

Elektrisk fremdrift og dets betydning for støberiindustrien

Af Hermann Rottengruber, Eike Christian Todsén, Stephan Zeilinga

De seneste års omtale af dieselskandalen samt den verdensomspændende opstramning af lovbestemmelser om minimering af bilernes udslip af skadelige stoffer og CO₂ skaber i øjeblikket usikkerhed i bilindustrien.

Den teknologiske omstilling fra forbrændingsmotoren til elektrisk fremdrift bliver for tiden massivt omtalt af de involverede parter. Denne artikel forsøger at give status for de korte- og mellemlange alternative muligheder til personbilernes forbrændingsmotor. Ved hjælp af en grundlæggende teknologianalyse undersøges muligheder for og ændringskrav til fremtidige bilfabrikanter og støberiindustrien.

Fremtidige fremdriftsmuligheder for personbiler

Spørgsmålet "hvad bliver de fremtidige fremdriftsmuligheder for biler" har aldrig været mere aktuelt. Hvad enten samtaleemnet drejer sig om aftagende oliereserver, brændstofpriser, CO₂-fodafttryk eller bilernes skadelige emissioner, så er alle enige om, at de traditionelle forbrændingsmotorer til biler ikke har nogen fremtid. Ikke desto mindre er benzinmotorer og især i Europa dieselmotorer fortsat de mest populære fremdriftstyper.

Begrundelsen herfor er enkel: Forbrændingsmotorer, der bruger konventionelle brændstoffer giver bilejere fortsat økonomiske fordele. Ud over de økonomiske fordele er konventionelle bilers rækkevidde og fleksibilitet også en stor fordel.

Ikke desto mindre er det stigende tegn på, især i de senere år, at der er et paradigmeskifte på vej. Drevet af de senere års ressource- og klimadiskussioner har der siden efteråret 2015 været en følelsesladet debat om bilernes skadelige emissioner. De ansvarlige kommuner har indtil videre ikke implementeret immissionsregulativet, især med hensyn til kvælstofilter (NO_x), men når det gennemføres, kan det blive et reelt problem. Især køreforbuddet for diesel person- og lastbiler i storbyområder. Disse mobilitetsbegrænsende tiltag kan medføre, at dieselmotorer bliver mindre attraktive. I USA, Indien og Kina har myndigheder i mange år truet med at indføre kørselsforbud eller registreringsbegrænsninger for biler med forbrændingsmotorer.

Målet om minimering af brændstofforbruget med konventionelle forbrændingsmotorer kan hos de fleste bilfabrikanter, og især for de tyske, kun opnås med et betydelig andel dieselmotorer i bilparken, og det er et problem i sig selv. For at opfylde nuværende og fremtidige emissionskrav samt minimere brændstofforbruget bliver det på mellemlangt sigt især for dieselmotoren ekstremt vanskeligt at holde sig på et omkostningsniveau, der svarer til sammenlignelige elmotorer. Så snart forbrændingsmotorer og elmotorer med ens kundebehov har samme produktionsomkostninger er vendepunktet nået. Herefter kan man regne med eksponentielt stigende efterspørgsel for elbiler.

Det vil sige, at den på nuværende tidspunkt forholdsvis tilbagehol-

dende købelyst for elbiler på kort og mellemlang sigt vil tiltage betydeligt. Hertil kommer også, at lande og deres erhvervsliv, også i Tyskland, i kølvandet på de forestående klimaændringer, overvejer at komme af med fossile brændstoffer. Dette vil samtidig medføre et salgsforbud for konventionelle forbrændingsmotorer.

Den stigende efterspørgsel efter elektrificerede køretøjer vil ligeledes omfatte hybrid- og batterielektriske køretøjer. Skiftet til et rent batterielektrisk køretøj (BEV) vil ske i en overgangsfase, hvor der anvendes hybridbiler. På langt sigt er hybridkøretøjer fortsat den optimale løsning til et stort antal anvendelser og køretøjsvarianter. På denne baggrund er det på tide at tænke over, hvordan markedet for bilernes fremdriftskomponenter skal omstille sig.

De forskellige fremdriftsmåder, nemlig mild hybridbil (MHEV), fuld hybridbil (HEV), plug-in hybridbil (PHEV) eller elbilen (BEV), stiller forskellige krav til bilens fremdriftskomponenter (fig. 1).

