

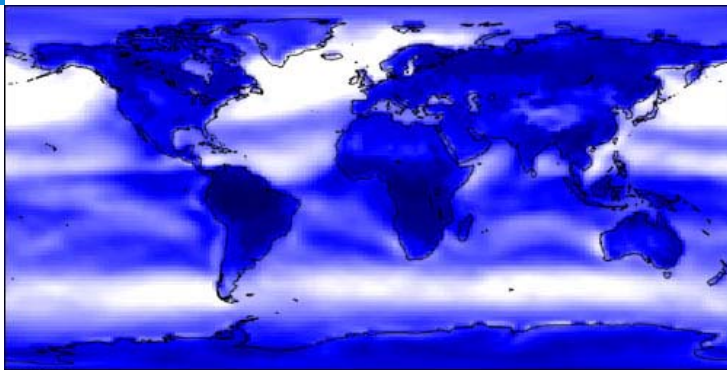
Wind Werkt.....ook in 2050

Prof.dr. Gerard van Bussel
TU Delft, leerstoel windenergie
13 juni 2013

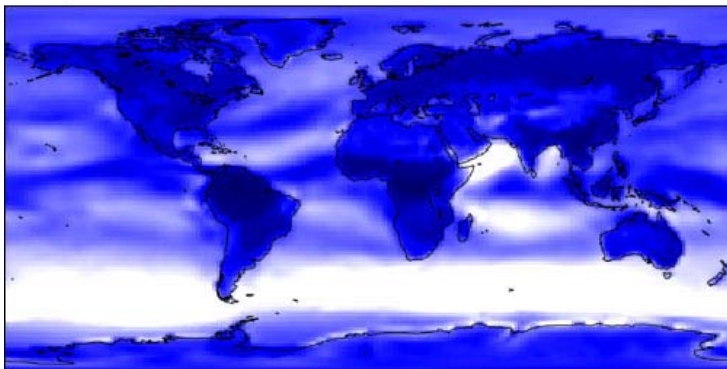


Er is meer dan voldoende wind op aarde

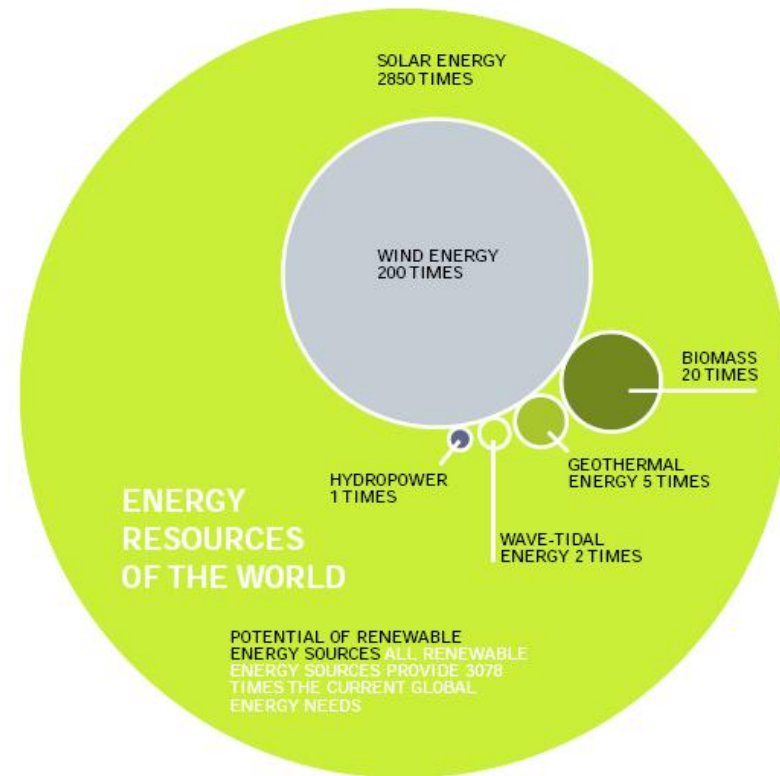
200 x meer wind energie beschikbaar dan de huidige energie vraag



January



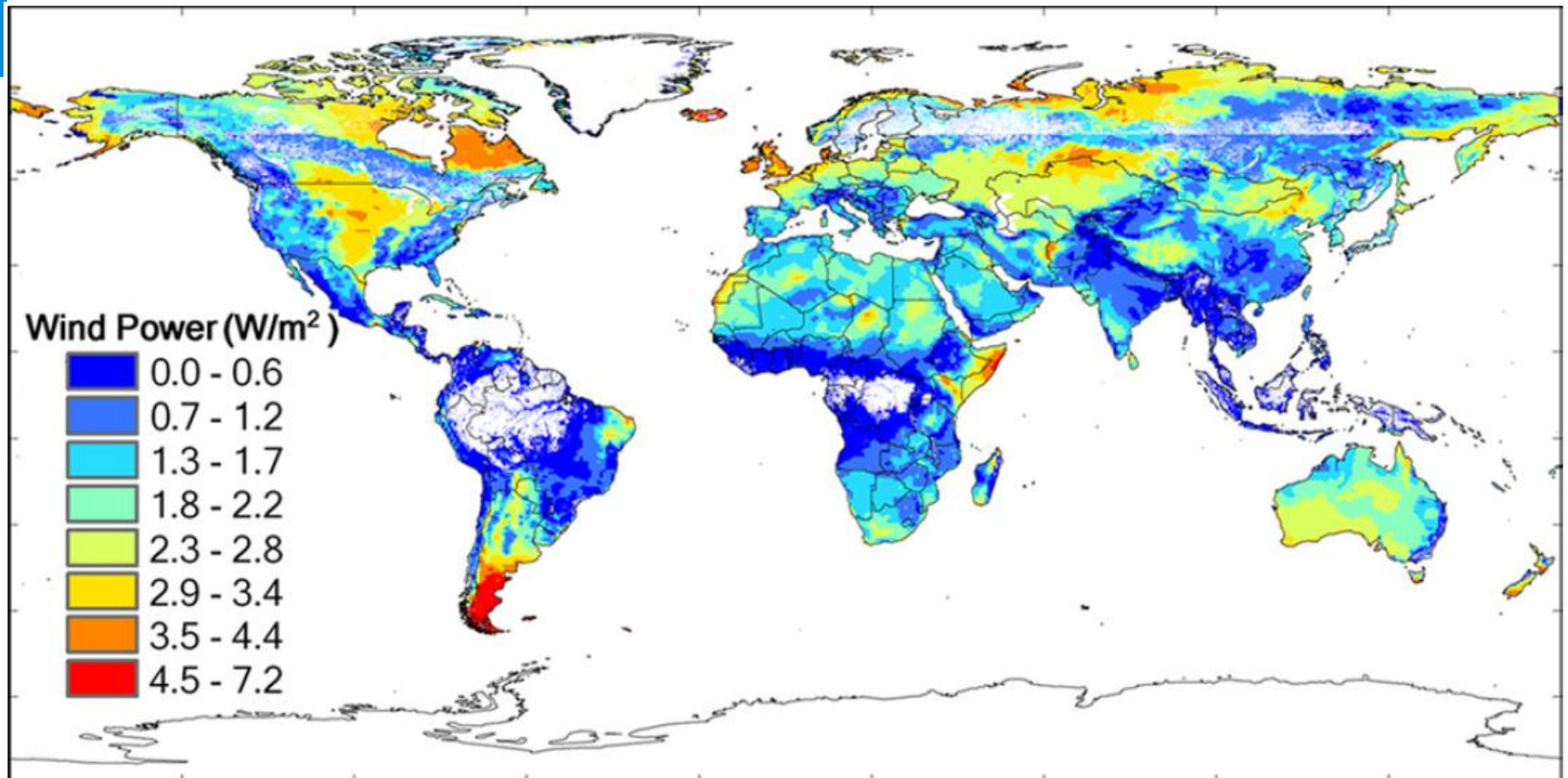
July



source WBGU

De “world wind power” atlas

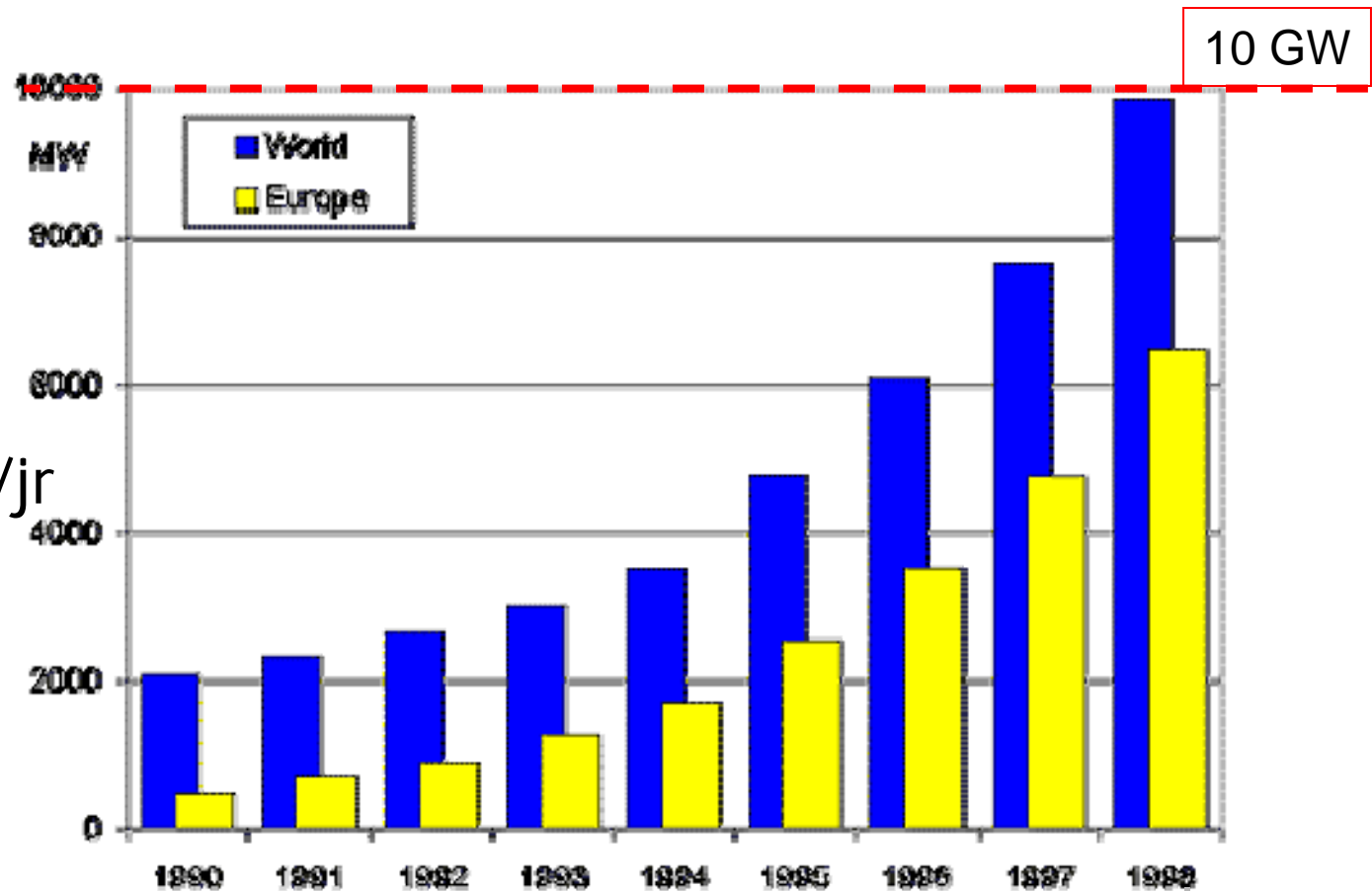
Met 2,5 MW windturbines op realistische locaties:
=> 4267 EJ > 40x huidige wereld elektriciteit gebruik



