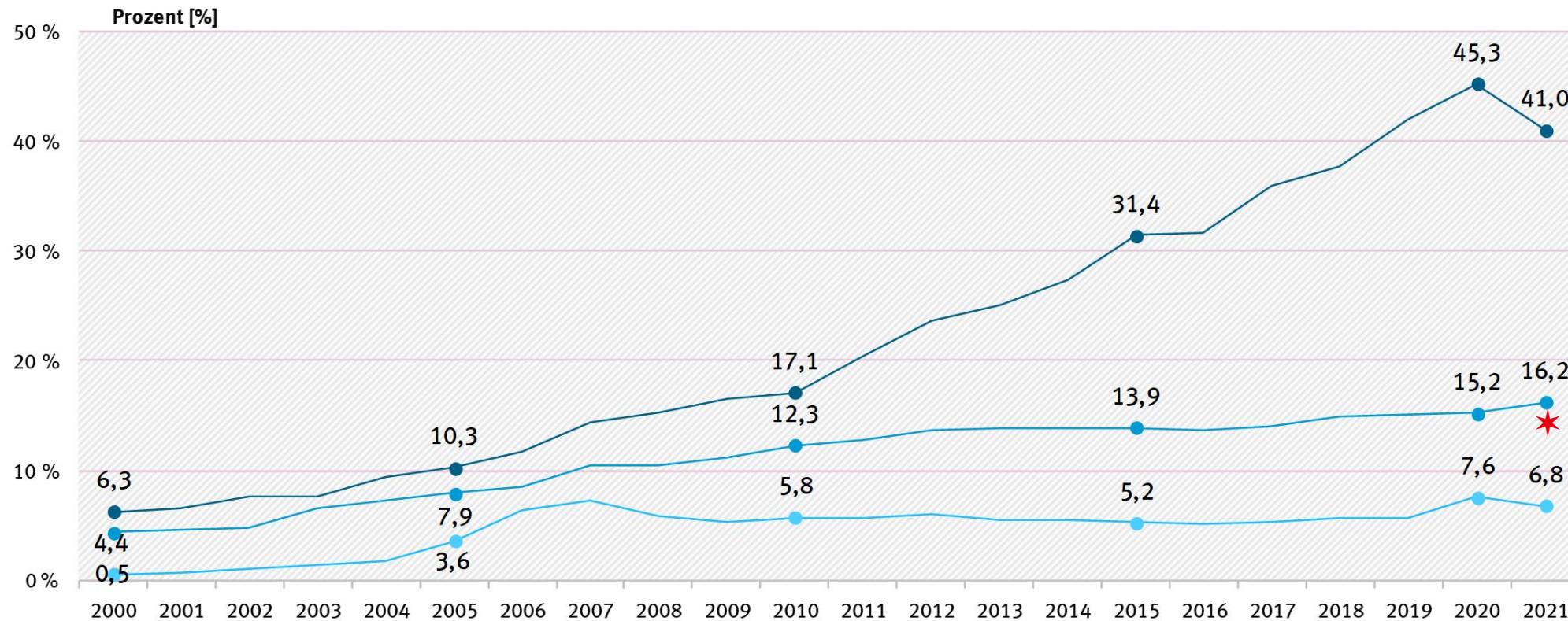


Heat
1246 TWh

* vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland, Stand 09/2022

Share of RES in the Power, Heat and Mobility Sector



**Total Share
≈ 15%**

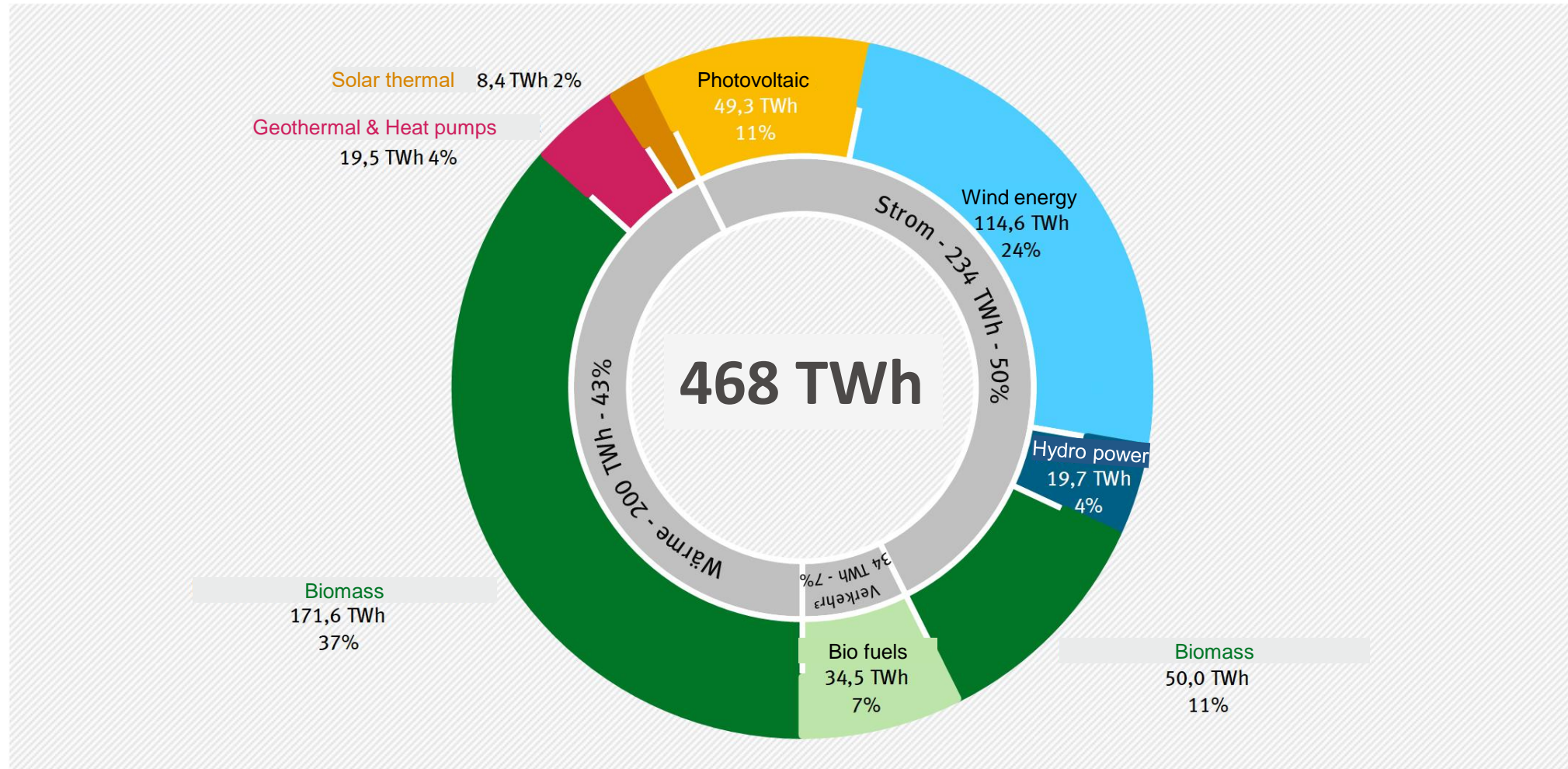
● RES Power

● RES Heat

● RES Mobility