Fra 2020 vil en stor del af den fremtidige bilpark have konventionelt drevne biler med en assisterende elmotor. Disse såkaldte mild hybridbiler kan ikke køres som en ren elbil, men bruger ved lave hastigheder en elmotor. Det separate 48V batteri genoplades automatisk med regenerativ bremsning under udkobling og bremsning. Disse hybridbiler har ikke brug for et kostbart højspændingssystem og med en lille, billig batterikapacitet er disse MHEV'er særdeles kostattraktive.

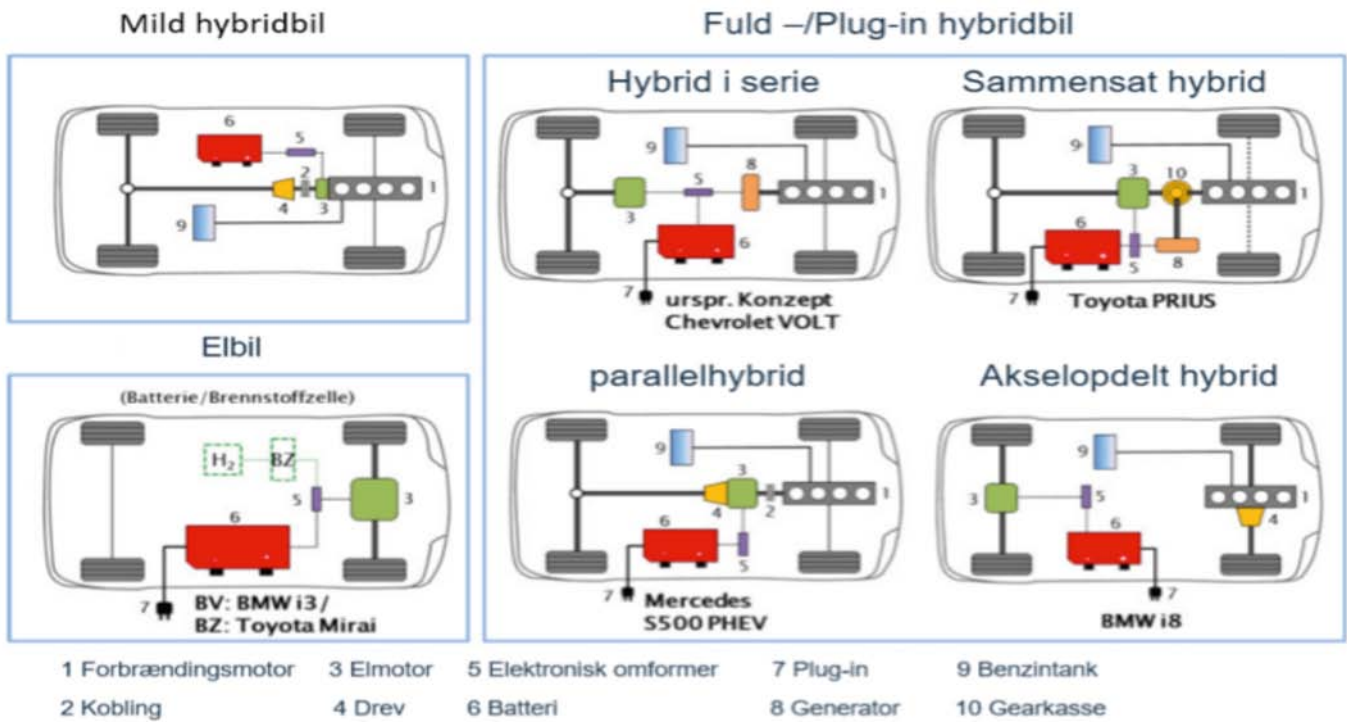


Fig 1: Oversigt forskellige drevtopologier til hybridbiler

Fuld hybridbiler har en kraftigere elmotor og større batterikapacitet, og med plug-in funktion bliver rækkevidden mellem 80-100 km. HEV- og PHEVer repræsenterer dog en overgangsteknologi. På grund af et lavt brandstofforbrug og dermed mindre CO₂-emission gør lovgivning i mange lande det attraktivt for bilproducenter at fremstille disse typer biler. Grunden til den attraktive lovgivning er, at de pågældende lande nemmer kan opnå deres mål om nedsat brændstofforbrug og CO₂-udslip.