source: Harvard University 2009

Wind Werkte..... in '90 jaren

- Sinds 1990: groei van 30%/jr
- Europa leidend vanaf 1995

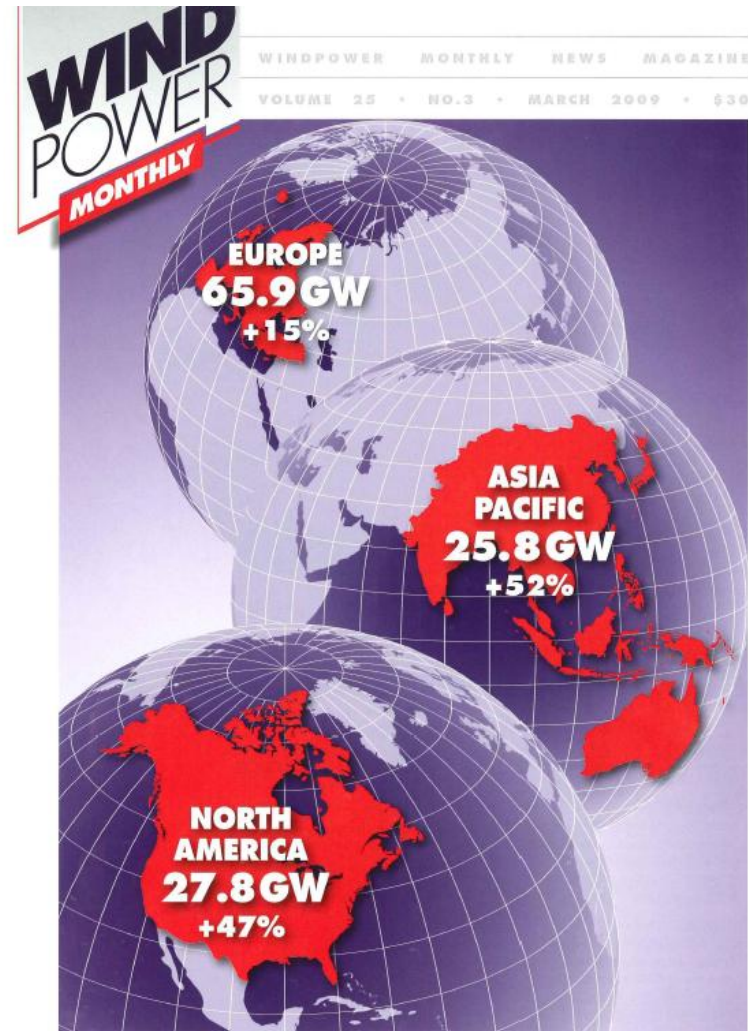


Bron EWEA

Wind Werkt.....nu

Geïnstalleerd Vermogen
begin 2009:

- Europa 66 GW
 - Asia Pacific 26 GW
 - Noord Amerika 28 GW
 - Rest vd wereld 1 GW
- Totaal 121 GW



ANNUAL OVERVIEW
GLOBAL WIND MARKET STATUS
2009

Wind Werkt.....nu

Geïnstalleerd Vermogen
begin 2011:

- Europa 86 GW
- Asia Pacific 60 GW
- Noord Amerika 44 GW
- Rest vd wereld 3 GW

Totaal 193 GW

(+59% t.o.v. 2009)



Wind Werkt.....nu

Geïnstalleerd Vermogen
begin 2013:

- Europa 109 GW
- Asia Pacific 83 GW
- N+Z Amerika 71 GW
- Rest vd wereld 1 GW

Totaal 264 GW

(+118% t.o.v. 2009)

Dus nog steeds 30% groei per jaar!!

in Europa ~12% groei per jaar!!



