



RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

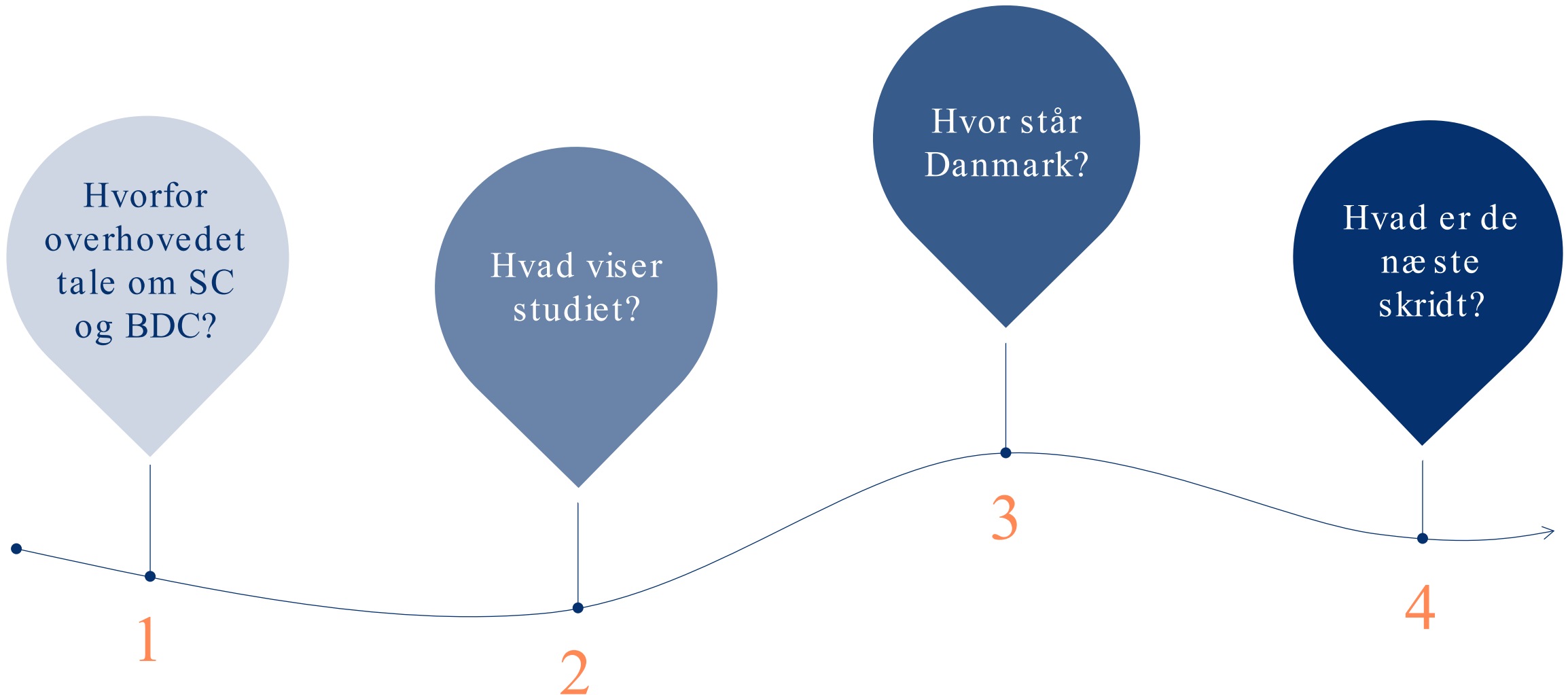
Elbiler som batterier på hjul

Smart og bidirectional charging i Danmark og Europa

26. august, 2026 | Trafikdage i Aalborg

Maja Sig Vestergaard, +45 5161 1137, mavg@ramboll.dk

Fra europæisk studie til dansk handling



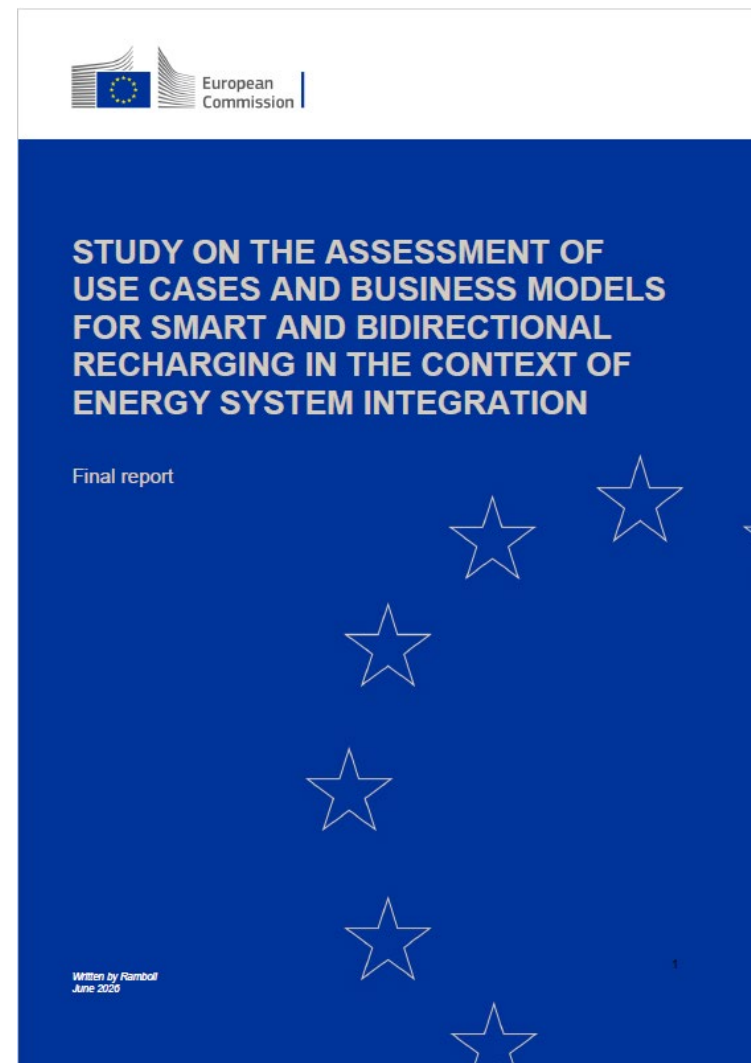
Et europæisk studie med fokus på implementering

Formål

- Vurdere use cases og forretningsmodeller for SC og BDC
- Identificere barrierer og enabling conditions
- Udlede konkrete anbefalinger til udbredelse

Evidensgrundlag

- 50+ rapporter og analyser
 - Ca. 30 interviews
 - 5 medlemsstatsanalyser og internationale erfaringer
 - Pilotprojekter og regulatoriske sandkasser
 - 21 anbefalinger og 51 implementeringshandlinger
-
- Studiet bygger på interviews, benchmarking, medlemsstatsanalyser og vurdering af eksisterende pilotprojekter.

