

# A portfolio of power-trains for Europe: a fact-based analysis



The role of Battery Electric Vehicles, Plug-in Hybrids and Fuel Cell Electric Vehicles

- En faktabaseret analyse af forskellige fremdriftsteknologier til personbiler i Europa
- Med henblik på at muliggøre 95% reduktion af CO2 udledningen fra transportsektoren i 2050
- Giver bud på en mulig rolle for Batteri biler, Plug-in Hybrid biler og Brint/Brændselscelle biler
- Mere end 30 virksomheder og organisationer bag rapporten – herunder ledende bilproducenter
- McKinsey & Company” har indsamlet og analyseret seneste udviklingsresultater fra Industrien indenfor 4 fremdriftsteknologier (batteri, plug-in hybrid, brint og forbrændingsmotorer)
- Resultatet af analysen har dannet grundlag for en beskrivelse af CO2 reduktionspotentialer, udbredelsespotentialer og omkostninger for de forskellige fremdriftsteknologier frem mod 2050
- Grundet betydelige fremskridt indenfor brintbiler er der særligt fokus på disse i rapporten

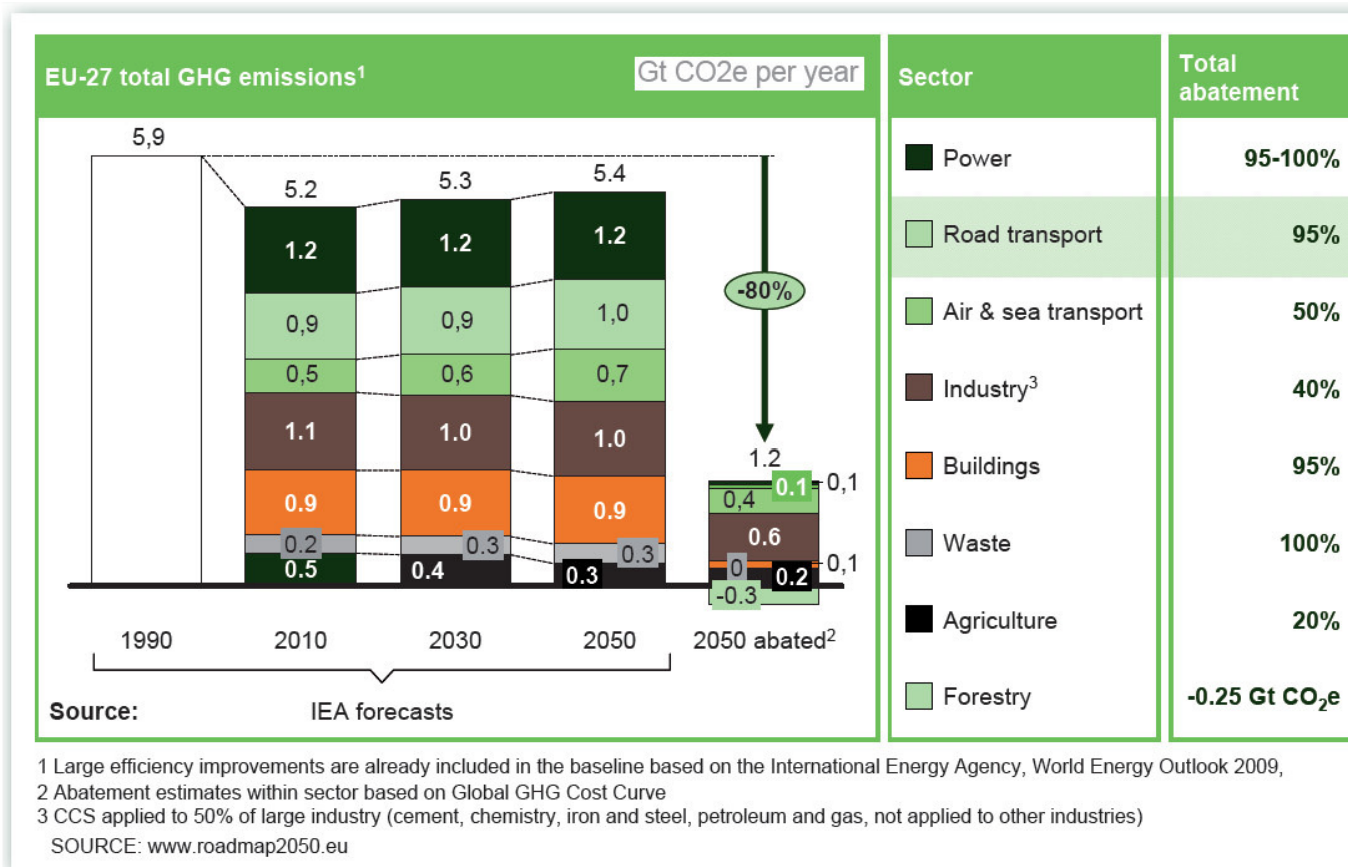
## Metodik

- *Mere en 10.000 data punkter er blevet indleveret og analyseret af McKinsey, på fortrolig basis*
- *Alle indleverede data er blevet ”frosset” før disse er blevet delt og diskuteret blandt aktørerne*
- *Af de mange data er kun middelværdier blevet anvendt i formuleringen af rapportens konklusioner*



# Udfordringen: 95% CO2 reduktion i 2050

- I 2009 blev EU & G8 enige om at CO2 udledningen skal reduceres med 80% frem mod 2050
- For transportsektoren betyder dette at CO2 udledningen skal reduceres med 95% inden 2050
- I samme periode vil antallet af biler på verdensplan stige til 2,5 mia. stk. og 273 mio. stk. i EU
- Samtidig forventes "kun" en 30% forbedring af energieffektiviteten for konventionelle personbiler
- **Samlet set er der således behov for nye fremdriftsteknologier for at nå 2050 CO2 reduktionsmålet**

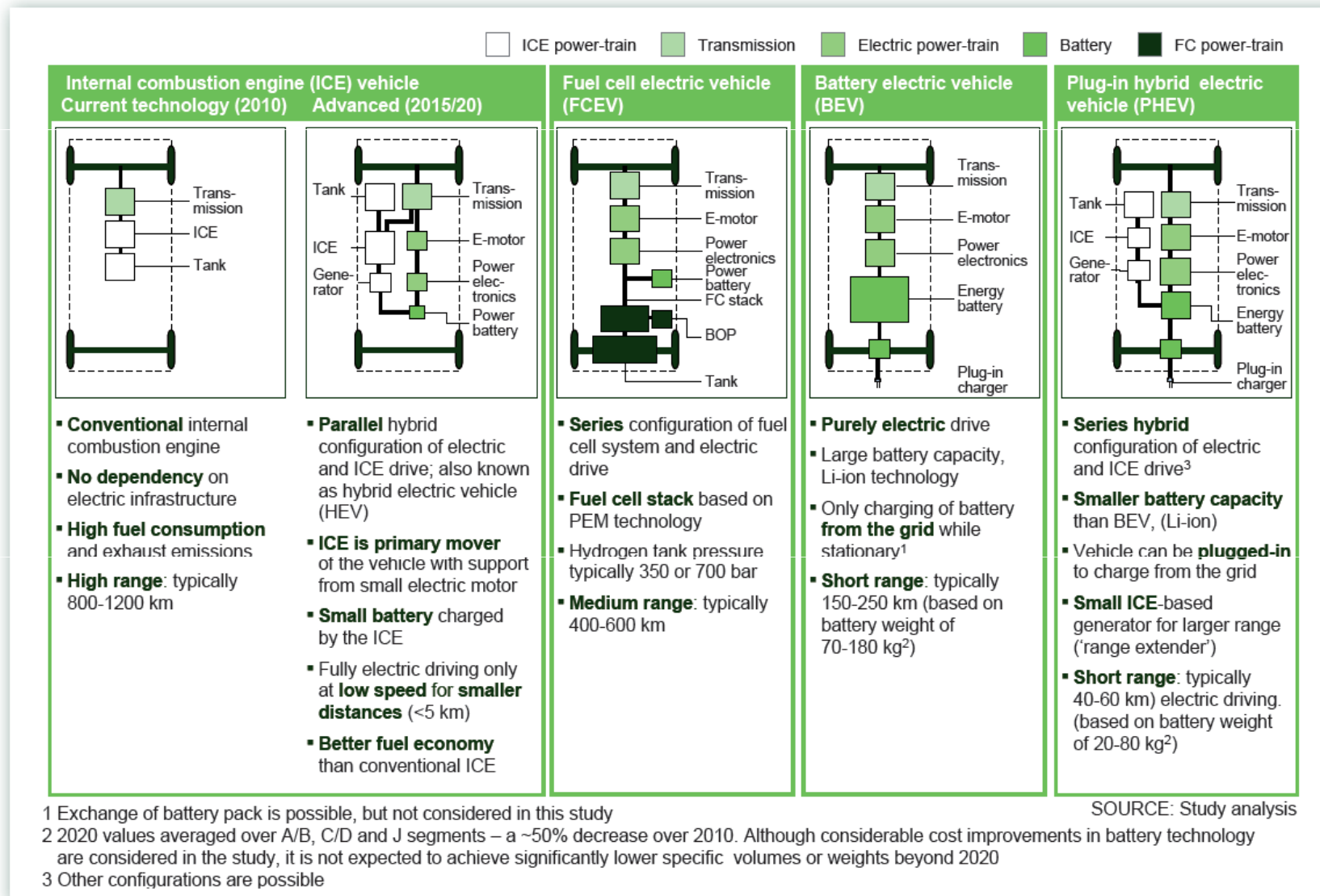


- Rapporten har analyseret tre forskellige fremdriftsteknologier (batteri, plug-in hybrid & brint)
- Teknologierne er blevet sammenlignet med forbedringerne i konventionelle forbrændingsmotorer
- **Grundet flere forhold er alle tre teknologier nødvendige frem mod 2050**
  