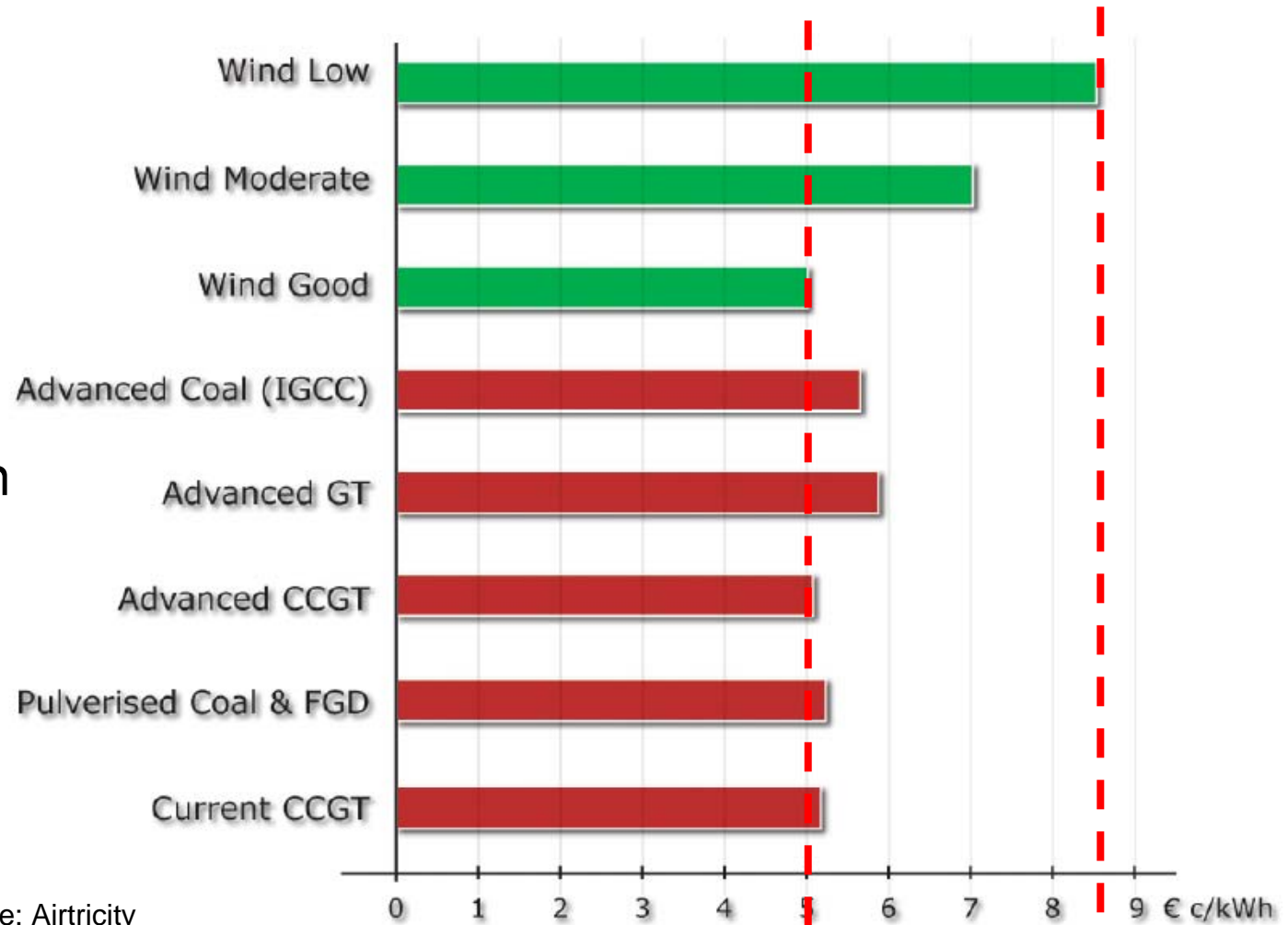
State of the nations

Wind faces a tough year but fledgling markets offer hope p23

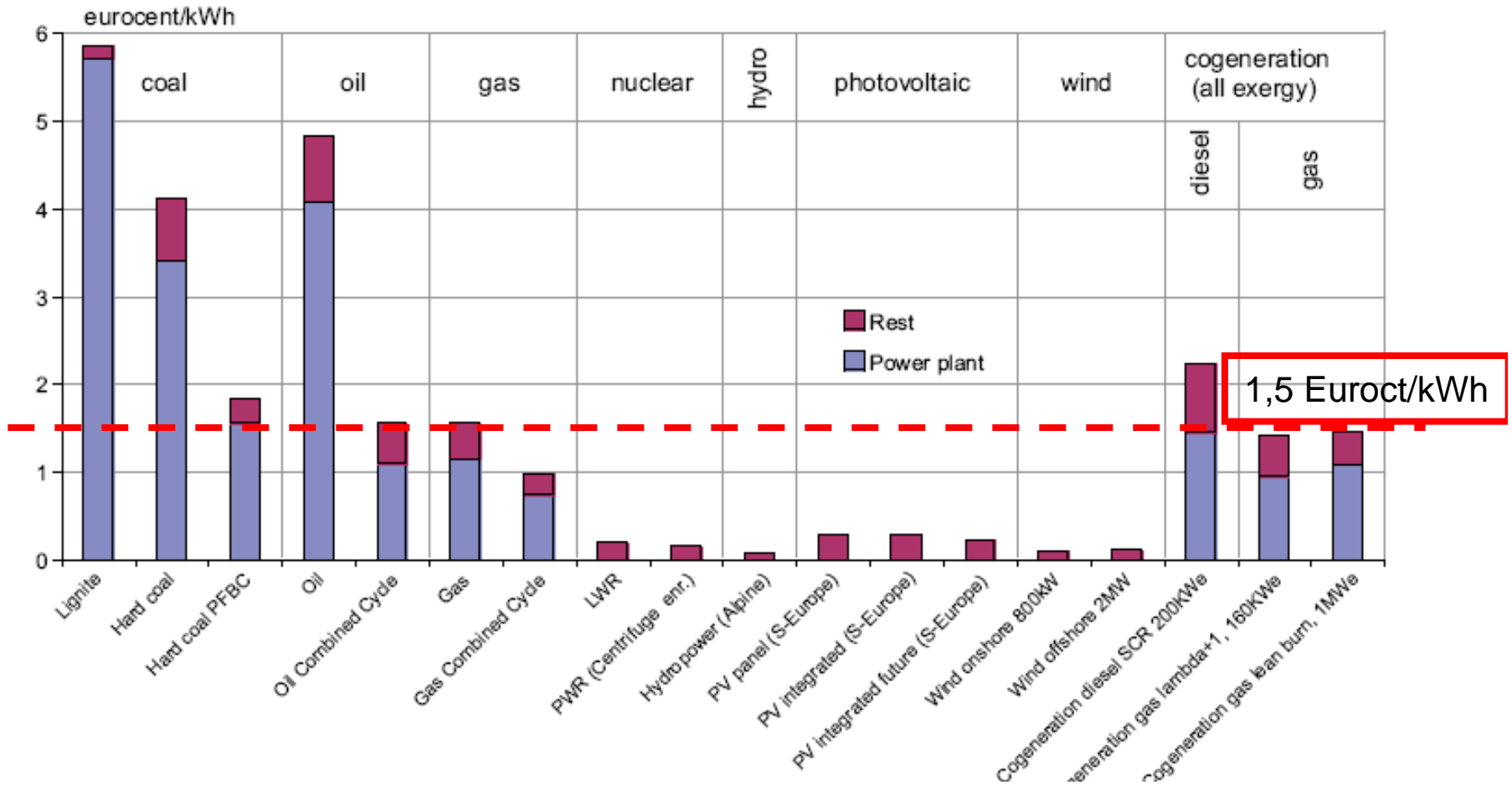
Kosten van nieuwe productie capaciteit

Wind(op land):
5- 8,5 Euroct/kWh

50-85 Euro/MWh



Externe kosten van elektriciteit



Gegevens op basis van opgesteld vermogen in 2005

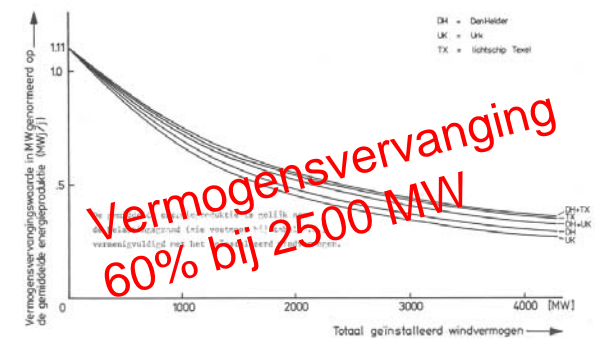
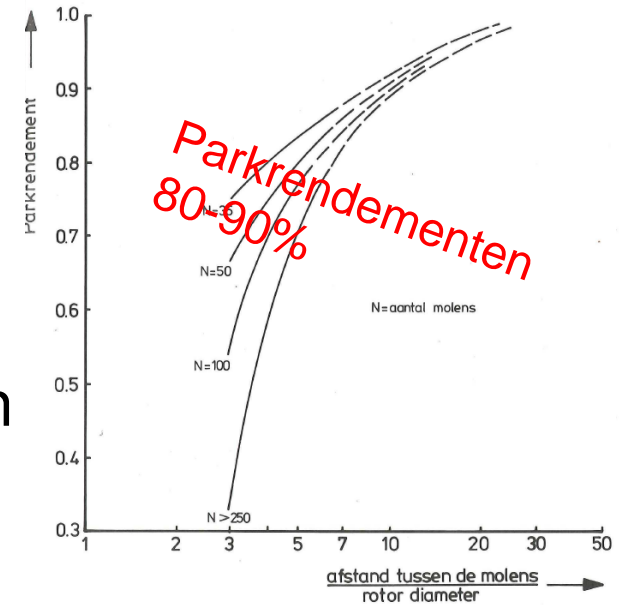
Bron: EU ExternE project

Perspectieven voor windenergie

Perspectieven voor windenergie in NL in 1981

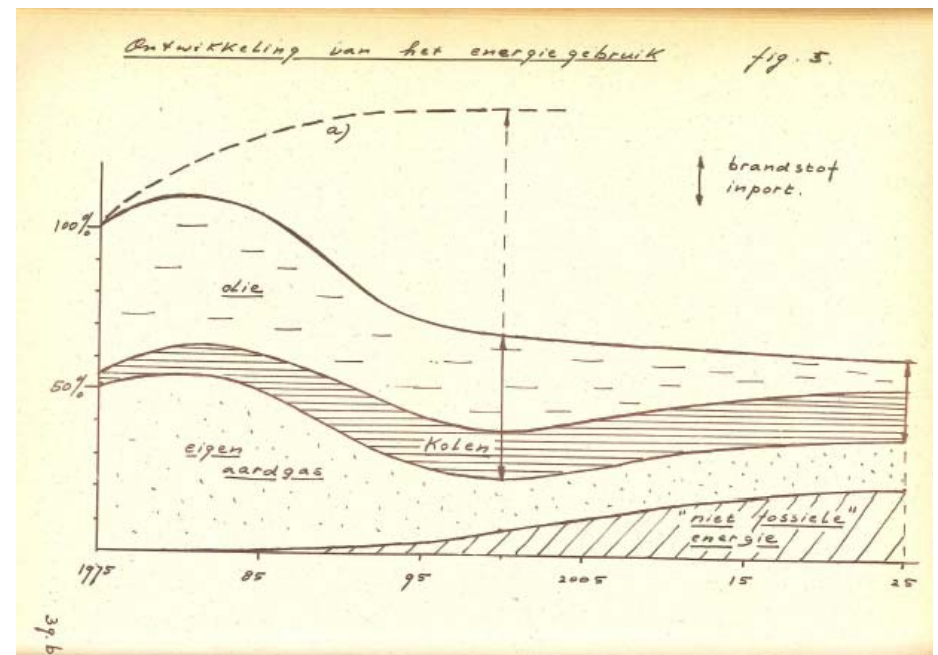
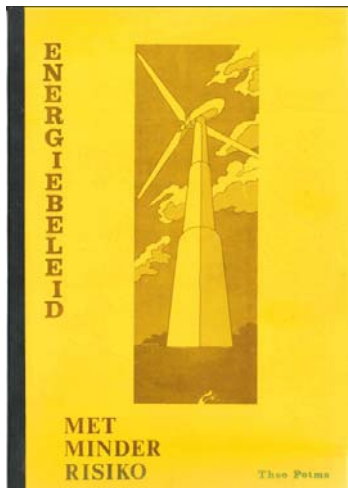


- 2500 MW in theorie mogelijk op lange termijn
- < reëel 650 MW ivm inpassing in NL grid
- Sterke overheidsstimulans nodig

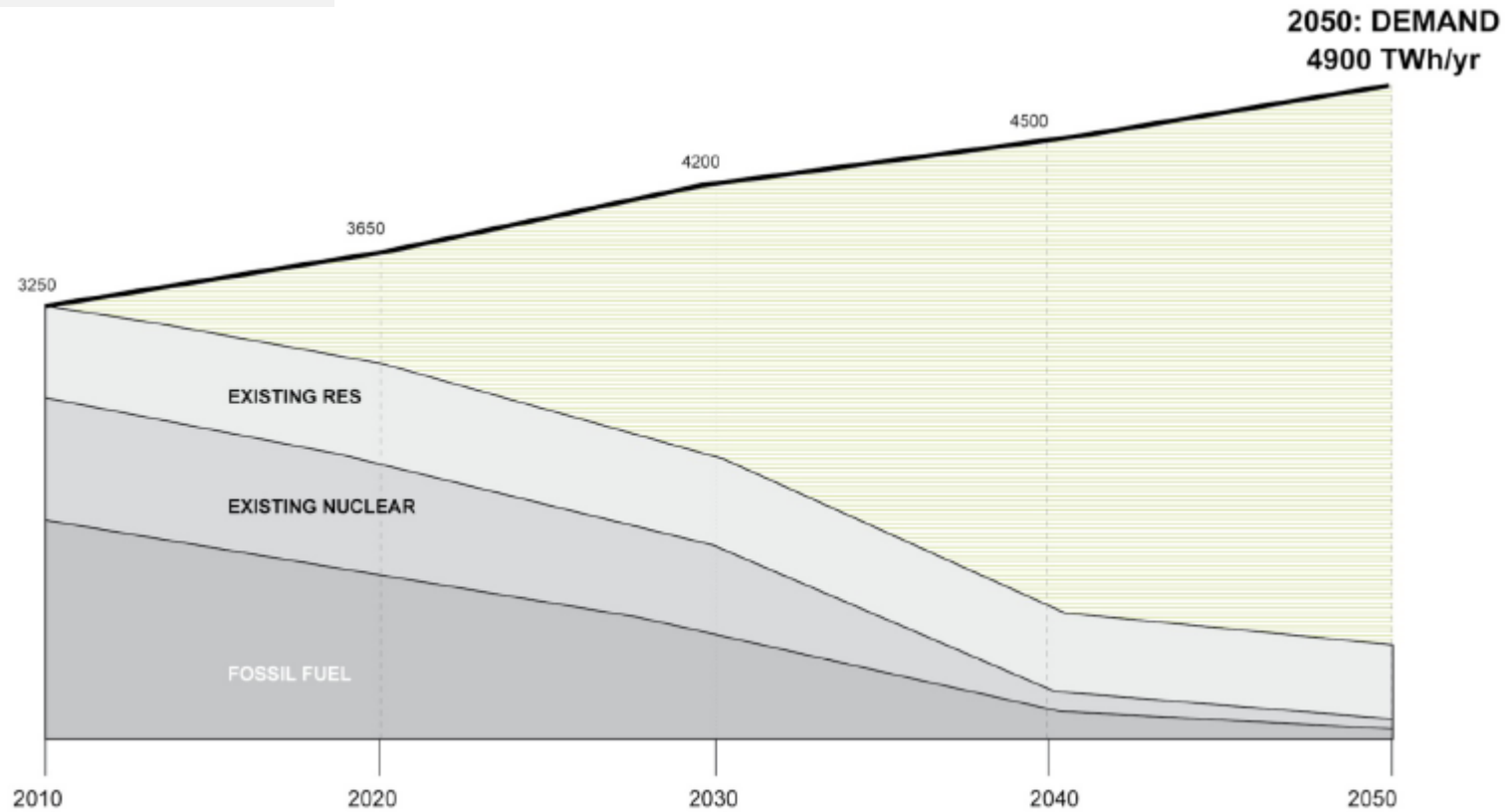


Alternatief energiebeleid (1977)

- Polarisatie energie-discussie (wel of geen kernenergie)
- Referentiejaar 1975
- Reductie naar 69% in 2000 en 62% in 2025
- Fossiel: 40%
- Duurzaam: 20%
- Geen kernenergie