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 09/2022

Total Energy Production from Renewables in 2021



¹ mit biogenem Anteil des Abfalls

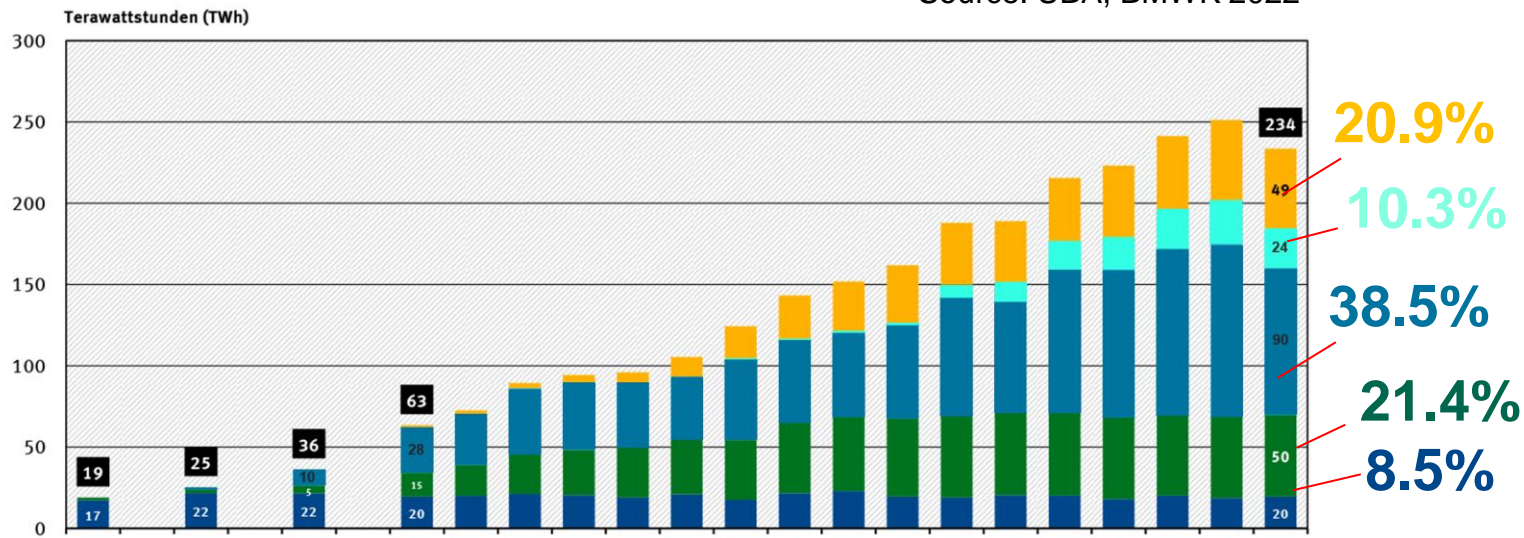
² Stromerzeugung aus Geothermie etwa 0,2 TWh (nicht separat dargestellt)

³ Verbrauch von EE-Strom im Verkehr etwa 4,9 TWh
Abweichungen bedingt durch Rundungen