- Der er usikkerhed om mængden af tilgængelige biobrændstoffer til personbiler i 2050
- Særligt grundet mulig øget efterspørgsel fra den tungere transport (fly, skibe & lastbiler)
- **Derfor kan brug af biobrændstof i forbrændingsmotorer og plug-in hybrider ikke alene sikre 95% reduktion i CO2 udledningen frem mod 2050**
- En sideløbende introduktion af elektriske fremdriftsteknologier er således nødvendig
  
- **Tilfredsstillelse af transportbehovet i alle typer af personbiler kræver både batterier og brint**
- Batterier er at foretrække i mindre biler og til korte ture grundet kort rækkevidde og lang opladning
- Lang rækkevidde og hurtig optankning gør i stedet brint anvendelig i større biler og til længere ture

## UNDERSTØTTENDE FIGURER PÅ EFTERFØLGENDE SIDER

# En portefølje af teknologier er nødvendig (2/4)

- Figuren viser fremdriftsteknologier og forkortelser som er anvendt i rapporten
- **BEV** = batteribil | **PHEV** = plug-in hybrid bil | **FCEV** = brintbil | **ICE** = forbrændingsmotor bil



# En portefølje af teknologier er nødvendig (3/4)

- Figuren viser tophastighed, rækkevidde og optankningstid for de forskellige teknologier
- Brint har samme optankningstid som benzin/diesel – samt en acceptabel rækkevidde



1 Bars represent range of performance across reference segments

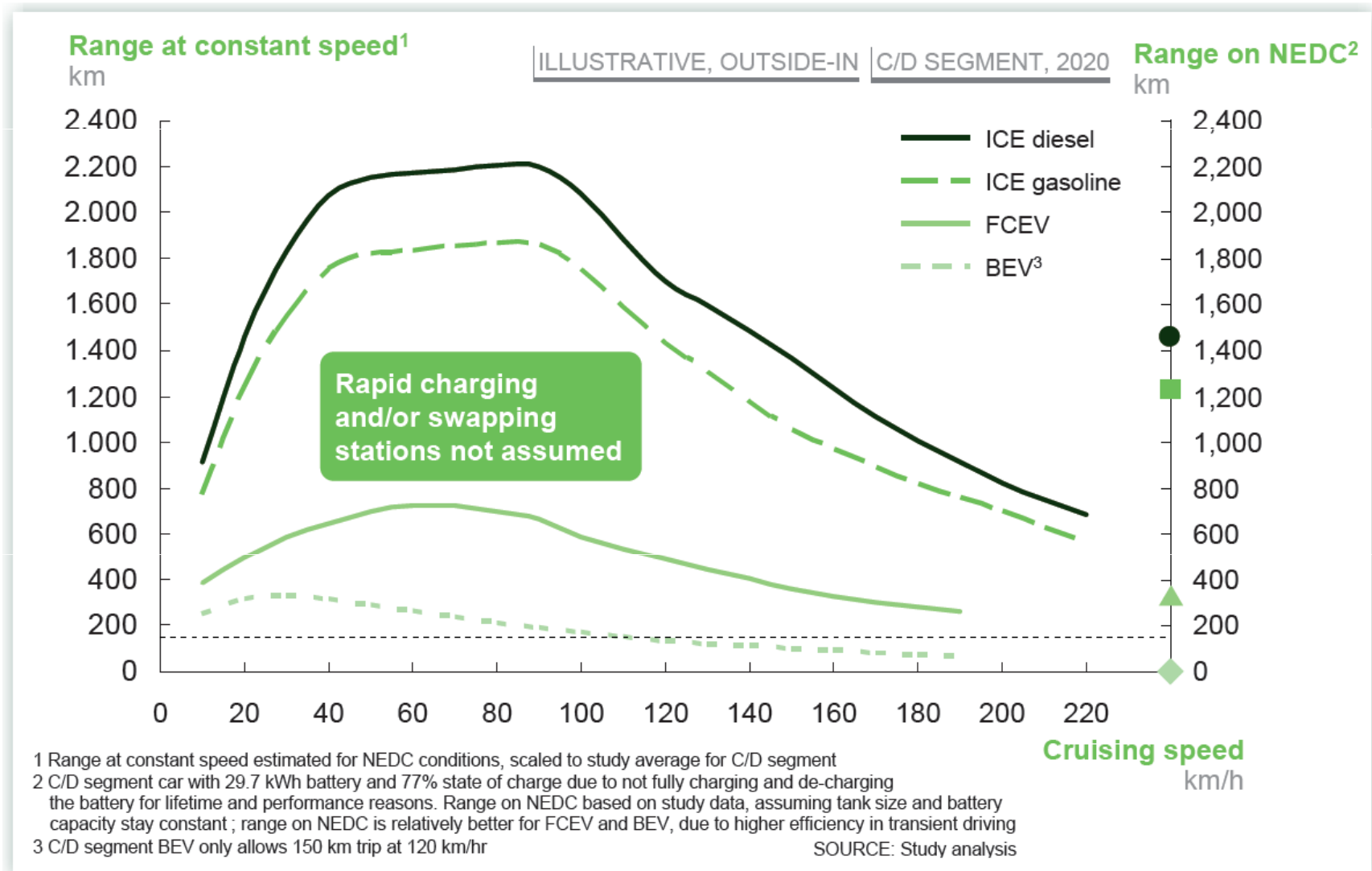
2 Fast charging; implies higher infrastructure costs, reduced battery lifetime and lower battery load

3 The gas tank of a PHEV has the same refueling time as a conventional vehicle

SOURCE: Study analysis

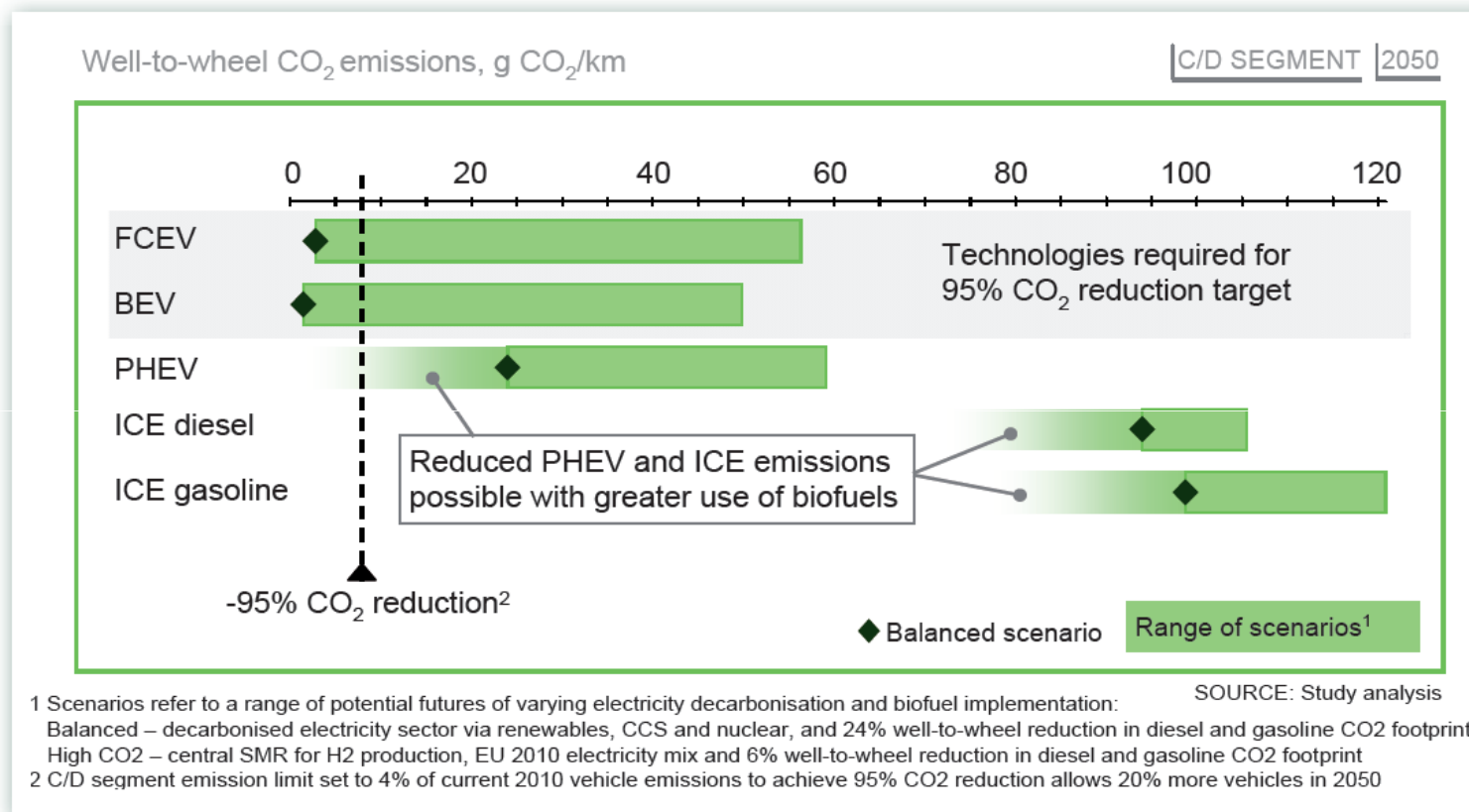
# En portefølje af teknologier er nødvendig (4/4)

- Figuren viser rækkevidden på én optankning for de forskellige teknologier i forhold til hastighed
- Rækkevidden falder betydeligt i takt med hastigheden – dog relativt mindre for brint og batterier