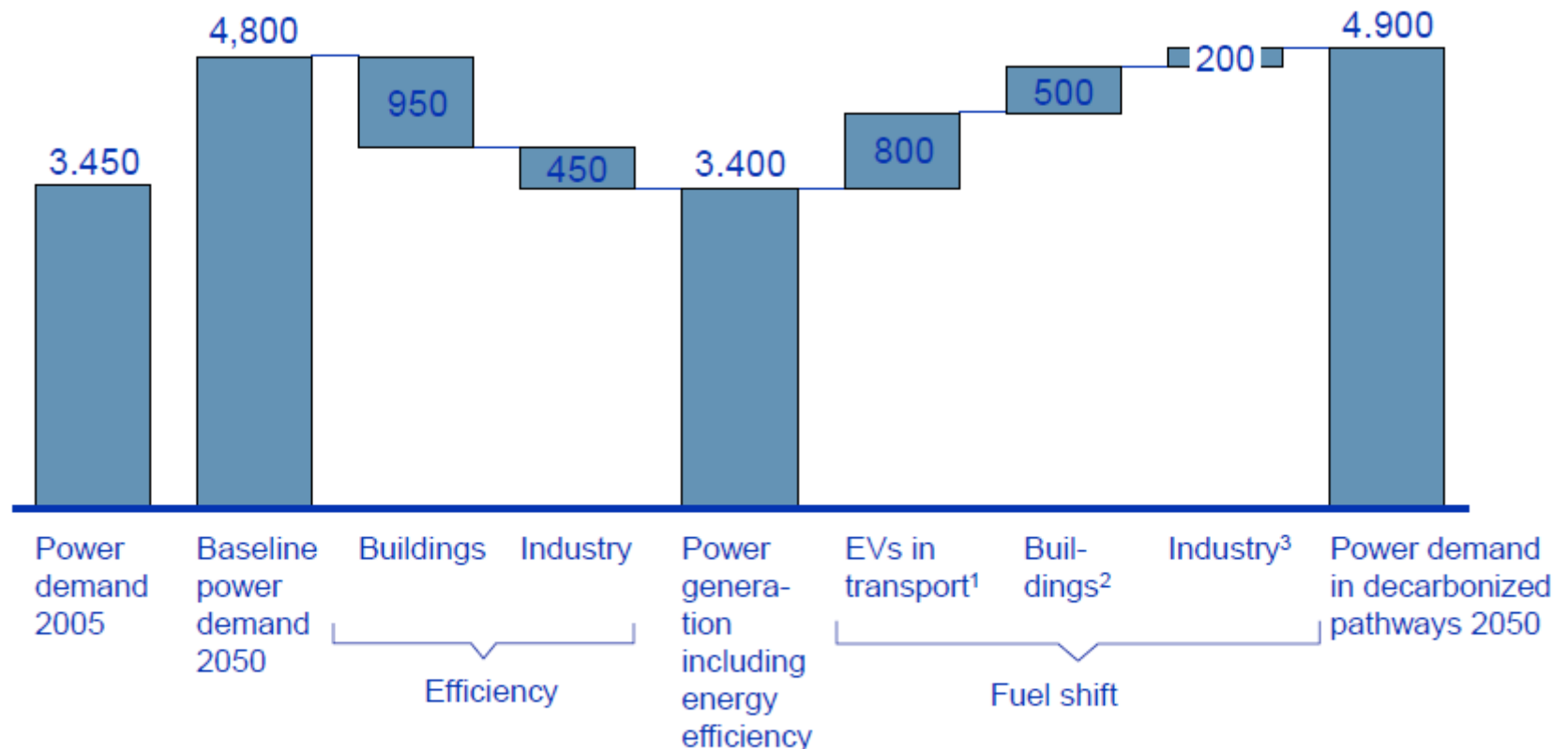


EU electriciteitsvraag (ECF 2010)



Elektriciteitsgebruik groeit tot ~ 4.900 TWh in 2050

EU-27 plus Norway and Switzerland power demand, TWh per year



1 Electrification of 100% LDVs and MDVs (partially plug-in hybrids); HDVs remain emitting ~10% while switching largely to biofuel or hydrogen fuel cells

2 90% of remaining primary energy demand converted to electricity (heating/cooling from heat pumps); assumed 4 times as efficient as primary fuel

3 10% of remaining primary energy demand for combustion converted to electricity (heating from heat pumps); assumed 2.5 times as efficient as primary fuel