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 09/2022

Development of the Electricity Production & Installed Capacity by RES

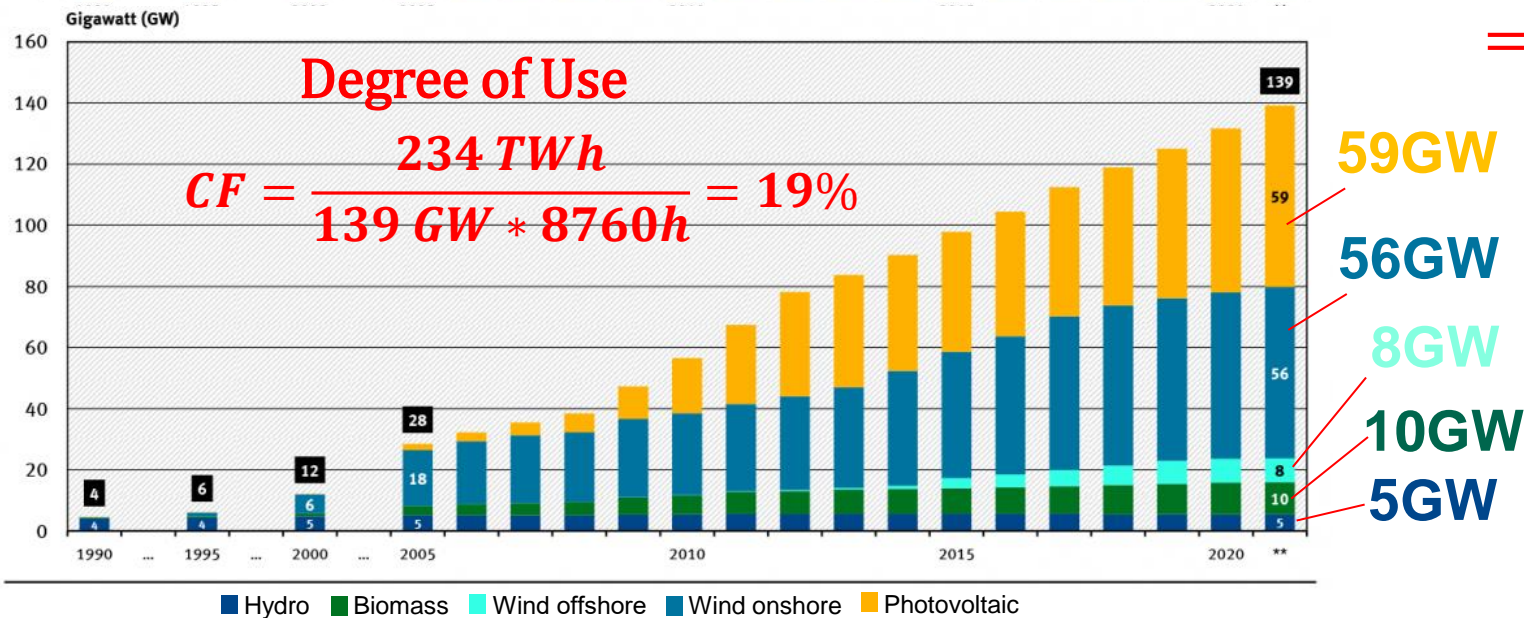
Source: UBA, BMWK 2022



20.9%
10.3%
38.5%
21.4%
8.5%

Required Installation

$$= \frac{1.15 * 2407 TWh}{0.19 * 8760h} = 1663 GW$$



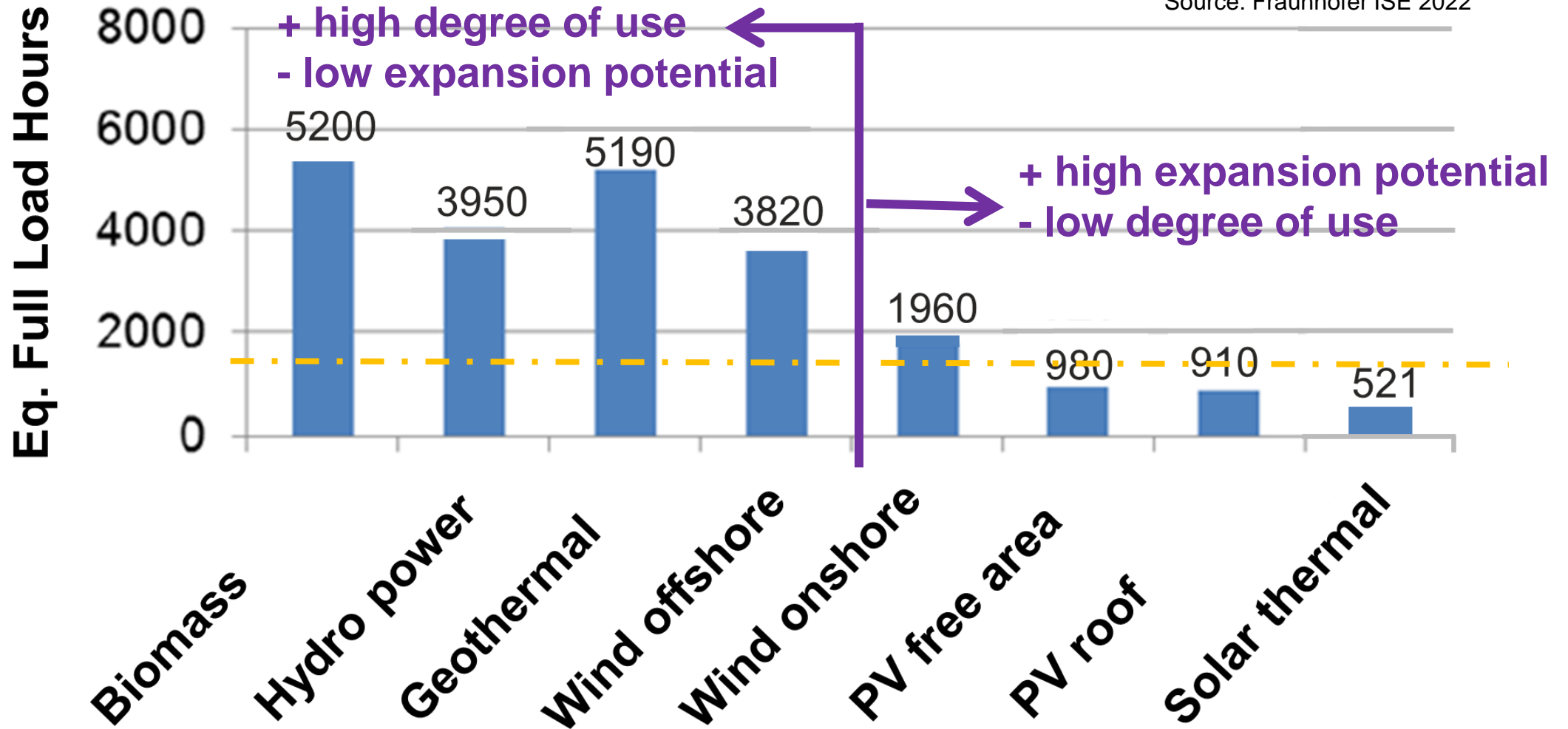
59GW
56GW
8GW
10GW
5GW



12-13 Times higher installation as of today

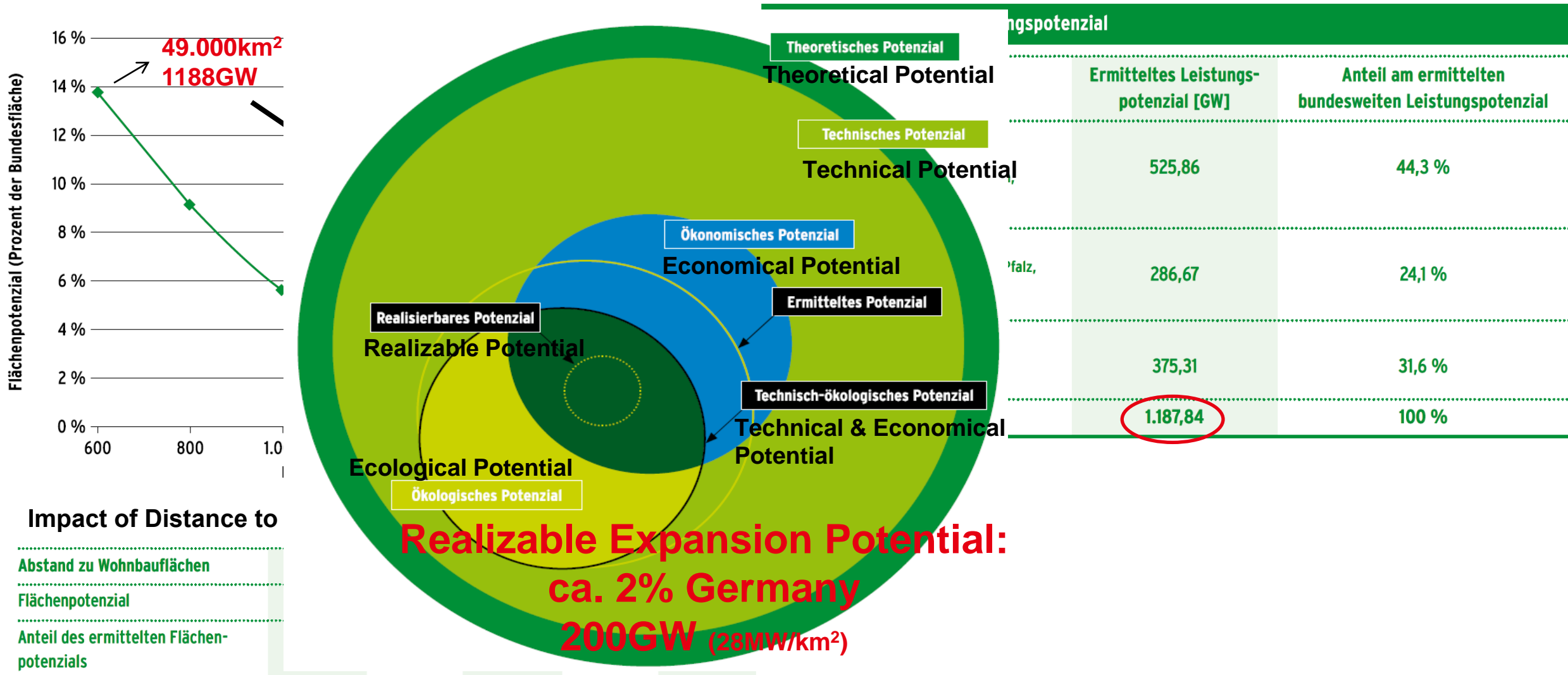