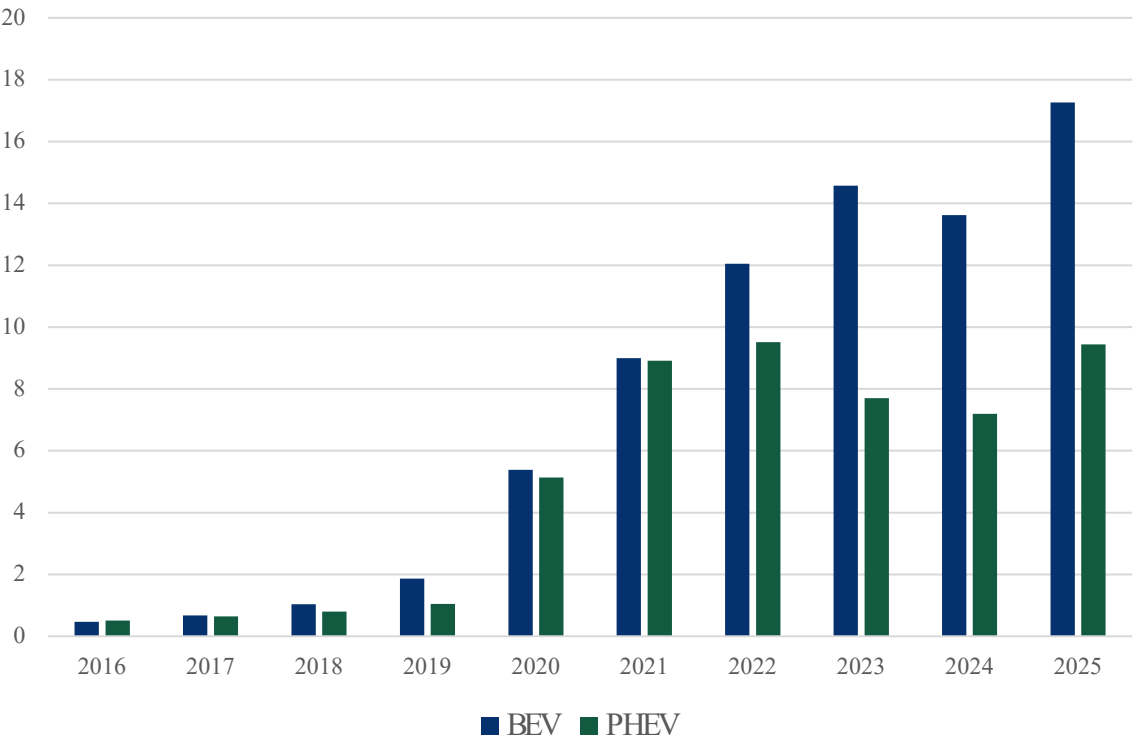


Find rapporten her: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/170d3b45-7753-11f1-bf5e-01aa75ed71a1/language-en>

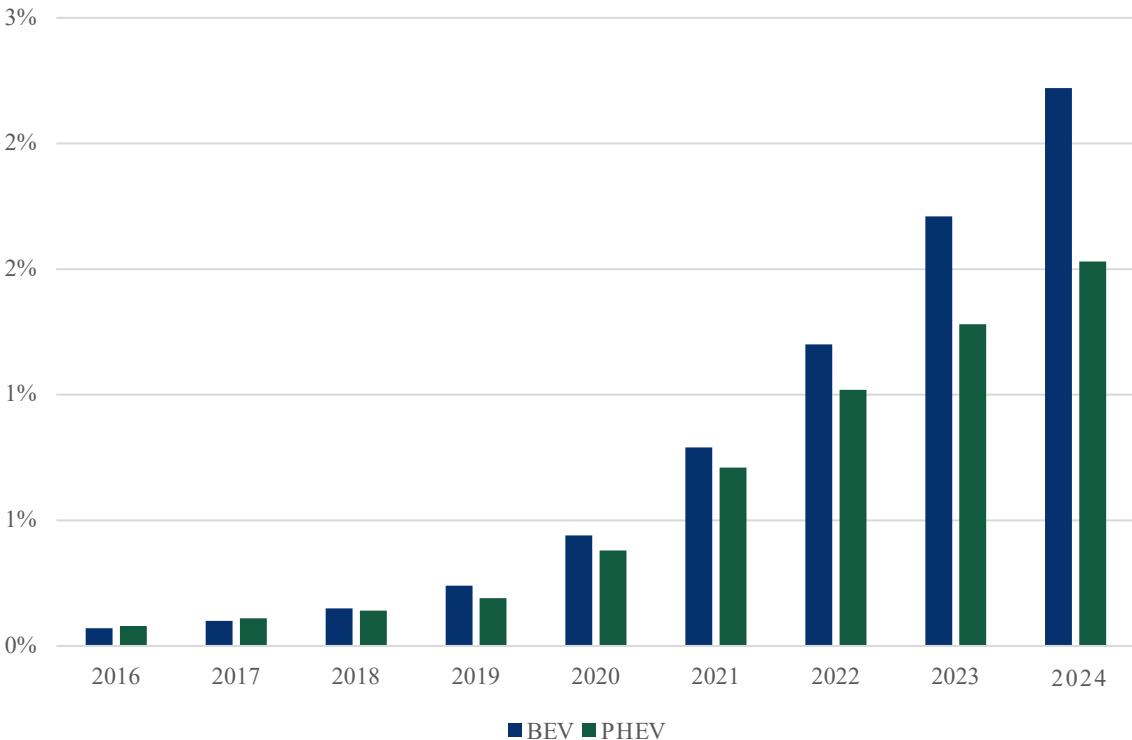
1. Hvorfor overhovedet tale om SC og BDC?