# Fremdriftsteknologiernes CO<sub>2</sub> udledning (1/4)

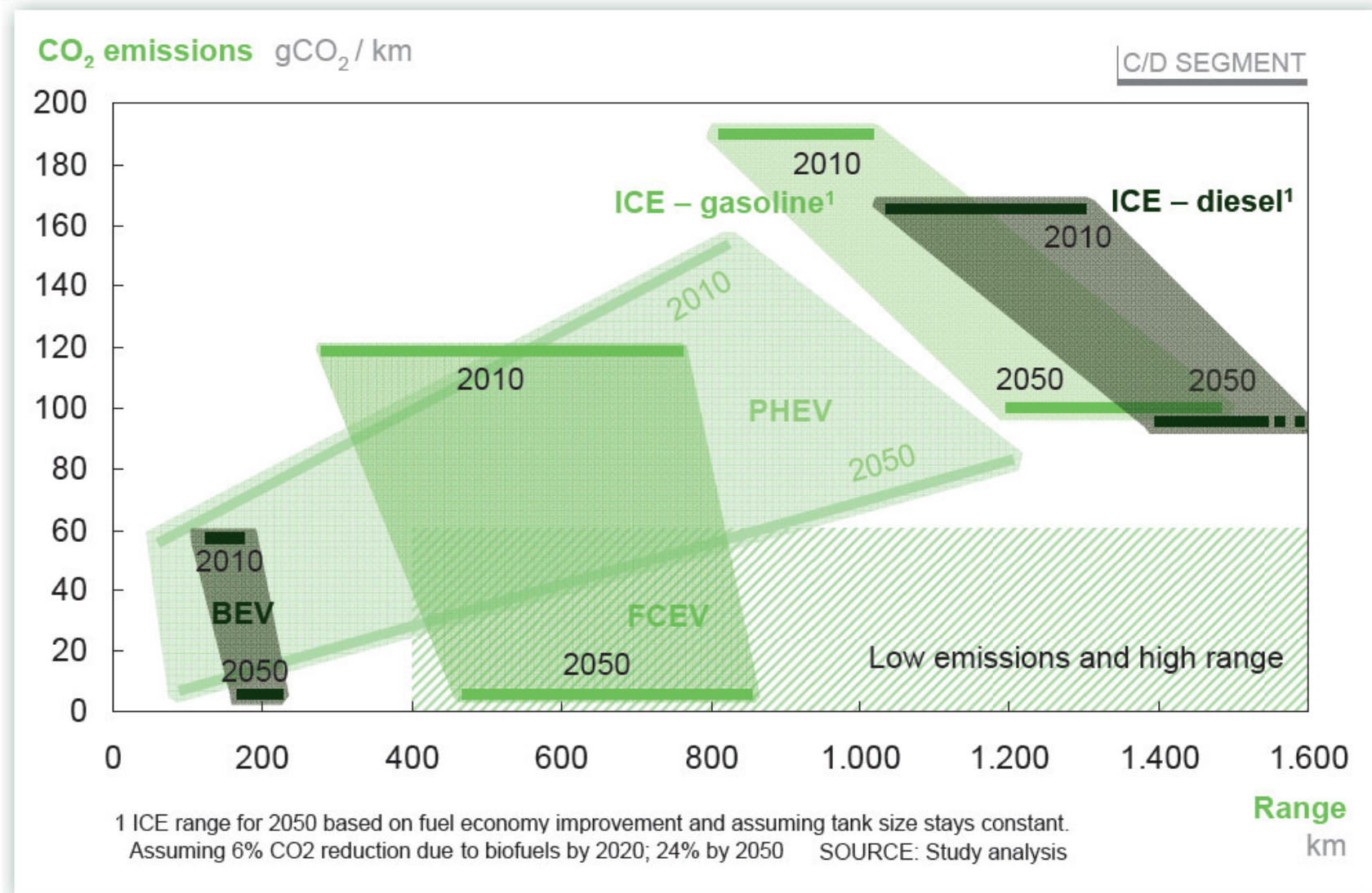
- Figuren nedenfor viser CO<sub>2</sub> udledningen (g/km) for fremdriftsteknologierne frem mod 2050
- **Batterier og brint er eneste teknologier som muliggør 95% CO<sub>2</sub> reduktion**
- Elektricitetsforsyningen i 2050 er baseret på European Climate Foundation's "Roadmap 2050"
- Brintforsyningen er baseret på vedvarende energikilder og/eller fossile med CO<sub>2</sub> lagring (se senere)
- Biobrændstof udgør 24% i 2050 – en højere andel kan muligvis reducere CO<sub>2</sub> udledningen yderligere





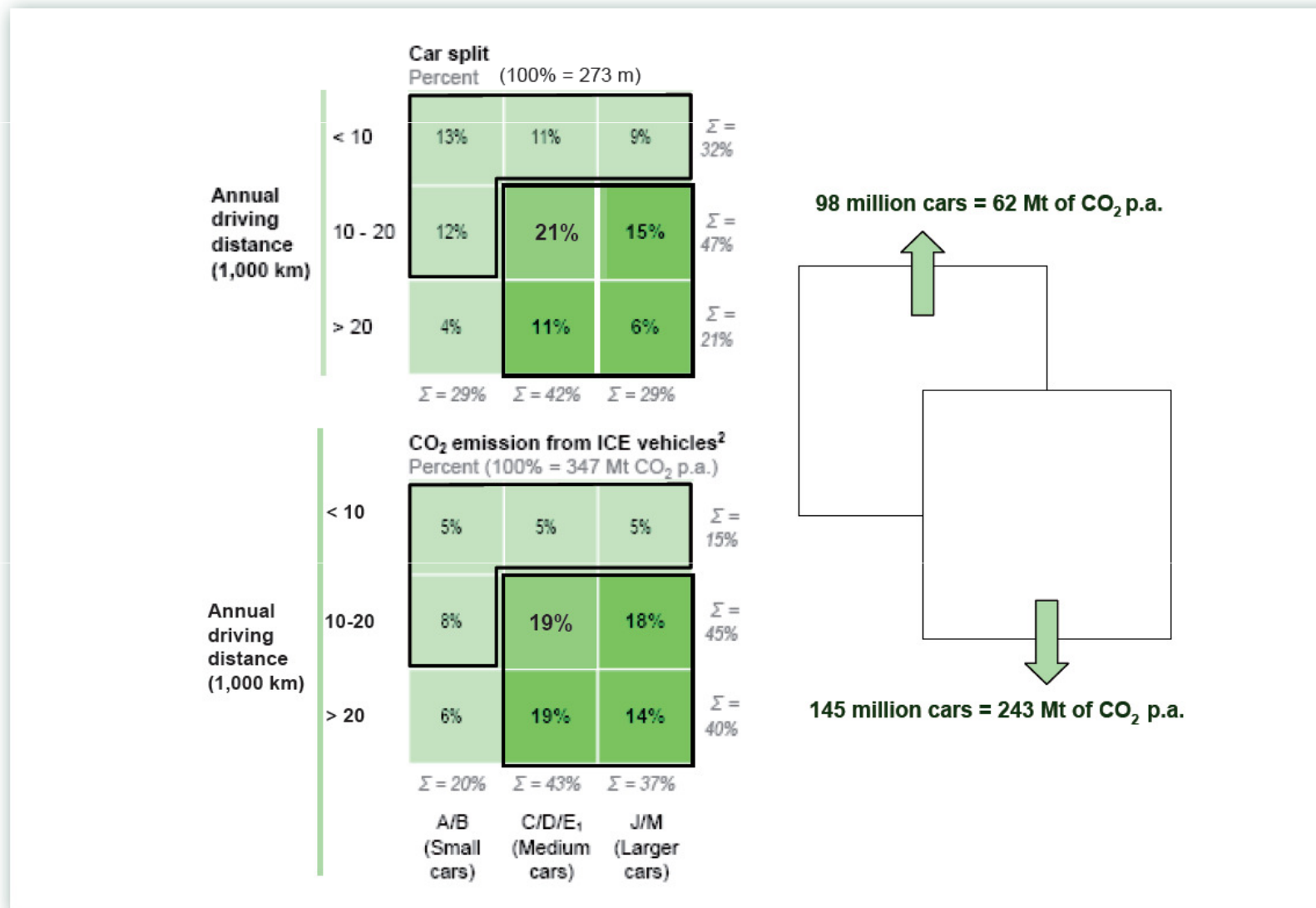
# Fremdriftsteknologiernes CO<sub>2</sub> udledning (2/4)

- Figuren viser CO<sub>2</sub> udledningen for fremdriftsteknologier i forhold til rækkevidde, samt reduktionen frem mod 2050, som følge af øget andel af CO<sub>2</sub> neutral energi og øget energieffektivitet



# Fremdriftsteknologiernes CO2 udledning (3/4)

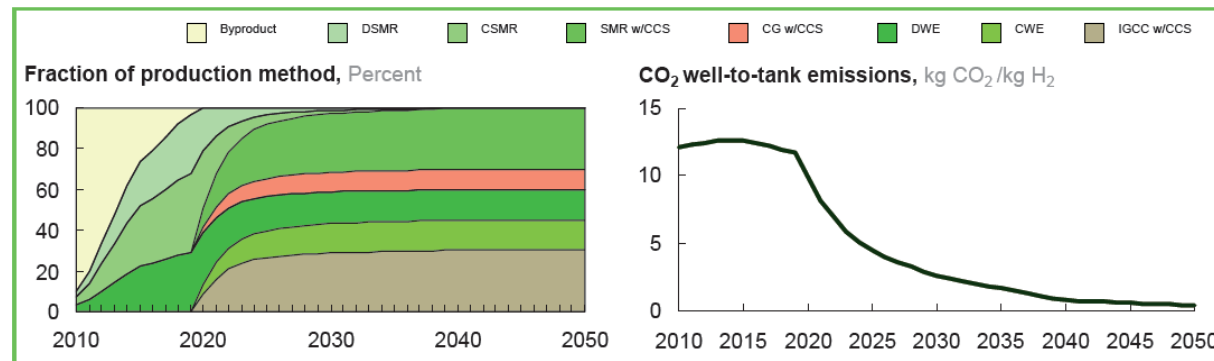
- Figuren nedenfor viser CO2 udledningen for forskellige størrelse af personbiler
- Medium/større personbiler udgør 50% af alle biler og 75% af CO2 emissioner



