

## Elbiler og smart grid – perspektiverne for grøn vækst og beskæftigelse

Rapport udarbejdet for Dansk Elbil Alliance



# Indholdsfortegnelse

1.	<b>Sammenfatning og hovedresultater</b>	<b>3</b>
2.	<b>Styrkepositioner og de nye vækstområder</b>	<b>9</b>
3.	<b>Perspektiver for beskæftigelsen og samfundsøkonomien</b>	<b>24</b>
4.	<b>Politiske handlemuligheder</b>	<b>32</b>

## Om Deloitte – fra ide til virkelighed

Business Consulting fokuserer på udvikling og effektivisering af kundernes organisation, kerneprocesser, økonomistyring og it for at bidrage til realisering af kundernes strategiske målsætninger. Vi kender den offentlige og den private sektor til bunds og kombinerer vores faglige kompetencer med evnen til at lede, styre og gennemføre projekter i komplekse miljøer. Det kan være som rådgivere eller som ansvarlige for processer fra idestadie til implementering.

Deloitte er Danmarks største revisions- og rådgivningsfirma. Vi tilbyder en bred vifte af ydelser og kombinerer konsulentrollen i Business Consulting med Deloittes kompetencer inden for revision, skat og finansiering. Det giver vores kunder en unik mulighed for at få integrerede løsninger, der er skræddersyet til de enkelte opgaver.

Vi er en del af den globale virksomhed Deloitte Touche Tohmatsu Limited. Vi udvikler og deler viden på tværs af kontorer i mange lande. Inspirationen fra udlandet kombineret med systematisk metodeudvikling på tværs af landegrænser sikrer, at vores løsninger altid tager udgangspunkt i den seneste viden. Det er forudsætningen for, at vi i dag og i fremtiden kan være en attraktiv og værdiskabende rådgiver.

## Kontakt

Spørgsmål til denne rapport  
indhold kan stiles til:

Steen Daugaard  
Telefon 36 10 20 56  
[sdaugaard@deloitte.dk](mailto:sdaugaard@deloitte.dk)

Deloitte Business Consulting A/S  
Telefon 36 10 20 30  
E-mail: [businessconsulting@deloitte.dk](mailto:businessconsulting@deloitte.dk)  
[www.deloitte.dk](http://www.deloitte.dk)

**Besøgsadresse**  
Weidekampsgade 6  
2300 København S

**Postadresse**  
Deloitte Business Consulting A/S  
Postboks 1600  
0900 København C

# 1. Sammenfatning og hovedresultater

## 1.1. Baggrund

Bilindustrien er en af de største og mest globale industrier, der findes – afhængigt af den konkrete afgrænsning måske den største. Industrier som mobiltelefoni og vindmøller er i sammenligning ganske små. Markedsværdien (ekskl. skatter og afgifter) af den europæiske bilproduktion udgør cirka 2.000 mia. kroner, og globalt udgør produktionen et godt stykke over 5.000 mia. kroner. Til sammenligning er Danmarks samlede bruttoværditilvækst cirka 1.800 mia. kroner.

I forhold til klimamålsætningerne er transportsektoren ét af de væsentligste uløste områder. Sektoren er i dag stort set baseret på fossile brændstoffer, og CO<sub>2</sub>-udledningen er stigende. En omstilling til nye teknologier i transportsektoren er således nødvendig, hvis politiske målsætninger om reduktioner i udledningen af drivhusgasser skal nås – og her spiller elbiler en helt afgørende rolle.

Det Internationale Energi Agentur (IEA) forventer en kraftig vækst i salget af elbiler og plug-in hybridbiler over de kommende årtier, jf. figuren nedenfor.<sup>1</sup>

**IEA BLUE map scenarie for globalt salg af plug-in hybridbiler og elbiler, 2010-2050. Årligt salg, millioner biler.**



**Note:** IEA BLUE map scenarie bygger på en antagelse om en reduktion i udledningen af drivhusgasser frem til 2050 på 50 procent.

<sup>1</sup> I rapporten benyttes betegnelsen elbiler generelt til at betegne såvel rene elbiler som plug-in hybridbiler. I visse tilfælde omtales plug-in hybridbiler eksplicit, når der specifikt henvises til disse.

I 2025 indebærer IEA's fremskrivning således en global markedsandel på cirka 20 procent, stigende til over 50 procent på længere sigt. I kraft af det globale bilmarkeds enorme størrelse rummer disse forventninger et betydeligt erhvervs- og beskæftigelsespotentiale for danske virksomheder.

Også i energisektoren kan der forventes omfattende strukturændringer – både på forsyningsiden og i form af udbygning af såkaldte smart grids – det vil sige intelligente elnet, hvor det ikke kun er produktionen, der tilpasser sig efterspørgslen, men også omvendt. Denne udvikling vil ligeledes medføre behov for udvikling af nye produkter og services og rummer et stort vækst- og beskæftigelsespotentiale for Danmark.

Formålet med denne rapport er at sætte fokus på det (erhvervs)økonomiske og beskæftigelsesmæssige potentiale for Danmark ved øget udbredelse af elbiler og smart grid.

Der er i de senere år sket en markant intensivering og modning af både de udviklingsmæssige og kommercielle aktiviteter på elbilområdet. De fleste store bilproducenter lancerer i disse år nye serieproducerede elbiler, og plug-in hybridbiler forventes introduceret i løbet af kort tid.

I Danmark har ChoosEV og Better Place markedsintroduceret sammenhængende konceptløsninger og påbegyndt etableringen af en infrastruktur. Antallet af indregistrerede elbiler er også begyndt at stige, omend niveauet endnu er meget lavt.

Det er usikkert, hvornår og med hvilken styrke elbiler vil få et kommercielt gennembrud i Danmark og internationalt – men der er overvejende konsensus om, at vi i hvert fald på længere sigt vil opleve en fundamental forandring af bilindustrien i retning af disse teknologier. Rapporten tager ikke stilling til indfasningshastigheden af kommercielt bæredygtige løsninger for elbiler, men tager afsæt i fremskrivningsscenarier fra blandt andet IEA for penetrationen frem til 2050, jf. ovenfor.

Der er en betydelig – og i høj grad konkurrencepræget – forsknings- og udviklingsaktivitet både inden for smart grid og mere energieffektive bilteknologier – fx batteriteknologi, ladeteknologi, brændselsceller, effektelektronik, sikkerheds-løsninger og meget andet. Rapporten tager ikke stilling til, hvilke konkrete løsninger og produkter der har størst chance for at blive kommercielt succesfulde i Danmark og internationalt, men tager i stedet det pragmatiske afsæt, at jo længere fremme danske virksomheder bredt er placeret, jo bedre er chancen for at være med på vinderholdene.

## 1.2. Hovedkonklusioner

I det følgende opsummeres rapportens hovedkonklusioner.

### Grundlæggende strukturforandringer på vej både i bilindustrien og i elforsyningen

Både bilindustrien og elsektoren står over for omfattende strukturforandringsprocesser i de kommende år(tier).

I elforsyningen vil der både i Danmark og internationalt ske en omlægning i retning af mere vedvarende energi, herunder ikke mindst vindenergi. Den øgede andel af vedvarende energi og den gradvise udfasning/reduktion af termiske kraftværker vil betyde, at der vil komme større udsving i produktionen, og at udfordringerne i forhold til at balancere elnettet vil blive markant større.

Selvom lanceringen af en række nye elbiler vidner om, at bilindustrien nu for alvor synes at være på vej ind i elbilmarkedet, rummer elbilerne samtidig en række udfordringer for de store bilproducenter.

- Teknologisk ligger udfordringen i, at det er selve kernen i bilproducenternes produkt – forbrændingsmotoren – der forsvinder, og at det er nye områder som for eksempel batteriteknologi og elmotorer, der får større betydning i stedet. Det er områder, hvor bilindustrien ikke på samme måde er førende kompetencemæssigt.
- Forretningsmæssigt ligger udfordringen i, at den nuværende bilproduktion hverken økonomisk eller teknologisk er forældet og repræsenterer en enorm indtjeningskilde. For den etablerede bilindustri er det således en vanskelig balance på den ene side at (skulle) satse på et fremtidigt vækstmarked og på den anden side opretholde konkurrenceevne og markedsposition på det traditionelle marked.

Disse forhold øger sandsynligheden for, at udviklingen af teknologi og løsninger til fremtidens elbiler i høj grad vil blive drevet af underleverandører, og at der vil være både plads til og behov for nye aktører.

## Danmark har væsentlige styrkepositioner

Danmark har etableret en række styrkepositioner inden for både smart grid og elbiler, der betyder, at der er et godt udgangspunkt for at udnytte de erhvervs- og beskæftigelsesmæssige muligheder.

I forhold til smart grid har Danmark således et forspring i kraft af den relativt høje andel af vindenergi og decentral kraftvarme på forsynings siden. Der er således allerede – i modsætning til andre lande – etableret, hvad der kan kaldes en smart grid-generation 1.

Forsknings- og udviklingsmæssigt ligger Danmark ligeledes i front. Energisektoren er selv en proaktiv drivkraft (fx i forhold til udbredelse af intelligente elmålere), og en række af de største internationale koncerner har placeret udviklingsressourcer i Danmark netop med henvisning til vores førerposition.

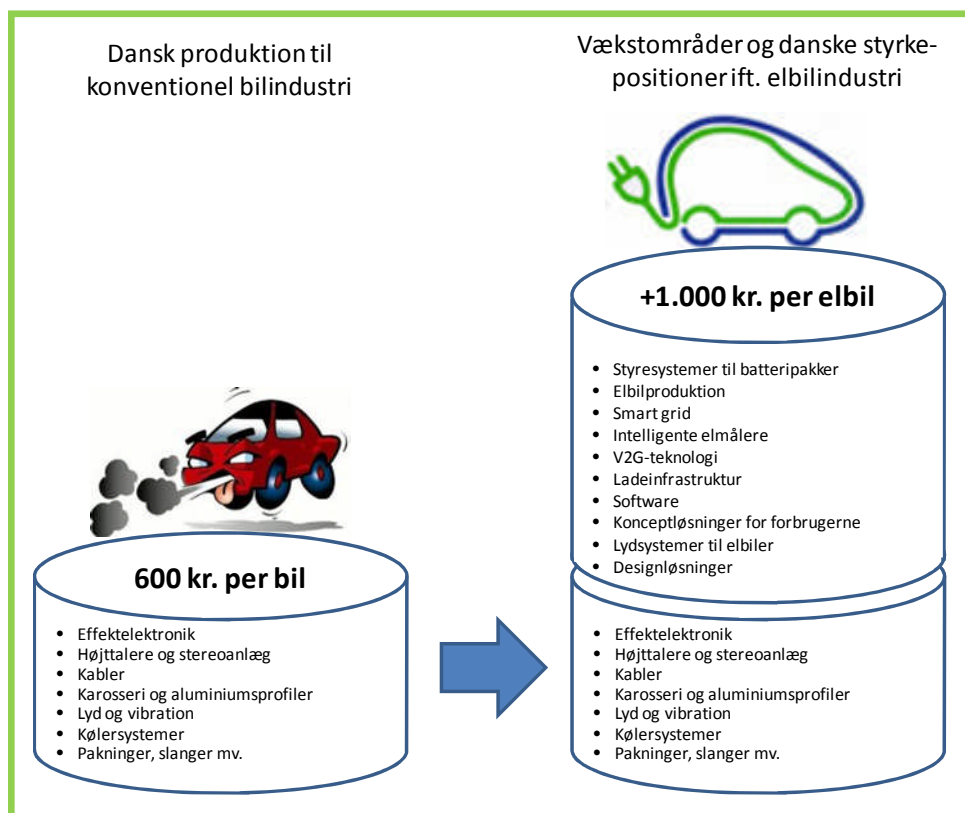
Også i forhold til markedsopbygning og -afprøvning er Danmark langt fremme. Elbiloperatørerne ChoosEV's og Better Places integrerede og full service-konceptløsninger er eksempler på dette. Et andet eksempel er et forestående projekt, hvor en amerikansk virksomhed har valgt Danmark som demonstrationsland for afprøvning af såkaldt V2G-teknologi, hvor der er mulighed for at føre strøm tilbage fra elbilernes batterier til elnettet.

I forhold til produktion af elbiler, komponenter og udstyr viser analysen, at danske virksomheder har etableret styrkepositioner inden for områder som for eksempel frekvensomformere, styring af batteripakker samt lyd og sikkerhed m.v.

Disse styrkepositioner bygger oven på, at en række danske virksomheder i forvejen er veletablerede som underleverandører til bilindustrien. Den samlede produktion til bilindustrien udgør således cirka 9 mia. kroner og "den danske bilindustri" beskæftiger 8-9.000 personer. Der er overvejende tale om produkter, der også fremadrettet har et stort potentiale, fx højtalere, kabler og karosseri m.v. Den etablerede industri udgør et godt fundament for fremtidig vækst på nye produktområder. Og de nævnte styrkepositioner på elbilområdet supplerer snarere end erstatter den eksisterende industri.

Den nuværende danske produktion til bilindustrien svarer til leverancer på 600 kroner per bil, der produceres i Europa. Det er Deloitte's vurdering, at en yderli-

gere produktion svarende til 1.000 kroner per elbil er en realistisk ambition, jf. figuren nedenfor.



I rapporten udfoldes Danmarks styrkepositioner inden for elbiler og smart grid via præsentation af en række produkt- og virksomhedscases.

## 20.000 nye job

Der er ikke tvivl om, at omlægningen af elsystemet til smart grid og den forventede gradvise omstilling af bilproduktionen på verdensplan til elbiler rummer et betydeligt potentiale for dansk økonomi i form af eksportmuligheder og beskæftigelse.

Men samtidig er det naturligvis forbundet med betydelig usikkerhed at vurdere den præcise størrelse af potentialet såvel som tidsperspektivet og (policy)forudsætningerne for dets realisering.