Som det fremgår af fig. 2 er plug-in hybridbiler mest komplekse med hensyn til fremdriften. Men kombinationen elmotor og forbrændingsmotor giver mere attraktiv brugsværdi. Desuden er i sammenligning med rene elbiler batteriet betydeligt mindre og dermed også billigere. Også store og tunge biler, som bidrager med et stort dækningsbidrag til bilfabrikanterne, kan fremstilles fornuftigt med PHEV-teknologi. Elbiler er væsentlig mindre komplekse med hensyn til fremdriften (fig. 3). Men mange enkeltkomponenter, især til energilagring, opfylder endnu ikke omkostnings- og udviklingsmålene for at kunne konkurrere med konventionel fremdrift, dette gælder især kombinationen af benzinmotor og elmotor i HEV og PHEV biler. En væsentlig fordel med elbiler er deres nulemissioner.

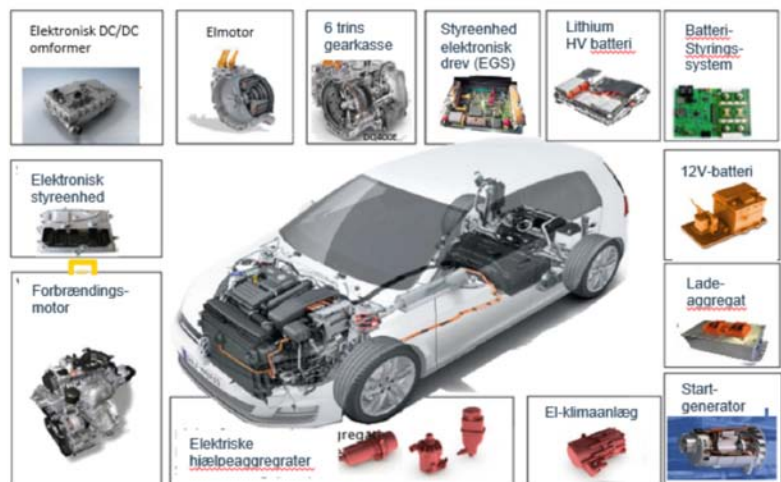


Fig 2: Komponenter i en plug-in hybridbil

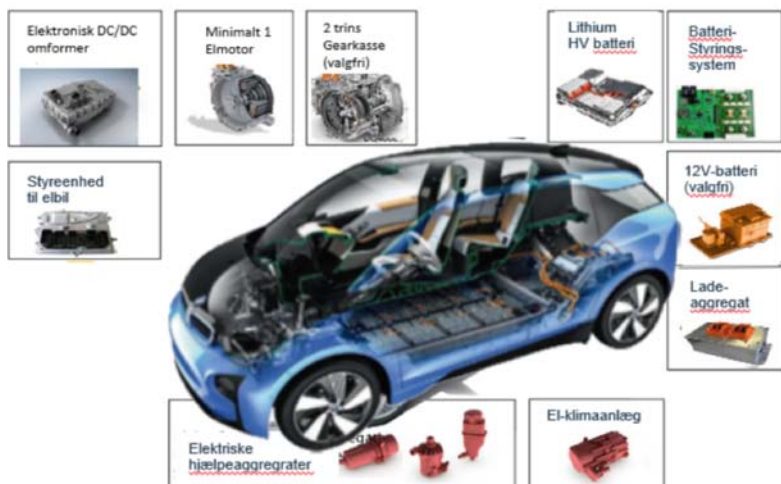


Fig. 3: Komponenter i en elbil

De mulige variationer i fremdriftsmåder har

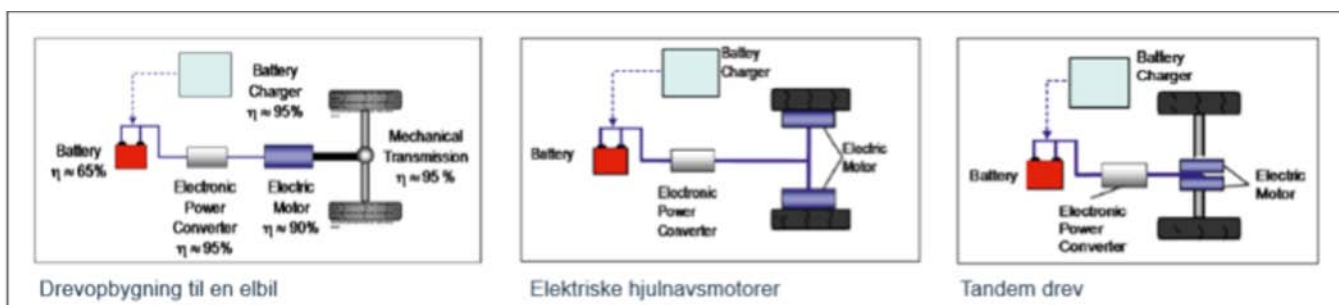


Fig. 4: Drevtopologier til en elbil

givet nye frihedsgrader til bilens konstruktion. Ved at kunne anvende motortræk på hvert hjul fås der interessante muligheder for at forbedre elbilernes køredynamik og interiørdesign (fig. 4). Der er tre almindelige typer elektriske motorer: permanent magnet synkronmotor (PSM), asynkronmotor (ASM) og frem-