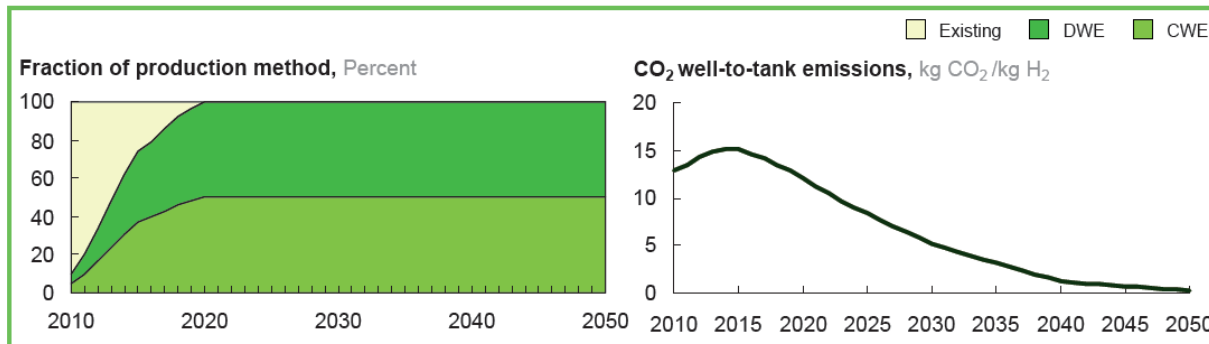
# Fremdriftsteknologiernes CO2 udledning (4/4)

- Figuren viser udviklingen i CO2 udledningen for brint baseret på fossil energi eller elektricitet
- **CO2 udledningen fra brintproduktion reduceres i næsten samme takt for fossil og elektricitet**
- Fossil reduceres grundet CO2 lagring og elektricitet grundet øget andel af vedvarende energi
- **Den billigste forsyningsform er primært brug af fossile energikilder (økonomisk drevet scenarie)**
- **100% elektricitet til brintproduktion øger omkostningen pr. kørt km. i en brintbil med 3,5% i 2050**

Balanced and economically driven production mix scenario



100% water electrolysis production scenario



SOURCE: Study analysis

C = Central produktion

O = Onsite produktion

SMR = Naturgas reforming

WE = Vand elektrolyse

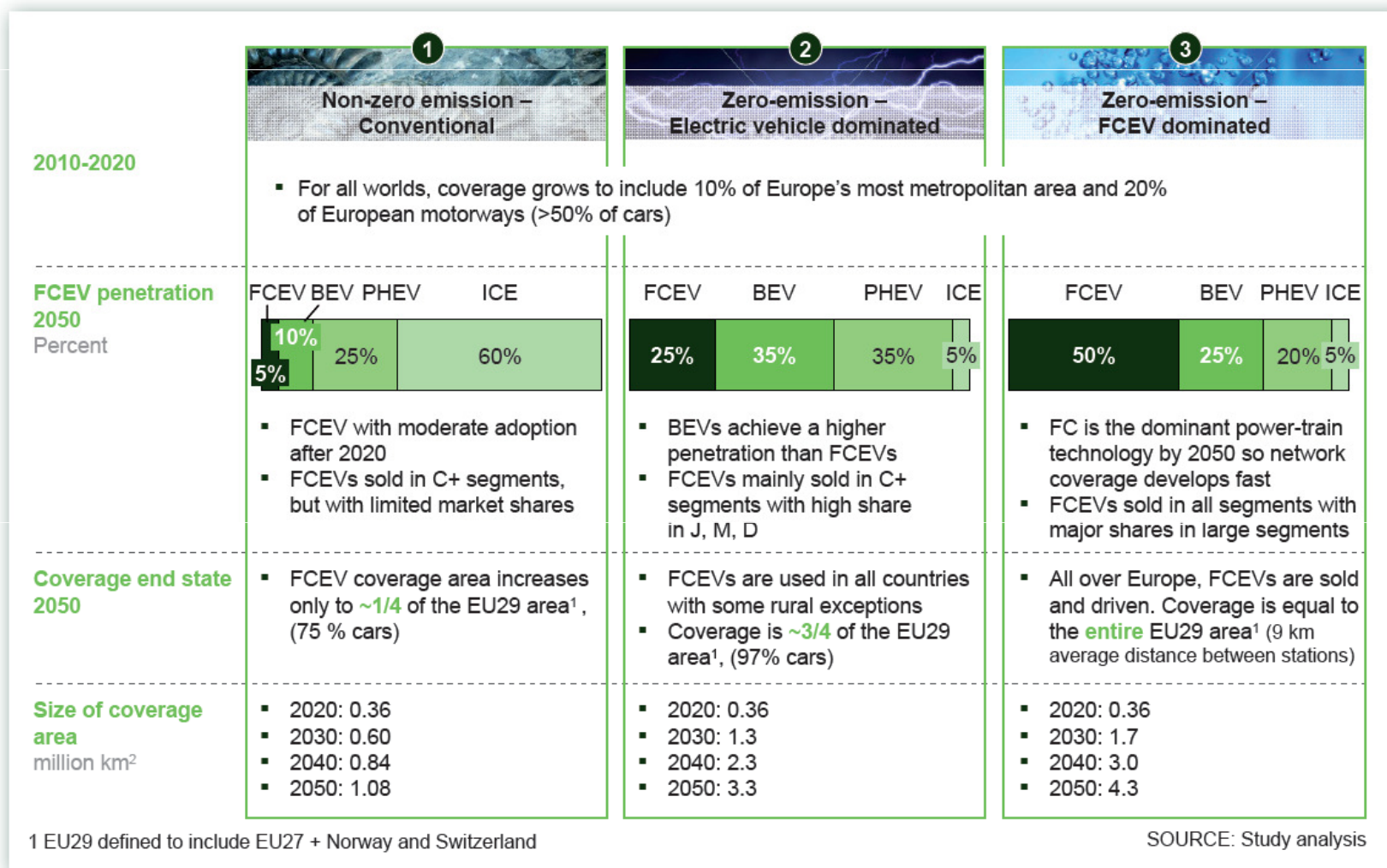
CG = Kul gasifikation

IGCC = Integreret kul gasifikation  
m. kombineret cyklus

CCS = CO2 lagring

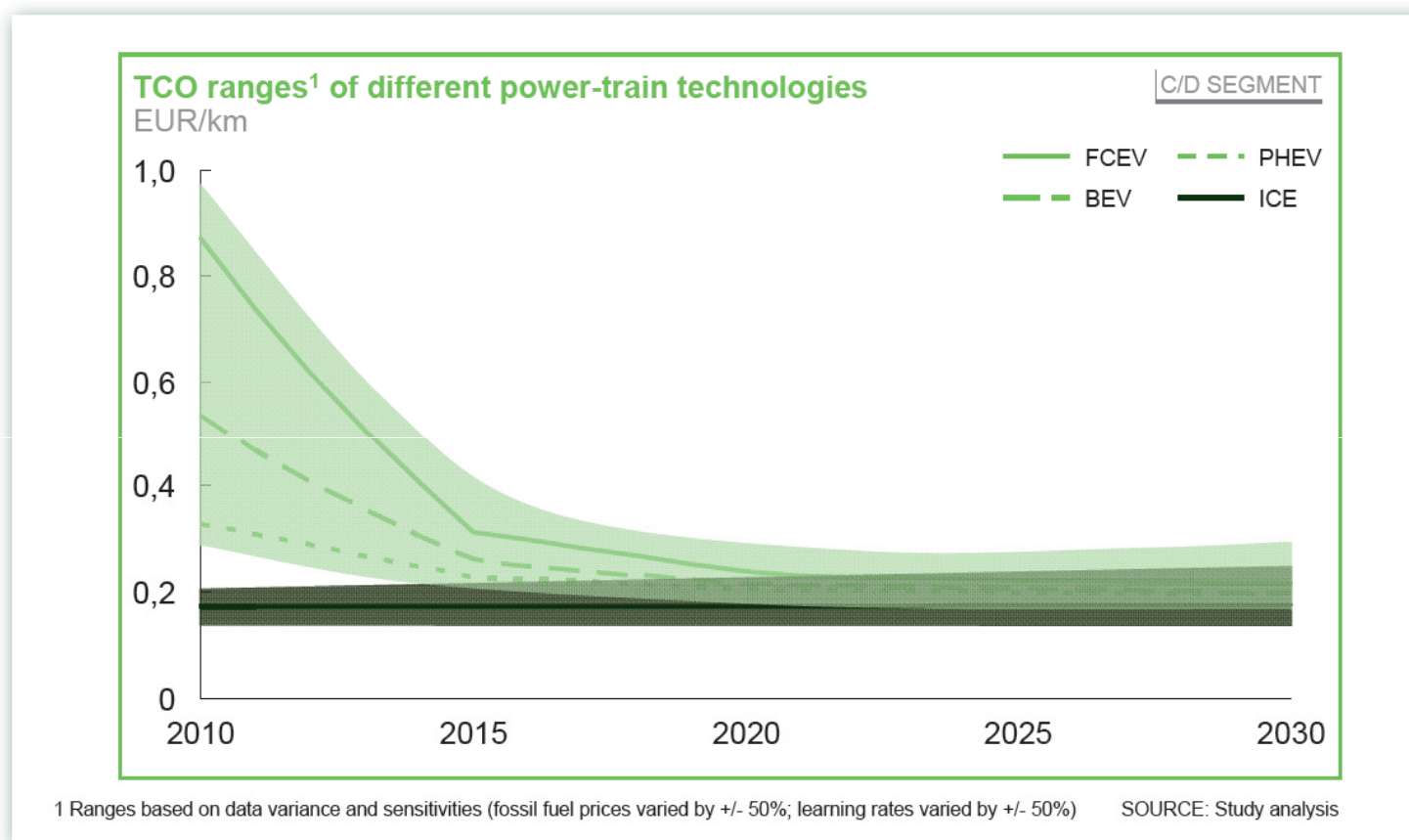
# Scenarier for personbil-teknologi i EU 2050