Baseret på en række forudsætninger, der beskrives i rapportens kapitel 3, er det Deloitte's vurdering, at elbiler og smart grid kan rumme et beskæftigelsespotentiale på mellemlang sigt (2020-2025) på cirka 10.000 fuldtidspersoner og på lang sigt (2030-2040) på cirka 20.000 fuldtidspersoner. Det er sandsynligt, at mange af de nye job, der vil kunne skabes, er inden for videnintensive områder.

Til sammenligning kan det anføres, at den samlede beskæftigelse i vindmølleindustrien i dag udgør cirka 25.000 personer i Danmark, inkl. beskæftigelse hos underleverandører.

Ud over disse mere langsigtede beskæftigelseseffekter vil der også være en mere umiddelbar og kortsigtet beskæftigelseseffekt i bygge- og anlægsgangene m.v. i forbindelse med udbygning af infrastruktur i såvel det offentlige rum som på private forbrugeres bopæl.

Der er således tale om et betydeligt beskæftigelsespotentiale. Det er Deloitte's vurdering, at ovennævnte tal angiver en plausibel størrelsesorden for beskæftigelsespotentialet, og at dette i praksis vil kunne være både større og lavere.

## Forudsætninger for realisering af potentialet

En realisering af beskæftigelsespotentialet vil ikke ske af sig selv. Det er væsentligt at være opmærksom på, at produktionsomkostningerne til elbiler endnu i en årrække vil være højere end for traditionelle biler. I den forstand er situationen parallel til produktion af el med vindkraft – ligesom for vindmølleindustrien er det derfor i forhold til elbiler en forudsætning, at der etableres eller fastholdes favorable rammebetingelser.

Selvom Danmark aktuelt har et forspring, er dette ikke nødvendigvis robust. For det første er markedet for både elbiler og smart grid endnu helt ubetydeligt. Det betyder, at selvom der er lagt et fundament, så er "cementen endnu våd", og andre lande kan forholdsvis let nå at placere sig stærkere. Regeringerne i en række lande har iværksat incitamentsprogrammer, som i volumen og gunstighed er meget betydelige. Det gælder ikke mindst Kina, USA, Norge og Tyskland.

Danmark har valgt at basere en betydelig – og i fremtiden stigende – del af sit energiforbrug på vindenergi. Vindenergien indebærer en varierende energiproduktion, der giver en række udfordringer i forhold til lagring af energien og gensidig tilpasning af energiforbrug og -produktion. Elbiler og smart grid rummer et stort potentiale i forhold til den fremtidige håndtering af disse udfordringer.

Rapporten indeholder en drøftelse af de rammebetingelser og forudsætninger, der kan forventes at have betydning for mulighederne for at realisere det økonomiske og beskæftigelsesmæssige potentiale samt de politiske handlemuligheder, der kan være fremmede i forhold hertil. Deloitte's overordnede vurdering kan sammenfattes i tre punkter:

- **Foregangsland**

Det er en afgørende forudsætning, at Danmark aktivt søger at indtage en placering som foregangsland i forhold til udbredelse af elbiler. Udbygningen af et betydende hjemmemarked for elbiler vil danne grundlag for, at Danmark kan indtage en væsentlig position som testmarked og demonstrationsland for en sammenhængende markedsopbygning. Det vil kunne stimulere udviklings- og investeringsaktiviteter i allerede etablerede virksomheder og opstart af nye virksomheder – både inden for produktion af (komponenter til) elbiler samt infrastrukturinvesteringer og services relateret til smart grid, herunder it og datakommunikation til styring af fleksibelt elforbrug. For at blive et testmarked er det nødvendigt at opbygge infrastruktur og sikre høj penetration af elbiler i markedet.

- **Bilbeskatning**

Produktionsomkostningerne til elbiler er på nuværende tidspunkt væsentlig højere end for tilsvarende traditionelle biler, og registreringsafgiften forstærker som udgangspunkt den merpris, som forbrugerne skal betale. Der vil være behov for, at den samlede bilbeskatning fremadrettet indrettes på en måde, så den ikke er til ugunst for nye teknologier. Den nuværende afgiftsfritagelse for elbiler frem til 2015 er således for eksempel ikke i sig selv tilstrækkeligt til at skabe incitament til investering i infrastruktur, og *hvis* der ønskes etableret rammebetingelser, hvor elbiler er konkurrencedygtige, er en reform af strukturen i bilbeskatningen – der ikke beskatter nye teknologier relativt hårdt, men tværtimod præmierer en lavere miljøbelastning – derfor en forudsætning. Der skal også tænkes i en overgangsløsning for plug-in hybridbiler, ikke mindst for den del af bilen, der svarer til en elbil.

- **Sammenhængende national strategi**

Det vil være væsentligt for realiseringsmulighederne, at der udarbejdes en samlet langsigtet national strategi for smart grid og elbiler. Som grundlag for en sådan strategi bør der foretages et 360°-review af de forhold, der har betydning for rammebetingelserne – regulering, beskatning, forsknings- og uddannelsesmiljøer, den offentlige sektors rolle og muligheder som forbruger, tilstedeværelse af kvalificeret arbejdskraft, innovations- og iværksætterprogrammer m.v. – med henblik på at identificere barrierer og handlemuligheder. Mulighederne for at realisere det skitserede potentiale beror således på, at de mange forskellige aktører, der er involveret, har incitamenter til at trække i samme retning, og at der ikke i lovgivning og regulering er barrierer, der forhindrer dette. Det er Deloittes vurdering, at der særligt i forhold til finansiering af infrastrukturinvesteringer er en række forhold i den nuværende regulering af energiselskaberne, der bør analyseres og vurderes nærmere.

## 1.3. Analysens rammer

Nærværende analyse er gennemført af Deloitte for Dansk Elbil Alliance i perioden maj til august 2011.

Analysens formål er afgrænset til at præsentere en række af de styrkepositioner, som danskbaserede virksomheder og udviklingsmiljøer har etableret i forhold til elbiler og smart grid og at skitsere de mulige beskæftigelsesmæssige effekter, der kan være forbundet hermed.

Rapporten bygger blandt andet på interview med en række markedsaktører. Der er således gennemført knap 15 dybdeinterview omfattende energiselskaber, forskningsmiljøer, etablerede virksomheder og innovations- og erhvervsvirksomheder.

Herudover bygger rapporten på en forholdsvis omfattende gennemgang af nyere litteratur omfattende analyser og fremskrivningsscenarier for elbiler og smart grid.

Det har ligget uden for rammerne af analysen at foretage teknologivurderinger eller dybdeanalyser af markedstendenser, støtteprogrammer og regulering m.v. i en sammenlignende international kontekst.

Som grundlag for vurderingerne af det økonomiske og beskæftigelsesmæssige potentiale trækker analysen på gennemsnitlige erfaringstal fra nationalregnskab og den samfundsøkonomiske model ADAM for sammenhænge mellem produktion og beskæftigelse. Fokus har dog alene været på de direkte bruttobeskæftigelseseffekter, og der er ikke foretaget en detaljeret modellering og kvantificering af de afledte effekter for de finansielle sektorbalancer eller forbrugs- og produktionssammensætningen i øvrigt.

Det er samlet set Deloittes vurdering, at rapporten giver et realistisk og dækkende indtryk af de erhvervs- og beskæftigelsesmæssige muligheder, som elbiler og smart grid rummer for Danmark. Ligeledes giver analysen efter Deloittes opfattelse et robust grundlag for den overordnede vurdering, som rapporten rummer, af de forudsætninger, der er afgørende for realiseringen af potentialet. Det er dog omvendt utvivlsomt, at de analyser og vurderinger, der præsenteres i rapporten ville kunne udbygges og nuanceres i en mere omfattende analyse – jf. også vores anbefaling om gennemførelse af et 360°-review som grundlag for udarbejdelse af en sammenhængende national strategi.

## 2. Styrkepositioner og de nye vækstområder

### 2.1. Indledning

Både energisektoren og bilindustrien står som allerede nævnt over for en gennemgribende strukturel omstillingsproces i de kommende år(tier) delvis initieret af politiske krav og regulering. Hvorledes og hvor hurtigt processen vil forløbe, samt hvilke teknologier og virksomheder der bliver de vindende er særdeles usikkert. Der er dog nogle grundlæggende drivkræfter, der med rimelig sikkerhed vil få dominerende betydning, herunder:

1. Kravene til reduceret CO<sub>2</sub>-udledning i transportsektoren vil understøtte en udvikling i retning af elbiler og tilhørende infrastruktur.
2. Der vil blive behov for at etablere og udbygge et intelligent elsystem, i takt med at omstillingen til nye energikilder i forsyningssektoren øger udfordringen med at balancere udbud og efterspørgsel efter el, herunder at denne balancering skal kunne ske så omkostningseffektivt som muligt.
3. Kombinationen af flere elbiler og et intelligent elsystem betyder, at bilindustrien og energisektoren vil blive langt tættere integreret i fremtiden. Dels fordi elbiler så at sige er "batterier på hjul", der kan indgå som regulerkraft, dels fordi der vil blive behov for at kunne styre elbilernes træk på elnettet, det vil sige forbrugernes lademønstre.

Hvert af disse tre områder repræsenterer fremtidige vækstmarkeder både i Danmark og internationalt. Der kan forventes at skulle ske en omfattende teknologiudvikling samt udvikling, test og markeds lancering af nye produkter og services.

I dette kapitel præsenteres en række cases og områder, hvor der vil være behov for udvikling af nye produkter eller services. Eksemplerne baserer sig blandt andet på interview med en bred kreds af markedsaktører, der er aktive i Danmark. Der er ikke tale om en udtømmende liste – alene af den grund, at mange af de behov, der vil opstå, ikke kan forudses i dag, ligesom mange af de produkter, services og virksomheder, der vil blive succesfulde, måske slet ikke eksisterer endnu. Alligevel illustrerer eksemplerne bredden i de erhvervs mæssige potentialer, der er forbundet med elbiler, ladeinfrastruktur, smart grid og samspillet mellem disse. Det er som allerede nævnt Deloitte's vurdering, at der er betydelige vækstmuligheder inden for de områder, som eksemplerne



repræsenterer, og at et langsigtet beskæftigelsespotentiale på 20.000 personer er realistisk.

Mulighederne for at etablere Danmark som foregangsland styrkes yderligere af faktorer som for eksempel, at der geografisk er korte afstande og relativt stor befolkningstæthed, at der i befolkningen er en positiv grundholdning til grøn energi, og at en relativt stor andel af befolkningen bor sådan, at det er forholdsvis enkelt at installere udstyr til hjemmeladning.

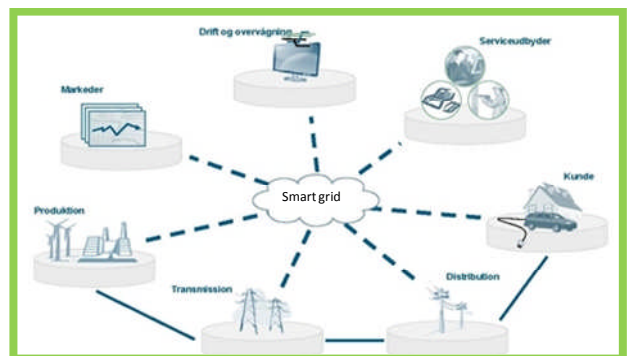
Figuren nedenfor viser en oversigt over de lovende teknologier, der præsenteres gennem cases i de efterfølgende afsnit.



## 2.2. Smart grid

Smart grid er en samlet betegnelse for elsystem, hvor de centrale aktører – forsynings- og distributionsselskaber samt forbrugere – kan kommunikere med hinanden, og hvor balanceringen af udbud og efterspørgsel ikke (som i dag) kun sker via udbudssiden, men også via intelligent styring/påvirkning af efterspørgslen, blandt andet via prissignaler i forbrugerledet.

Elforsyningssektoren og elmarkedet er i dag underlagt en omfattende offentlig regulering ikke mindst af prisdannelsen. Det reguleringsmæssige setup er endvidere kendetegnet ved en skarp adskillelse af de roller, som henholdsvis Energinet.dk (forsyningsansvaret), forsyningselskaberne og distributionselskaberne har. Desuden er der ingen eller meget begrænset kommunikation, forstået som markedssignaler, mellem de forskellige aktører



indbyrdes og i forhold til forbrugerne.

Etableringen af et egentligt intelligent elsystem vil indebære markante ændringer i den måde, elmarkedet fungerer på. De forventede strukturændringer på forsyningsiden vil være en væsentlig drivkraft i den udvikling, fordi udfordringerne med at balancere udbud og efterspørgsel efter el vil blive forstærket markant. Hvis denne udfordring skal kunne løses intelligent, er det en forudsætning, at der etableres datakommunikationsløsninger mellem produktions- og distributionsledet.

På efterspørgselssiden knytter mulighederne for øget fleksibilitet i forbruget sig primært til elbiler, varmepumper og en stærkere integration med elnettet i andre europæiske lande, fx Storbritannien.

For forsynings- og distributionsselskaberne er der store økonomiske perspektiver i at kunne flytte last fra tidspunkter med høj belastning til perioder på døgnet med lav(ere) belastning. Alternativet til intelligent respons vil i vid udstrækning vil være kapacitetsforstærkninger af elnettet, der i sidste ende skal bæres af forbrugerne.

Ser man isoleret på elbiler, indebærer disse både en forøgelse af den samlede efterspørgsel (det vil sige alt andet lige en øget belastning af nettet) og en mulighed for at flytte efterspørgslen ved at anvende batterikapaciteten som et fleksibelt lager.

Det kan overslagsmæssigt skønnes, at en andel af elbiler i den samlede bilpark på 20 procent vil øge det samlede elforbrug med i størrelsesordenen fem procent. Blandt de respondenter, som Deloitte har interviewet i forbindelse med analysen, er forventningen, at en sådan (eller større) stigning i efterspørgslen vil kunne håndteres med den nuværende kapacitet, såfremt der etableres løsninger til intelligent styring. Men hvis dette omvendt ikke sker, vil resultatet være en øget belastning af nettet med deraf følgende behov for en markant forstærkning af især distributionsnettet. En forøgelse af spidsbelastningen med 50 procent eller mere er ikke usandsynligt.

