

Miljøvenlige busser i Region Hovedstaden

Vurdering af muligheder og potentialer for implementering af nye motorteknologier og brændstoffer

Maj 2009

Miljøvenlige busser i hovedstaden

Vurdering af muligheder og potentialer for implementering af nye motorteknologier og brændstoffer

Maj 2009

Dato: **1. Maj 2009**

Notatnummer:

Rev:

Udarbejdet af: Johnny Iversen, Thomas Capral Henriksen, Simon Dreyer, Michael Henriques

Kontrolleret / godkendt: Michael Henriques og Søren S. Nielsen

Filnavn: Miljøvenlige busser i Region Hovedstaden

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	1
2	Sammenfatning	2
3	Afgrænsninger	6
3.1	Definitionen af en miljøvenlig bus	6
3.2	Energiregnskab og opgørelse af CO ₂ -emission.....	7
3.3	Lokale miljøsyn	7
4	Tekniske analyser	8
4.1	Simple tilpasninger.....	8
4.2	Motorteknologier	9
4.2.1	Batteridrevne busser	9
4.2.2	Hybridteknologier	9
4.2.3	Sammenfatning af motorteknologier til busdrift	10
4.3	Brændstoffer	10
4.3.1	Sammenligning af brændstoffer	10
5	Udenlandske erfaringer	14
5.1	Brintbusser i Hamburg og andre europæiske storbyer	14
5.2	Svenske erfaringer med ethanol, biogas og brint	14
6	Syv tekniske alternativer	15
6.1	Sammenligning af de syv alternativer	15
6.1.1	Sammenligning af alternativernes økonomi.....	17
6.2	Overvejelser ved valg af teknologier	18
6.3	Muligheder for implementering	20
6.4	Konkrete eksempler på implementering	21
6.4.1	Hybridbusser	22
6.4.2	Bioethanolbusser	22
6.4.3	Biodieselbusser	23
6.4.4	Naturgasbusser	23
6.4.5	Brintbusser	23
6.4.6	Opsamling på eksemplerne	24
7	De lovgivningsmæssige rammer for introduktion af miljøvenlige rutebusser i Region Hovedstaden	25
7.1	Overordnede vurderinger og overvejelser	25
8	Udbud af bustrafik	28
8.1	Generelle elementer.....	28
8.2	Tekniske – eller funktionskrav?.....	30
8.3	Støttemuligheder til teknologisk udvikling	30



9	Anbefalinger til videre arbejde	31
9.1	Valg af teknologier til enkelte ruter.....	31
9.2	Implementering i forhold til udbud af ruter	31

Bilag/bilagsrapporter:

1. Teknologier og brændstoffer
2. Brintbusser i Hamburg og andre europæiske storbyer
3. Svenska erfarenheter av bussar med förnybara drivmedel
4. Juridiske aspekter
5. Engelsk forsøg med miljørigtig kørsel

1 Indledning

Region Hovedstaden i samarbejde med trafikselskabet Movia har bedt Tetraplan i samarbejde med Grontmij Carl Bro om at vurdere mulighederne for at indsætte mere miljøvenlige busser i den trafikale betjening. Formålet med undersøgelsen er dels at afdække de teknologiske og økonomiske aspekter ved en sådan tilgang, dels at afdække hvorvidt en række initiativer fra regional side kan medvirke til at fokusere udviklingen i retning mod mere bæredygtige løsninger.

Projektet har haft stærkt fokus på de tekniske løsninger, men også de mere organisatoriske og juridiske elementer i relation til indførelse af mere miljøvenlige busser er blevet belyst.

I denne forbindelse er der søgt gennemført en afdækning af hvilke muligheder en region har for på et relativ operationelt niveau at støtte en udvikling i retning mod mere miljøvenlige busser. Rammerne for regionens muligheder i relation til at understøtte en bæredygtig udvikling, samt at arbejde med udvikling af nye teknologier er derfor søgt afdækket. Ved valg og anbefaling af løsninger har fokus i forbindelse med de rent teknologiske aspekter været på nødvendigheden af at sikre, at de fremlagte løsninger kan anvendes i praktisk drift. Hermed skal forstås, at der i arbejdet har været stærkt fokus på, at de løsninger der anbefales er robuste dvs. umiddelbart kan sættes i drift, samt at anbefalingerne lægges ind i en tidsmæssig korrekt rækkefølge under hensyntagen til de teknologiske landvindinger, vi forventer at se de kommende år.