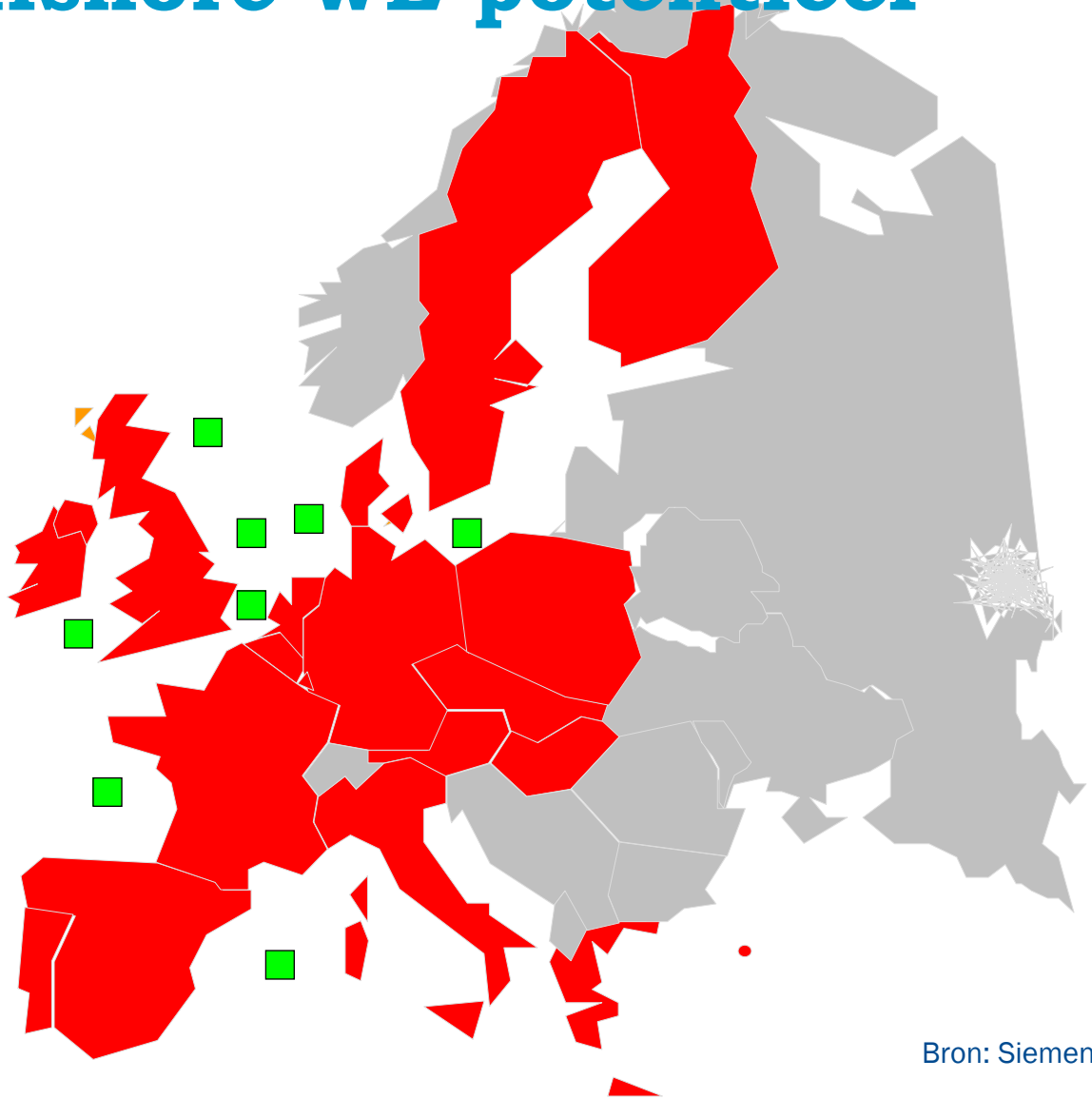
Source: EU roadmap 2050

Europa's offshore WE potentieel

Acht 100x100 km
offshore windparken
produceren 3,000-
3.500 TWh per jaar

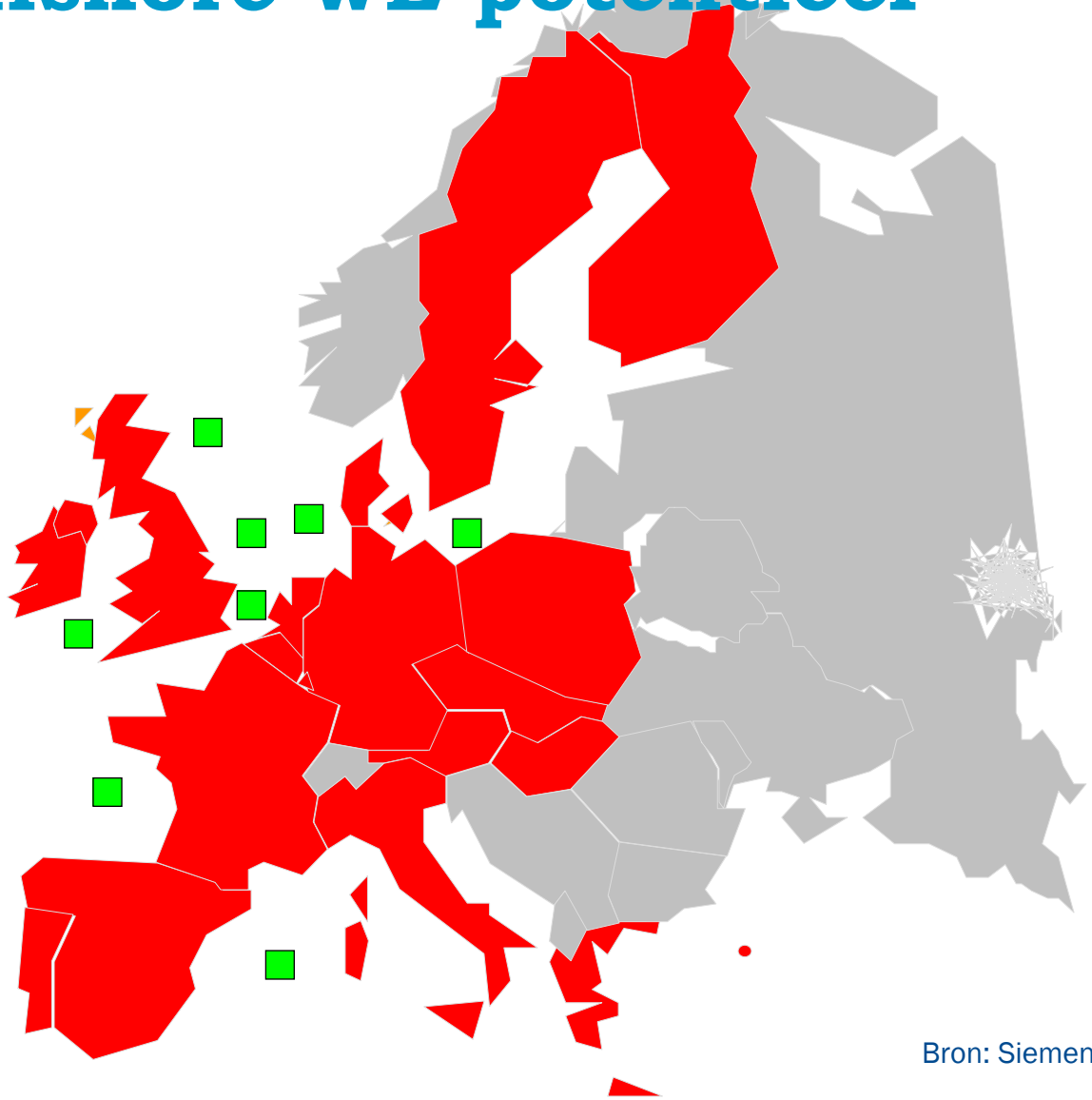
=

Gelijk aan het gehele
gebruik van elektrici-
in de EU in 2005



Bron: Siemens

Europa's offshore WE potentieel

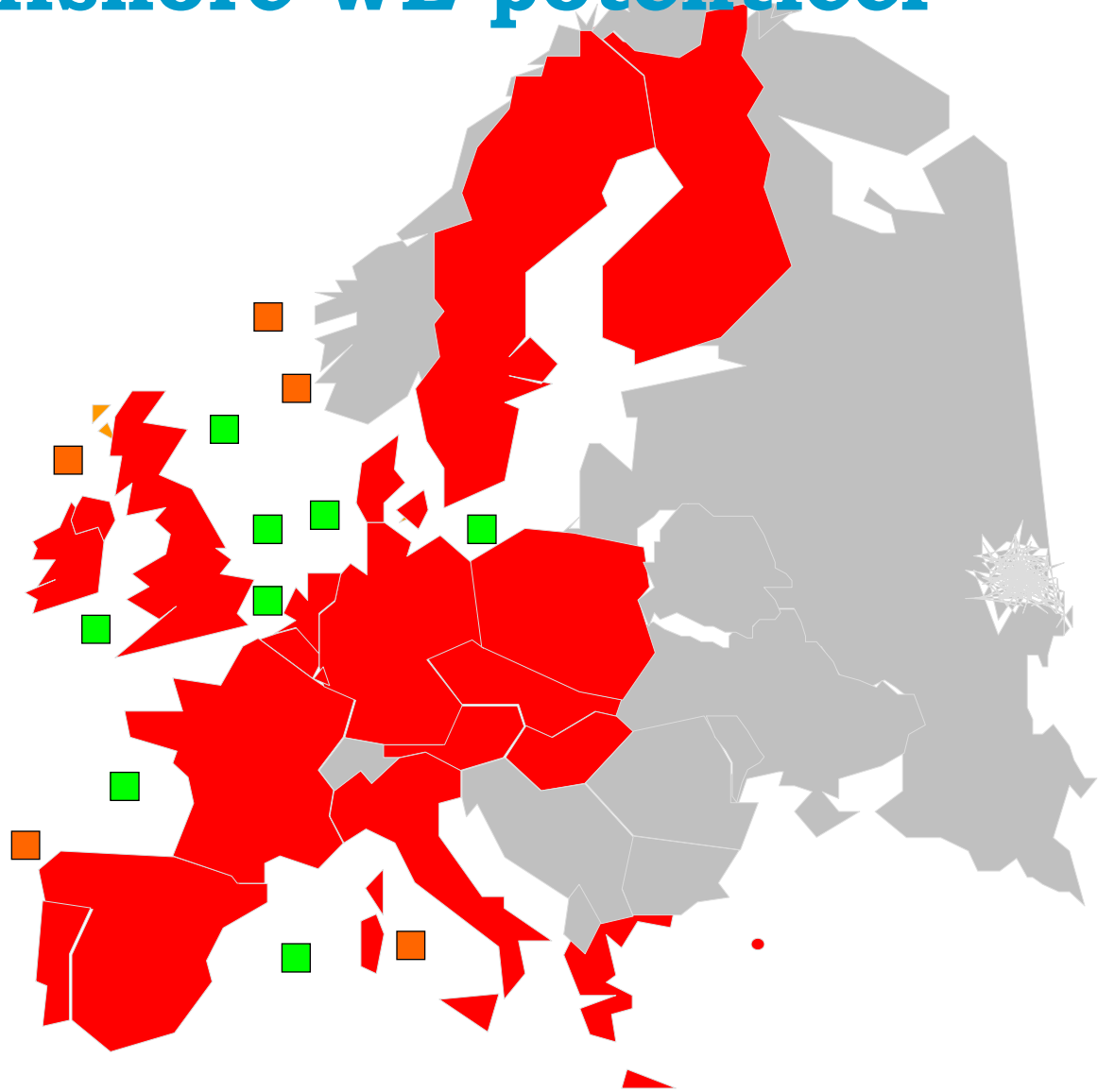


Bron: Siemens

Europa's offshore WE potentieel

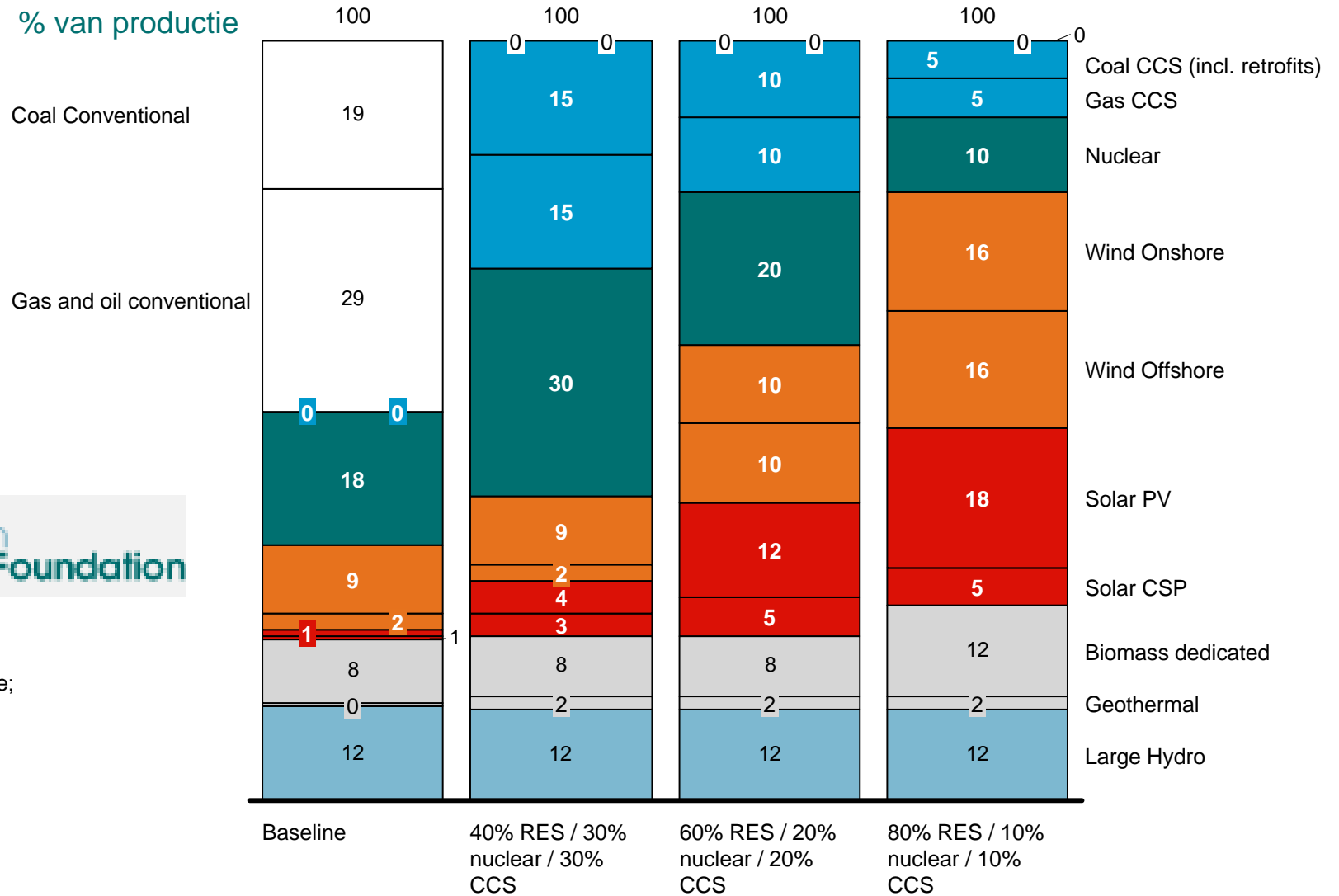
12 100x100 km
offshore windparken.
Totaal vermogen
2000 GW dekt de
gehele elektriciteits
vraag in 2050

Bottom mounted en
floating



Elektriciteits productiemix in 2050 in EU

% van productie

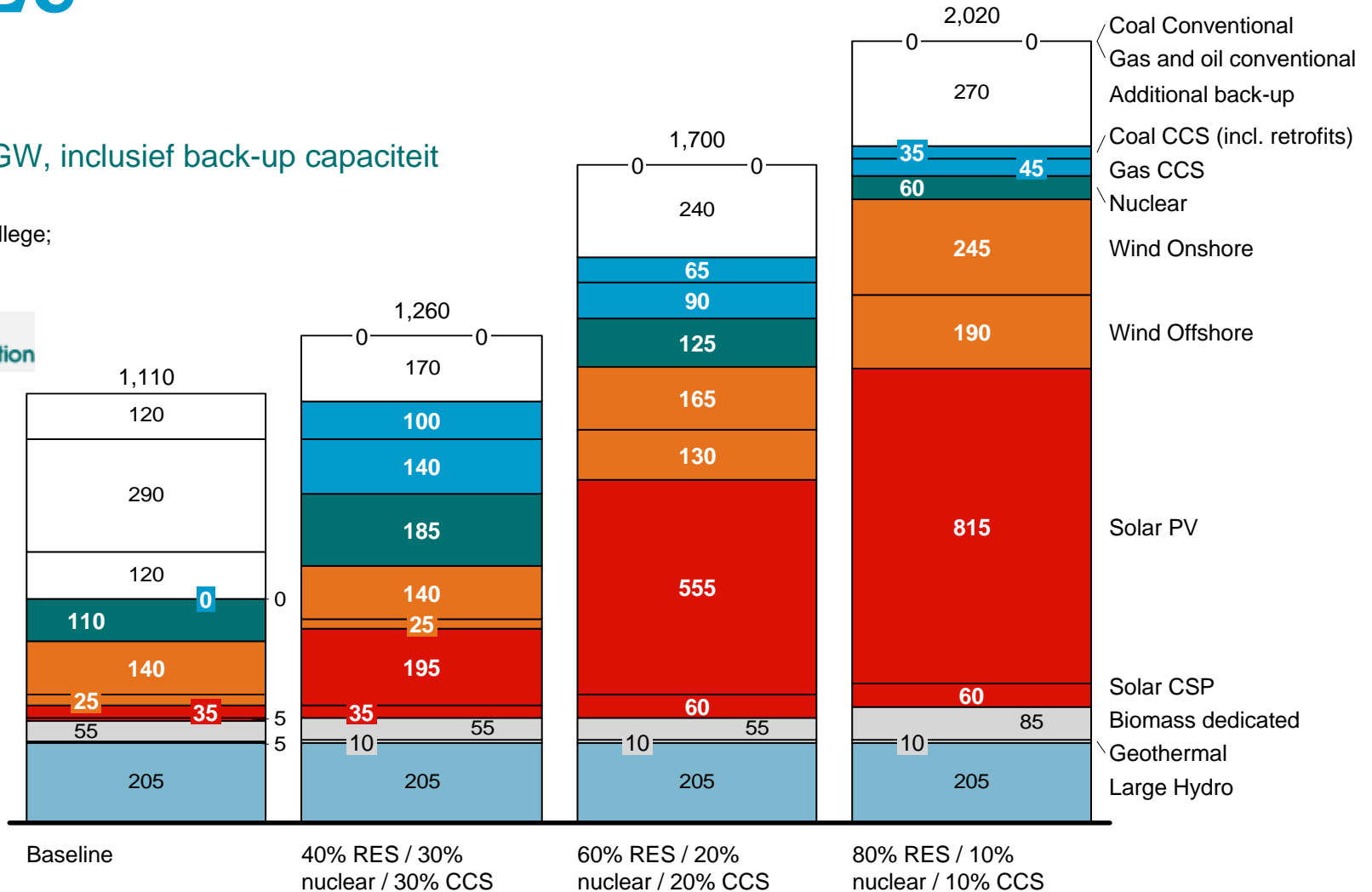
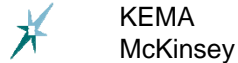