I de følgende afsnit præsenteres en række af de væsentlige elementer i fremtidens smart grid. Det er forventningen, at behovet for etablering af konkrete løsninger vil materialisere sig allerede inden for en tidshorisont på 3-5 år. Der er derfor behov for, at både de markeds-mæssige, teknologiske og regulerings-mæssige forudsætninger afklares inden for en relativt kort tidshorisont.

### 2.2.1. Intelligente elmålere

Ét af kerneelementerne i smart grid er samspillet mellem forbrugernes adfærd og elsystemets kapacitet og belastning. Denne interaktion kan være mere eller mindre udbygget og raffineret – på kortere sigt kan den være baseret på begrænset og relativt simpel funktionalitet, mens man i senere generationer kan forvente mere avancerede løsninger, fx V2G, jf. næste afsnit. Fælles er imidlertid, at det er en forudsætning, at der sker en udskiftning af gammeldags elmålere med nye målere, hvor der er mulighed for fjernaflæsning og timemåling, og som har indbygget "intelligens" – eller er forberedt her til.

Der er både i Danmark og mange steder internationalt igangsat en sådan opgradering af elmålere. Danske virksomheder – især



Kamstrup – er blandt de førende producenter globalt med en omsætning i milliardklassen og forventninger om kraftig vækst i de kommende år.

Hertil kommer, at andre førende virksomheder som ABB og Siemens er solidt etableret med en bred vifte af aktiviteter i Danmark.

En af udfordringerne i forhold til den videre udrulning af intelligente elmålere ligger i den nuværende regulering. Nye målere anses således efter den eksisterende regulering ikke som såkaldt *nødvendig nyinvestering*, og distributionselskaberne kan derfor ikke indregne omkostningerne til målerudskiftning i tariffene. Det svækker incitamenterne til at foretage de nødvendige investeringer.

### 2.2.2. V2G

Kernen i V2G-teknologi (Vehicle to Grid-teknologi) er, at elbiler kommunikerer med elnettet med henblik på at kunne fungere som et energilager, der kan føre strøm tilbage til nettet.

Den amerikanske virksomhed Nuvve har udviklet en teknologi, der gør det muligt at aggregere batterikapaciteten i en flåde af elbiler til et virtuelt lagringsnetværk. De biler, der er koblet til netværket kommunikerer med en server, der fungerer som en "mægler" mellem elsystemet og bilerne. Systemoperatøren



kan behandle hver bil i flåden som en "smart load"-enhed, der kan lade hurtigere eller langsommere eller levere strøm tilbage til nettet i henhold til regler, der er aftalt med bilejeren eller efter dennes diskretionære godkendelse.

Perspektivet for energisektoren er, at flåden af elbiler kan bidrage til at balancere elsystemet og mindske omkostningerne til regulerkraft – disse udgør i Danmark cirka 1 mia. kroner i dag (med en forventet fordobling frem mod 2020) og er på verdensplan estimeret til 30-40 mia. kroner med en forventet kraftig stigning i fremtiden.

Perspektivet for energisektoren er, at flåden af elbiler kan bidrage til at balancere elsystemet og mindske omkostningerne til regulerkraft – disse udgør i Danmark cirka 1 mia. kroner i dag (med en forventet fordobling frem mod 2020) og er på verdensplan estimeret til 30-40 mia. kroner med en forventet kraftig stigning i fremtiden.

For forbrugerne (bilejerne) er perspektivet, at V2G kan generere en vis indtægt fra salg af strøm til nettet og derigennem bidrage til at reducere bilens livscyklusomkostninger.

Der er næppe tvivl om, at det ligger en del år ude i fremtiden, før V2G realistisk set kan forventes at få et stort volumen. Omvendt er der heller ikke tvivl om, at grundprincippet i V2G er interessant for både energisektoren og bilejerne, og at det på længere sigt kan indeholde et betydeligt markedspotentiale for V2G-teknologi. Der er dog en række forhold, der vil skulle afklares i den videre proces, herunder spørgsmål, om V2G er foreneligt med garanti fra bil-/batteriproducenter for batteriernes holdbarhed.

Nuvve har netop etableret sig her i landet med henblik på, at Danmark skal være testmarked for teknologien. Under forudsætning af, at finansieringen falder på plads, er det planen i første omgang at starte et forsøgsprojekt med 30 biler i efteråret 2011. At Danmark er valgt som testmarked skyldes ifølge virksomheden især vores forspring inden for smart grid og den store andel af vedvarende energi på forsyningsiden. Desuden er det danske elnet tæt forbundet med resten af Europa, og forventningen er, at Danmark kan være brohoved for videre ekspansion i andre europæiske lande. Projektets danske samarbejdspartnere

håber således, at Danmark vil kunne placere sig som et regionalt kompetencecenter, og at der på sigt vil kunne etableres et betydeligt antal arbejdspladser.

### 2.2.3. Ladeinfrastruktur

Etablering af den nødvendige ladeinfrastruktur vil være en central forudsætning for en markant udbredelse af elbiler. Selvom langt den største del af ladningen vil ske i hjemmet eller på arbejdspladsen, vil der også være behov for at etablere ladeinfrastruktur i det offentlige rum. Det vil især være vigtigt, for at elbiler kan få udbredelse ud over nichemarkeder og som familiers bil nummer 2.

Der er en række snitflader til spørgsmålet om intelligent styring af elsystemet, der har betydelig erhvervs-mæssig interesse for udbydere af ladeinfrastruktur – det samme gælder med hensyn til opbygning af erfaringer med forbrugeradfærd og -præferencer i forhold til ladning.

Blandt andet vores forspring på smart grid-området og forventninger om, at Danmark vil være et af de lande/områder, hvor elbiler hurtigst får fodfæste og udbredelse, er medvirkende til, at også meget store internationale koncerner som ABB og Siemens har placeret væsentlige udviklingsaktiviteter her.

Det økonomiske og beskæftigelsesmæssige potentiale for Danmark er på infrastrukturområdet snævert knyttet til rollen som foregangsland i forhold til adoption af elbiler – idet perspektivet er, at erfaringer og løsninger fra det danske marked vil kunne finde anvendelse også andre steder, og at der i Danmark kan etableres et videmiljø, der er understøttende for ekspansion også i andre lande, jf. nedenfor.



ABB er førende på verdensplan inden for løsninger til energisektoren. ABB Danmark har i en årrække haft det globale ansvar i koncernen for fjernvarme- og vindmølleaktiviteterne.

I forhold til infrastrukturløsninger til elbiler er ABB blandt andet engageret i udvikling af fast charge-ladere. Virksomheden har i foråret 2011 sammen med ChoosEV opstillet verdens første kommercielle fast charge-ladestander i København. Her er det muligt at lade med 50 kWh, svarende til en ladetid på cirka 20 minutter.



Teknologisk kan der sondres mellem slow charge (6-8 timer) og fast charge-løsninger (p.t. cirka 20 minutter). Et muligt fremtidigt udviklingsområde er induktionsladning (det vil sige trådløs ladning), ligesom man kan forestille sig mobile assistanceløsninger til biler, der er løbet tør for strøm.

Slow charge-ladestander er teknologisk og sikkerhedsmæssigt forholdsvis ukomplicerede og anvendes allerede i dag i pilotprojekter i en række lande og indgår ligeledes som en del af abonnementspakken fra konceptudbydere som Better Place og ChoosEV. Produktionen af sådant udstyr sker allerede i dag i lande med lavere lønomkostninger og er fra et økonomisk og beskæftigelsesmæssigt perspektiv næppe så interessant for Danmark. En af de få problemstillinger på

slow charge-området, der endnu ikke er fuldt løst – især i Europa – er etablering af en fælles standard for ladestik. Det er dog ikke primært en teknisk problemstilling, og der pågår arbejde på EU-niveau for at løse dette.

Selvom hjemmeladning formentlig vil udgøre rygraden i den fremtidige ladeinfrastruktur kan en ladetid på 6-8 timer dog næppe anses for at være en holdbar løsning, da det væsentligt begrænser forbrugernes fleksibilitet.

Det er derfor sandsynligt, at der til brug for hjemmeladning vil skulle ske en forstærkning af installationerne hos forbrugerne, fx til cirka 400V og tre faser, således at en fuld ladning kan foretages på cirka 2 timer.

Det kan skønnes, at sådanne installationer (inkl. intelligente målere og kommunikationssoftware) kan etableres for en omkostning på 5-10.000 kroner per husstand. Det er imidlertid i den forbindelse en udfordring, at den økonomiske gevinst, som forbrugerne vil kunne opnå ved at flytte forbrug til tidspunkter med billig strøm, næppe kan forrente en sådan investering. Det kan i den forbindelse være en del af løsningen at omlægge elafgiften fra at være en fast afgift per kWh til at være en procentandel af produktionsprisen. En sådan afgiftsstruktur vil kunne forstærke prissignalerne i forbrugerleddet.

Inden for fast charge er udviklingen gået hurtigt i de senere år, og det er et område, hvor der også fremadrettet forventes betydelig forsknings- og udviklingsaktivitet. For få år siden var fast charging ikke muligt. I år er der i København opstillet den første kommercielle fast charge-ladestation, hvor det med en ladekapacitet på 50 kWh er muligt at oplade et typisk 20 kWh batteri til 80 procent på cirka 20 minutter. De første bilmodeller, der kan fast charge, er ligeledes introduceret i foråret 2011.

Fast charge har en oplagt forbrugerappeal. Elbilteknologien er ikke ny, men det er netop kombinationen af begrænset kørselsrækkevidde og meget lang opladningstid, der (sammen med pris) hidtil har været de væsentligste barrierer for at stimulere forbrugerinteressen.

Fast charge kan være en måde at nedbryde denne barriere. Det er vanskeligt på nuværende tidspunkt at vurdere, både hvad der fra forbrugerside vil blive opfattet som "hurtigt nok", og hvilke hastigheder den fortsatte teknologiudvikling vil muliggøre. På testniveau afprøves dog allerede i dag 300 kWh-løsninger – hvilket i givet fald ville kunne reducere ladetiden til cirka fem minutter.

Der er dog samtidig en række komplekse problemstillinger knyttet til udrulning af ladeinfrastruktur (i det offentlige rum) baseret på fast charge-teknologi.

- For det første er det fra et investorperspektiv vanskeligt at dimensionere behovet – både det langsigtede behov og tempoet i udbygningstakten. Det afhænger blandt andet af tempoet i indfasningen af elbiler, hvor der således er en hønen og ægget-problematik. Men det afhænger herudover også af forventningerne til den fremtidige udvikling inden for både lade- og batteriteknologi, og hvilket mikrosystem der kan forventes af elbiler og plug-in hybridbiler.
- For det andet rejser fast charging en række samfundsproblematikker i forhold til kapaciteten i elnettet. Afhængigt af ladningens omfang og tidsmæssige placering på døgnet kan der således – alt andet lige – vise sig behov for at udbygge kapaciteten lokalt og/eller i det samlede system. I den forbindelse kan det i fremtiden komme til at spille en betydelig rolle, såfremt der indføres variable nettatariffer og/eller elpriser, herunder eventuelt særlige priser for fast charging. Fra et investorsynspunkt er vanskeligheden her, at det er forsyningsselskaberne, der har den eventuelle

kapacitetsudfordring, og at det ligeledes ikke er fast charge-leverandørerne, der sætter priserne for fast charging.

- Endelig – for det tredje – er det nødvendigt at overveje behovet for integrerede softwareløsninger i ladestanderne, for eksempel til formål som måling, styring, kommunikation og afregning. Også her kan forventninger til en hastig udvikling i de fremtidige teknologimuligheder og -behov betyde, at (for) tidlig infrastrukturudrulning bliver for dyr, fordi der senere bliver behov for udskiftninger og/eller tilpasninger.

De fleste af de nævnte problemstillinger kan kun løses i et tæt samarbejde mellem udbydere af ladeinfrastruktur på den ene side og andre aktører, herunder netselskaberne, på den anden side. Ligeledes er det afgørende at opnå konkrete erfaringer med forbrugernes reaktion på teknologi og priser.

## 2.2.4. Software

En af forudsætningerne for intelligente energisystemer og smart grid er udviklingen af softwareunderstøttelse, der kan sikre kommunikationen mellem elbil, ladestander, flådeoperatører, energiudbyder m.v. Der foregår allerede i dag en løbende udvikling af sådanne softwareløsninger.

I Danmark har blandt andet EDISON-projektet på Bornholm omfattet udvikling af softwareunderstøttelse til elbiler. Projektet har blandt andet indebåret, at forskere fra IBM Danmark og IBM's forskningscenter i Zürich har arbejdet med at udvikle intelligente it-teknologier, der synkroniserer opladningen af elbiler med tilgængeligheden af vindenergi i elnetværket.

En af de primære softwareudfordringer handler om styring af den opladning, der finder sted i det offentlige rum, og hvordan betalingen for denne opladning skal foregå. Der skal således udvikles softwareløsninger, der automatisk kan fakturere elbilister, når de sætter stikket i en ladestander, også i de tilfælde hvor ladestanderen er opsat af andre operatører end den pågældende elbilists operatør. Der er tale om en slags "roaming", som det kendes fra mobilbranchen, hvor forskellige mobiloperatører også giver hinandens kunder adgang til deres respektive mobilnetværk.

En del af EDISON-projektet har også omhandlet udviklingen af et sådant intelligent lade- og betalingssystem med kommunikation mellem elbiler og en operatør. Operatørerne vil skulle sælge abonnementer på opladninger og købe energi hos energileverandørerne. For operatørerne handler det så vidt muligt om at købe strømmen, når den er billig. Operatøren henter de løbende elprisoplysninger fra energiselskaberne og kommunikerer disse oplysninger videre til elbilisterne. På sigt vil det også skulle være operatøren, der supplerer elnettet med reguleringskraft fra elbilerne.