Antallet af elbiler stiger støt i hele EU

EU: BEV and PHEV Market Share of Total Registrations (M1). Source: EAFO

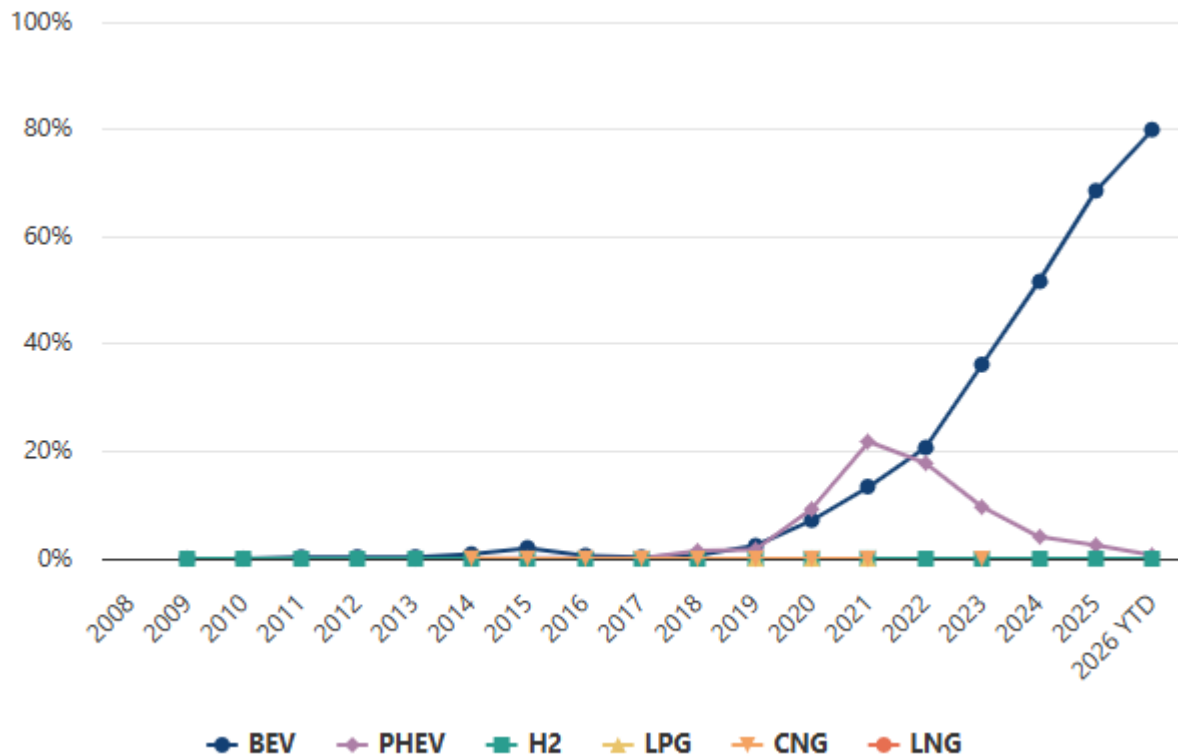


EU: BEV and PHEV Fleet Percentage of Total Fleet (M1). Source: EAFO

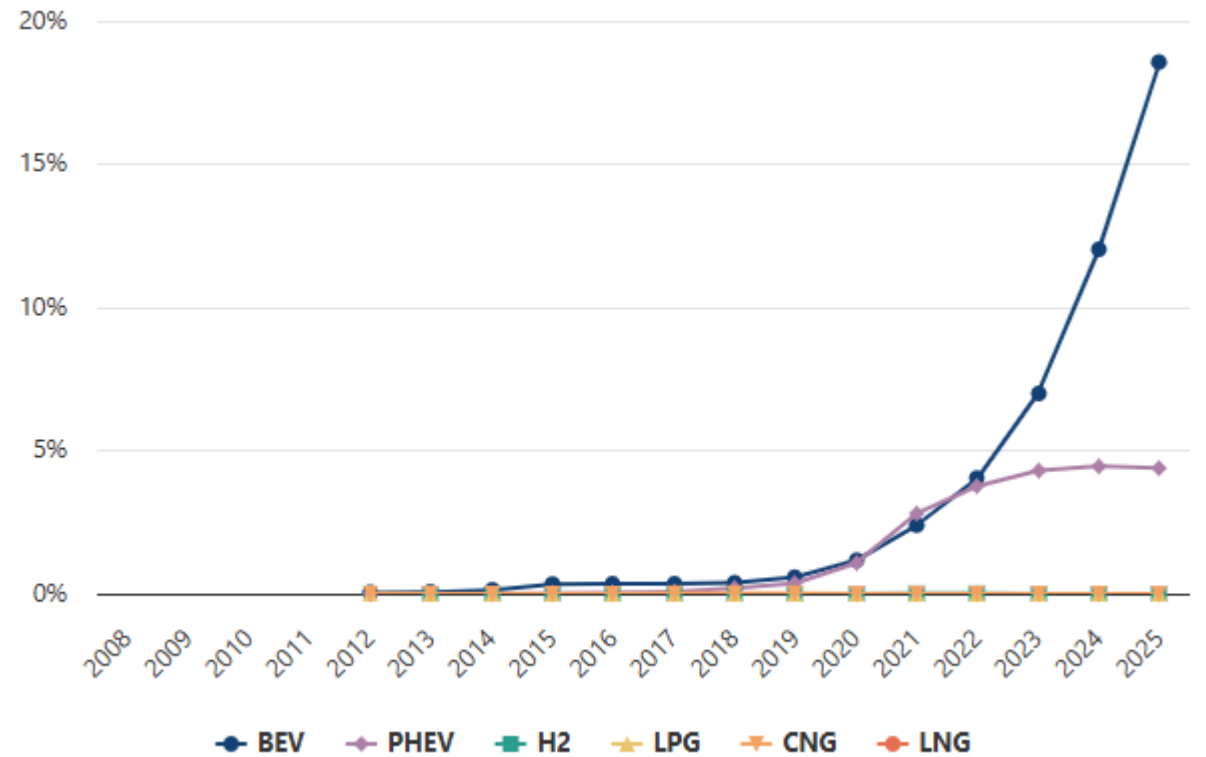


Antallet af elbiler stiger støt især i Danmark

DK: Alternative Market Share of Total Registrations (M1). Source: EAFO



DK: Alternative Fleet Percentage of Total Fleet (M1). Source: EAFO



Elektrificering og vedvarende energi øger behovet for fleksibilitet

- Vind og sol gør elproduktionen mere variabel
- Ukontrolleret opladning kan øge belastningen i spidsbelastningsperioder

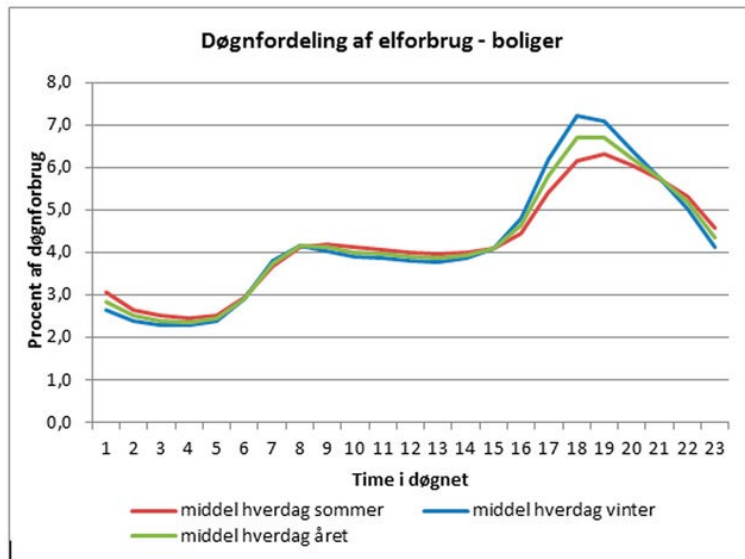
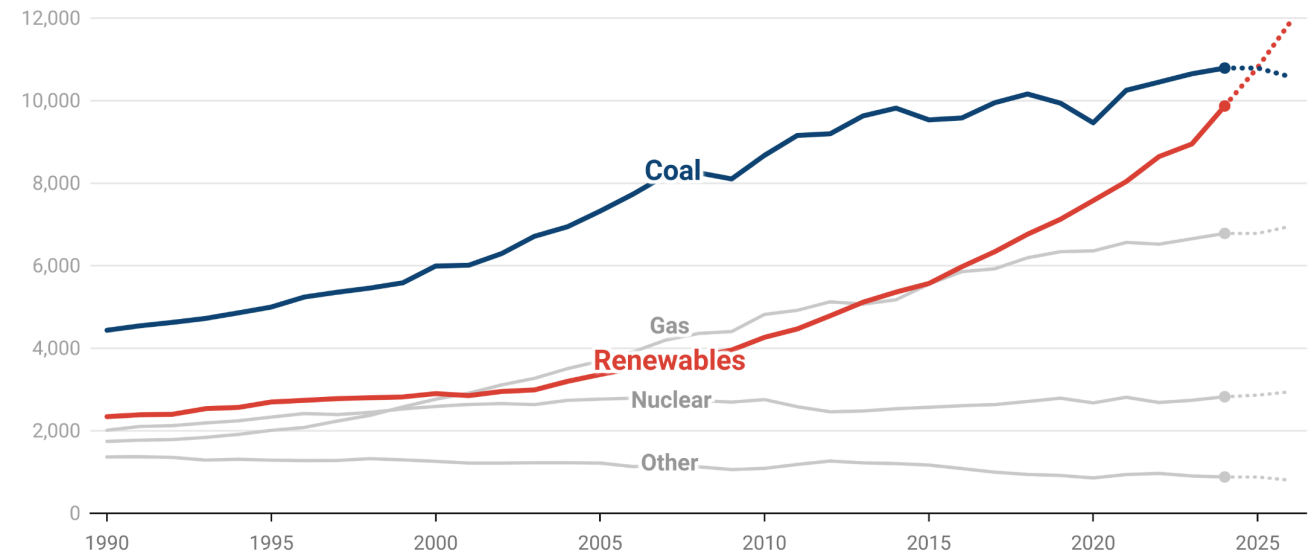