Degree of use of Renewables

Source: Fraunhofer ISE 2022



Averaged Degree of Use: 1664 EFH=19%

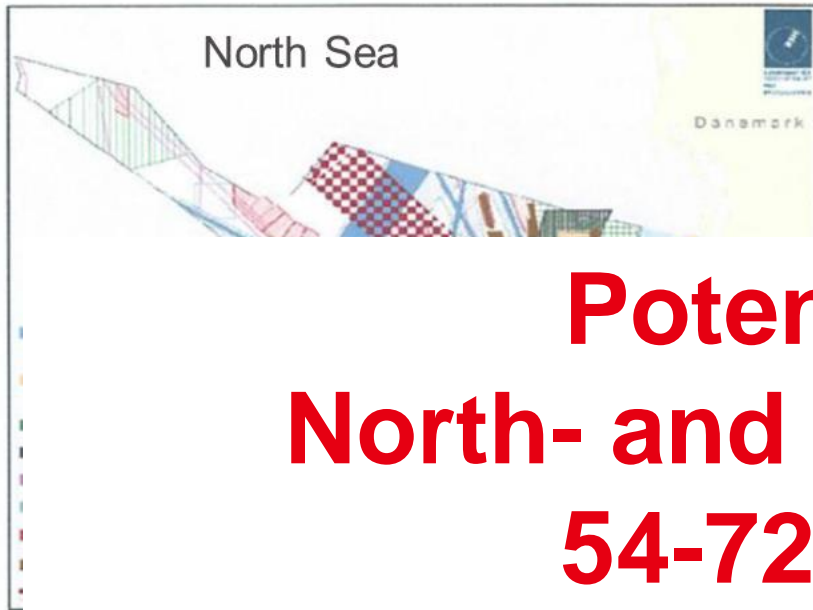
Total Expansion Potential for Onshore Wind



Source: Umweltbundesamt 2013

Source: BWE 2017, UBA 2013, Fraunhofer IWES 2011

Total Expansion Potential for Offshore-Wind



Nutzbare Fläche für Offshore-Wind*	
AWZ (ausschließliche Wirtschaftszone)	28.593
- Schifffahrtswege	12.348
- Rohstoff- u. Naturschutzgebiete	5.872
- Militärische Nutzung	1.575