- Figuren viser tre scenarier for markedsandele for forskellige personbil-teknologier i EU i 2050
- Rapportens detaljerede analyser af batteri og brintbiler tager udgangspunkt i Scenarie 2
- Her udgør brintbiler 25% af bilparken, batteribiler 35% og plug-in hybrid biler 35%



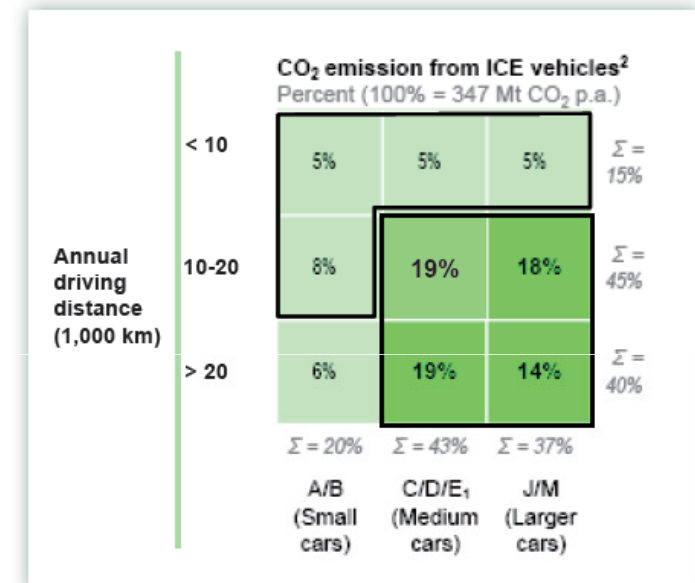
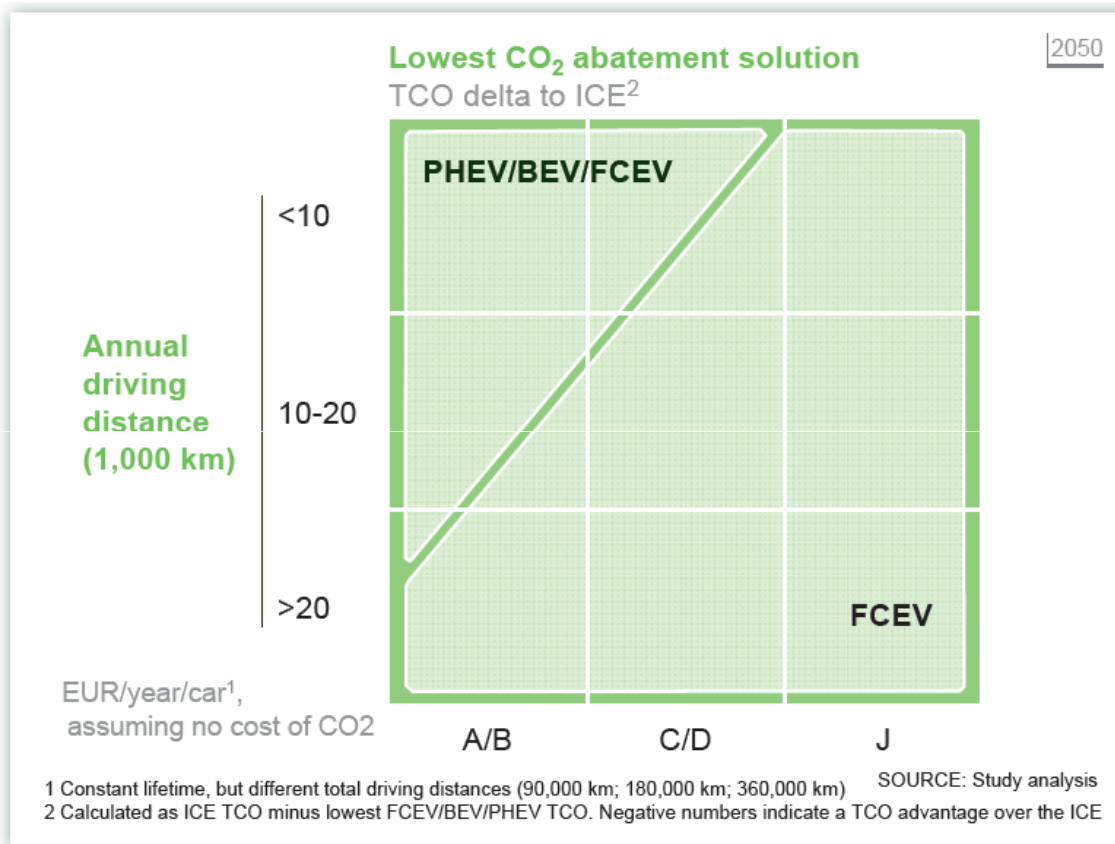
# Totale omkostninger per kørt km (1/2)

- Figuren viser totale omkostninger pr. kørt km. for de forskellige fremdriftsteknologier
- De totale omkostninger inkluderer køretøjspris, vedligehold, brændstof og infrastruktur investering
- **Frem mod 2025 giver plug-in hybrid og forbrændingsmotorer den laveste omkostning pr. kørt km**
- **Fra 2025 frem mod 2030 nærmer batteri & brint sig prisen for plug-in hybrid & forbrændingsmotorer**
- **I 2050 er alle teknologier sammenlignelige i de mindre biler, mens brint er billigst i de større biler**



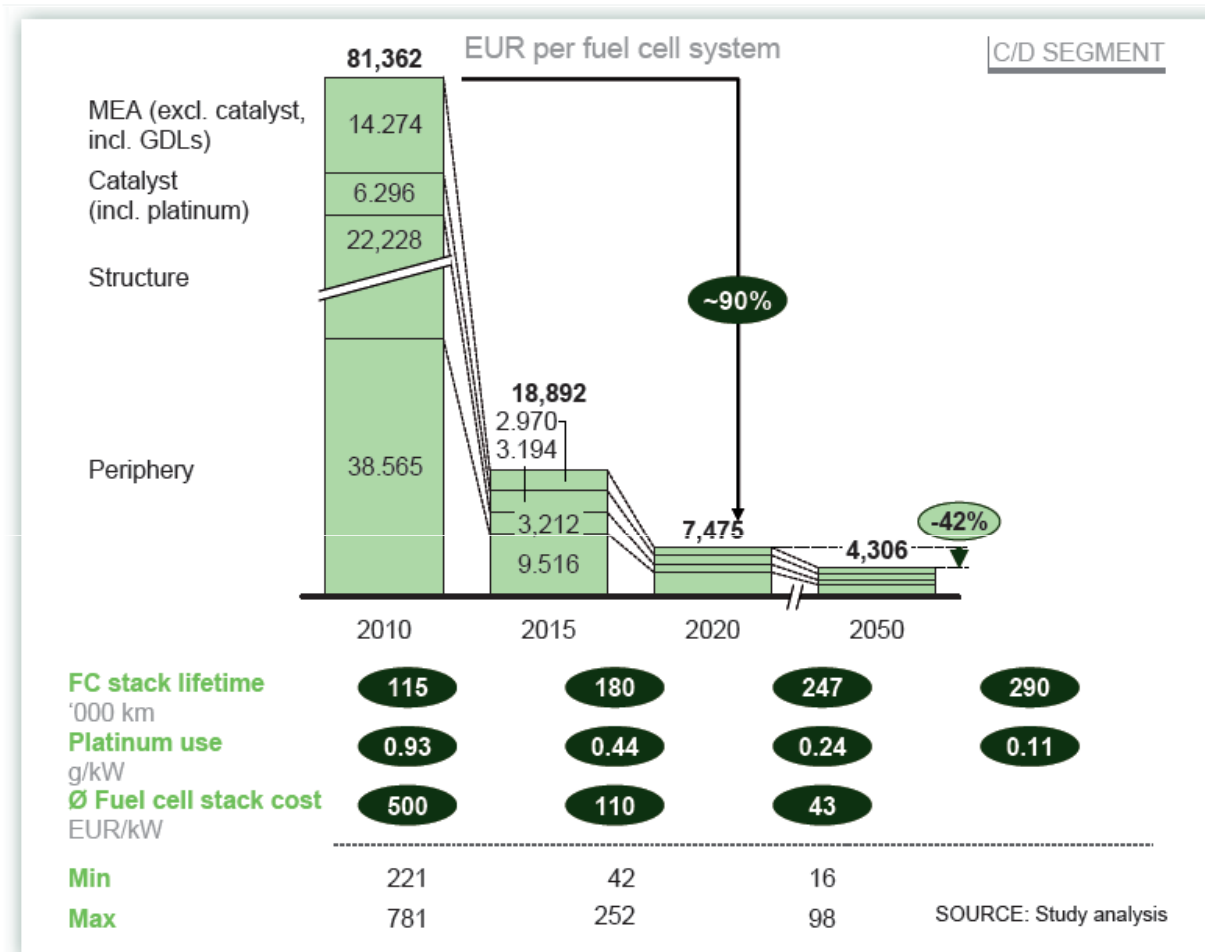
# Totale omkostninger per kørt km (2/2)

- Figuren viser den mest konkurrencedygtige teknologi i forhold til køretøjsstørrelse i 2050
- Som reference er vist CO2 udledningen for de forskellige køretøjsstørrelser i dag
- I 2050 er brintbiler mest konkurrencedygtige i de mellem/store personbiler som udgør 50% af bilparken og 75% af alle CO2 udledninger i dag
- I alle andre personbil størrelser er omkostningerne for alle teknologierne sammenlignelige