Photo by Nicholas Doherty on Unsplash

Renewables will be the world's top power source 'by 2026'

Global electricity generation by source, TWh



Source: IEA

Vi skal sikre en høj elforsyningssikkerhed

- Selv i ekstreme vejr situationer kan Danmark bevare en høj elforsyningssikkerhed
- Forsyningen kan sikres med enkle løsninger uden betydelig ekstraomkostninger
- Transportsektoren kan hjælpe energisektoren med de to første punkter



Gøre vores elforbrug mere fleksibelt



Lagre energien



Investere i reservekapacitet, som kan anvendes i få, men afgørende situationer

Baseret på Klimarådet 2023

Elbiler er ikke længere kun transport

Traditionelt fokus

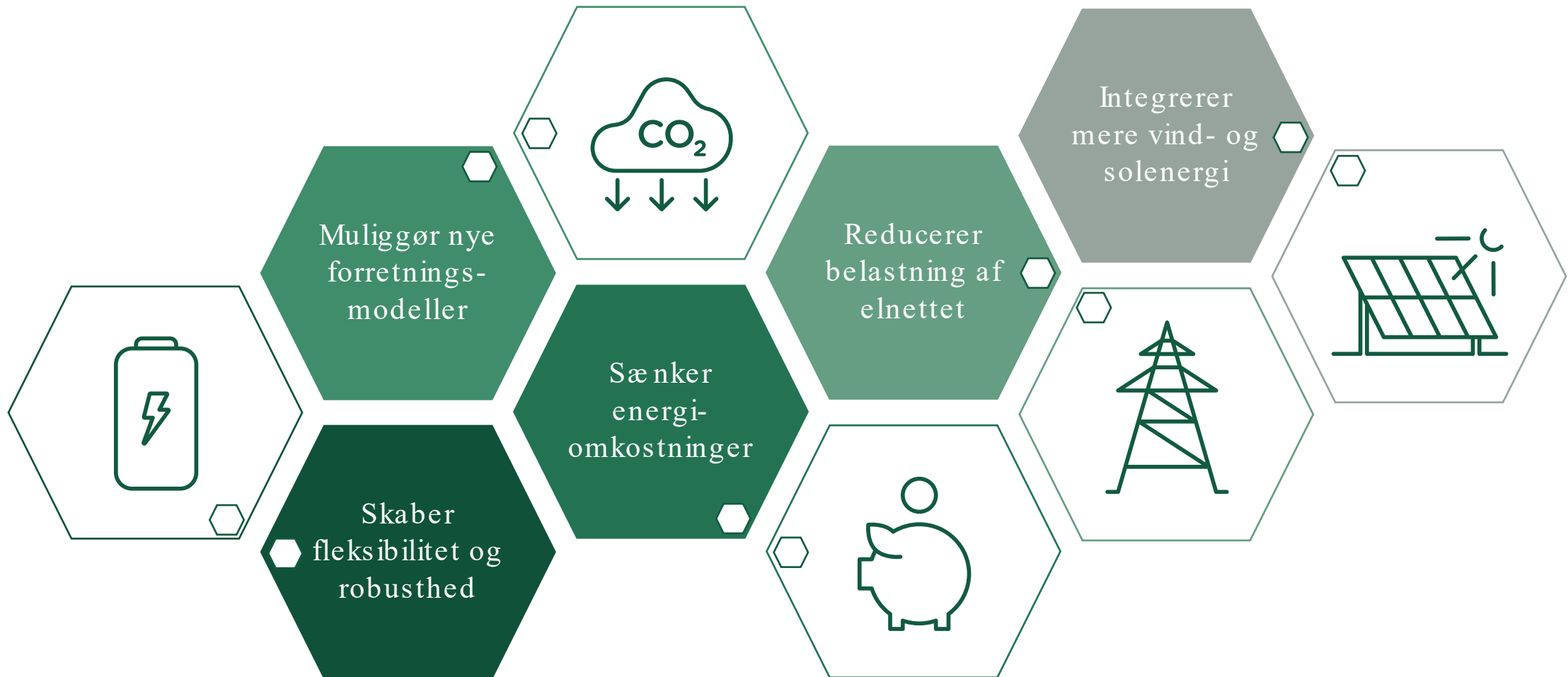
- Flere elbiler
- Flere ladestandere
- Hurtigere opladning

Nyt fokus

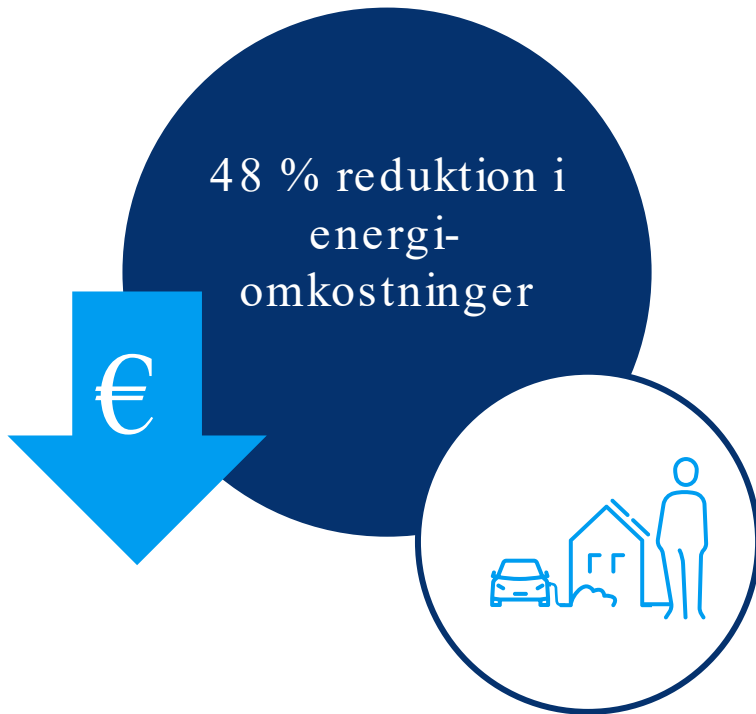
- Flexibilitetsydelser
- Lavere nettilslutningsomkostninger
- Bedre udnyttelse af lokal elproduktion (solceller)
- Lavere driftsomkostninger
- Beredskab og backup

- Fremtidens ladeinfrastruktur skal ikke kun levere energi til køretøjerne.
- Den skal også levere værdi til elsystemet.