SOURCE: Imperial College;
KEMA,
McKinsey

Elektriciteits capaciteitsmix in 2050 in EU

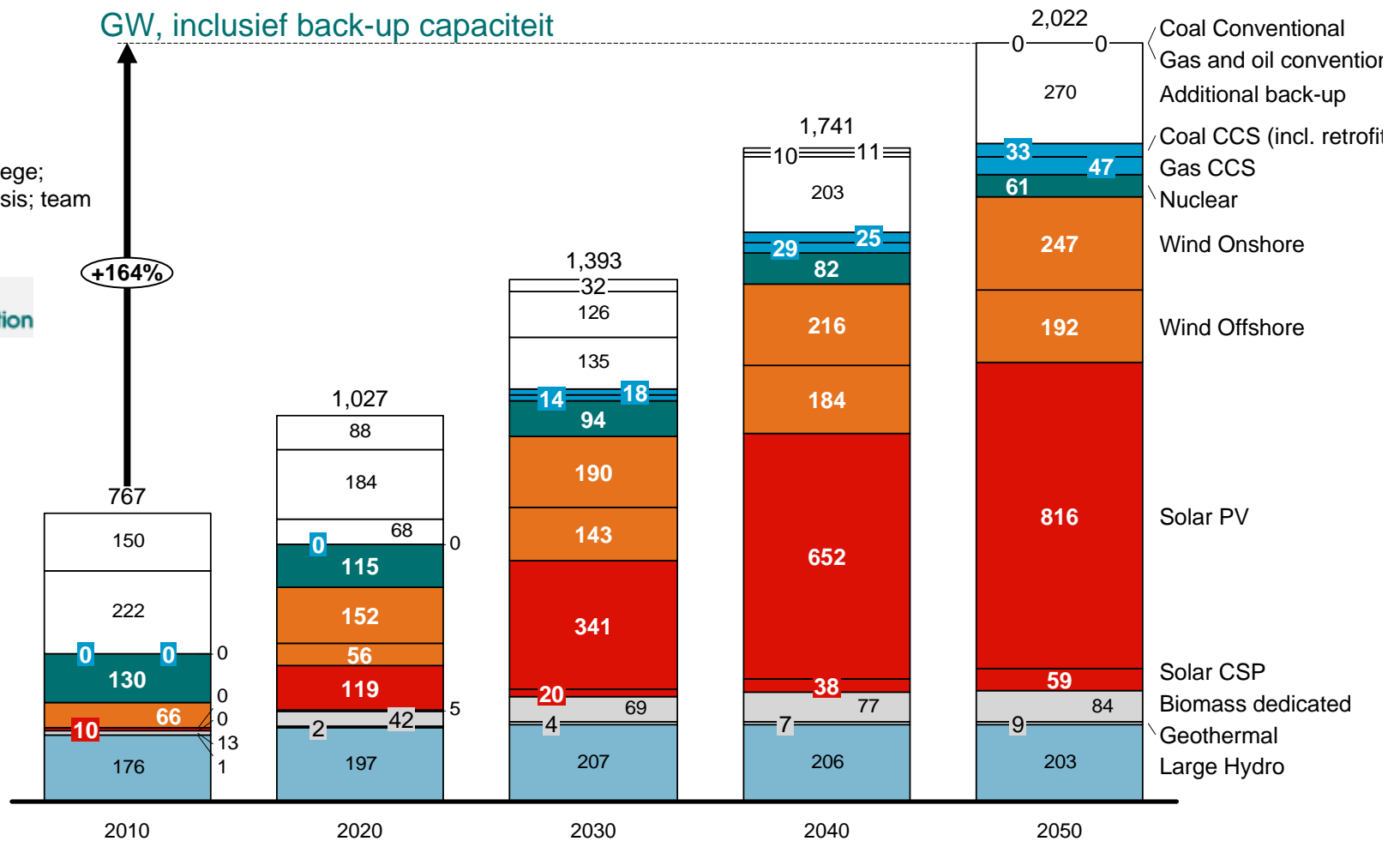
In GW, inclusief back-up capaciteit

SOURCE: Imperial College;



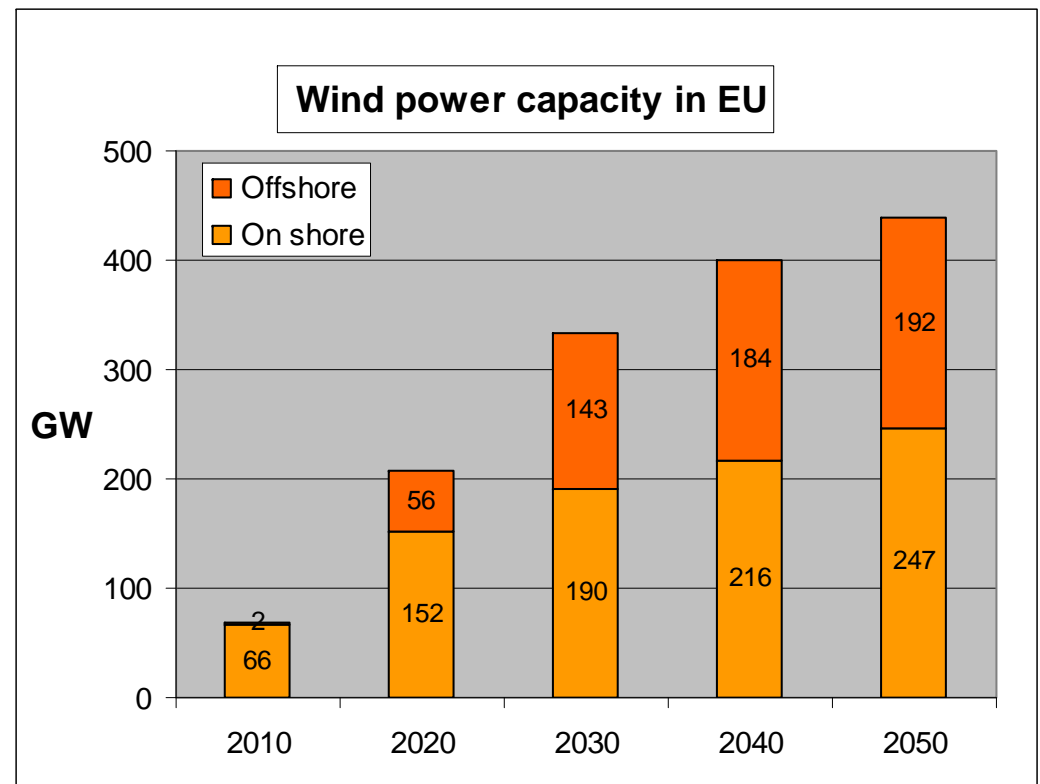
Groei van capaciteit in EU bij 80% RES in 2050

SOURCE: Imperial College;
KEMA analysis; team
analysis,
McKinsey



Groei van wind power capaciteit in EU bij 80% RES in 2050

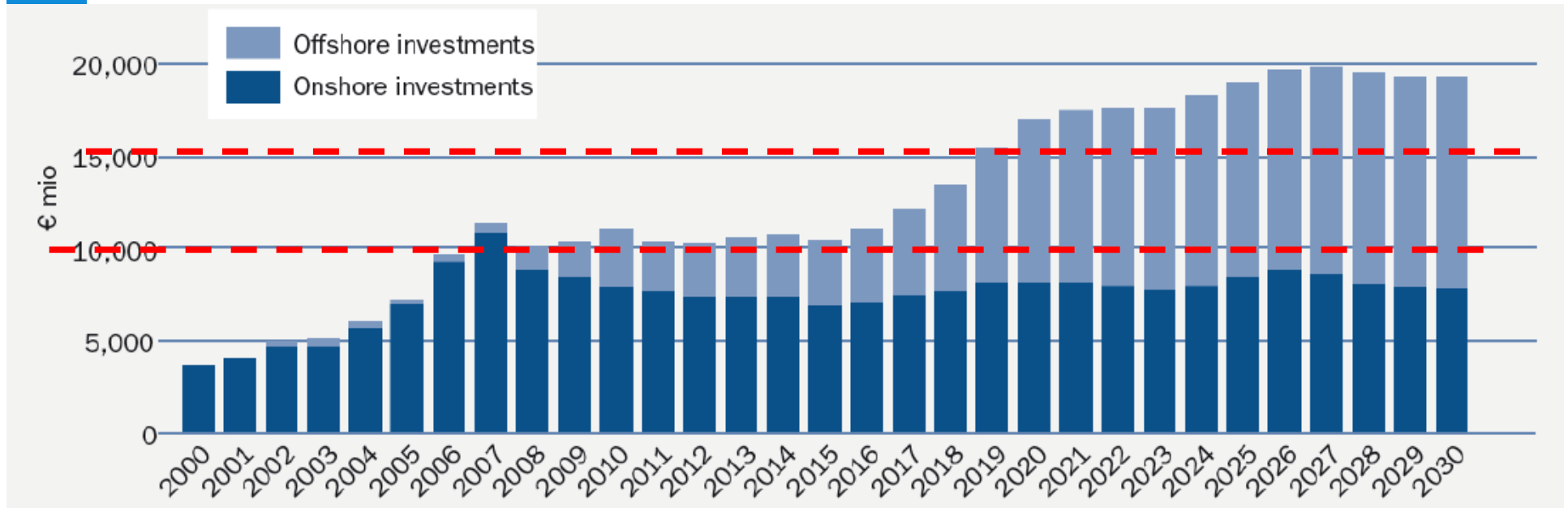
- Tussen 2010 en 2030: meeste groei in onshore wind
- Vanaf 2025: groei offshore wind
- In 2050: 440 GW
- Goed voor 32% van el. productie in EU



Wat betekent dit voor stroom uit wind? (bij 80% RES in 2050)