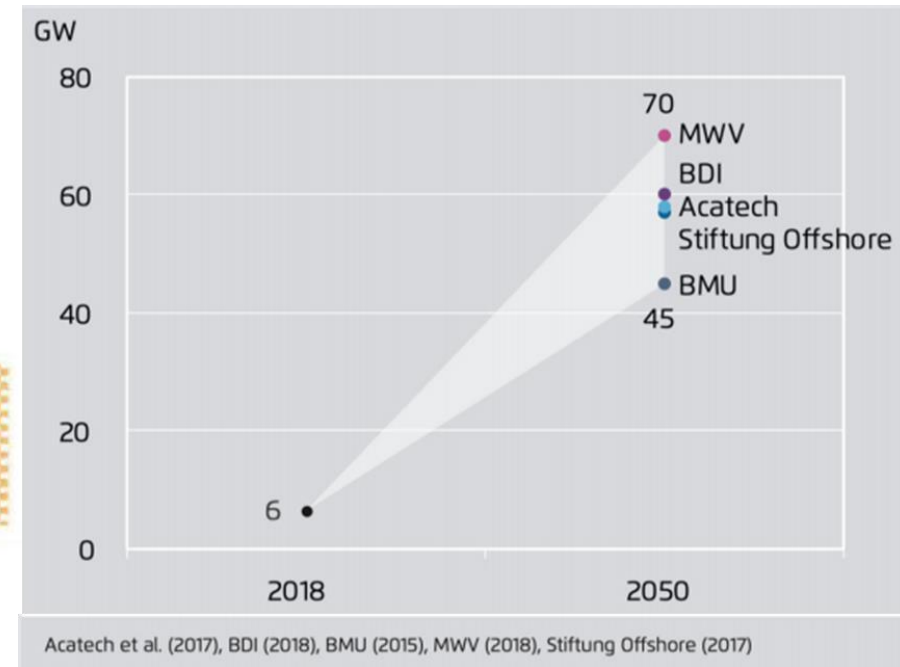
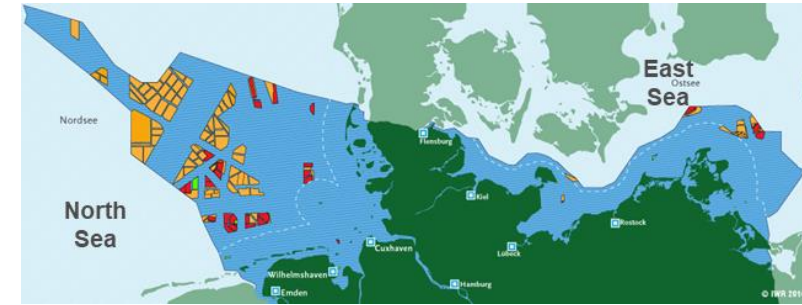
Potential North- and East Sea: 54-72GW

Source: Fraunhofer IWES 2013, BWE 2017

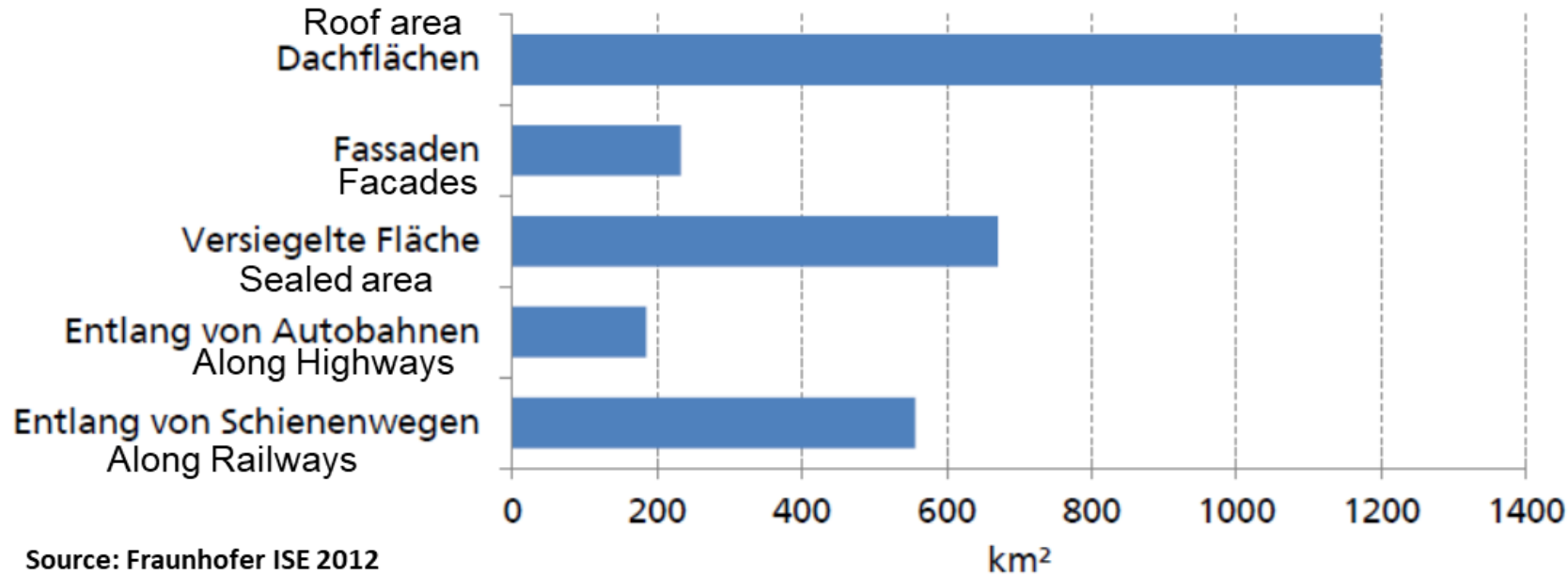
Nutzbare Fläche für Wind in der AWZ [km ²] Useable Area 4.500 km ²	x	Installierbare Kapazität [MW / km ²] Installable capacity 6 MW / km ²	=	Potential Offshore-Wind in AWZ [MW] 27.000 MW
---	---	--	---	---