SC og BDC skaber samfundsmæssig værdi på flere niveauer

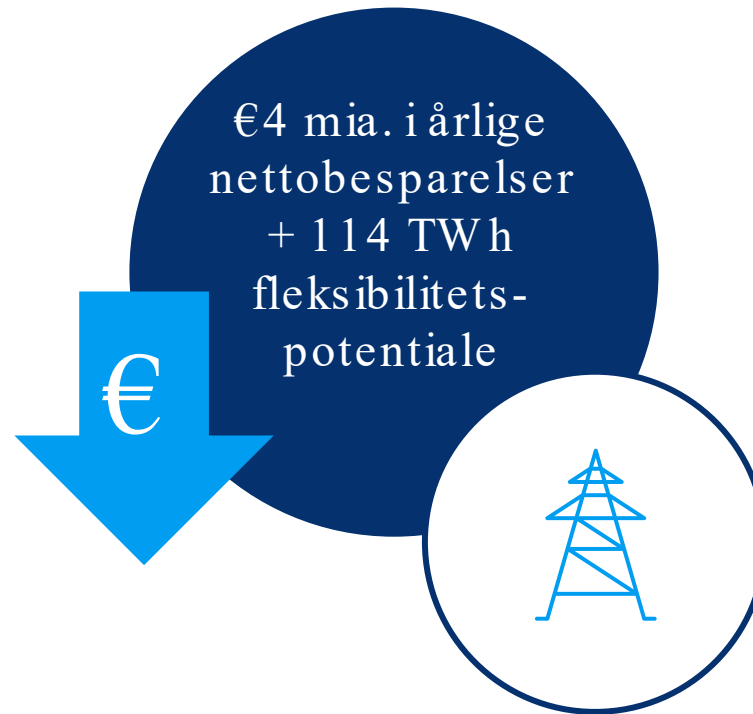


SC og BDC kan skabe betydelige gevinster



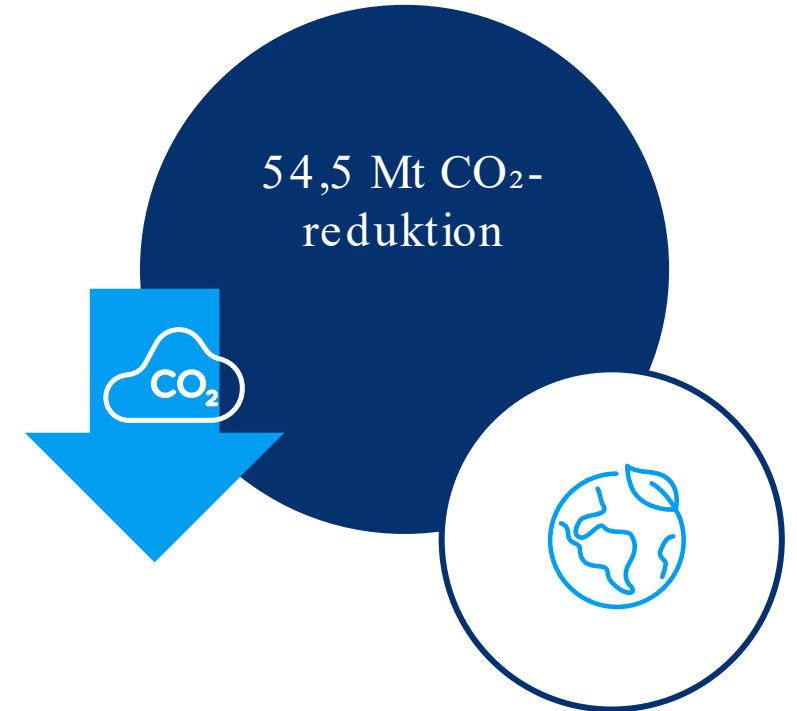
Demand-side flexibility (smart charging + V2G; scenario with 30% bidirectional charge points) can lead to a 48% annual reduction in consumer energy bills (equivalent to €0.07 per kWh or €9.9 billion per year) compared to unmanaged EV charging.

Source: smartEn & DNV, 2022



- By 2030, EVs could contribute up to 4% of Europe's annual power supply, equating to 114TWh – enough to power 30 million homes.
- By 2040, if all EVs are capable of bidirectional charging, over 10% of Europe's power needs could be stored and reinjected when needed.

Source: EY and Eurelectric 2025



From 2025 to 2050, bidirectional charging could reduce GHG emissions by 54.5 Mt CO₂e.

Source: Schmidt, Wohlschlager, Neitz-Regett; Forschungsstelle für Energiewirtschaft e 2025

Equivalent to annual emissions of ~12 million passenger cars (assuming ~4.6 t CO₂e per car/year).

Fra passiv opladning til aktive energilagre

Forstå forskellene i teknologiniveau

1. Ukontrolleret opladning

- Bilen oplader straks ved tilslutning
- Ingen hensyntagen til pris, elnet eller energisystem

2. Smart Charging (SC)

- Opladningen flyttes i tid
- Reagerer på elpris, nettariffer eller belastning
- Strømmen går stadig kun én vej: til bilen