- Wind op land groeit naar 247 GW (nu ~100 GW)
- Wind op zee groeit naar 192 GW (nu ~5 GW)
- Met historische groei (30%/jr wereld; EU 12,5%/jr) gaat Wind op land lukken
(NB: gemiddeld 5%/jr groei is al genoeg)
- Groei van wind op zee is een stuk onzekerder:
 - enorm potentieel
 - hoge investeringen
 - (nu nog) hoge kWh kosten

Investerings in windenergie per jaar in de EU



Bron:  EWEA 2010

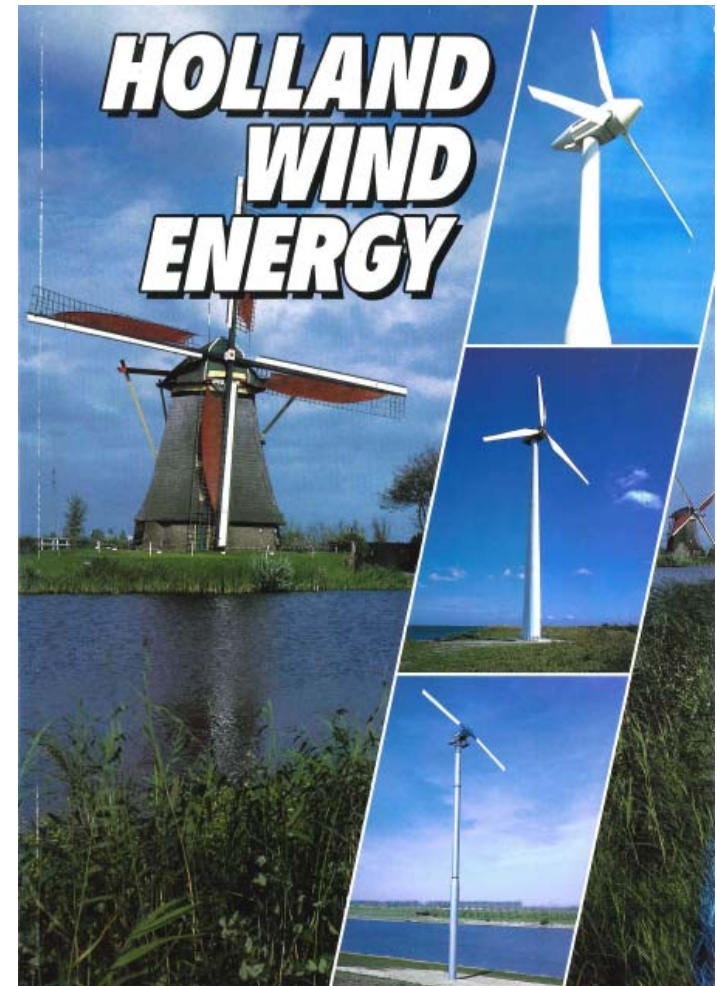
Nu zo'n 10 miljard Euro per jaar

Stijgt naar 15 miljard Euro per jaar in 2020 en 20 miljard Euro in 2025

De technologie ontwikkeling

Brochure uit 1988

- Afmetingen ~ oud hollandse windmolen
- Vermogen: 50-200 kW
- 12 NL fabrikanten
- USA en DK enige concurrenten



Techniek in de jaren '80

- Bouma 20 m diameter (1985)
- Generator power 160kW
- Vast toerental
- Asynchrone generator

- 1985



Techniek 20 jaar later (2005)

- Vestas V90 90 m diameter
- Generator power 3 MW
- Variabel toerental
- DFIG generator
- 2005
- Factor 20 in vermogen
- Factor 30 in productie



Techniek nu (2012)

- Alstom Haliade
 - Diameter 150 m
 - Generator power 6 MW
 - DDPM generator
 - Full power converter
- 2012
- Factor 40 in vermogen
 - Factor 80 in productie (offshore) in 30 jaar



Ontwikkeling Luchtvaart techniek

- Lockheed Constellation
- 1946 KLM Amsterdam New-York
- Drukkabine
- 30-40 passagiers
- 550 km/h
- Neuswiel
- 4 motoren
- Wing span 38 m



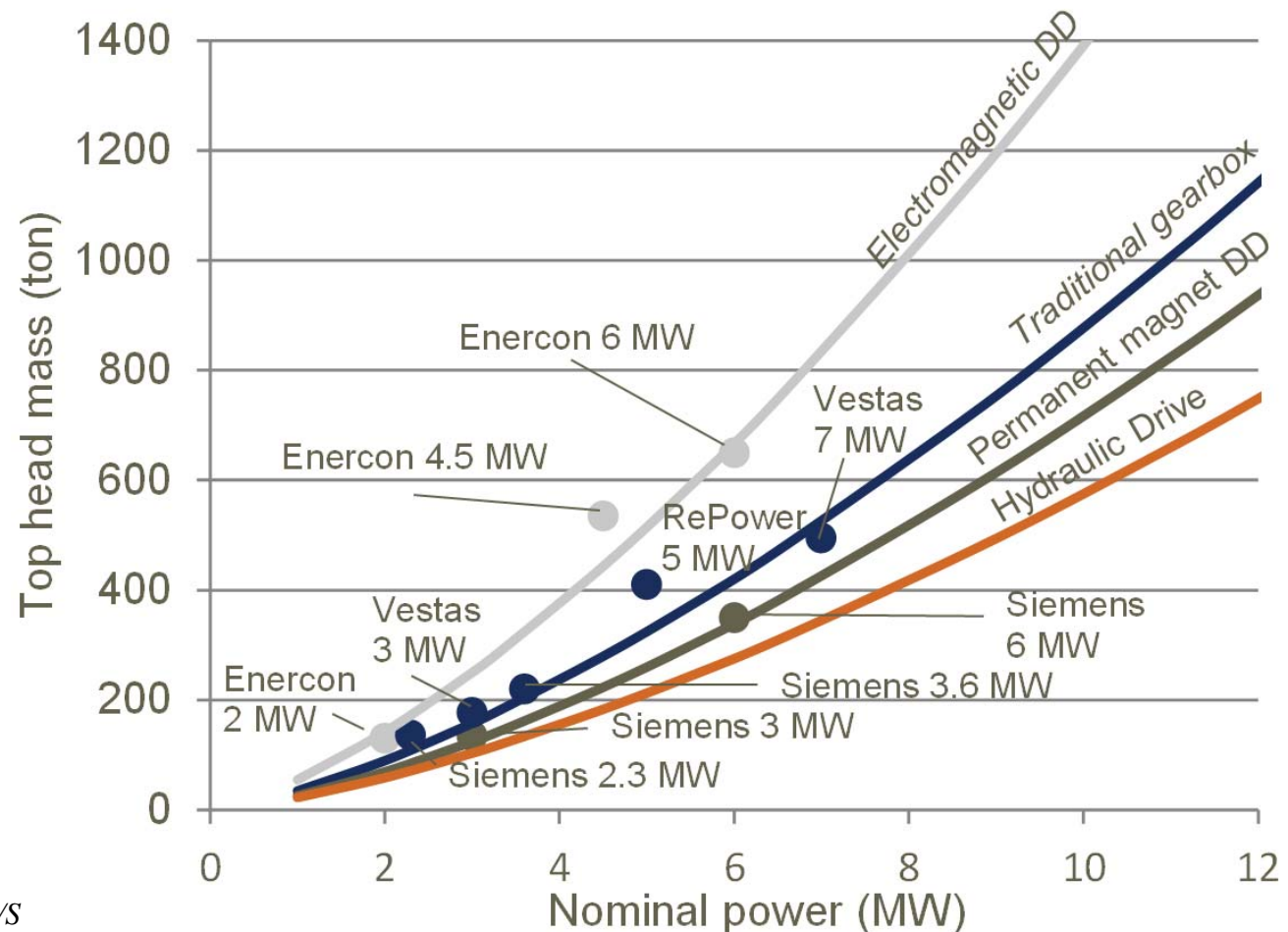
Ontwikkeling Luchtvaart techniek

- Airbus A380
- 2008 intercontinentaal operationeel
 - Emirates: Dubai-New York
 - Singapore Airlines: Singapore-Sydney
- ~500-700 passagiers
- 850 km/h
- 4 motoren
- Wing span 80 m
- Factor 15 passagiers
- Factor 2 in snelheid
- in 60 jaar!!



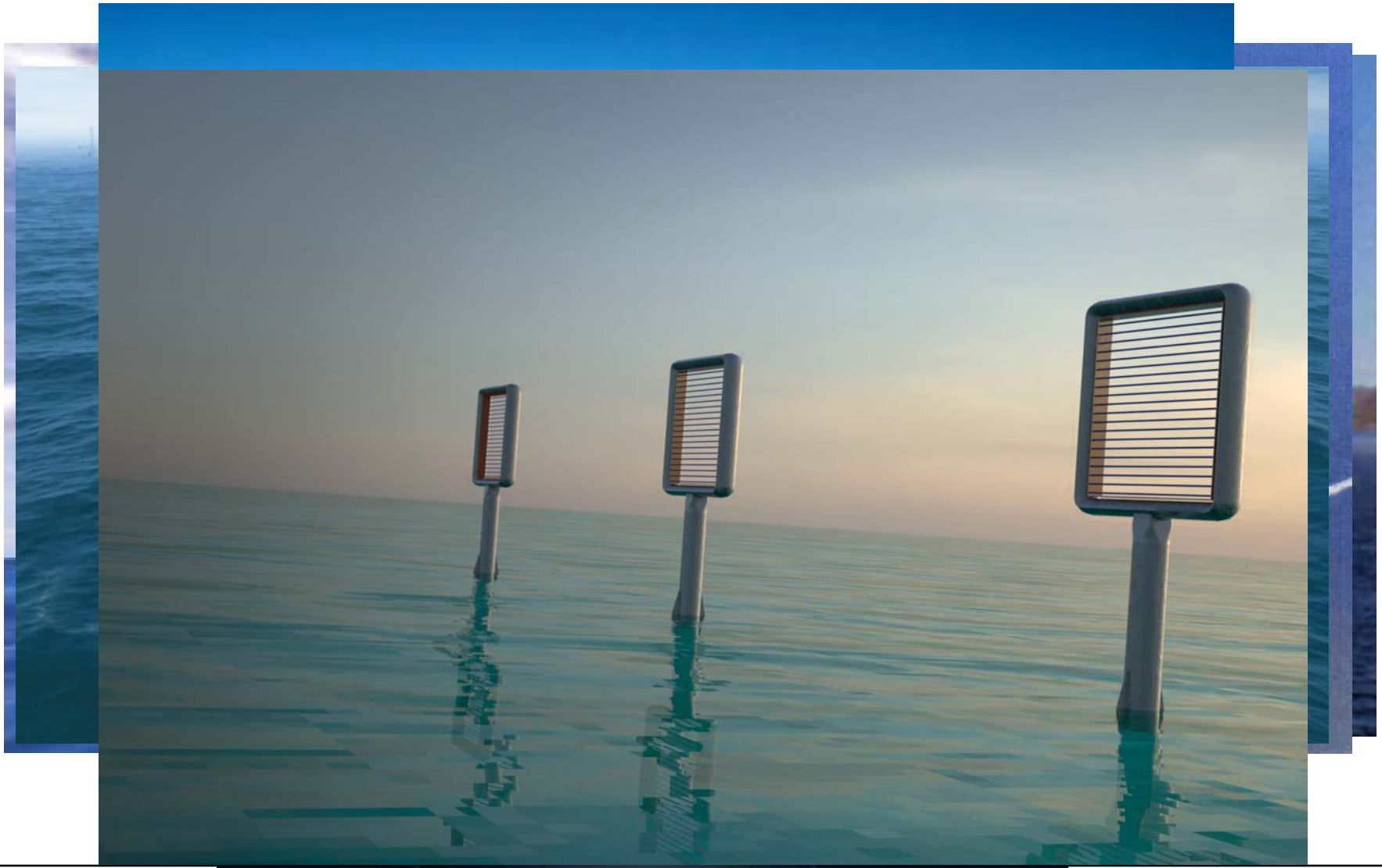
Massa en dus kosten stijgen meer dan proportioneel met MW