VORWEG GEHEN

RWE Innogy GmbH | Prof. Dr. Fritz Vahrenholt | 26. Januar 2011



Total Expansion Potential for Photovoltaic



Source: Fraunhofer ISE 2012



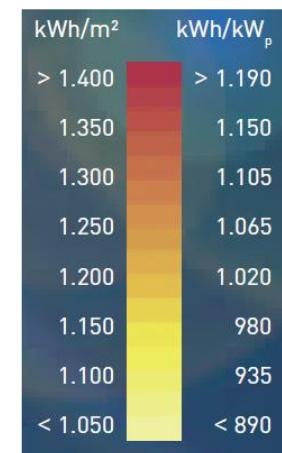
**Useable Area for Germany:
approx. 3000km² ≈1%**

150W/m² => 450GW

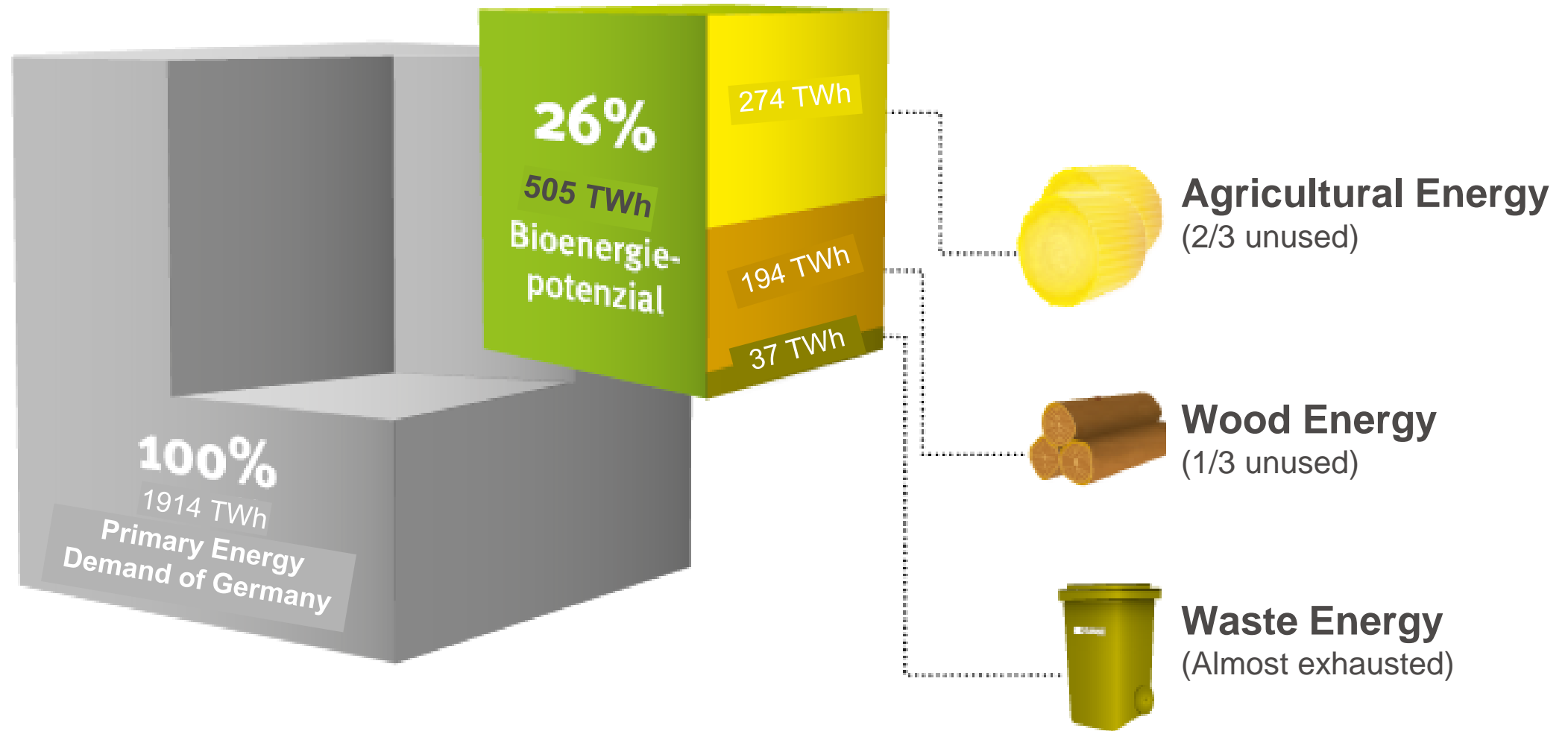
**250-450 GW
max. installable**

Source: UBA 2010

Ideal Alignment



Biomass Potential in 2050



Zahlen gerundet

Quelle: FNR

© FNR 2016

RES Potential in Germany for Wind & PV

≈5000TWh
Forschungsstelle für
Energiewirtschaft 2019

≈3500TWh
Fraunhofer ISE 2019

REALISIERBARE OBERGRENZE VON WIND UND PHOTOVOLTAIK BEI CA. 800 TWH

ABBILDUNG 71 | Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien in Deutschland

Technologie	Stromerzeugung in 2050 (TWh)					Technisches Potenzial	Mögliche Restriktionen bei Potenzialausschöpfung
	Referenz	80%-Pfad	95%-Pfad	Realisierbares Potenzial	Technisches Potenzial		
PV Dachanlagen	59	75	86	78 – 130 ¹	200	Nutzungskonkurrenz mit Solarthermie Hohe PV-Einspeisung passt schlechter zum Verbrauch als Wind	
PV Freifläche	20	25	28	140 ²	4.500	Nutzungskonkurrenz mit Ackerfläche, Naherholung, Großsolarthermie	
Wind Onshore	176	204	215	240 ³	2.900	Akzeptanz Bevölkerung Flächennutzungspläne Abstandsregelungen (z. B. 1.500 m NRW-Koalitionsvertrag)	
Wind Offshore	96	172	258	300 ⁴	500	Akzeptanz Bevölkerung Konkurrenz mit Schifffahrt, Fischerei	
Gesamt	352	476	587	~ 800	7.800		