GreenWave Reality er en global virksomhed for energistyring, der er delvis danskejet og har sit europæiske hovedkvarter i Danmark.



GreenWave Reality leverer en standardiseret platform, der giver forsyningselskaberne mulighed for at sikre bedre balance i energien på forsyningsnettet, mens forbrugerne kan spare energi, fordi de kan overvåge og styre deres energiforbrug fra elektriske apparater i hjemmet og elbiler.

Platformen giver forsyningselskaberne en lang række oplysninger om de overordnede mønstre i forbrugernes energiforbrug, der kan understøtte bestræbelser på at flytte forbruget fra spidsbelastningsperioderne til andre tidspunkter og sikre en bedre indarbejdelse af brugen af vedvarende energikilder.

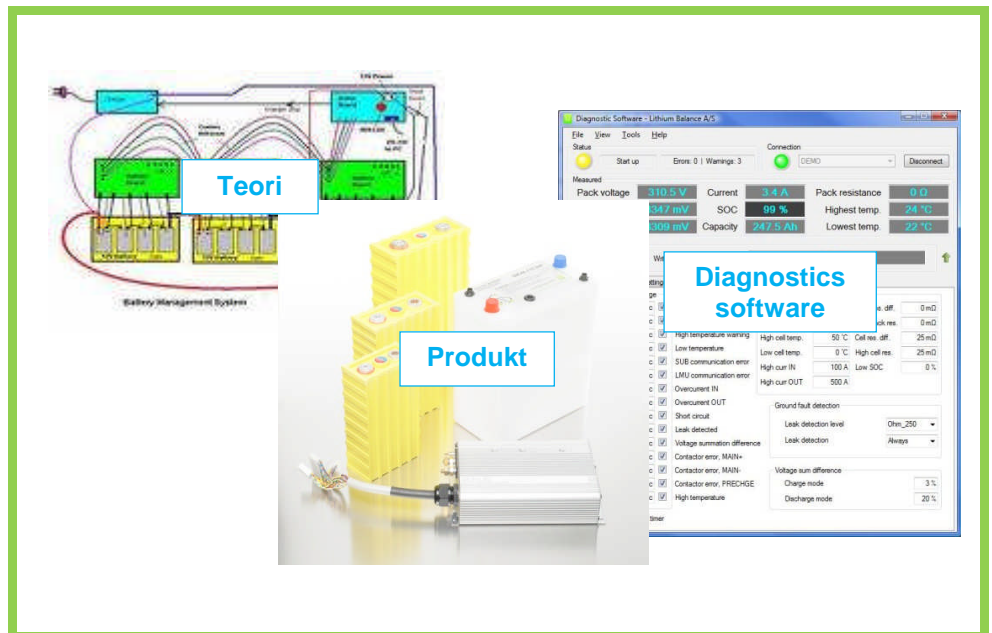
## 2.3. Styresystemer til batteripakker

Begrænsninger i batteriteknologien (rækkevidde, pris og til dels sikkerhed) har været afgørende barrierer for et kommercielt gennembrud for elbiler hidtil. Der er dog igennem de senere år sket væsentlige fremskridt i teknologien, og det er en udvikling, der forventes at fortsætte, blandt andet understøttet af omfattende udviklingsstøtteprogrammer til batteriindustrien og tættere samarbejde mellem batteriproducenter og bilindustriens tier 1-leverandører.

Der er bred konsensus i de foreliggende teknologi- og branchestudier om, at omkostningerne til batterier vil kunne falde markant med ny teknologi og større produktionsskala, og at dette vil være afgørende for, at elbiler på sigt bliver konkurrencedygtige med konventionelle biler. Præcis hvor hurtigt dette sker er dog naturligvis usikkert.

Det er ikke sandsynligt, at selve produktionen af batterier bliver et interessant forretningsområde for danske/danskbaserede virksomheder. Derimod kan der være et betydeligt potentiale som underleverandør til batteriproducenterne af avanceret teknologi.

Et eksempel på et produkt med et stort omsætningspotentiale er styresystemer til batteripakker, hvor den danske iværksættervirksomhed Lithium Balance har opnået en stærk markedsplacering.



De batterier, der indgår i elbiler og andre former for eldrevne køretøjer (fx trucks, gadefejere m.v.), er reelt pakker af battericeller. Både af hensyn til sikkerhed og optimering af performance har batteripakkerne brug for styring, fordi (kemien i)

de enkelte celler opfører sig forskelligt, selvom de er produceret ensartet. Da det er performance i den dårligste celle, der bestemmer batteripakkens samlede ydeevne, har det meget stor betydning, at cellerne ældes og slides forskelligt. Styresystemet (Battery Management System – BMS) overvåger de enkelte celler og sørger for, at batteripakkens samlede performance løbende optimeres – fx ved hver ladning – ligesom systemet sørger for kommunikationen mellem batteriet og resten af bilen.

Teknologien har allerede opnået et gennembrud i en række industrielle anvendelser, fx eldrevne trucks, og for køretøjer som for eksempel gadefejere og scootere m.v. – Her er behovet for styring det samme, og det hidtidige fokus på disse segmenter har for producenter som Lithium Balance været en måde at forberede sig på elbilerne på. Det er dog åbenlyst, at potentialet er af en helt anden størrelsesorden, når der for alvor kommer volumen på elbilmarkedet.

Styresystemet udgør i dag 5-10 procent af batteriernes samlede pris – en andel, der forventes at være omtrent uændret fremover, idet enhedsomkostningerne til styresystemerne skønnes at kunne reduceres i nogenlunde samme takt som batteriomkostningerne i øvrigt.

Selv med et betydeligt fald i priserne vil det i givet fald betyde, at verdensmarkedet for styresystemer til batteripakker kan forventes at udgøre et stort milliardløb på længere sigt.

Ved et årligt salg af elbiler på verdensplan på 10 mio. biler, langsigtede totalomkostninger for batterierne på 400 kroner per kWh samt en omkostningsandel på 5-10 procent til styresystemerne kan det globale marked for sidstnævnte opgøres til 8-10 mia. kroner.

IEA's BLUE map scenarie opererer med et årligt salg i 2020 og 2030 på 7 hhv. og 33 mio. el- og hybridbiler.

## 2.4. Markeds lancering af dansk elbil i 2012

De fleste danske virksomheder, der er aktive inden for elbiler og infrastruktur har fokus på specifikke komponenter og applikationer. ECOMove er en markant undtagelse, idet virksomheden, der er hjemmehørende i Horsens, forbereder markeds lancering i 2012 af en danskproduceret elbil, QBEAK.

QBEAK er en lille city-/urbanbil med plads til op til seks personer og en kapacitet på cirka 100 kilometer ved to batterier – med mulighed for udvidelse op til cirka 300 kilometer.

QBEAK er dansk udviklet og har både designmæssigt og funktionelt en række elementer, der er særegne, blandt andet at førersædet er placeret midt i bilen og at dørene har elektronisk åbning. Chassis og hjulophæng er egenudviklet, og sidstnævnte er patenteret. Sammen med innovative materialeløsninger (blandt andet aluminium, komposit og plast) tilsigter konstruktionen at minimere vægt og energiforbrug. De væsentligste investorer bag ECOMove er Energi Horsens Fonden og Østjysk Innovation, og virksomheden har herudover modtaget økonomisk støtte fra Fornyelsesfonden.



Kundemålgruppen er i første omgang primært den offentlige sektor og private distributionsvirksomheder. Baseret på markedsresearch er det virksomhedens forventning, at kørselsmønstret hos kunder i dette nichesegment er sådant, at kørselsbehovet typisk vil kunne dækkes med en flådesammensætning på 2/3 elbiler og 1/3 traditionelle biler.

QBEAK forventes med den gældende afgiftsfritagelse at være konkurrencedygtig med traditionelle biler i segmentet for små/mindre vare- og personbiler. Den første produktion planlægges at ske i Danmark, og der forventes etableret op mod 200 arbejdspladser i direkte lokal produktion 2-3 år efter markeds lancering og et omtrent tilsvarende antal job hos danske underleverandører. En væsentlig del af arbejdspladserne vil være inden for videnintensive funktioner. Markeds lanceringen planlægges at ske i Danmark, men ECOMove har fokus på efterfølgende etablering i Nordeuropa – og sidenhen i resten af Europa.

Selvom Danmark ikke har tradition for bilproduktion, og selvom et globalt gennembrud for elbiler må forventes at komme fra OEM'erne, er der en række forhold, der understøtter businesscasen for, at der på markedet for elbiler kan være plads til nichevirksomheder som for eksempel ECOMove.

- Teknologisk og mekanisk er elbiler langt enklere og indeholder således kun cirka en femtedel af det antal komponenter, der indgår i en traditionel bil. Indtrængningsbarriererne er derfor i udgangspunktet reducerede.
- OEM'erne har typisk ikke nogen særlige styrkepositioner inden for elmotorer. Tværtimod kan det være en udfordring for disse, at selve kernen i deres produkt – forbrændingsmotoren – forsvinder.
- Den nuværende bilproduktion er hverken økonomisk eller teknologisk forældet og repræsenterer en enorm indtjeningskilde for den etablerede bilindustri, ikke mindst for så vidt angår eftermarkedet (service, reparation og reservedele), som med elbiler i vid udstrækning forsvinder. Det er således en vanskelig balance på den ene side at (skulle) satse på et fremtidigt vækstmarked og på den anden side at fastholde konkurrenceevne og markedsposition på det traditionelle bilmarked. Disse forretningsmæssige udfordringer har nyetablerede elbilproducenter ikke.
- For en nyetableret virksomhed som ECOMove kan det være et konkurrencestyrkende parameter, at udbuddet af elbiler fra de etablerede bilproducenter på kort(ere) sigt vil være relativt begrænset i forhold til efterspørgslen således, at elbilmarkedet kan forventes at være udbudsrestrikeret.

## 2.5. Konceptløsninger for forbrugerne

Hvad angår konceptløsninger for elbilisterne, har Danmark i dag indtaget en central position på internationalt plan. Således har den globale leverandør af elbilnetværk og servicen, Better Place, valgt at etablere sit første europæiske landsdækkende netværk i Danmark, ligesom danske investorer har etableret en dansk forbrugerløsning i form af ChoosEV. Dette bidrager til opnåelse af en lang række afgørende erfaringer for også danske producenter og underleverandører af en række væsentlige dele i elbilindustrien.

### Better Place

Better Place har hovedsæde i Californien, men valgte 1. februar 2009 at placere sit europæiske center i Danmark, hvor virksomheden i dag beskæftiger 90 med-

arbejdere. Better Place Danmark ejes af Better Place Global og DONG Energy, der er mindretsaktionær.

Better Place baserer sig på en forretningsmodel, hvor det er Better Place selv, der ejer de batterier, elbilerne udstyres med, således at abonnenten betaler en månedlig kilometerbaseret abonnementsafgift for at leje batteriet til sin elbil med udskifteligt batteri. I abonnementet indgår desuden ubegrænset opladning, en privat ladestander i kundens garage eller carport, adgang til en offentlig tilgængelig ladeinfrastruktur og til batteriskiftestationer med et ubegrænset antal batteriskift samt 24 timers kundeservice.

Better Place er i gang med at bygge et landsdækkende netværk af ladestanderne til elbiler, hvorfra langt størstedelen af den strøm, elbilerne oplades med, kommer. Ladestanderne, der bliver installeret i abonnentens hjem (om muligt), på arbejdspladsen og i det offentlige rum, kan oplade elbilen via et kabel mellem elbil og ladestander. Ud over kablet er elbilen trådløst forbundet med Better Places kontrolcenter, hvorfra Better Place styrer opladningen intelligent under hensyntagen til nettets kapacitet, batteriets tilstand og optimering af andelen af vedvarende energi i nettet.

Better Place har valgt at løse elbilens rækkeviddeudfordring ved hjælp af en batteriskifteteknologi og etablering af et netværk af batteriskiftestationer, der benytter et avanceret robotsystem, der på få minutter kan udskifte et afladt batteri med et fuldt opladt. Elbiler med et Better Place-abonnement er i trådløs kontakt med netværket af batteriskiftestationer og guides i retning af den relevante batteriskiftestation, hvis et batteriskifte er nødvendigt. Bilen intelligente kommunikations- og navigationssystem forbinder bilen og batteriskiftestationen via Better Places kontrolcenter, hvorved det sikres, at et opladt batteri ligger klar til at erstatte det afladte batteri ved ankomsten til stationen.

I begyndelsen af 2011 indviede Better Place den første batteriskiftestation i Europa. Planen er, at der skal stå 16 batteriskiftestationer færdig i indeværende år, og at der i april 2012 skal være i alt 19 batteriskiftestationer over hele landet, der er placeret således, at der maksimalt er 70 kilometer mellem to batteriskiftestationer.

Det er ikke fuldkommen entydigt at sammenligne omkostningerne ved et køb af en elbil, inklusive abonnement hos Better Place, med et køb af en tilsvarende konventionel bil, men Better Place vurderer, at der typisk vil være en besparelse på 10-20 procent over en 4-årig periode, jf. nedenstående eksempel.

	Renault Fluence Z.E. Prime lime	Tilsvarende diesel sedan
Vejl. pris bil	208.680	370.000
Afskrivninger	123.000	180.000
Better Place abonnement eller brændstof	90.960	40.000
Oprettelse	9.995	-
Finansieringsomkostninger	42.500	70.000
Vedligeholdelsesomkostninger	39.000	50.000
Forsikring	21.000	35.000
Grønne afgifter	-	15.000
<b>Totalomkostninger pr km</b>	<b>4,10 DKK/km</b>	<b>4,88 DKK/km</b>

**facts**  
 Udregnet for en 4-årig periode  
 20.000 km pr. år  
 Rentesats: 8%  
 100% finansiering  
 Låneomkostninger: 3,5%  
 Brændstofpris: 9,70 DKK/liter

## ChoosEV

ChoosEV er resultatet af en strategisk alliance mellem to danske energiselskaber, SEAS-NVE og Syd Energi, samt biludlejningsselskabet Sixt. Selskabet har i 2011 indgået samarbejde med alle tilgængelige bilmærker på det danske mar-

ked og har ultimo 2010 introduceret de 3 bilmærker, der er fysisk tilgængelige. Virksomheden beskæftiger i dag cirka 30 medarbejdere.