Endelig er der i rapporten taget et vist hensyn til hvilke muligheder Region Hovedstaden og Movia har for at påvirke udviklingen i retning af valg af ny og mere miljørigtig busteknologi. Som udgangspunkt er vurderingen her, at der specielt for trafikselskabet er ganske vide rammer, såfremt kommuner og regioner som købere af ydelserne støtter disse tiltag. Ligeledes er kommunernes rammer vide, mens der for regionerne er nogle flere begrænsninger på dette område. Der ligger dog en opgave i at udforske disse begrænsninger yderligere.



2 Sammenfatning

En miljøvenlig bus karakteriseres ved lave luft-emissioner, herunder specielt drivhusgasser, NO_x og partikler, og den skal have et lavt støjniveau. Den miljøvenlige bus skal have en høj virkningsgrad under omsætning af brændstof/drivmiddel. Som udgangspunkt skal den være baseret på brændsler, der fremskaffes på bæredygtig vis, herunder sikring af biodiversitet og reduceret afskovning. Den miljøvenlige bus kombineret med dens drivmiddel skal således udvise et fornuftigt energiregnskab.

En mulighed for at skabe hurtige miljømæssige resultater er at anvende "simple tilpasninger", herunder indkøbe busser med lavere vægt, give chaufførerne kurser i miljørigtig kørsel og montere energibesparende udstyr på busserne, fx dæk med lav rullemodstand. Disse "simple tilpasninger" kan implementeres med det samme, uden store investeringer og resultaterne kan ses med det samme.

Denne undersøgelse af miljøvenlige busser i Region Hovedstaden har vist, at det over de kommende år vil være muligt at indføre mere miljøvenlige busser baseret dels på busser med forbrændingsmotorer som anvender alternative brændstoffer, og dels ved en satsning på hybridbusser, som anvender en teknologi i hvilken en dieselmotor og en elmotor samarbejder.

Hybridbusserne synes blandt mange andre forhold, at udmærke sig ved deres robusthed, og en heraf følgende høj oppetid¹ Den høje oppetid et ufravigeligt krav fra Movia og Region Hovedstadens side, da det er en forudsætning for at busserne kører til tiden og man dermed kan fastholde eksisterende og tiltrække nye kunder til den kollektive bustrafik² Undersøgelsen har desuden vist, at den teknologiske udvikling pt. bevæger sig meget hurtigt, hvilket betyder, at teknologibilledet meget hurtigt kan ændre sig.

Der er en række udenlandske erfaringer med nye miljørigtige busser. I EU-regi er der lavet et projekt med brintbusser i en række Europæiske storbyer, hvor man har defineret tekniske standarder og løst forskellige problemer i forhold til praktisk anvendelse af brintbusser. Dog er teknologien stadig på demonstrationsstadiet og der er et stykke vej til kommerciel drift. I Sverige har man anvendt både ethanolbusser og bio-/naturgasbusser i en årrække og erfaringer er gode. I begge tilfælde anvendes en velafprøvet teknik og der opnås gode emissionsreduktioner. Busserne er dog lidt dyrere i drift og indkøb i forhold til konventionelle dieselbusser.

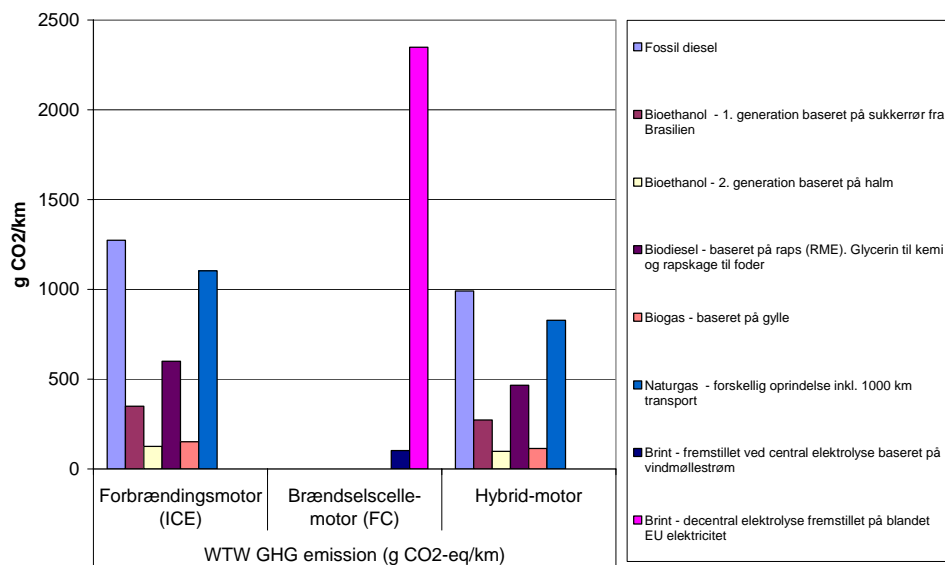
Et forhold af stor betydning er, at brændstofferne miljømæssige egenskaber er meget forskellige. Nogle brændstoffer er fordelagtige at anvende set i forhold til fortrængning af CO₂-emissioner, men de kan lægge beslag på store ressourcer og udlede meget CO₂ i forbindelse med fremstilling og distribution. Dette gælder specielt for brint, men også en række af de alternative brændstoffer til konventionelle forbrændingsmotorer har disse karakteristika.