medmagnetiseret synkronmotor (ESM). En videre udvikling af en PSM er hybrid-synkronmotoren (HSM), der har en højere effektivitet samt lavere omkostninger til de magnetiske komponenter. Alle typer elmotorer har en veludviklet og gennemprøvet teknologi og kan anvendes til el- og hybridbiler (fig. 5).

Imidlertid forbliver også støbte metaldele vigtige nøglekomponenter i en ren elbil. Eksempelvis har en elmotor to store komponenter, et statorhus og en rotor, der kan støbes. Derudover er såvel elmotoren i en central fremdriftsenhed som de såkaldte hjulnavsmotorer fremstillet af komponenter af optimeret komplekst støbegods (fig. 6).

	ESM Fremmedmagnetiseret synkronmotor	PMS Permanent magnet synkronmotor	HMS Hybrid-synkronmotor	ASM Asynkronmotor
Egenskaber				
Magnetmasse	0 %	100 %	50 % (indstøbte magneter)	0 %
Belastingsmoment	40 – 50Nm/l	40 – 50Nm/l	40 – 50Nm/l	20 – 30Nm/l
Virkningsgrad	92 %	88 %	Ca. 92 %	86 %
Dynamik	< 250 ms	ca. 10 ms	mindre end 10 ms	mindre end 100 ms
Anvendelse	Renault Kangoo	Toyota Prius, e-Golf, de fleste PHEVer	BMW i3	TESLA model S