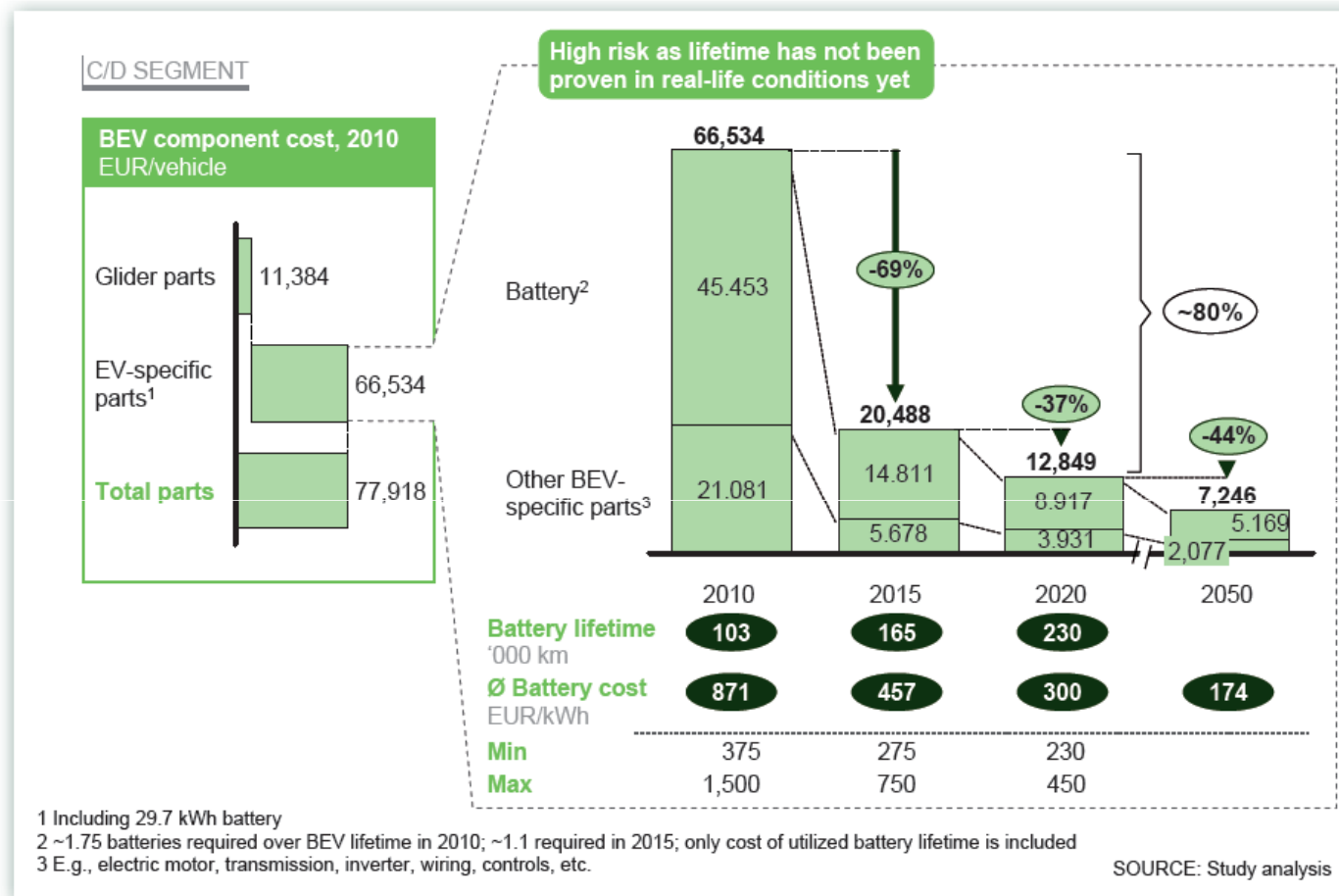
# Pris reduktion brintbiler / brændselsceller

- Figuren viser forventet prisudvikling for **brændselsceller i brintbiler** frem mod 2050
- Frem mod 2020 er prisudviklingen baseret på udviklingsdata og planer fra bilindustrien
- Frem mod 2050 er prisudviklingen baseret på "lærekurver" (mere konservative end vind & sol)
- **Ved 1 mio. stk. i 2020 forventes en 90% prisreduktion på brændselscelle systemet**



# Pris reduktion batteribiler / batterier

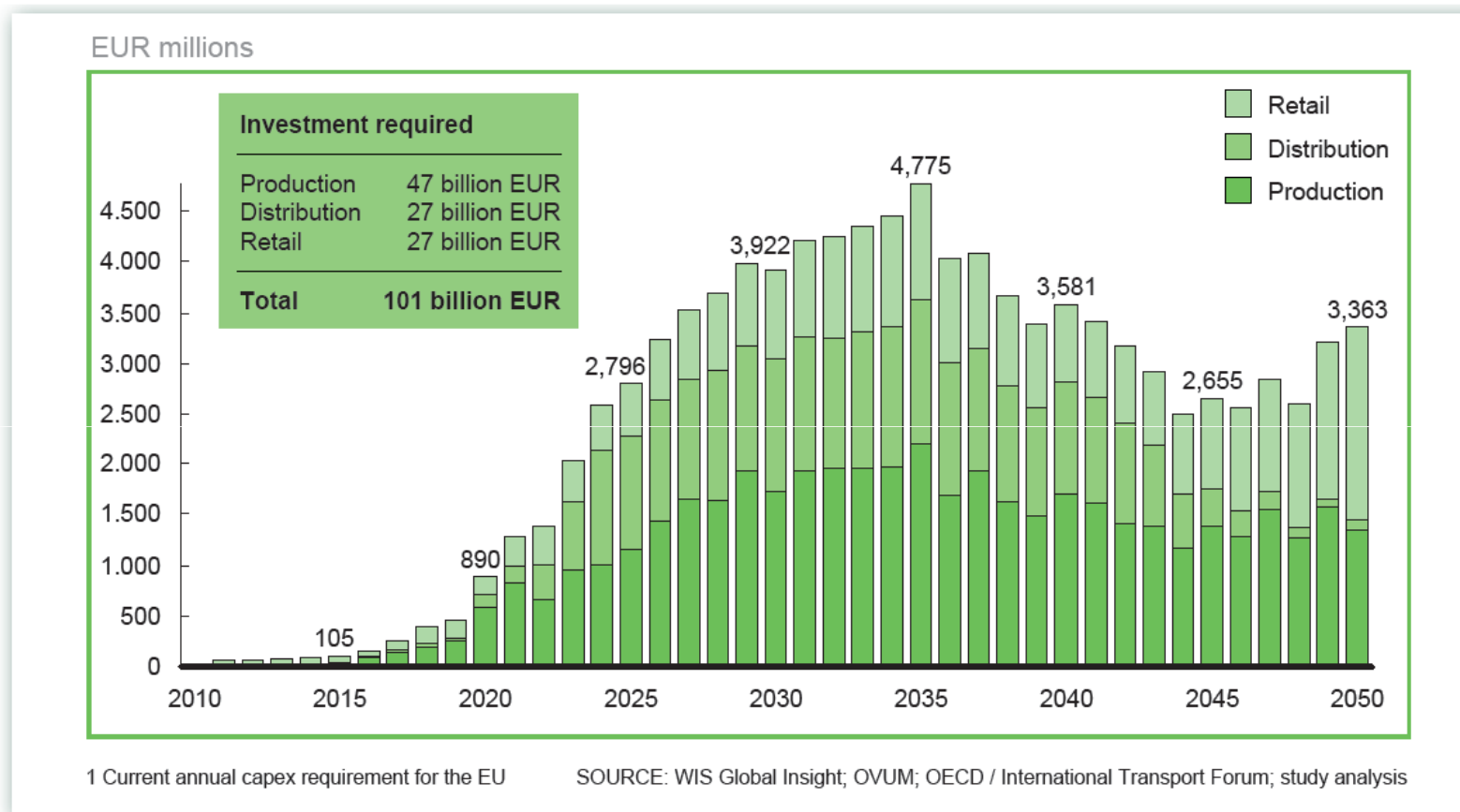
- Figuren viser forventet prisudvikling for **batterier i batteribiler** frem mod 2050
- Frem mod 2020 er prisudviklingen baseret på udviklingsdata og planer fra bilindustrien
- Frem mod 2050 er prisudviklingen baseret på "lærekurver" (mere konservative end vind & sol)
- **Ved 3 mio. stk. i 2020 forventes en 80% prisreduktion på batteriet**