ChoosEV opererer med en alternativ forretningsmodel baseret på quick charging i det offentlige rum, hvor forbrugeren køber et abonnement gennem bilforhandleren.<sup>2</sup> Et ChoosEV-abonnement inkluderer et vedhængt lademodul, der sikrer intelligent opladning på hjemmeadressen. Lademodulet giver mulighed for, at forbrugeren selv bestemmer, hvornår der skal lades under hensyntagen til pris, kundens behov, miljø og beskyttelse af elnettet. Det medfølgende abonnementskort giver adgang til ChoosEV's landsdækkende netværk af quick charge-ladestandere og sikrer, at den ladeprofil, forbrugeren har bedt om, også overholdes, når der lades i det offentlige rum. Abonnementet inkluderer endvidere en smartphone-applikation til at finde ladestandere via mobiltelefonen. Med applikationen kan forbrugeren endvidere følge sin opladning og kontrollere sit forbrug.

**testenebil.dk**  
POWERED BY  
ChoosEV



ChoosEV står også bag det landsdækkende forskningsprojekt *testenebil.dk*, der har til hensigt at skabe et ægte billede af elbilens muligheder i danskernes dagligdag og finde frem til, hvilken plads elbilen skal have i fremtidens Danmark – på vejene, på elnettet og i folks bevidsthed. Projektets målsætninger er blandt andet at:

- Få 300 elbiler ud at køre i 30 danske kommuner, få indblik i 6 mio. kilometer elbilkørsel og cirka 300.000 opladninger.
- Få 2.400 danske familier til at teste en elbil i 3 måneder og gennem erfaringer lære at forstå elbilens fordele og ulemper.
- Indsamle viden og erfaringer om kørsel, brugsmønstre og miljø samt om elbilens betydning for energinettet.
- Blive bevidst om potentialet i elbilens værdikæde og danne et grundlag for fremtidig dansk industri inden for cleantech.

I projektet testes det intelligente ladesystem ChoosPOWER. Bilens software-enhed indsamler data om kørselsmønstre og sikrer, at projektets elbiler så vidt muligt oplades med grøn energi frem for kulraft. ChoosPOWER aflæser, hvornår energien i energinettet er grønnest, og sikrer, at de elbiler, der er koblet op på energinettet, lades. På sigt er det forhåbningen, at energisystemet bliver så intelligent, at elbilerne kan stilles til rådighed for nettet som et ekstra batteri, som nettet kan trække energi ud af, når der kommer en pludselig stigning i efterspørgslen.

## 2.6. Effektelektronik

Effektelektronik er et produktområde, der er i meget kraftig vækst, og hvor Danmark både inden for produktion (primært Danfoss) og inden for forskning og

<sup>2</sup> I dag leaser ChoosEV også elbiler, men det er ikke intentionen på sigt, når elbilmarkedet har opnået større volumen.

udvikling (især Aalborg Universitet) i dag er særdeles stærkt placeret internationalt.

Selvom der gennem en årrække har været meget høje vækstrater, er det samtidig et område, der kommercielt endnu er i en tidlig fase, og hvor potentialet for fremtidig vækst er meget betydeligt.



Powermoduler, som dem, der produceres af Danfoss, er kernen i elektroniske styreenheder. Teknologiens styrke og årsagen til det forretningsmæssige potentiale er, at elektroniske styreenheder er langt mere energieffektive end traditionelle hydrauliske styresystemer, og at anvendelsesmulighederne er meget brede. Effektelektronik kan således i princippet anvendes i alle produkter, hvor der i dag anvendes forbrændingsmotorer. Ud over biler kan det være alt fra plæneklippere og havetraktorer til entreprenørmaskiner og store land-

brugsmaskiner. Herudover er renewables-industrien (vindmøller, solarceller m.v.) væsentlige fokusområder.

Elektroniske styresystemer har gennem de senere år også fået en øget udbredelse i den etablerede bilindustri (og dens underleverandører). Selvom anvendelsesmulighederne altså er langt bredere, har bilindustrien en særlig interesse, fordi den forventes at kunne være trendsættende for den fortsatte teknologiudvikling på området, herunder i kraft af den teknologirevolution, som industrien står over for med elbiler. Ét af de primære indsatsområder i udviklingsarbejdet handler om øget power density, altså at få flere kilowatt ud af mindre og lettere komponenter.

Aalborg Universitet har som nævnt ét af de førende forskningsmiljøer inden for effektelektronik – i øvrigt sammen med en række nordtyske institutioner, herunder universitetet i Kiel og institut for siliciumteknologi i Itzehoe. Det er således berettiget at karakterisere Danmark og Nordtyskland som et verdensledende videncentret for effektelektronik, hvilket af industrien anses for at være afgørende for den styrkeposition, som Danmark også erhvervsmæssigt har opnået på området – både i kraft af det anvendelsesorienterede udviklingssamarbejde, der er mellem industri og forskning, og fordi der fra universitetsmiljøerne uddannes kandidater med højt efterspurgt kompetencer.

Alligevel opleves knaphed på medarbejdere med de rette kompetencer at være en væsentlig – måske den vigtigste – begrænsning på mulighederne for ekspansion.

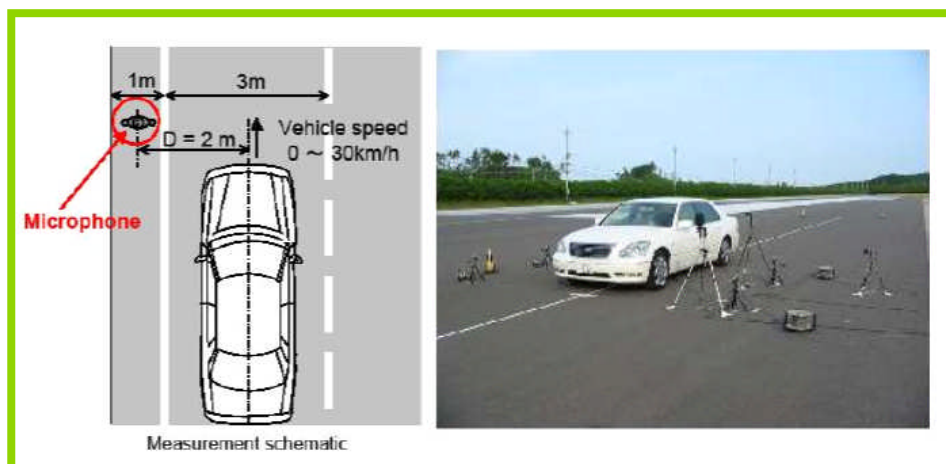
## 2.7. Design, sikkerhed og lyd

Den forventede vækst i elbilmarkedet indebærer også et væsentligt potentiale for underleverandører inden for eksempelvis design og lyd – forretningsområder, hvor Danmark traditionelt har været en markant og førende nation.

### Lydsystemer til fremtidens eldrevne køretøjer

Den danske iværksættervirksomhed, ECTunes, udvikler og markedsfører en ny og banebrydende teknologi, der bringer intelligent lyd til elbiler. ECTunes baserer deres koncept på en intelligent software inden for lydteknologi, der i dag bru-

ges af blandt andet bilproducenter for at optimere lydoplevelsen i bilerne. Systemet fortolker signaler fra bilen og omsætter dem til intelligent lyd, som justeres i forhold til retning, hastighed og acceleration.

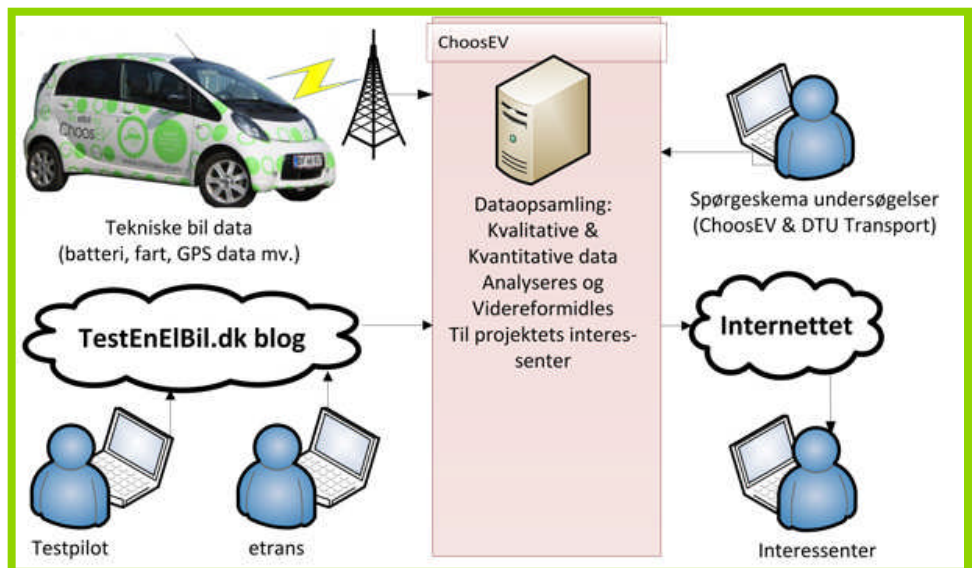


Løsningen har først og fremmest til formål at imødekomme en stigende bekymring for bløde trafikanters sikkerhed (fodgængere, børn, cyklister, synshæmmede m.fl.) ved lydløse køretøjer i trafikken. Med en kombination af avancerede udvendige højttalere, der er designet til at generere syntetiske køretøjslyde og til kun at sende lyden i kørselsretningen, og en valgfri indvendig løsning med traditionel motor- og gasspjældeslyd, skal ECTunes' løsning bevare de populære fordele ved lydløse biler med øget trafiksikkerhed. Løsningens udvendige højttalere er endvidere designet til at modstå ethvert vejrlig.

ECTunes, der har Energi Horsens Fonden som investor, leverer allerede i dag systemer til industrielle køretøjer som for eksempel gaffeltrucks og sælger demosystemer til personbiler. Virksomheden forventer at have et kommercielt produkt klar til masseproduktion ultimo 2011.

### Design af brugervenlige løsninger i elbiler

Etrans er et forsknings- og udviklingsprojekt på Designskolen Kolding, der skal skabe det metodemæssige grundlag for det udviklings- og designarbejde, der skal medvirke til, at elbilen bliver en både miljømæssig og kommerciel succes. Projektet omfatter en række offentlige og private virksomheder, herunder DONG Energy, Erhvervs- og Byggestyrelsen, APC by Schneider Electric, Peugeot, Trekantsområdet's Innovationsforum, Falck, Cleantech Motors, Fredericia Kommune, Region Syddanmarks Vækstforum, ChoosEV m.fl.



Med projektet vil designforskere fra Designskolen Kolding ved at inddrage både målgrupper og kommercielle interessenter og ved hjælp af attraktive individuelt tilpassede designløsninger gøre elbilen til et oplagt alternativ for fremtidens bilbrugere. Projektet opsamler viden fra 2.400 danske familiers test af elbiler i deres dagligdag.

Gennem antropologiske brugerundersøgelser har projektet etableret en omfattende indsigt i forskellige brugergruppers transportbehov, ønsker, værdier, miljøprofiler m.v. Endvidere er bilerne udstyret med computere, der leverer tekniske oplysninger om testbilisternes kørselsvaner, rutiner med opladning af bilen, kørestil m.v. Denne indsigt udgør en platform, der skal munde ud i konkret brugerdreven innovation og værdifulde løsninger med forretningspotentiale, der får elbilen til at slå igennem på det danske marked.

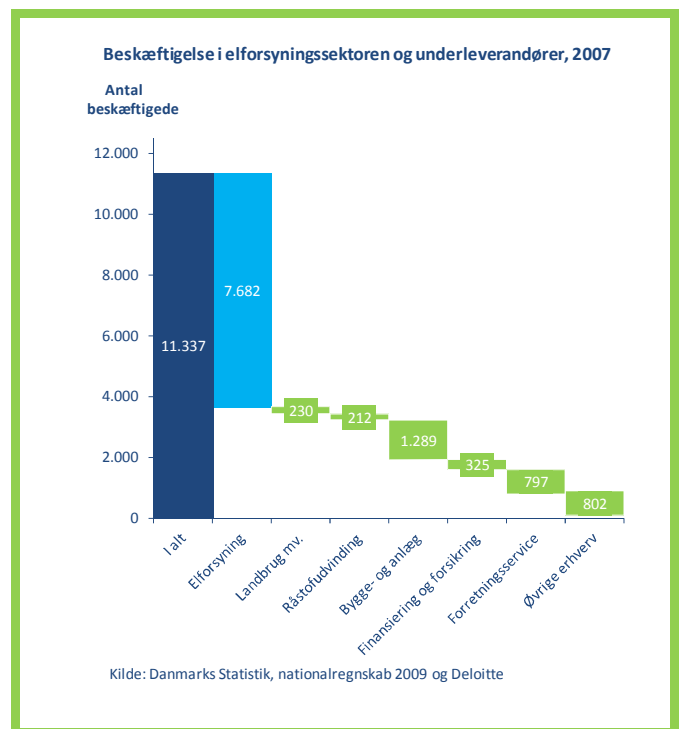
### 3. Perspektiver for beskæftigelsen og samfundsøkonomien

Omlægningen af elsystemet til smart grid og den forventede gradvise omstilling af bilproduktionen på verdensplan til elbiler rummer et betydeligt potentiale for dansk økonomi i form af eksportmuligheder og beskæftigelse.