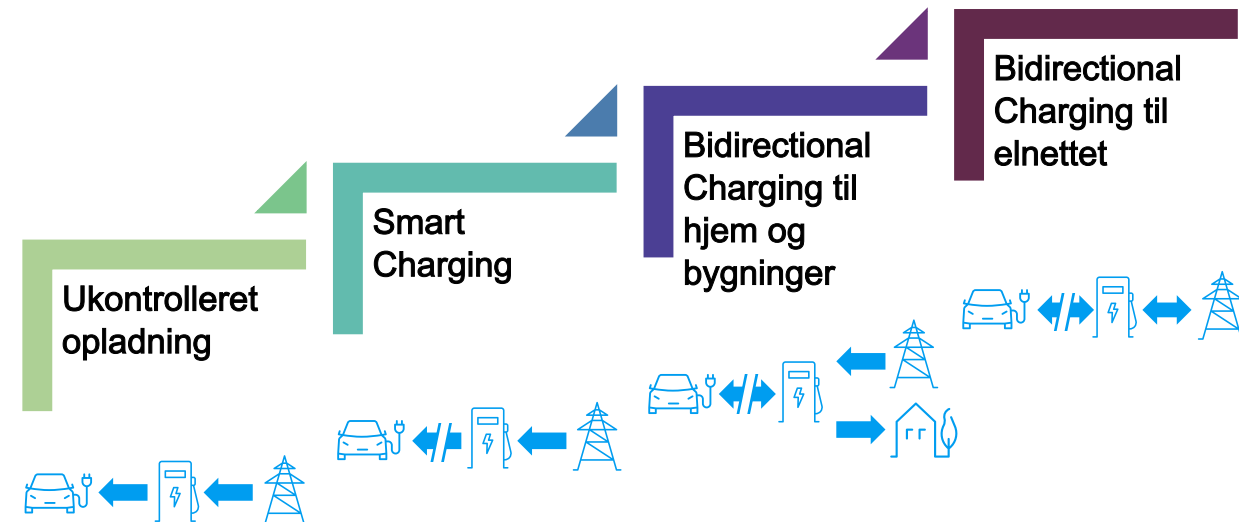
3. Bidirectional Charging til hjem og bygninger (V2H/V2B)

- Bilen kan både oplade og levere strøm tilbage
- Kan understøtte bygninger, solceller og backup-funktioner

4. Bidirectional Charging til elnettet (V2G)

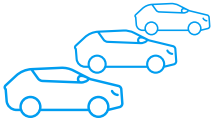
- Bilen bliver en aktiv del af energisystemet
- Kan levere fleksibilitet og systemydelser til nettet

Fire niveauer af kompleksitet



Nøgleanvendelser for Smart Charging og Bidirectional Charging

Jo længere et køretøj holder stille, og jo mere kontrollerbar opladningen er, desto større værdi kan SC og BDC skabe.

Anvendelse		Smart Charging	Bidirectional Charging
Boliger		Lavere elregning og bedre udnyttelse af solceller	Backup-strøm, peak shaving og øget egenudnyttelse af solenergi
Arbejdspladser og bygninger		Undgår effekttoppe og reducerer nettilslutningsomkostninger	Backup til kritiske bygninger og lokal energistyring
Flåder og depoter		Muliggør elektrificering uden store netforstærkninger	Fleksibilitetsindtægter, depotenergistyring og lokale nettenester
Busser og tunge køretøjer		Styring af meget store ladebehov og reduktion af energikostnader	Høj systemværdi pga. store batterier og forudsigelig drift
Offentlig opladning		Begrænset smart charging i destinationsladning	Generelt begrænset værdi pga. korte opholdstider

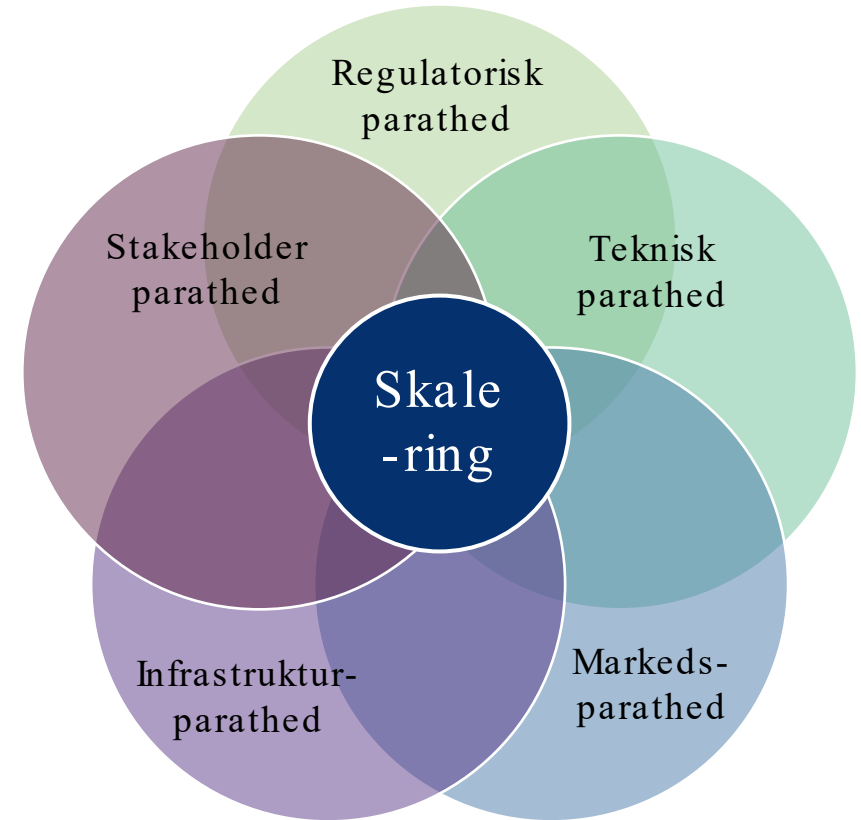
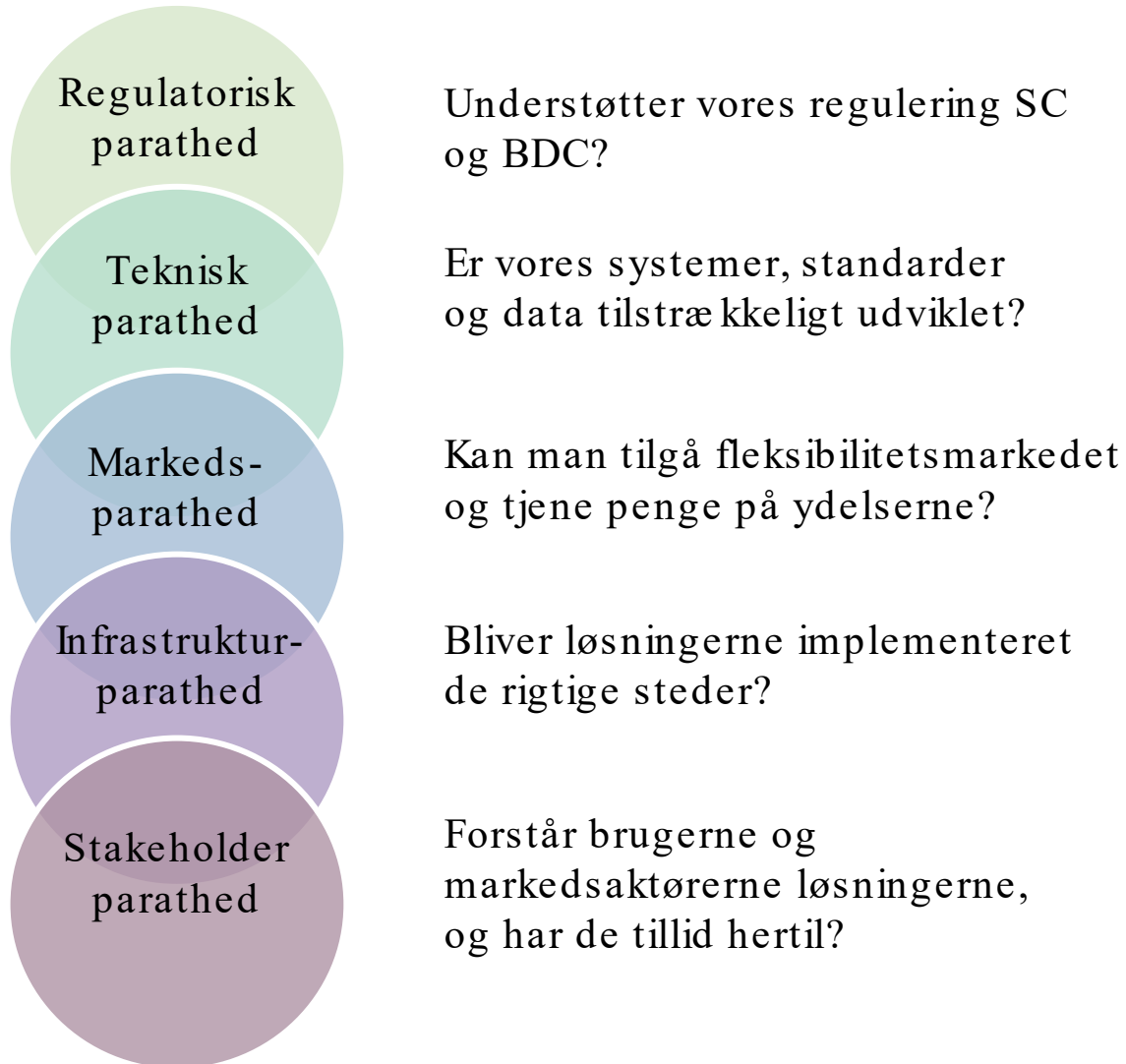
2. Hvad viser studiet?