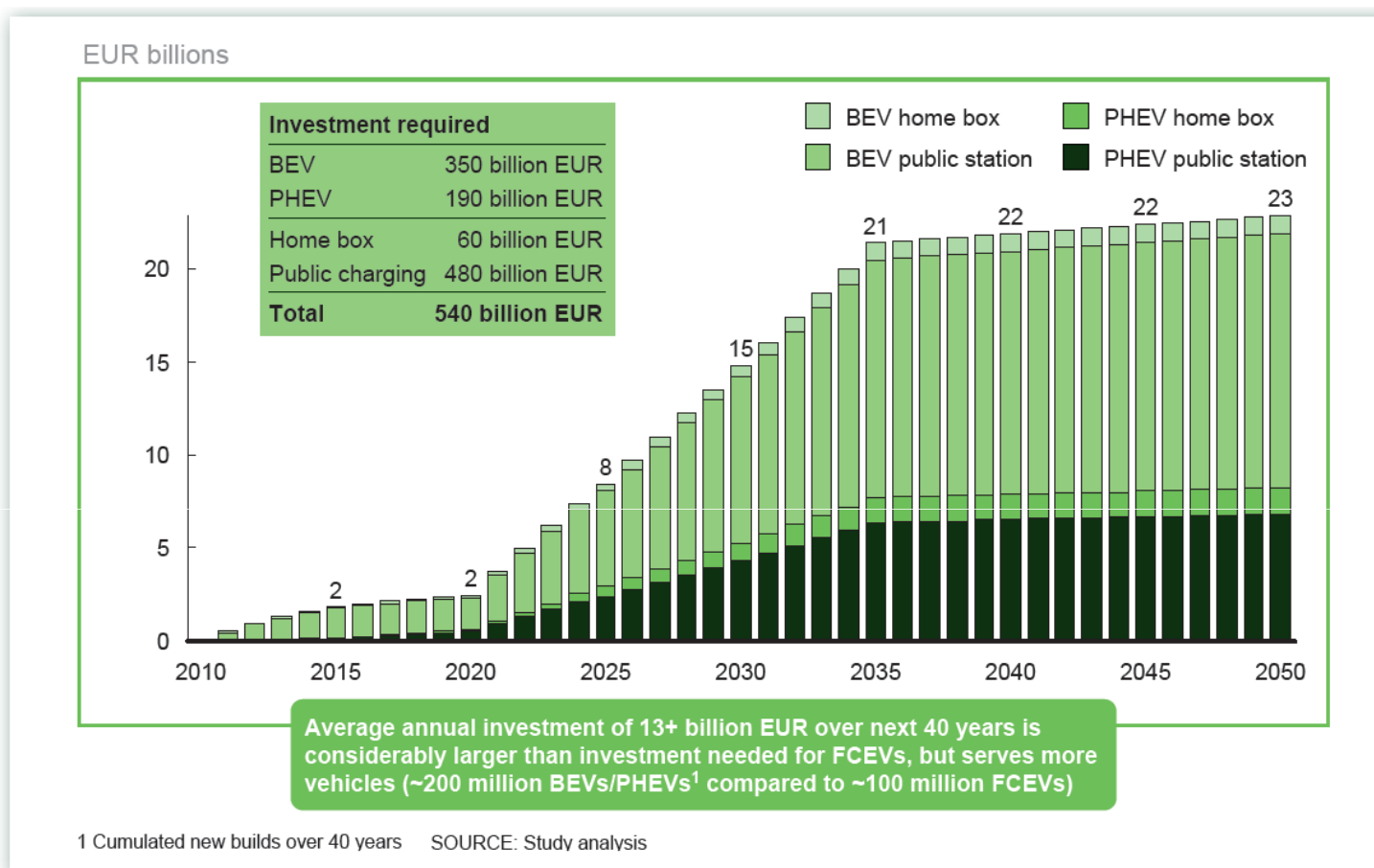
# Investering i brint infrastruktur

- Figuren viser den samlede investering i **brint infrastruktur** frem mod 2050 for EU
- 18.000 brinttankstationer & understøttende infrastruktur for op til 100 mio. brintbiler (35% af bilpark)
- **Samlet skal der investeres €100 milliarder – €3 mia. indtil 2020 – herefter €2-3 mia./år indtil 2050**
- **Infrastruktur omkostningen pr. brintbil er €1.000-2.000** (afhængig af antal biler / 20-35% af bilparken)
- **Hvis brintbiler udgør 50% af bilparken er investeringen €175 mia. / €1.200 pr. bil**



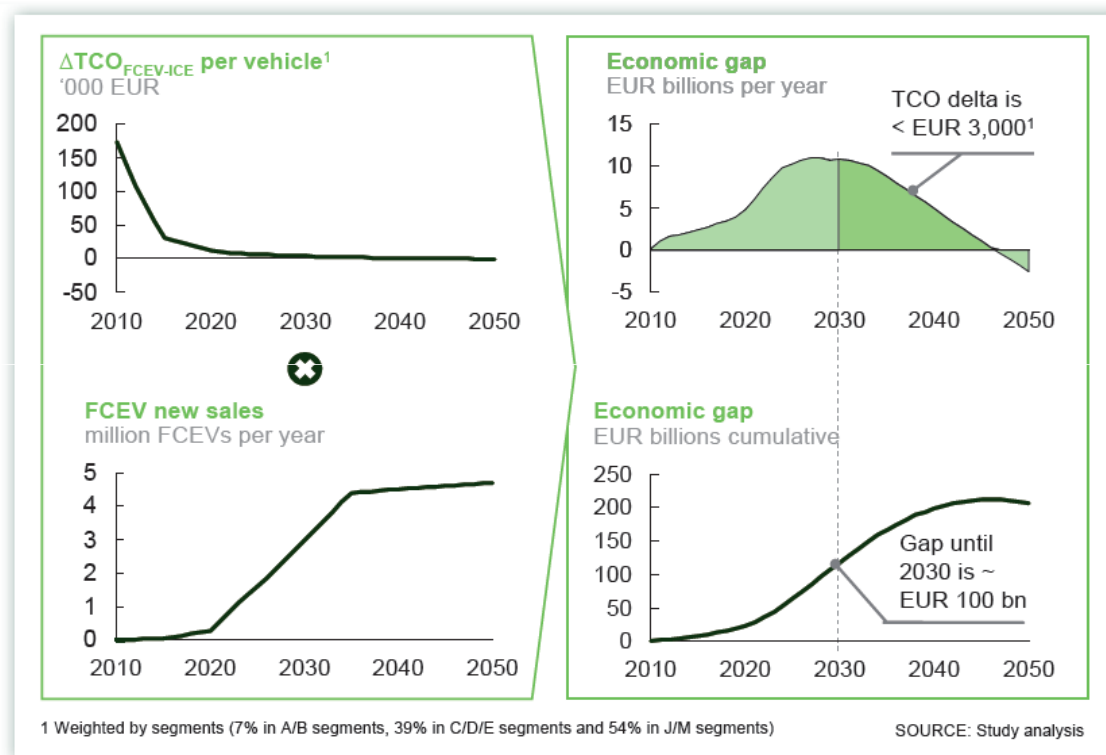
# Investering i opladning af batteri & hybridbiler

- Figuren viser den samlede investering i opladningsinfrastruktur frem mod 2050 for EU
- Etablering af opladning i garager/hustande samt offentlige ladestandere til ~200 mio. biler
- **Samlet skal der investeres op til €540 milliarder eller €1.500-2.500 per bil**
- Pris pr. køretøj afhænger af fordelingen mellem opladning i garage/hustand samt offentlige ladestandere



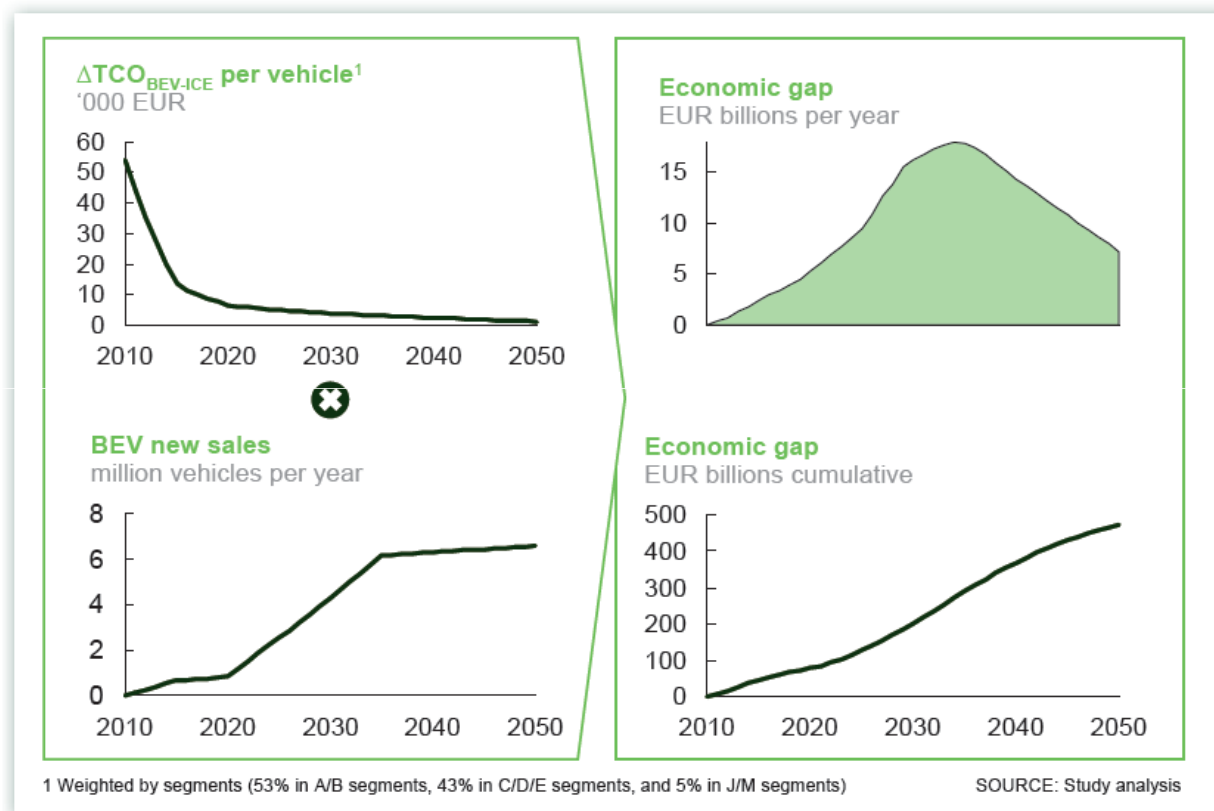
# Meromkostningen for brintbiler & infrastruktur

- Figuren viser udviklingen i den samlede meromkostning for **brintbiler og infrastruktur** frem mod 2050
- I begyndelsen er omkostninger pr. kørt km (TCO) højere end forbrændingsmotorer
- Det giver en stigende akkumuleret meromkostning i takt med at antal biler på markedet øges
- **Fra 2030 kan udrulning af brintbiler og infrastruktur ske selvfinansieret, da TCO er konkurrencedygtig**
- I 2020 er den akkumulerede meromkostning €25 mia. og i 2030 €100 mia.
- I 2030 er infrastruktur omkostningen for brintbiler 1,5 € cents pr. kørt km