Fig. 5: Oversigt elektriske komponenter til BEV- og PHEVer

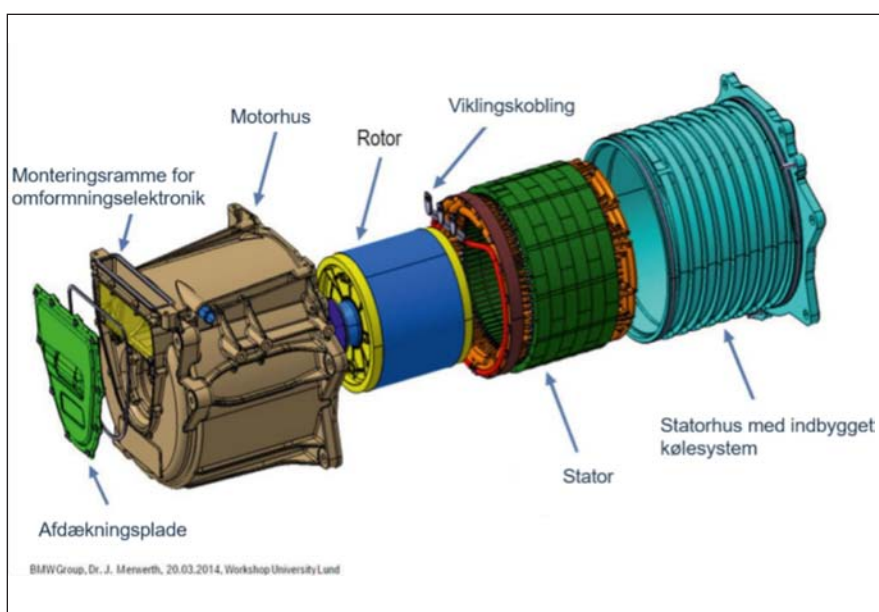


Fig. 6: Støbte dele til en elmotor

Andre nøglekomponenter inden for elektromobilitet er energilagringssystemerne, som der fortsat er et enormt udviklingsbehov for. De enkelte battericeller, der skal skræddersys til deres respektive anvendelse, kræver stadig betydelig videreudvikling. Endvidere er der fortsat store udfordringer i at sammensætte cellerne til hele batterier. Også brugerbeskyttelse mod batteriekspllosion og elektrisk stød er en teknologisk udfordring.

For det første skal batterisystemer garantere driftssikkerhed, og for det andet også gøre det muligt at tjene som lagerceller. Dette kræver undertiden et komplekst udført batterikabinet, som med fordel kan fremstilles af støbt aluminium. Den komplekse udformning og de delvist integrerede køle- og opvarmingskanaler er en støbetechnisk vanskelig udfordring for støberierne.

For at opnå en maximal rækkevidde for et elektrisk drevet køretøj er det, bortset fra forbedring af batterikapaciteten, ikke så tvungende nødvendigt at reducere køretøjets vægt, eftersom det er muligt i stadig større udstrækning at genvinde bremseenergien. Dog

lønner det sig stadigvæk at tænke i alternative materialer for eksempel til bokse til batterier og indkapslinger til elektriske komponenter støbt i lettere materialer, for eksempel magnesiumlegeringer, eftersom vægten, størrelse og kompleksiteten af sådanne komponenter har betydning for, hvor besværligt montage i produktionen bliver. Her tegnes en vigtig tendens for fremtidige støbte komponenter inden for elektromobilitet. I den teknologiske udvikling vil der være mindre fokus på termisk holdbarhed og tribologisk optimering af store komponenter (støbegods til forbrændingsmotorer og gearkasser, red.) Egenskaber såsom "strukturopsummeret" og "omkostningsgunstigt" vil være vigtige kerneegenskaber ud over elektromagnetisk kompatibilitet. Elektriske og elektromagnetiske egenskaber af det støbte gods er af særlig betydning, hvis de bruges i de elektriske maskiner, og udsættes for elektrisk eller magnetisk påvirkning.

Men der er andre grunde, som ikke skyldes lovgivning eller miljømæssige årsager, til at skifte til elektromobilitet. Selvkørende biler eller delvist selvkørende biler med minimal indgriben fra føreren samt bilens opkoblingsmuligheder til smartphones etc. har en merværdi for mange kunder hvilket vil øge et behov for netop disse slags biler

Behovet for elektrisk energi til selvkørende biler og opkoblingsmuligheder er stort (fig. 7). Der skal anvendes kraftige computere, styreenheder, sensorer og aktuatorer, som skal fungere pålideligt og fejlfrit under alle mulige driftsomstændigheder, også ved sikkerhedsopdatering, hvilket kræver en temmelig stor batterikapacitet i bilen. De i de senere år udviklede batterisystemerne er egnede til denne opgave. Ligeledes vil en stigning i spændingsniveauet til mindst 48 volt eller mere til personbiler give mere mening på mellemlang sigt.



Fig. 7: Strømkrævende udstyr til selvkørende biler

I princippet kunne disse batterisystemer også køre en delvis eller fuldt elektrificeret fremdrift uden problemer. I så fald vil assisterende fremdrift med forbrændingsmotor, i hvert fald til de korte og mellemstore rækkevidder op til 200 km, fra dagens perspektiv, sandsynligvis være temmelig uinteressant.

Sammenfatning

De seneste par måneder diskussioner om emissioner og immissioner har, udover nødvendigheden for at opnå de lovmæssige mål om CO₂-reduktion, betydet, at skiftet til elektromobilitet vil være nødvendigt inden 2030. Om det til dels kontroversielle mobilitets-scenarium kan implementeres i de næste ti år er fortsat et åbent spørgsmål.

Der er dog ingen tvivl om, at markedet for personbiler vil ændre sig massivt i de kommende år. De elektrificerede køretøjer vil vinde betydelige markedsandele sammenlignet med tidligere år, ikke kun i Tyskland, men også i resten af verden (fig. 8).