Teknologien er ikke længere den største barriere

- De fleste centrale SC- og BDC-anvendelser er teknisk dokumenteret
- Barriererne ligger i stigende grad i:
 - Markedsdesign
 - Interoperabilitet
 - Måling og afregning
 - Værdifordeling
 - Implementering
- Fokus bør flyttes fra pilotprojekter til skalering

Studiet konkluderer, at udfordringen i stigende grad handler om implementering fremfor teknisk gennemførlighed.

Skalering kræver mere end teknologi



- *Fem forudsætninger for skalering*
- *Stærke resultater på ét område kompenserer ikke for mangler på et andet.*

Anbefalinger fra studiet

- 5 søjler
- 21 anbefalinger
- 51 implementeringshandlinger

Smart and bidirectional charging

1

Governance
and enabling
frameworks

2

Technical
standards and
interoperability

3

Market design
and flexibility
integration

4

Infrastructure
deployment

5

Stakeholder
engagement
and capacity
building

What: Energy and mobility assets (EVs, chargers, buildings, telecom)

How: Digital and settlement infrastructure protocols (IDs, metering, tariffs, security)

Who: Market and actors (TSO/DSO, aggregators, eMSPs, CPOs, OEMs, fleets/EV owners, regulators, MS authorities)

Why: System objectives (decarbonisation, resilience, security, affordability, fairness)

Hvad kan de enkelte medlemslande gøre?



1. Skab de rette rammer

- Klar regulering
- Ensartede regler
- Langsigtet retning



2. Skab interoperable løsninger

- Standarder
- Dataadgang
- Måling og afregning



3. Gør fleksibilitet værdifuldt

- Markedsadgang
- Færre administrative barrierer
- Bedre fleksibilitetsmarkeder



4. Accelerér implementering

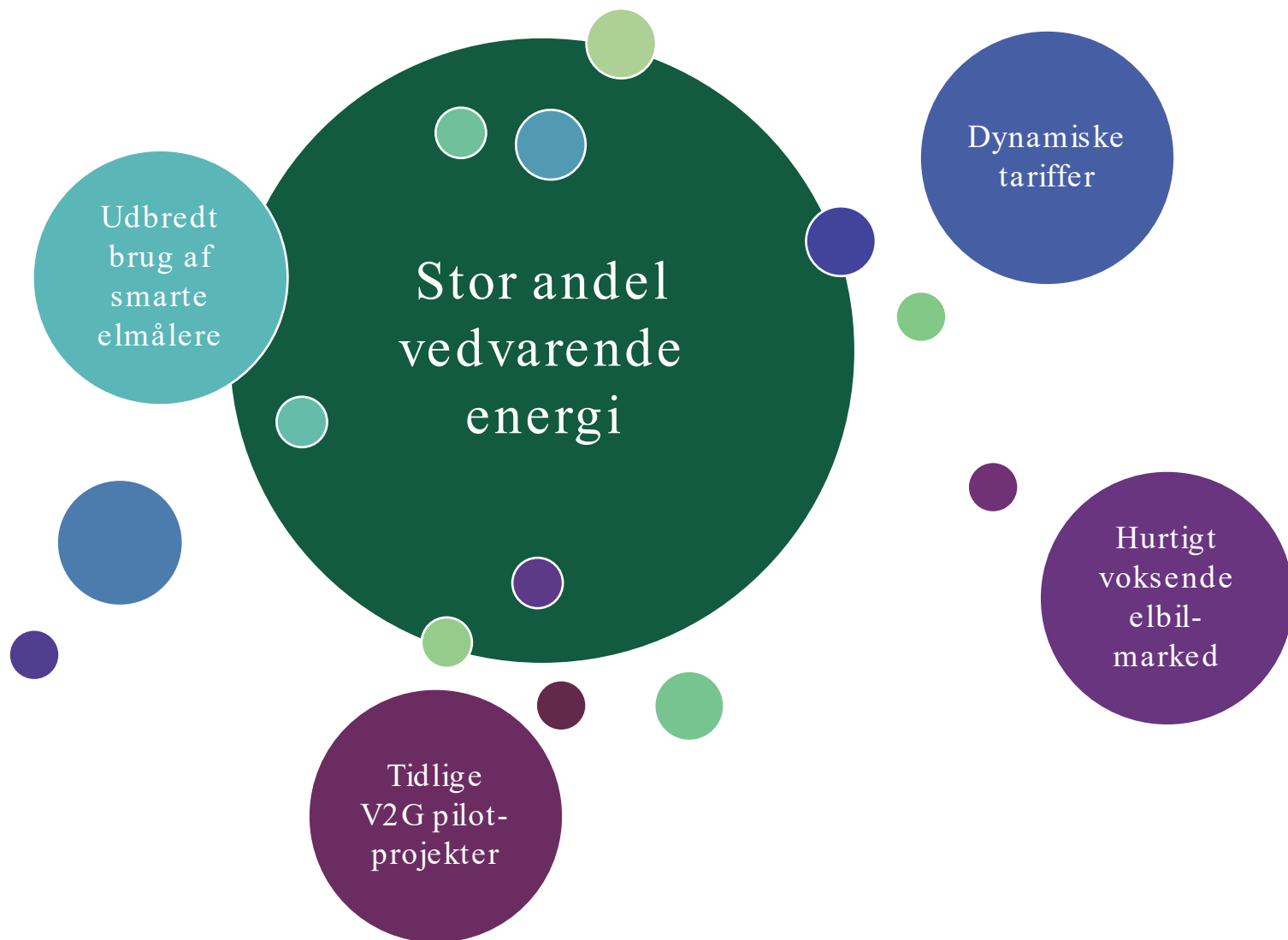
- Fokus på segmenter af høj værdi
- Målrettede støtteordninger
- Praktiske værktøjer og partnerskaber