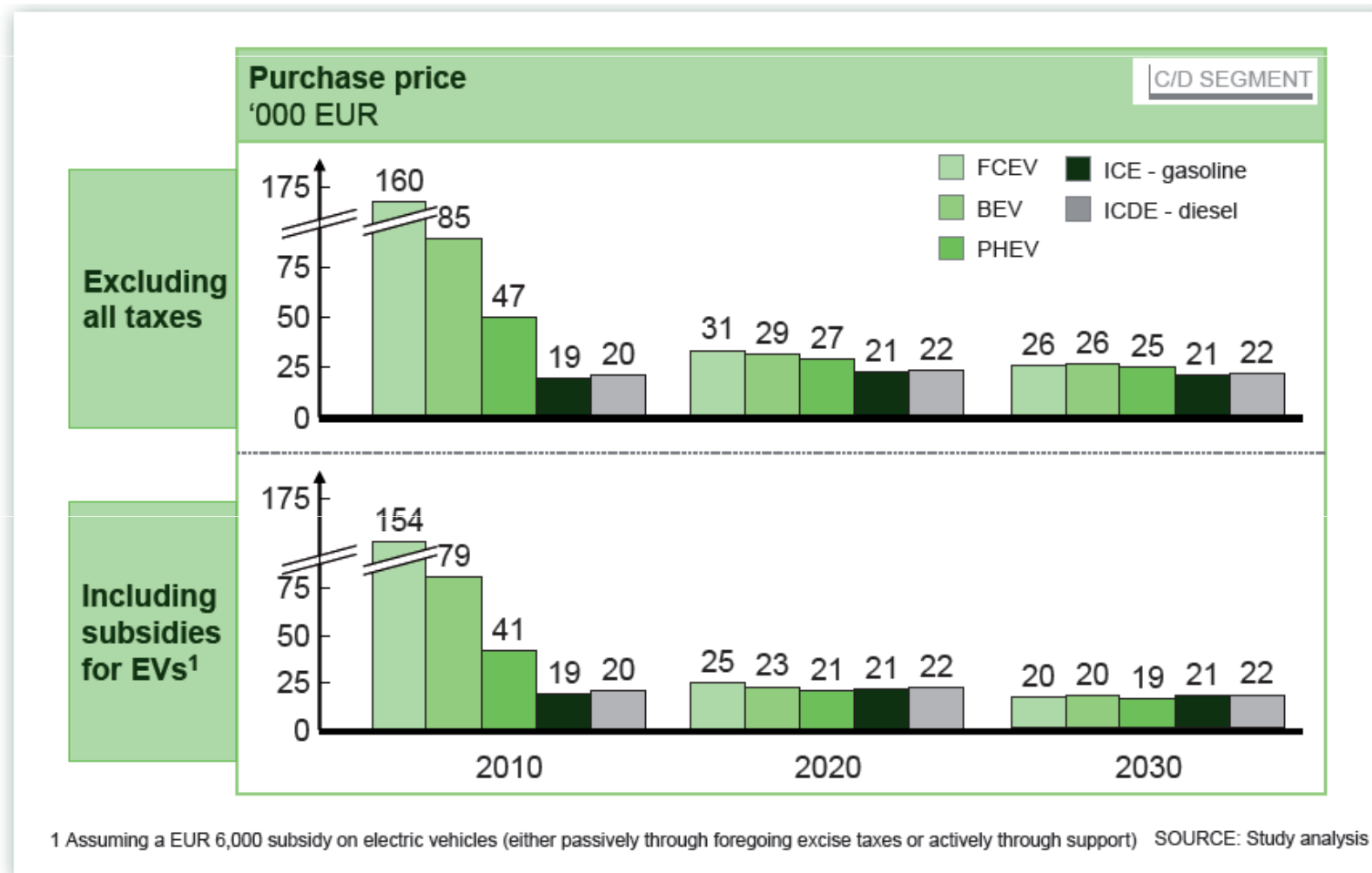
# Meromkostning for batteribiler og infrastruktur

- Figuren viser udviklingen i den samlede meromkostning for **batteribiler & infrastruktur** frem mod 2050
- I begyndelsen er omkostninger pr. kørt km (TCO) højere end forbrændingsmotorer
- Det giver en stigende akkumuleret meromkostning i takt med at antal biler på markedet øges
- **Frem mod 2050 er batteri TCO konkurrencedygtig**
- I 2020 er den akkumulerede meromkostning €80 mia. og i 2050 €500 mia.
- I 2030 er infrastruktur omkostningen for batteribiler 1,5-2,5 € cents pr. kørt km



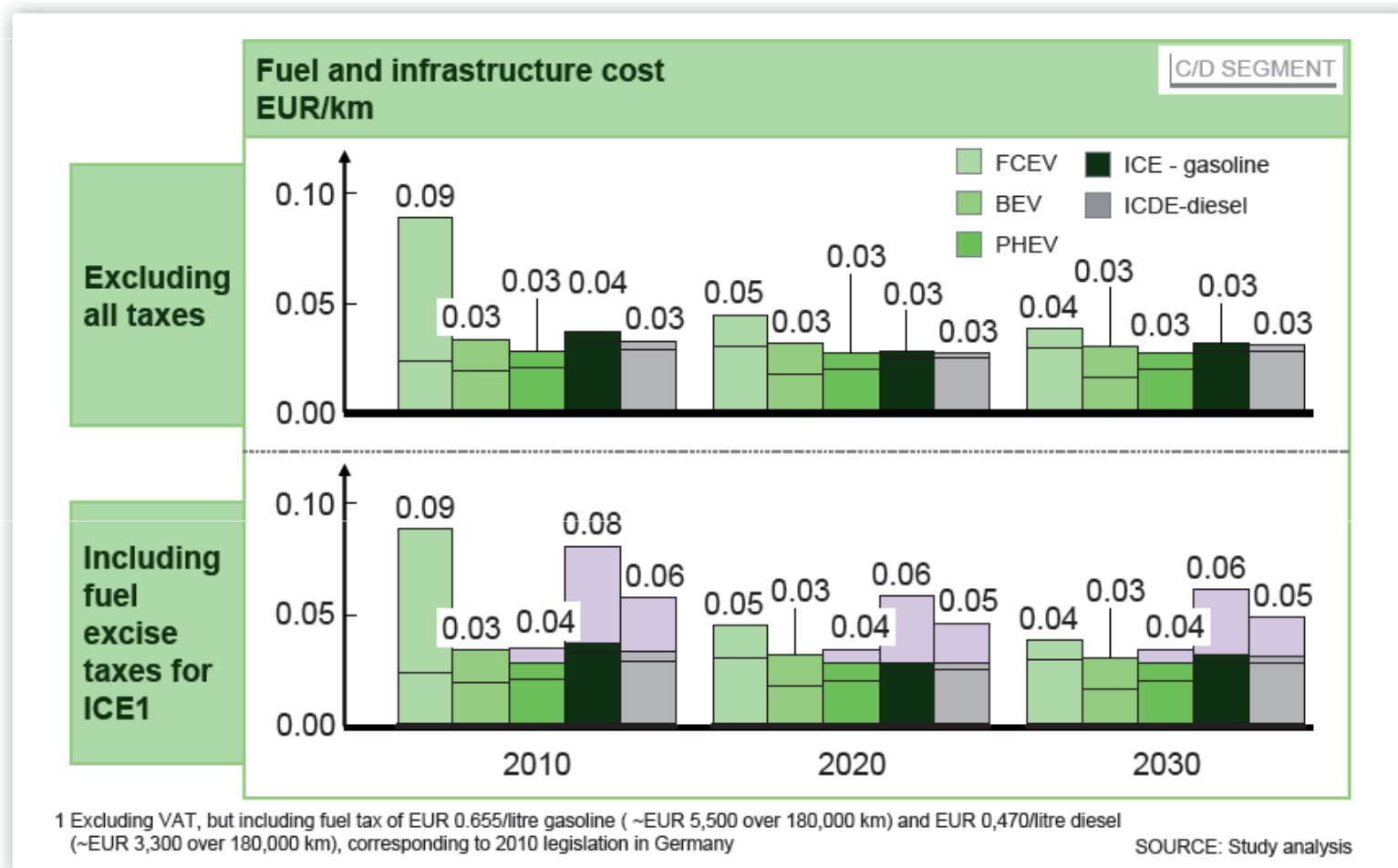
# Dækning af meromkostning for brint/batteri (1/2)

- Figuren viser køretøjspris for forskellige typer biler med og uden skatter frem mod 2030
- Efter 2030 er brint og batteribiler på niveau med plug-in hybrid og forbrændingsmotorer
- Afgiftsregulering på €6.000 pr. bil kan gøre brint og batteribiler konkurrencedygtige fra 2020



# Dækning af meromkostning for brint/batteri (2/2)

- Figuren viser brændstof/infrastruktur omkost. m./uden skat for forskellige typer biler frem mod 2030
- Efter 2030 er brint næsten på niveau med plug-in hybrid og forbrændingsmotorer – uden afgifter
- Afgiftsregulering på €0,66/liter benzin og €0,47/liter diesel kan gøre brint konkurrencedygtig fra 2020



# Næste skridt for brint til transport i EU

- Figuren viser udkast til næste skridt for udrulning af brint til transport i Europa
- Første fase er afsluttet med offentliggørelsen af analyserapporten
- **Næste skridt skal udvikle en forretningsplan for Tyskland – dækkende både biler og tankstationer**
- **Efterfølgende skal planer udarbejdes for trinvis udrulning i andre lande – baseret på tyske erfaringer**