¹ Annahme: Geeignete Dachflächen; mit/ohne Flächenkonkurrenz Solarthermie ²0,7 % der Fläche DE ³Bebauung von 1 % der Fläche DE (von gesamt 2 % mit 1.500 m Wohnflächenabstand; Abschlag von 50 % wurde angenommen, da nicht alle diese Flächen für Windkraft geeignet sind oder vertraglich zur Verfügung stehen werden) ⁴Offshore-Potenzial auf den genehmigten und in der Entwicklung befindlichen Flächen für Wind offshore

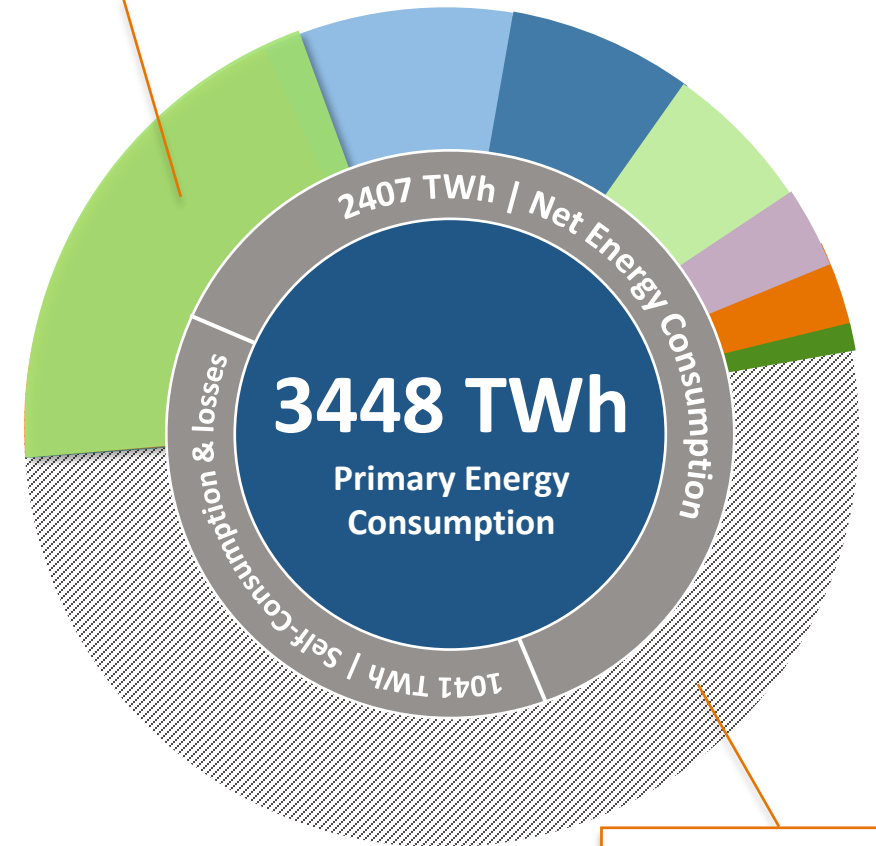
Quelle: Bundesverband WindEnergie, UBA, Potenzial der Windenergie an Land (2012); BVG Associates/WindEurope, Unleashing Europe's offshore wind potential (2017); Prognos; BCG

"BIG PICTURE" OF GERMAN ENERGY TRANSITION

Source	Total-Potential (GW) ▼	Eq. Full Load Hours (h) ▼	Production (TWh) ▼
● PV	250 - 450 (59 GW)*	1055	264 - 475 (62)
● Onshore Wind	130 - 200 (56 GW)*	1960	255 - 392 (110)
● Offshore Wind	54 - 72 (8 GW)*	3820	206 - 275 (32)
● Biomass	48 - 50 (49 GW)*	5200	250 - 260 (256)
● Geothermal	13-20 (0.2 GW)*	5190	68 - 104 (1)
● Solar Thermal	100 - 200 (15 GW)*	521	52 - 104 (8)
● Hydro Power	5.5 (5 GW)*	4081	23 (20)
Realizable Potential Production by Renewables			1117-1632