3. Hvor står Danmark?

Danmark har allerede mange af de nødvendige byggesten

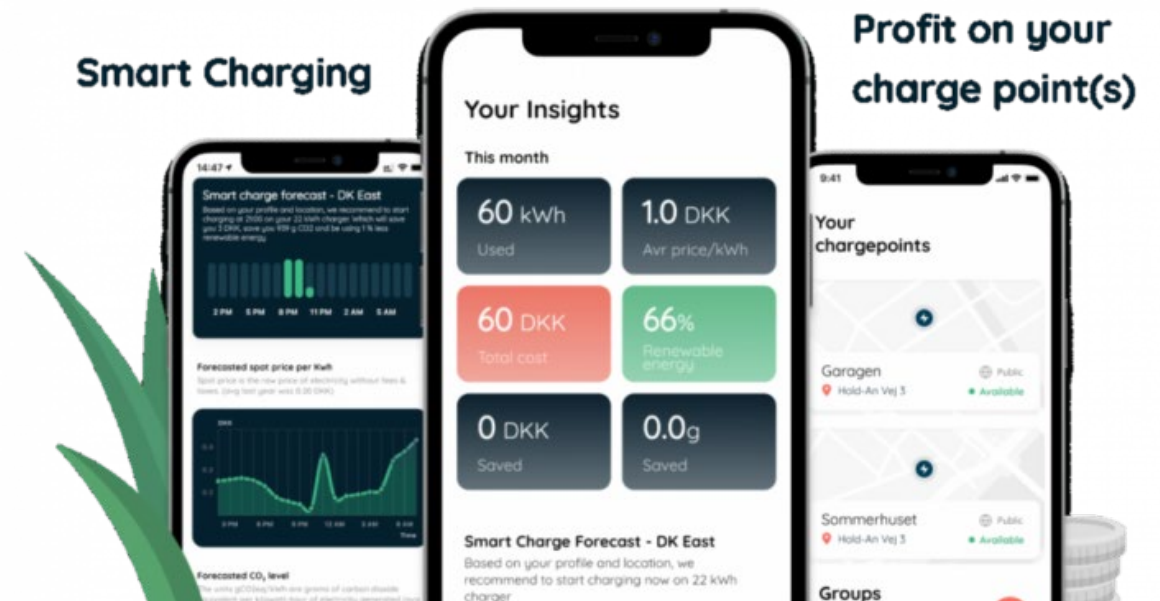
- EU lovgivningen stort set på plads
- 88 % VE i elproduktionen
- Smart meters nationalt udrullet
- Dynamiske elpriser og nettariffer
- Flexibilitetsmarkeder eksisterer allerede
- Et af Europas mest modne elbilmarkeder
- Parker-projektet og tidlige V2G-demonstrationer

➤ *Danmarks udfordring : at koble byggestenene sammen i løsninger, der kan skaleres.*



SC er allerede kommercielt i Danmark

Anvendelse	Værdi
Hjemmeladning	Lavere elregning
Bygninger	Lastbalancering
Flåder og depoter	Undgår netforstærkninger
Fleksibilitetsydelser	Nye indtægtsmuligheder



Monta EV charging app

BDC teknologien virker. Forretningsmodellen er endnu ikke moden.

Danmark har demonstreret V2G, men anvendelsen er stadig begrænset til få cases.

Det har vi allerede set

- Tovejs energiflow kan fungere under danske net- og markedsforhold
- Aggregerede køretøjer kan styres som én fleksibel resource
- V2G kan teknisk levere frekvensregulering og andre systemydelser
- Flåder kan opfylde Energinets tekniske krav, når setuppet er udviklet til formålet



Det mangler fortsat

- Flere V2G kompatible biler og ladere
- Interoperabilitet
- Standardiseret måling og afregning
- Lettere markedsadgang
- Flere dokumenterede business cases



4. Hvad er de næste skridt?

Så... hvad kan Danmark lære af studiet?

Bemærk!

- Studiet er europæisk og udgør ikke et dansk roadmap.
- De følgende slides viser derfor:
 - Hvad Danmark med rimelighed kan handle på allerede nu
 - Hvilke europæiske anbefalinger der er særligt relevante for Danmark

Et dansk roadmap bør fastlægge :

- Prioriterede use cases
- Samfunds- og brugerøkonomisk værdi
- Ansvar mellem myndigheder og markedsaktører
- Behov for regulering, indkøb og markedsudvikling
- En realistisk implementeringsrækkefølge



SC og BDC kræver to forskellige danske strategier

Smart Charging: Skalér bredt

- Hjem, arbejdspladser og fælles ladeanlæg
- Flåder og depoter
- Automatisk opladning efter pris, tarif og netbelastning

Potentielt dansk ambition:

Gør netvenlig opladning til standardindstillingen.

UK-eksempel:
SC er standard-
indstillingen.
Bilen oplader, når det er
bedst for elnettet og ofte
billigst for brugeren.

Bidirectional Charging: Udvikl selektivt

- Busdepoter
- Erhvervsflåder
- Logistikcentre
- Større bygninger med solceller og høje effekttoppe

Potentiel dansk ambition:

Brug BDC dér, hvor flere værdistrømme kan kombineres.

Hvad kan Danmark gøre allerede nu?

1. Gør netvenlig opladning til standard

- Standardindstilling frem for aktivt tilvalg
- Styring efter pris, nettarif og lokal kapacitet
- Krav om brugerens mulighed for overstyring

2. Skab de første reproducerbare BDC - markeder

- Brug offentlige flåder, busser og depoter som first movers
- Stil funktionskrav til interoperabilitet og BDC-readiness
- Dokumentér totaløkonomi, batteripåvirkning og systemværdi

3. Fjern friktion på tværs af projekter

- Fælles modeller for måling og afregning
- Enklere adgang for aggregerede køretøjer til fleksibilitetsmarkeder
- Genbrugelige data-, kontrakt- og ansvarsmodeller

- Danmark har ikke brug for flere pilotprojekter.
- Vi har brug for modeller, der kan gentages, finansieres og skaleres.



Ikke baseret
på et dansk
roadmap



Danmark kan gå forrest, men værdikæden er europæisk

Danmark kan

- ✓ Gøre SC til standard
- ✓ Skabe de første reproducerbare BDC-markeder
- ✓ Forenkle nationale processer
- ✓ Bruge offentlige indkøb til at skabe efterspørgsel

EU og industrien skal

- ✓ Leverer kompatible biler og ladere
- ✓ Sikre standardisering og certificering
- ✓ Harmonisere data- og markedsrammer
- ✓ Gøre BDC til et skalerbart produkt frem for et specialprojekt

Danmark kan skabe de
første markeder.

Europa skal skabe det
fælles marked.

Bright
ideas.
Sustainable
change.

RAMBOLL