Er zit een grens aan de huidige windturbine technologie



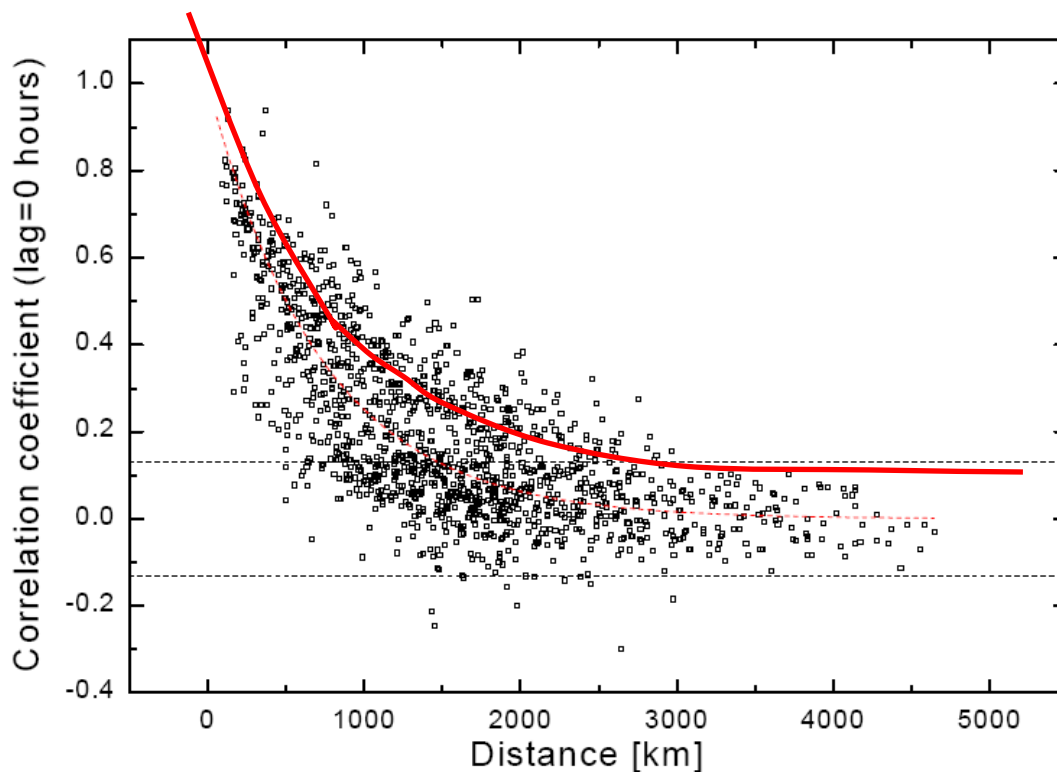
Source: Courtesy of ChapDrive A/S
World Market update BTM consult

De technologie van toekomstige offshore wind turbines



Kennis en technologie-ontwikkeling in EU cruciaal voor 80% RES scenario in 2050

Kruiscorrelatie windaanbod in EU



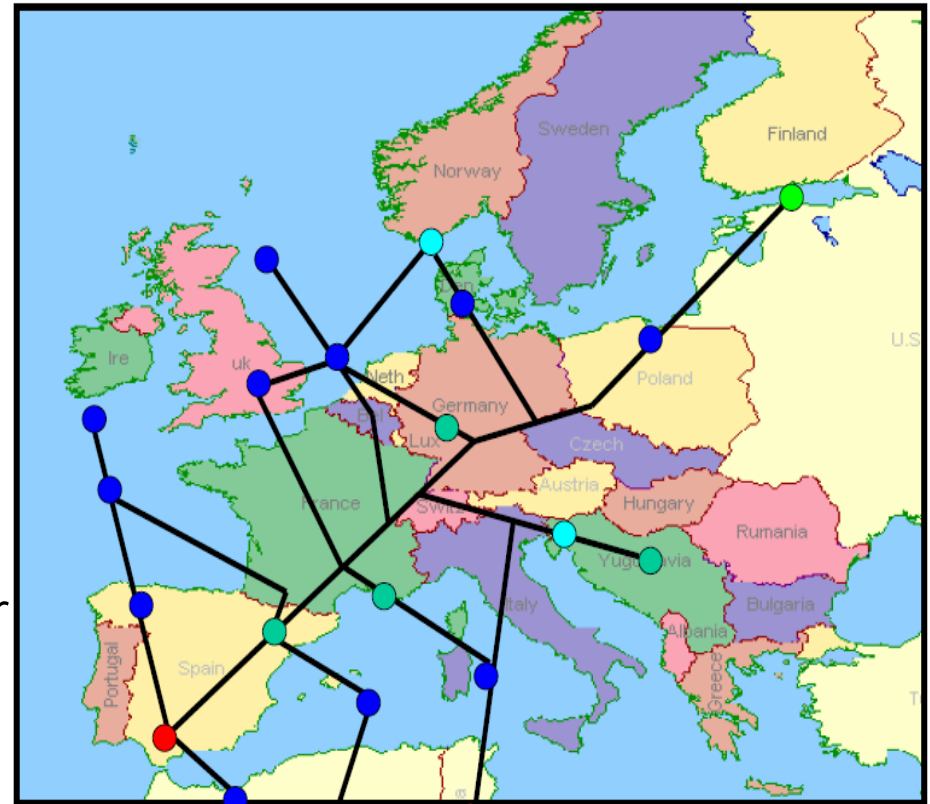
Kruiscorrelatie: 

- Tussen paren van stations
- Neemt af met afstand
- ongecorreleerd na ~1500-2000 km

Bron: Gregor Giebel Riso/DTU

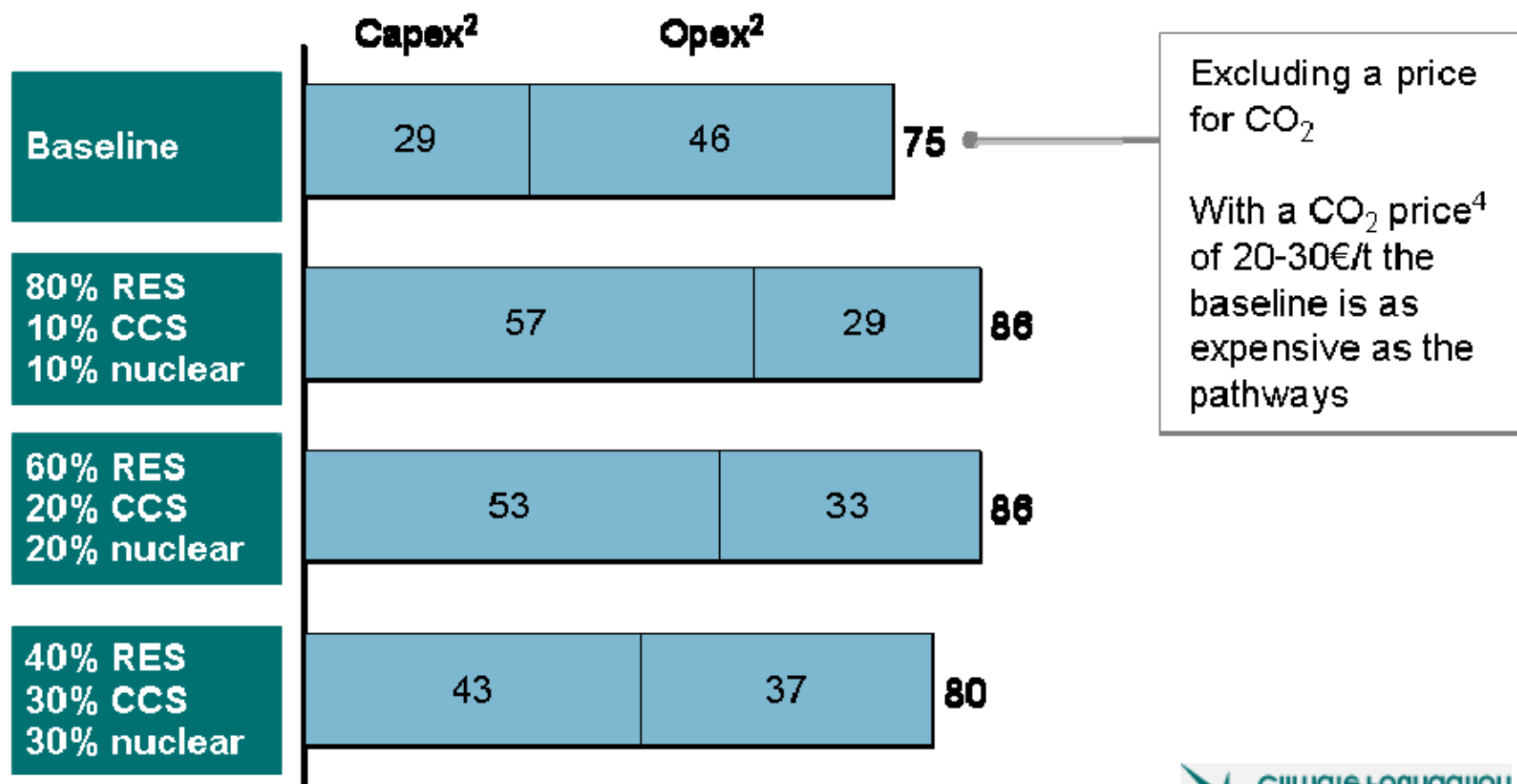
Mogelijke showstoppers/bottlenecks

- Transportnet (supergrid) te laat
- Internationale "governance"
EU + nationaal/regionaal
onvoldoende geregeld
- Publieke acceptatie (onshore)
(participatie helpt)
- Onvoldoende kapitaal beschikbaar
- (Offshore) kostenreductie te laat
tgv te weinig R&D/implementatie



Airtricity

Investeringsen en operationele kosten



Average new built CoE from 2010 to 2050¹, EUR/MWh (real terms)

1 Weighted average based on the CoE in each 10-year time frame (2010, 2020, 2030, 2040, 2050)

2 Capex for generation and backup plants as well as grid included

3 Opex for operating all power plants including backup plants and the grid included



SOURCE: Imperial College;
KEMA,
McKinsey



Hartelijk dank voor uw aandacht

Vragen?