*Installed Capacity 2022

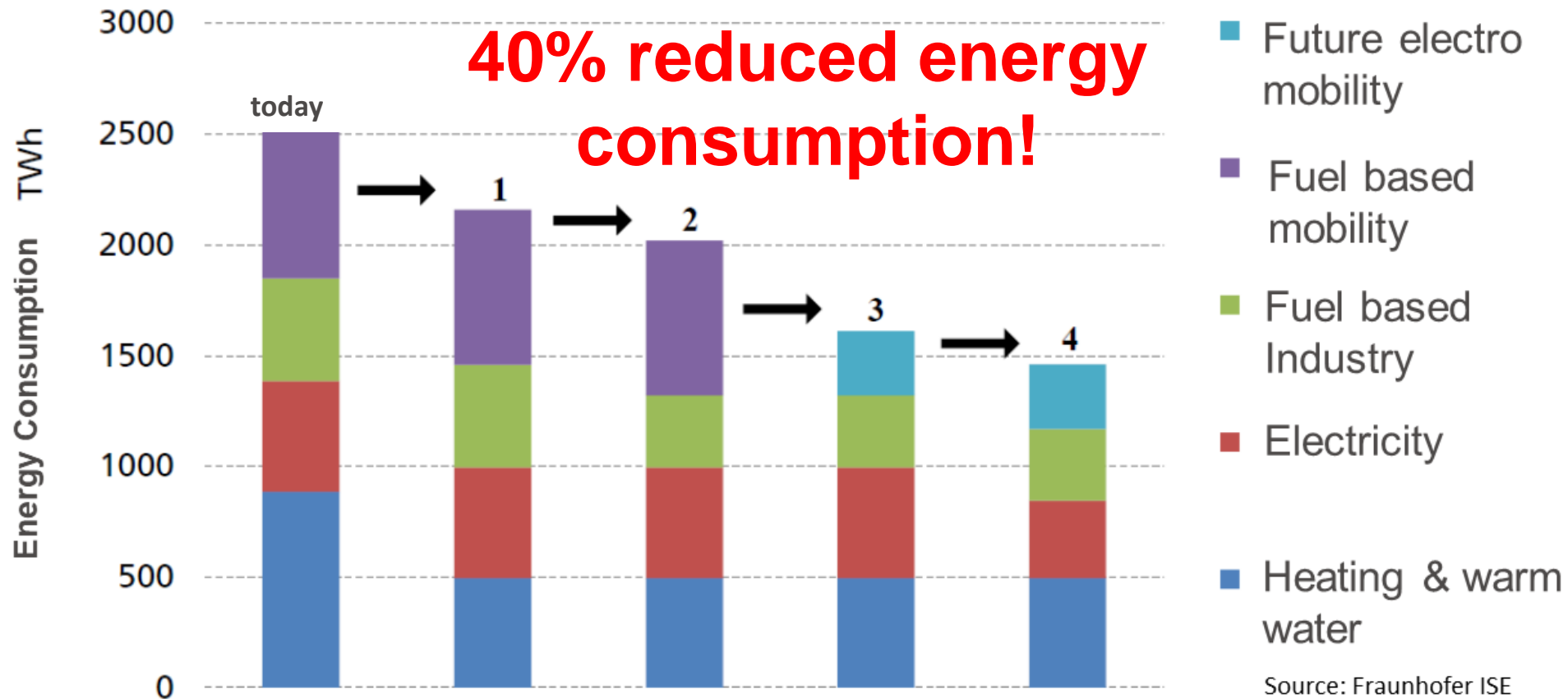
468 TWh
(RES production, 2022)



Lack of Energy
(1816-2331 TWh)

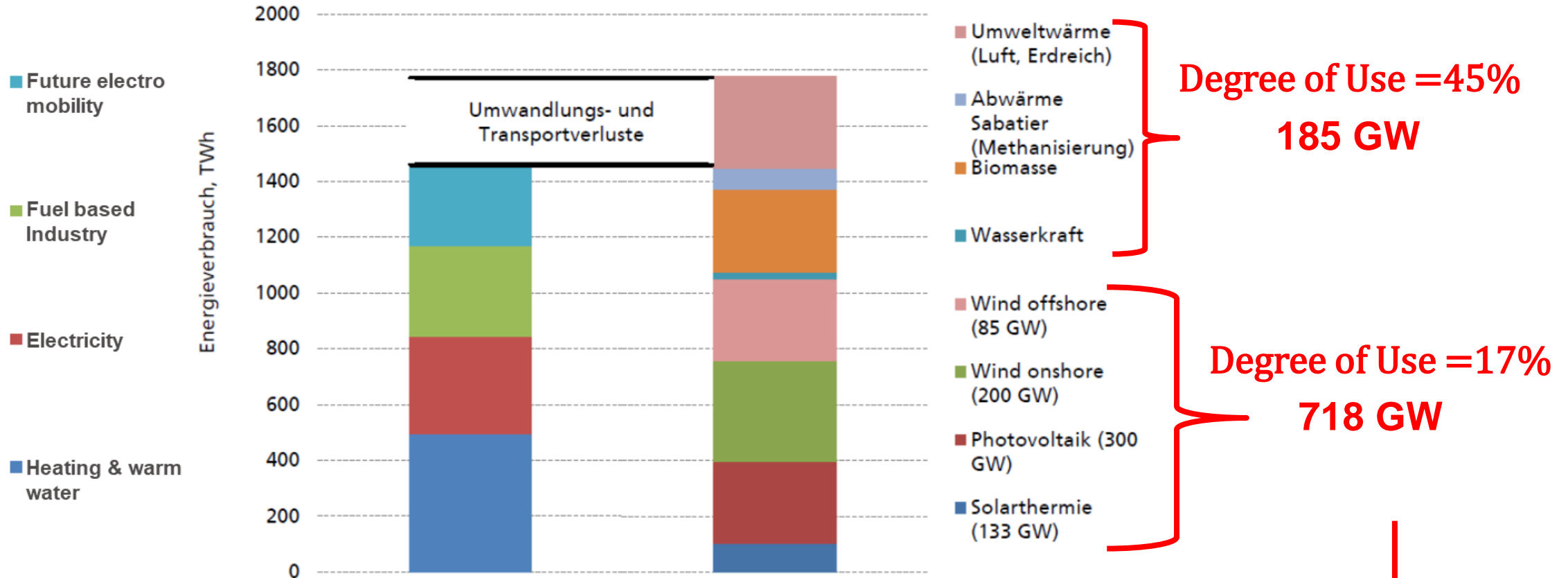
Source: Own representation based on, BCG, Prognos, BDI, Fraunhofer IWES, Fraunhofer ISE, UBA, BMVI, LBST, RWE, BWE, BVG, AEE, fFE, FNR, BMU, BMWK, MWV, Acatech

Net Energy Consumption in 2050



- 1: Reduction of heating demand of building & household sector by 50%
- 2: Reduction of fuel consumption in the Industry by 30%
3. Change over from fuel based to electro mobility (Assumption: 50% Battery und 50% H2)
4. Reduction of the electricity consumption by 30 %

100% RES Scenario in 2050



Source: Fraunhofer ISE

6-7 times higher installation is necessary

“Global Kawasaki”