Det er naturligvis forbundet med betydelig usikkerhed at vurdere den præcise størrelse af potentialet såvel som tidsperspektivet og (policy)forudsætningerne for dets realisering. I dette kapitel er der alligevel forsøgt foretaget en kvantificering af beskæftigelsespotentialet.

Baseret på de forudsætninger, der præsenteres i de følgende afsnit, resulterer analysen i et beskæftigelsespotentiale på mellemlang sigt (2020-2025) på cirka 10.000 fuldtidspersoner og på lang sigt (2030-2040) cirka 20.000 fuldtidspersoner.

Det svarer til mere end en fordobling af beskæftigelsen i elforsyningssektoren og dens underleverandører, idet denne (ekskl. eksportrelateret beskæftigelse i leverede erhverv) kan estimeres til cirka 11.500 personer i 2007, jf. figuren til højre.



Det kan også til sammenligning anføres, at den samlede beskæftigelse i vindmølleindustrien i dag udgør cirka 25.000 personer i Danmark, inklusive beskæftigelse hos underleverandører.<sup>3</sup>

Det er i analysen bevidst fravalgt at foretage en detaljeret modellering og parameterisering af alle de direkte og afledte faktorer, som i praksis vil have betydning for beskæftigelseseffekten – dertil er usikkerheden om udviklingen i for

<sup>3</sup> Kilde: Vindmølleindustriens brancheorganisation, [www.windpower.org](http://www.windpower.org)

eksempel teknologi, relative priser, efterspørgselsmønstre og virksomhedernes lokaliseringsstrategier for betydelige, og det er Deloittes vurdering, at opgørelsen ikke ville vinde noget i præcision og validitet ved en sådan detaljeret opgørelse.

Analysen har af samme årsag primært fokus på de direkte bruttobeskæftigelseseffekter. Det er klart, at et ekspansivt scenarie for dansk produktion til elbiler og smart grid vil afstedkomme dynamiske samspilseffekter med økonomien i øvrigt, herunder via påvirkningen af arbejdsmarkedet, de offentlige finanser og betalingsbalancen m.v. Ligeledes vil der i praksis være afledte strukturelle effekter for andre tilgrænsende sektorer i økonomien, for eksempel autoreparation og distribution af brændsel til motorkøretøjer.

Vurderingerne er baseret på forudsætninger om en række overordnede faktorer og på sammenhænge mellem produktion og beskæftigelse, der kan udledes af nationalregnskabet og den samfundsøkonomiske model ADAM.

Det er Deloittes vurdering, at ovennævnte 20.000 fuldtidsbeskæftigede angiver en plausibel størrelsesorden for beskæftigelsespotentialet, og at dette i praksis vil kunne være både større og lavere.

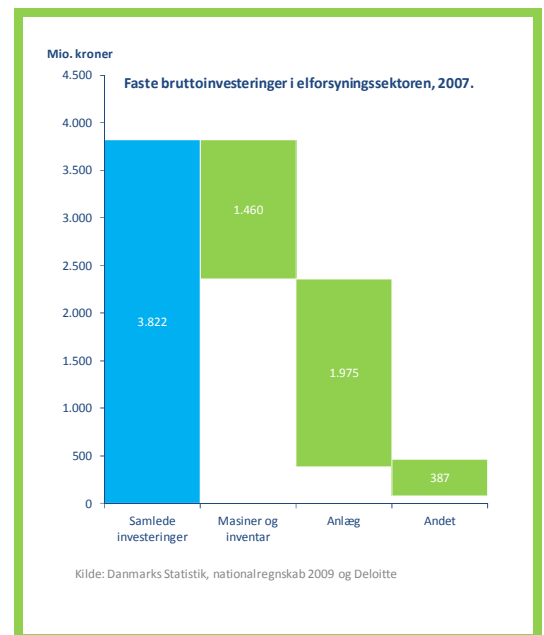
I de følgende afsnit redegøres for de elementer, der indgår i opgørelsen af beskæftigelsespotentialet, og for de forudsætninger, som opgørelsen baserer sig på.

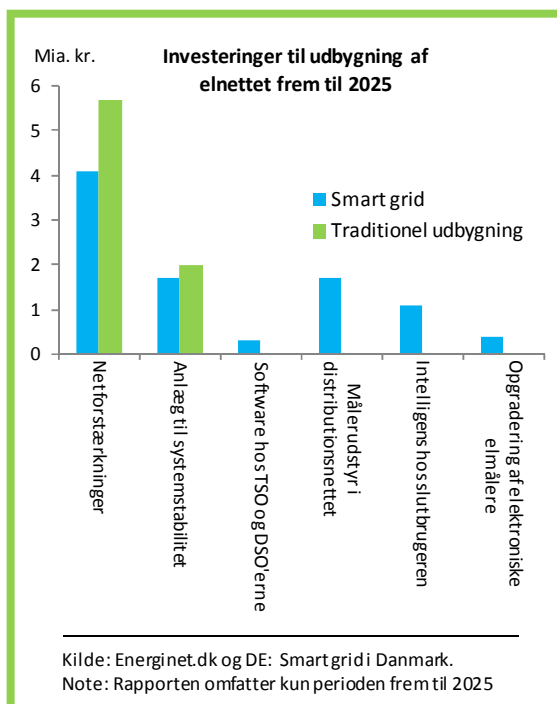
### 3.1. Smart grid-investeringer

Elforsyningssektoren står i de kommende år(tier) over for meget betydelige infrastrukturinvesteringer. En stigende del af elproduktionen vil komme fra vedvarende energi, herunder især vindenergi. Herudover vil der ske en gradvis udskiftning af private oliefyr til varmepumper, og i bilparken vil elbiler få en stigende udbredelse. Disse forhold betyder, at både produktion og forbrug af el vil være mere fluktuerende i fremtiden.

Der vil under alle omstændigheder være behov for at foretage investeringer i forstærkninger af elnettet, men der er forskel på, om de fremtidige udfordringer løses ved traditionel udbygning eller ved smart grid.

Energinet.dk og Dansk Energi har i rapporten *Smart grid i Danmark* fra 2010 estimeret, at der frem til 2025 skal foretages investeringer på 9,8 mia. kr., såfremt elnettet udbygges intelligent, og 7,7 mia. kr. ved en traditionel udbygning. Det skal ses i forhold til, at de samlede årlige investeringer i elforsyningssektoren udgør cirka 4 mia. kr.





Netværksinvesteringerne vil være mindre ved en udbygning med smart grid, men til gengæld vil der være en række investeringsomkostninger, der ikke er aktuelle ved en traditionel udbygning.

Det drejer sig om software hos systemansvaret og net-selskaberne, målerudstyr i distributionsnettet, intelligens hos slutbrugeren og opgradering af elektroniske elmålere, jf. boks 3.1.

Investeringerne i disse komponenter er af Energinet.dk og Dansk Energi estimeret til ca. 4 mia. kr. frem til 2025.

### Boks 3.1 Særlige investeringsbehov og samfundsøkonomiske gevinster ved smart grid

#### Særlige investeringsbehov ved smart grid-udbygning

- 1 Software hos systemansvaret og netselskaberne**

Smart grid kræver en tæt koordinering på tværs af elsystemets grænseflader, og det vil derfor være nødvendigt at etablere it-systemer, der kan modtage og behandle data om elsystemets tilstand. Det skal gøre det muligt at imødekomme forbrugernes ønsker og behov, uden at systemet overbelastes, og således at forbrugernes fleksibilitet kan belønnes.
- 2 Målerudstyr i distributionsnettet**

Der skal installeres målerudstyr i distributionsnettets knudepunkter i de områder, hvor der er risiko for overbelastning. Målerudstyret skal kunne udsende information om nettets tilstand i realtid.
- 3 Intelligens hos slutbrugeren og opgradering af elmålere**

Der skal tilgodeses mulighed for fleksibel styring af forbruget hos slutkunderne via en eller flere elektroniske enheder. Styringen skal på samme tid maksimere forbrugernes komfort og sikre et effektivt samspil med elsystemets behov udtrykt via prissignaler. Den fleksible afregning skal kunne foretages via fjernaflæste intelligente elmålere, og elmålerne data skal understøttes af et kontraktforhold mellem forbruger og elleverandør, der giver forbrugeren en gevinst ved at agere fleksibelt. Det forudsættes, at alle forbrugere får opsat fjernaflæste målere, og i investeringsbehovet er kun medtaget omkostninger til opgradering.

#### Samfundsøkonomiske gevinster ved smart grid-udbygning

- A Flexibilitet reducerer omkostningerne**

Udnyttelse af elbilers og varmepumpers tidsmæssige fleksibilitet kan flytte forbrug til tidspunkter med billig strøm og dermed reducere de samfundsøkonomiske omkostninger til den samlede elproduktion ≈ 4,4 mia. kr.
- B Billigere regulerkraft m.v.**

Omkostningerne til regulerkraft, reserver og systemydelse kan reduceres ved at give flere udbydere med lave omkostninger adgang til markedet ≈ 2,4 mia. kr.
- C Reduktion af alternativomkostninger til energisparsindsats**

Automatiserede energisparsløsninger, for eksempel gennem automatisk standby-funktion, kan reducere det samlede elforbrug, hvilket sparer samfundet for de alternativomkostninger, der ellers ville have været til en energisparsindsats med samme effekt ≈ 1,4 mia. kr.

Kilde: Energinet.dk og Dansk Energi: Smart grid i Danmark

Modstykket til det højere investeringsbehov ved en smart grid-udbygning er en række samfundsøkonomiske gevinster, der ikke ville fremkomme ved en traditionel udbygning. Disse er estimeret til en nutidsværdi på 8,2 mia. kr. og omfatter blandt andet, at den tidsmæssige fleksibilitet i varmepumper og elbiler kan udnyttes til at flytte en del af elforbruget til tidspunkter, hvor det er billigt, og at omkostningerne til regulerkraft kan reduceres. I kraft af disse gevinster vurderes nettoomkostningerne ved udbygning med smart grid at være godt 6 mia. kr. lavere end med traditionel udbygning.

Deloitte har ved vurderingen af beskæftigelsespotentialer taget udgangspunkt i rapporten fra Energinet.dk og Dansk Energi, og det er konkret lagt til grund, at:

- Dansk produktion af komponenter, udstyr og software til udbygning af den hjemlige smart grid i perioden 2020-2025 udgør  $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$  mia. kr. årligt, og at de (årlige) samfundsøkonomiske gevinster i form af større fleksibilitet og billigere regulerkraft m.v. mod slutningen af perioden er af samme størrelse. *Beskæftigelseseffekten estimeres til cirka 1.500 personer.*

På længere sigt, det vil sige 2030-2040, vurderes potentialer at være lidt større. Nyinvesteringsudgifterne til smart grid vil ganske vist efterhånden flade ud, men vil til dels blive modsvaret af reinvesteringer og opgradering, hvortil kommer, at de samfundsøkonomiske gevinster fortsat øges i takt med den videre udbredelse af vindenergi, elbiler og varmepumper. Vi har vurderet en *beskæftigelseseffekt på cirka 2.500 personer.*

- Der vil være et eksportpotentialer ved at være foregangsland i forhold til udbygning af smart grid.

Til illustration kan det anføres, at hvis estimererne for Danmark projiceres op til EU27-niveau, kan ekstrainvesteringsbehovet i dette område opgøres til 300-400 mia. kr. frem til 2025 og formentlig tilsvarende derefter. Et europæisk marked for smart grid-infrastrukturløsninger på cirka 30-40 mia. kroner årligt er derfor, på sigt, formentlig en realistisk størrelsesorden.

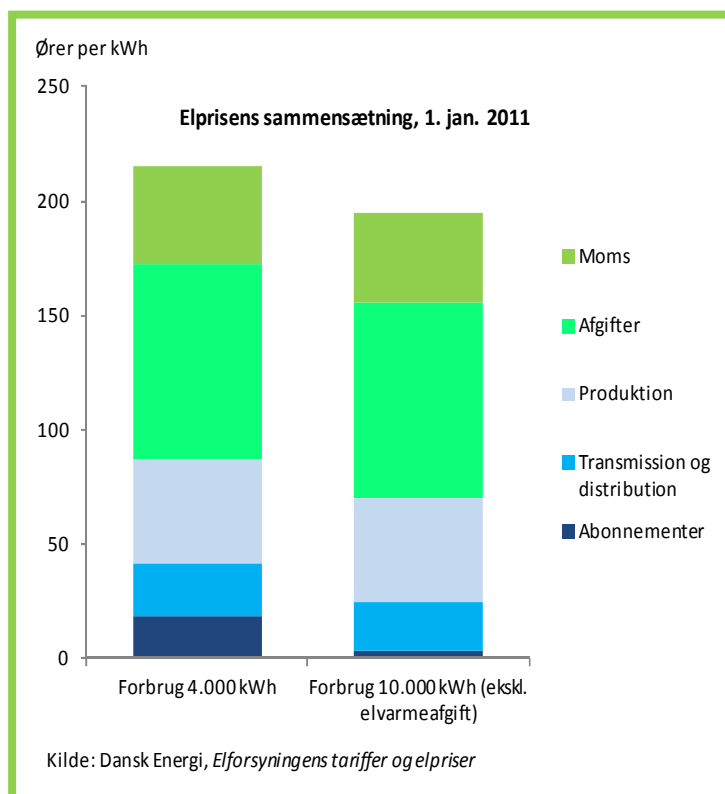
Vi har (formentlig forsigtigt) estimeret et *beskæftigelsespotentialer for Danmark på 1.000 personer på mellemlang sigt og 2.000-3.000 personer på lang sigt.* Dette vil være konsistent med en markedsandel for dansk produktion på det europæiske marked på cirka 5 procent.

## 3.2. Smart grid-services

Udbygningen af smart grid-infrastruktur vil også medføre behov for en række services i den løbende drift, for eksempel afregning, support og vedligeholdelse af it-systemer, udvidede rådgivnings- og kundeservicefunktioner over for forbrugere samt service og fejlretning på fysiske installationer m.v.