I løbet af det næste årti vil både

fremstillings- og driftsomkostninger i løbet af elbilens levetid blive konkurrencedygtige med dieselbilernes omkostningsniveau.

For at kunne opnå CO₂-målene og lokale krav om nulemission er det nødvendigt at elbilens andel i den samlede bilpark stiger. Ikke desto mindre vil forbrændingsmotorer være foretrukne til lange kørsler og til lastbiler. Derfor vil markedsandelen for elbilen ikke stige til 100% globalt. Det vil også være vanskeligt i de næste ti år at kunne opstille tilstrækkelig med ladestationer til elbiler, især i de ikke-industrialiserede lande og storbyområder. Det vil heller ikke være muligt på verdensplan at skifte til 100% vedvarende energi og dermed opnå CO₂-neutral elektricitet inden for det næste årti. Derfor vil de såkaldte hybridbiler (plug-in hybridbiler og 48 volt mild hybridbiler) i en ikke kendt tidsperiode have brug for forbrændingsmotorer.

Støberiteknologi er dog fortsat en vigtig nøgleteknologi for elektromobilitet, fordi:

- elmotorkomponenter som motorhus og stator,
- batterikabinetter inklusive kon-

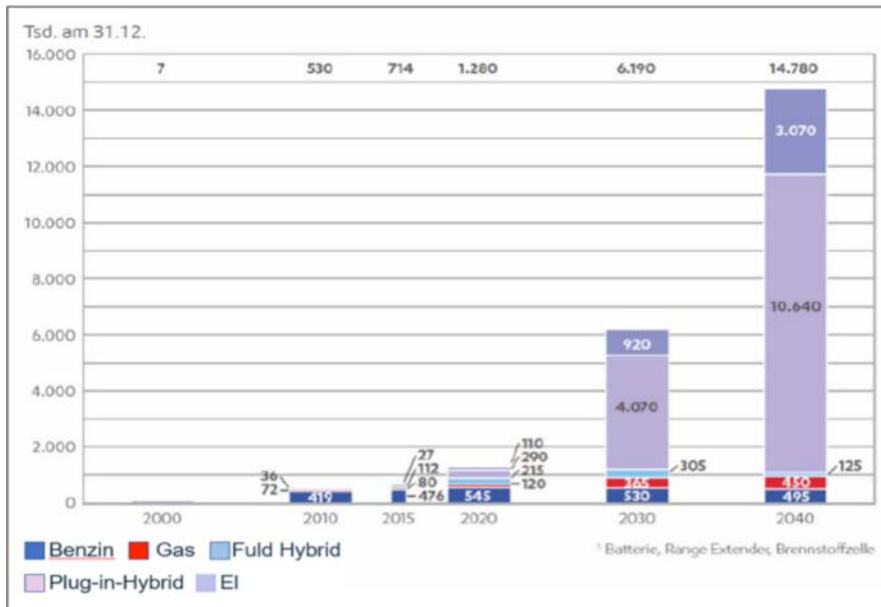


Fig. 8: Alternative fremdriftssystemer for personbiler i Tyskland indtil 2040

ditioneringsenhed for battericellerne,

- elektronikkabinet, er vigtige og værdifulde nøglekomponenter i et delvist elektrificeret eller batterielektrisk køretøj.

Fokus på forskning og udvikling i støberiindustrien vil dog ændre sig i de kommende år. Termisk og tribologisk stærkt belastede komponenter vil være mindre vigtige til biler med elektrificeret

fremdrift. Håndtering og effektiv produktion af store, geometrisk komplekse komponenter med fokus på omkostningsoptimering og mere gunstig massefordeling i køretøjet prioriteres meget højere.

Derudover vil de fremtidige bilere sandsynligvis have mere fokus på bilens digitaliseringsmuligheder end selve fremdriftssystemet. Dette fører bestemt til det faktum, at fremdriftstypen til selvkørende biler vil være temmelig sekundær. De følelsesmæssige forhold, som ofte spiller en rolle, når der vælges en bil med konventionel forbrændingsmotor, vil således tabe sin betydning.

Artiklen er bragt i GIESSEREI_PRAxis 3/2020. Den er gengivet med venlig tilladelse af Schiel & Schön GmbH. Oversat af Herbert Wolt-hoorn.