Omkostningerne til sådanne services vil i sidste ende skulle bæres af forbrugere via den del af elprisen, som ikke er moms og afgifter. Basisprisen på el består af abonnementsafgifter, betaling for transmission og distribution samt naturligvis produktionsomkostningerne. Hertil kommer en række statslige afgifter og moms.

Af figuren nedenfor fremgår det, hvordan elprisen er sammensat ved et årsforbrug på 4.000 kWh (en typisk husholdning) og 10.000 kWh (svarende til en mindre erhvervsvirksomhed). Basisprisen (gennemsnit for Øst- og Vestdanmark) udgjorde per 1. januar 2011 86, henholdsvis 71, øre per kWh for disse to forbrugersegmenter, mens afgifter og moms udgør godt 120 øre per kWh.



Der er ikke nogen sikre holdepunkter i forhold til at vurdere, hvor stort et markeds- og beskæftigelsespotentiale der kan være for løbende serviceydelser relateret til smart grid-løsninger om 10-15 endside 25-30 år. Det forhold, at omkostningerne skal kunne absorberes af forbrugerne over elprisen, kan dog fungere som et referencepunkt.

Deloitte har i opgørelsen af beskæftigelsespotentialet antaget, at serviceydelserne vil have et omfang på mellemlang sigt, der svarer til 2 øre per kWh og det dobbelte på lang sigt. Ved et årligt elforbrug på 36 TWh (svarende til det aktuelle niveau) kan der herfra estimeres en omsætning på cirka ¾ mia. kr. i 2020-2025 og i størrelsesordenen 1½ mia. kr. på længere sigt. Der skønnes på den baggrund et årligt beskæftigelsespotentiale på cirka 1.000 personer på mellemlang sigt og cirka 1.500 personer på lang sigt. Hertil kommer et eksportpotentiale, som vi dog af forsigtighedsgrunde har vurderet til at være begrænset – i samme størrelsesorden som produktionen til hjemmemarkedet.

### 3.3. Elbiler, komponenter og udstyr

Det er Deloitte's vurdering, at det største beskæftigelsespotentiale knytter sig til produktion af elbiler samt komponenter og udstyr hertil. Det skal ses i lyset af bilmarkedets enorme størrelse og globale karakter.

Der produceres årligt cirka 15 mio. personbiler i Europa med en samlet markedsværdi (ekskl. skatter og afgifter) på cirka 2.000 mia. kr. Den globale bilproduktion er på ca. 60 mio. personbiler med en markedsværdi, der ligger et stykke

over 5.000 mia. kr. Til sammenligning er Danmarks samlede bruttoværditilvækst<sup>4</sup> cirka 1.800 mia. kr.

Selvom Danmark ikke har nogen egentlig bilproduktion, har danske virksomheder en forholdsvis betydelig produktion som underleverandører til bilindustrien, herunder de store tier 1-leverandører, for eksempel inden for produkter som kabler, højtalere, kølere og elektronik.

Fra nationalregnskabets detaljerede branchetabeller kan det skønnes, at produktionsværdien i erhvervet *fremstilling af biler m.v.* udgør cirka 9 mia. kr. Den direkte beskæftigelse er cirka 7.000 personer, hvortil kommer cirka 1.500 ansatte hos underleverandører. Disse tal er eksklusive autoreparation og -handel. Stort set hele produktionen afsættes til eksport.

Hvis den danske produktion måles op imod bilproduktionen i Europa, svarer det til, at der er danske leverancer for cirka 600 kroner per bil, der er produceret i Europa.

Den forventede gradvise udbredelse af elbiler over de kommende år(tier) repræsenterer en omfattende strukturforandringsproces for bilindustrien, hvor der både i forhold til teknologi, produkter og kompetencer skal ske en betydelig omstilling. Processen vil rumme betydelige markedsmuligheder og plads til nye aktører.

Det er naturligvis usikkert, hvor omfattende udbredelsen af elbiler vil være, og hvor hurtigt udbredelsen af elbiler vil komme til at forløbe. Det er Deloitte's vurdering, at de afgørende faktorer i den forbindelse dels vil være, hvor hurtigt produktionsomkostningerne kan reduceres (ikke mindst på batterierne), dels i hvor høj grad landenes regeringer vil være villige til i en overgangsperiode at stimulere processen via økonomiske incitamentsprogrammer på både forbruger- og produktionssiden.

Vi anvender i det følgende IEA's fremskrivninger som udgangspunkt. Det centrale scenarie i den seneste opdatering fra juni 2011<sup>5</sup> opererer med den forudsætning, at elbiler får fodfæste frem til 2015, og at markedspenetrationen øges væsentligt og hurtigt derefter. I 2020 indebærer scenariet, at der globalt produceres cirka 7 mio. elbiler og plug-in hybridbiler, svarende til knap 10 procent af det samlede globale bilsalg i det år. Scenariet svarer til, at cirka 2 procent af den samlede bilbestand i 2020 er elbiler eller plug-in hybridbiler.

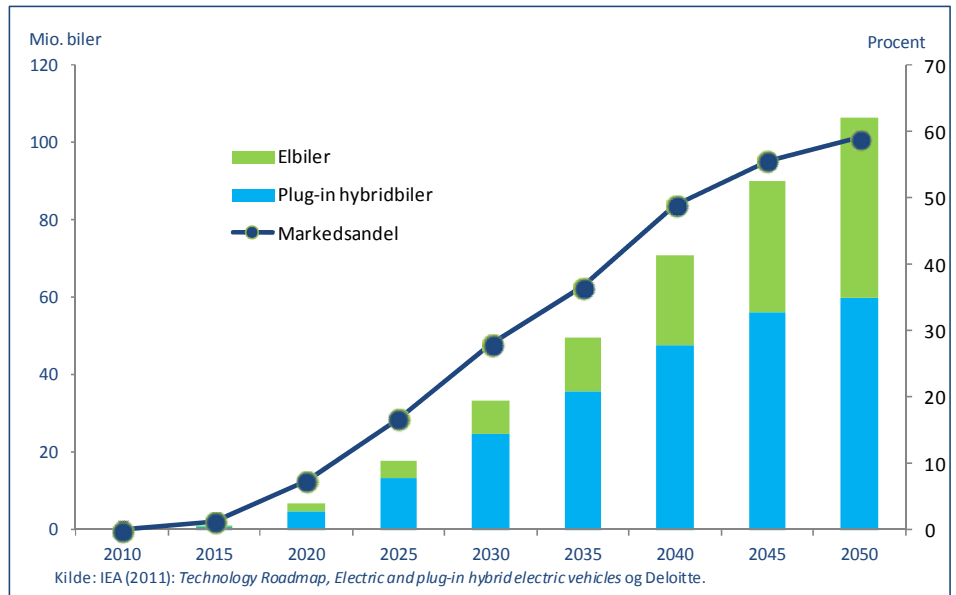
IEA's fremskrivningsscenarie indebærer en betydelig stigning derefter, og i 2040 forventes en årlig global produktion af elbiler og plug-in hybridbiler på cirka 40 mio. styk, svarende til en markedsandel på cirka 50 procent, jf. figuren nedenfor.



<sup>4</sup> Det vil sige værdien af den samlede produktion af varer og tjenester, eksklusive afgifter.

<sup>5</sup> IEA (2011): *Technology Roadmap, Electric and plug-in hybrid electric vehicles*. Updated June 2011.

### IEA BLUE map-scenarie for globalt salg af plug-in hybridbiler og elbiler, 2010-2050. Årligt salg, millioner biler



**Note:** IEA BLUE map-scenarie bygger på en antagelse om en reduktion i udledningen af drivhusgasser frem til 2050 på 50 procent.

Hvis der alene ses på det europæiske marked, kan det skønnes, at der med en udvikling svarende til IEA's scenarie vil være en produktion i 2020 på cirka 1,5 mio. elbiler og plug-in hybridbiler – hvilket vil stige til 11-12 mio. biler i 2040.

Beskæftigelsespotentialet for dansk økonomi ved en udvikling som den beskrevne er usikkert, men er uden tvivl betydeligt. Som beskrevet i kapitel 2, har danske/danskbaserede virksomheder allerede på en række områder betydelige styrkepositioner. Realiseringen af potentialet vil efter Deloitte's vurdering i høj grad bero på, at Danmark som foregangsland får en dybere og hurtigere udbygning med elbiler end omkringliggende europæiske lande.

Ved opgørelsen af beskæftigelsespotentialet er det forudsat, at der etableres produktion (bruttoværditilvækst) svarende til danske leverancer på 1.000 kr. per elbil, der produceres i Europa.<sup>6</sup> Ud fra erfaringsdata for beskæftigelsesindholdet i erhvervenes produktion kan det vurderes, at dette vil svare til en *bruttobeskæftigelseseffekt på cirka 5.000 personer i 2020-2025 og 10.000-15.000 personer på længere sigt.*

## 3.4. Oversigt

I tabellen nedenfor er de forskellige elementer i opgørelsen af beskæftigelsespotentialet sammenstillet. Det samlede potentiale er ud fra de anførte forudsætninger opgjort til cirka 10.000 på mellemlang sigt og cirka 20.000 på længere sigt.

Det skal igen understreges, at der er tale om bruttobeskæftigelseeffekter, hvor der ikke er taget højde for dynamiske effekter og afledte strukturændringer i erhvervs- og forbrugssammensætningen. Det skal desuden understreges, at der er knyttet en usikkerhed til de forudsætninger, der ligger til grund for opgørelsen, og at effekten både kan blive større og mindre.

<sup>6</sup> Dette skal opfattes som en beregningsteknisk forudsætning og er naturligvis en gennemsnitsbetragtning, der kan dække over en betydelig variation på tværs af bilmærker og geografiske områder.

## Samlet beskæftigelsespotentiale

	Leverancer til anvendelse i Danmark	Eksport	I alt
<b>Mellemlang sigt (≈2020-2025):</b>			
Smart grid			
- investeringer	1,5	1,0	2,5
- servicer	1,0	1,0	2,0
Elbiler, komponenter og udstyr	-	5,0	5,0
<b>I alt</b>	<b>2,5</b>	<b>7,5</b>	<b>9,5</b>
<b>Lang sigt (≈2030-2040):</b>			
Smart grid			
- investeringer	2,0	2,5	4,5
- servicer	1,5	1,5	2,5
Elbiler, komponenter og udstyr	-	10,0-15,0	10,0-15,0
<b>I alt</b>	<b>3,5</b>	<b>14,0-19,0</b>	<b>17,0-22,0</b>

## 4. Politiske handlemuligheder

I dette kapitel præsenteres en række overvejelser omkring de rammebetingelser og forudsætninger, der kan forventes at have betydning for mulighederne for at realisere de økonomiske og beskæftigelsesmæssige potentialer, der er beskrevet i de foregående afsnit. Kapitlet diskuterer i tilknytning hertil, hvilke politiske handlemuligheder der kan være fremmende i forhold til at realisere potentialerne.

Deloitte's sammenfattende vurdering er følgende:

- *Foregangsland.* Det er en afgørende forudsætning, at Danmark aktivt søger at indtage en placering som foregangsland i forhold til udbredelse af elbiler og plug-in hybridbiler. Det vil kunne stimulere udviklings- og investeringsaktiviteter i allerede etablerede virksomheder og opstart af nye virksomheder, både inden for produktion af (komponenter til) elbiler og inden for infrastrukturinvesteringer og servicere relateret til smart grid.
- *Bilbeskatning.* Produktionsomkostningerne til elbiler er på nuværende tidspunkt væsentligt højere end for tilsvarende traditionelle biler, og trods forventninger om en gradvis indsnævring er det en situation, der fortsat vil være gældende i en længere årrække fremover. Den nuværende registreringsafgift forstærker som udgangspunkt den merpris, som forbrugerne skal betale, og betyder derfor, at elbiler ikke kan forventes at være et attraktivt alternativ for forbrugerne.

Elbiler, men ikke plug-in hybridbiler, er frem til 2015 fritaget for registreringsafgift. Der vil dog være behov for, at bilbeskatningen mere permanent indrettes på en måde, som ikke er til ugunst for nye og miljøvenlige teknologier, hvis Danmark realistisk skal kunne blive et af de lande, hvor der sker en relativ hurtig udbredelse. I den forbindelse udgør behovet for at finde en hensigtsmæssig afgiftsstruktur for plug-in hybridbilerne en særlig udfordring, idet afgiftsstrukturen ikke må indrettes således, at den skaber incitament til at omgå skattelovgivningens intentioner ved, at forbrugere med fordel kan investere i en hybridbil, som efterfølgende i praksis anvendes som en konventionel bil med kørsel baseret på fossile brændstoffer.

- *Sammenhængende national strategi.* Det vil være væsentligt for realiseringmulighederne, at der udarbejdes en samlet langsigtet national strategi for smart grid og elbiler. Som grundlag for en sådan strategi bør der foretages et 360°-review af de forhold, der har betydning for rammebetingelserne: regulering, beskatning, forsknings- og uddannelsesmiljøer, kvalificeret arbejdskraft, innovations- og iværksætterprogrammer m.v. med henblik på at identificere barrierer og handlemuligheder. Mulighederne for at realisere det skitserede potentiale beror således på, at de mange forskellige aktører, der er involveret, har incitament til at trække i samme retning, og at der ikke i lovgivning og regulering er barrierer, der forhindrer dette.

Disse vurderinger, som er i god tråd med anbefalingerne fra Klimakommissionen, uddybes i de følgende afsnit.

#### **Klimakommissionens 31. anbefaling**

At der udarbejdes en samlet plan for en udbygning af infrastrukturen til opladning af elbilerne, der omkostningseffektivt vil kunne understøtte en gradvis fuldskalaindførelse af elbiler, herunder gennem udbredelsen af ladestandere i det offentlige rum, lynladning samt batteriskiftestationer. Planen skal forholde sig til eventuelle konsekvenser for udbygningen af den generelle infrastruktur.

## 4.1. Foregangsland

De kommende 5-10 år vil elbiler fortsat være i en demonstrations- og modningsfase, hvor teknologierne skal afprøves, udvikles og tilpasses i forhold til erfaringer på konkrete markeder.

Det handler for det første om udvikling og optimering af produkter og services, etablering af infrastruktur samt opbygning af konkrete erfaringer og kompetencer inden for områder som (lade)infrastruktur og smart grid-teknologi. Hvilke konkrete løsninger og produkter skal der til? Virker teknologierne? Hvad er batteriernes holdbarhed? Hvor meget og hvornår belastes elnettet? Osv.

Men det handler i lige så høj grad om at opnå erfaringer med forbrugerpræferencer og efterspørgselsmønstre. Hvilke krav til funktionalitet, performance og pris (både anskaffelsespris og livscyklusomkostninger) vil der blive stillet til elbilerne, hvis de skal opnå betydelige markedsandele i de store forbrugersegmenter? Hvilke teknologier vil forbrugerne foretrække? Hvilke anskaffelsesformer (leasing, abonnement, køb) vil blive dominerende? Hvordan vil interaktionen mellem elbiler og elnettet påvirke elmarkedet?

Det er naturligvis afgørende at opnå konkrete markedserfaringer om disse forhold, og det er Deloitte's vurdering, at de lande, som først får etableret reelle markedsmæssige rammer, også har de gunstigste muligheder for at tiltrække udviklingsmiljøer og virksomheder.

Som beskrevet i kapitel 2, har Danmark en række styrkepositioner, der rummer et potentiale. Det gælder både i forhold til en række konkrete teknologier, forsknings- og udviklingsmiljøer og ikke mindst smart grid. Det er også Deloitte's vurdering, at Danmark på nuværende tidspunkt har et forspring til de fleste andre lande i forhold til udbredelse af elbiler.

Denne position er dog ikke nødvendigvis robust. For det første er markedet for både elbiler og smart grid endnu helt ubetydeligt. Det betyder så at sige, at cementen endnu er våd, og at andre lande forholdsvis let vil kunne nå at placere sig stærkere. For det andet er der tegn på, at tingene for alvor er begyndt at rykke, dels i form af lancering af et forholdsvis stort antal nye biltyper i år, dels i form af, at en række landes regeringer har iværksat incitamentsprogrammer, der i volumen og gunstighed er meget betydelige. Det gælder ikke mindst Kina, USA og Tyskland.

Mulighederne for, at Danmark kan udnytte hjemmemarkedet som erhvervsøkonomisk driver, beror i høj grad på politiske beslutninger og valg. Det skyldes især to forhold:

- For det første er der behov for etablering af ladeinfrastruktur (netværksudbygning), hvilket næppe er privatøkonomisk rentabelt inden for gældende regulering, hverken for energiselskaberne, andre virksomheder eller forbrugerne. På dette område er der derfor behov for – via regulering og/eller incitamentsprogrammer – at etablere rammebetingelser, der understøtter den ønskede udvikling.
- For det andet er der behov for efterspørgselsstimulerende incitament i form af tilskud og/eller afgiftslempelser, hvis elbiler skal opnå udbredelse væsentligt ud over demonstrationsstadiet, jf. nedenfor.

Behovet for støtte er ikke specifikt for Danmark. Tilsvarende vil være nødvendigt i andre lande i en markedsopbygningsfase. Det er for så vidt heller ikke specielt, at nye – især netværksbaserede – teknologier kan have behov for favorable rammebetingelser i en periode. Hvorvidt dette ud fra et samfundsmæssigt perspektiv er rentabelt beror på en afvejning mellem de fiskale effekter på den ene side og de mulige beskæftigelses- og miljømæssige gevinster på den anden side.

Udbygningen med vedvarende energi, herunder ikke mindst havvindmøller, i de kommende år(tier) vil betyde, at elproduktionen omlægges i miljøvenlig retning. Det betyder, at de samfundsmæssige gevinster ved elbiler vil blive større, hvis værdien af eksterne effekter indregnes. Og i jo højere grad elbiler kan anvendes til at balancere udbud og efterspørgsel af el, jo bedre vil det samfundsmæssige afkast være af den allerede planlagte udbygning med vedvarende energi. Disse forhold taler isoleret set til fordel for at etablere mere gunstige vilkår for elbiler.

## 4.2. Bilbeskatning

Den nuværende indretning af bilbeskatningen i Danmark udgør en udfordring i forhold til at fremme udbredelsen af elbiler og hybridbiler. Så længe produktionsomkostningerne er højere end for traditionelle biler, vil den nuværende progressive registreringsafgift forstærke disse meromkostninger. Det betyder, at nye og relativt omkostningstunge teknologier som elbiler og plug-in hybridbiler relativt vil være mindre attraktive for danske forbrugere end for forbrugere i andre lande, hvor bilbeskatningen er lavere og derfor mere teknologineutral.

Elbiler er i Danmark fritaget for registreringsafgift frem til 2015. Blandt de respondenter, der har deltaget i undersøgelsen, anses den tidsbegrænsede fritagelse for at udgøre en væsentlig forretningsmæssig risiko i forhold til at foretage langsigtede investeringer.

De afgiftsmæssige vilkår for plug-in hybridbiler udgør en særlig udfordring. Denne biltype er ikke omfattet af fritagelsen for registreringsafgift. Det har stor betydning, at der sker en markedsintroduktion af plug-in hybridbiler, da det vil fremme hele elektrificeringen af transportsektoren i Danmark. De fleste foreliggende fremskrivninger indikerer, at denne type biler i en lang overgangsperiode kan få væsentlig større udbredelse end rene elbiler.

Hvis afgiftssystemet af fiskale hensyn fastholdes, vil en sandsynlig konsekvens i et sådant scenarie være, at Danmark frem for at være førende i forhold til markedsudbredelse vil komme til at halte efter udviklingen i andre lande. I et sådant scenarie er det meget lidt sandsynligt, at danskbaserede virksomheder kan fastholde og udvikle styrkepositioner på produktionssiden.

Hensynet til at forfølge det betydelige vækst- og beskæftigelsespotentiale taler således i første omgang for en permanentgørelse af den nuværende afgiftsfrita-

gelse og i tilknytning hertil en indretning af bilbeskatningen, hvor elbiler belønnes for større energieffektivitet og mindre miljøbelastning i stedet for at blive straffet for relativt høje produktionsomkostninger.

### 4.3. Sammenhængende national strategi

Der er en lang række faktorer, der har betydning for, om og hvordan udbredelsen af elbiler og smart grid vil forløbe i Danmark, og der er en lang række spørgsmål, der vil skulle afklares, hvis det skal kunne lykkes.

Kompleksiteten beror blandt andet på, at

- Der er mange aktører og interessenter involveret, som ikke nødvendigvis har sammenfaldende interesser: bilproducenter, energiselskaber, små iværksættere, offentlige myndigheder, forbrugere og forsknings- og udviklingsmiljøer m.v.
- De økonomiske incitamentsstrukturer både for energiselskaber, etablerede virksomheder, iværksættere og forbrugere er komplekse.
- Elsektoren og elmarkedet er kraftigt reguleret, blandt andet i forhold til prisdannelsen og mulighederne for at overvælte investeringer i tarifferne. Reguleringen på enkeltområder, som typisk er etableret ud fra andre hensyn, har hver for sig og tilsammen stor betydning for rammebetingelserne.
- De forskellige offentlige myndigheder administrerer regler på eget område ud fra de formål og hensyn, der er fastsat herfor, men ikke inddrager såkaldte eksterne effekter. Der er derfor risiko for suboptimering i reguleringen, forstået på den måde, at de bredere samfundsmæssige interesser ikke varetages, fordi reguleringen er opdelt for denne specifikke regulering.

Det er Deloitte's vurdering, at der ikke i dag er et blot nogenlunde samlet overblik over, hvordan sektor- og forbrugerregulering samt beskatningen af biler, energi og miljø samlet set påvirker rammebetingelserne for at udbrede elbiler og smart grid, og at der ligeledes ikke er foretaget en samlet vurdering af, om regulering og beskatning kunne tilrettelægges på en anden måde, at det både tilgodeser reguleringens formål, er provenuneutralt og samtidig kunne understøtte elbiler og smart grid.

Der kan peges på en række enkeltstående forhold, der har betydning. Ud over bilbeskatningen, som allerede er nævnt, kan det for eksempel også fremhæves, at der er oplagte incitamentsproblemer i forhold til at investere i infrastruktur til ladning i det offentlige rum. Energiselskaberne er reelt forhindret via regulering, men herudover er det usikkert, hvor hurtigt udbredelsen af elbiler vil ske (hønen og ægget-problemstillingen), og efterspørgslen vil i sagens natur afhænge af prisen på el fra sådanne ladestander – som investor ikke har indflydelse på. Et samlet overblik over reguleringens effekter og handlemuligheder eksisterer ikke.

Det er Deloitte's vurdering, at en samlet national strategi formentlig vil kunne styrke mulighederne for at realisere det skitserede potentiale væsentligt. Det vil efter vores opfattelse være hensigtsmæssigt som indgang til en sådan strategiproces at gennemføre en grundig analyse af de forhold, der har betydning for rammebetingelserne: regulering, beskatning, forsknings- og uddannelsesmiljøer, kvalificeret arbejdskraft, innovations- og iværksætterprogrammer m.v. Formålet med et sådant 360°-review er at identificere barrierer og handlemuligheder, herunder samspils- og suboptimeringsproblemer, i den samlede regulering.

I overvejelserne om en sådan sammenhængende strategi kan også indgå forhold som for eksempel:

- **Den offentlige sektor som forbruger**  
Den offentlige sektor kan spille en vigtig rolle som forbruger, især på kortere sigt. Kørselsmønstrene for offentlige myndigheder er for en dels vedkommende velegnet til brug af elbiler, for eksempel inden for ældre-, syge- og sundhedspleje, administration og en række tilsynsopgaver. Potentialet vil være særlig stort, hvis en del af den tjenestekørsel, som i dag sker i private biler, kan flyttes til offentligt ejede elbiler. Det vil være relevant at vurdere, hvilke krav og incitamenter der bør etableres for offentlige myndigheder til at købe flere elbiler.
- **Forskning, udvikling og uddannelse**  
Det har potentielt stor betydning, at der er de rette forsknings- og udviklingsmiljøer. Samspillet mellem forskningsmiljøerne og især de mere veletablerede dele af erhvervslivet omkring produkt- og teknologiudvikling er i sig selv værdifuldt, og herudover spiller de videregående uddannelser naturligvis en vigtig rolle som leverandører af kvalificeret arbejdskraft til industrien.

Det er en generel erfaring, som også er blevet bekræftet i de interview, Deloitte har gennemført i forbindelse med denne undersøgelse, at der ikke skal så meget til for at tiltrække både internationale virksomheder og forskere. Også store internationale koncerner udviser stor interesse for at være til stede der, hvor de bedste forsknings- og udviklingsmiljøer findes.

Det er desuden et gennemgående træk fra de gennemførte interview, at de større virksomheder anser mangel på kvalificeret arbejdskraft som en af de væsentligste barrierer for at kunne realisere vækstmulighederne.

Det vil være hensigtsmæssigt at undersøge mulighederne for at udbygge de allerede eksisterende forsknings- og udviklingsmiljøer i både universitetsmiljøerne og GTS-nettet.

- **Støtte til innovation og iværksættere**  
Det er sandsynligt, at nye innovations- og iværksættervirksomheder vil komme til at spille en væsentlig rolle i udviklingen af produkter og services til elbiler og smart grid.

Det skyldes blandt andet, at omstillingen fra traditionelle biler til elbiler bliver en strukturforandringsproces, der udfordrer den konventionelle tænkning i bilindustrien og i sagens natur betyder, at væsentlige dele af det, som er de etablerede industriers kompetencer, skal erstattes med noget nyt.

*De etablerede bilproducenter, kan ikke bruge alle ingeniørerne i Stuttgart og Wolfsburg til at udvikle nye løsninger til elbiler – for de kan kun komme i tanke om, hvorfor det ikke kan lade sig gøre.*

*Nye virksomheder vil komme til få stor betydning. De vil måske blive opkøbt på et tidspunkt, men de vil også få lov at passe sig selv.*

Citat fra interviewrunden

Det vil som en del af et 360°-review være relevant at se på rammebetingelserne for innovation og iværksættere på dette område. Det gennem-

gående indtryk fra de gennemførte interview er, at de små innovationsvirksomheder oplever adgangen til funding og risikovillig kapital samt krav til administration og dokumentation for anvendelsen af støttemidler som deres væsentligste udfordringer.

**Om Deloitte**

Deloitte leverer ydelser inden for Revision, Skat, Consulting og Financial Advisory til både offentlige og private kunder i en lang række brancher. Vores globale netværk med medlemsfirmaer i mere end 140 lande sikrer, at vi kan trække på stærke kompetencer foruden en dybtgående lokal indsigt, når vi skal hjælpe vores kunder overalt i verden. Deloitte mere end 170.000 medarbejdere arbejder målrettet efter at sætte den højeste standard. Deloitte medarbejdere understøttes af en virksomhedskultur, der fremmer integritet og merværdi til kunderne, en forpligtelse over for hinanden og en styrke gennem forskellighed. De arbejder i et miljø præget af konstant udvikling, udfordrende oplevelser og berigende karrieremuligheder. Deloitte medarbejdere arbejder målrettet på at styrke ansvarlighed, opbygge tillid og sikre positiv indflydelse i deres lokalsamfund.

**Deloitte Touche Tohmatsu Limited**

Deloitte er en betegnelse for Deloitte Touche Tohmatsu Limited, der er et britisk selskab med begrænset ansvar, og dets netværk af medlemsfirmaer. Hvert medlemsfirma udgør en separat og uafhængig juridisk enhed. Vi henviser til [www.deloitte.com/about](http://www.deloitte.com/about) for en udførlig beskrivelse af den juridiske struktur i Deloitte Touche Tohmatsu Limited og dets medlemsfirmaer.