¹ Oppetid er her defineret som potentiel/mulig driftstid fratrukket tid medgået til service, driftstnedbrud mm.

² Se Movia Kundepreferenceundersøgelse 2007.

Det er derfor af stor betydning at følge hele processen fra fremstillingen af brændstoffet, over distributionen, til det er blevet anvendt i bussen. En sådan "well-to-wheel" (fra brønd/kilde til hjul) tankegang er blevet anvendt i rapporten. Nedenstående figur viser de overordnede påvirkninger af miljøet, i form af klimapåvirkning for udvalgte brændstoffer og motorteknologier. Som det fremgår af analyserne, synes især hybridteknologien at vise lovende resultater.

Figur 1 Klimapåvirkninger for udvalgte brændstoffer og motorteknologier



Undersøgelsen har analyseret syv alternativer til den konventionelle dieselbus, som kan resultere i mere miljøvenlig busdrift. Nedenstående figur skitserer fordele ved anvendelse af hvert alternativ. Desuden skitseres niveauet af omkostningerne, der er forbundet med at implementere alternativerne. Alle alternativer er sammenholdt med omkostningerne ved brug af en traditionel EEV/Euro 5 klasse dieselbus.³

³ For definitioner mm. henvises til afsnit 6 og bilagsrapport 1. EEV=Enhanced Environmental Vehicle

Tabel 1 Fordelene ved de syv alternativer

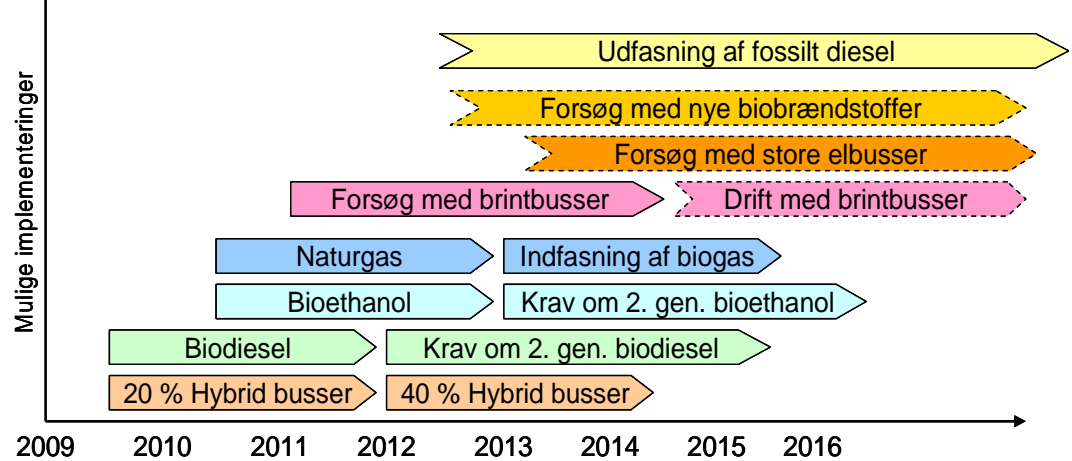
Alternativ	Fordele	Omkostning
1 – diesel hybrid	<ul style="list-style-type: none"> - Ca. 30 % lavere brændstofforbrug - Kendt og afprøvet teknologi - Hurtig implementering - Flere miljøfordele - Samme værksteder 	Omkostningsneutral
2 – bioethanol	<ul style="list-style-type: none"> - Stor CO₂-fortrængning - Kendt og afprøvet teknologi - Hurtig implementering - Flere miljøfordele 	Store drifts- og etableringsomkostninger
3 – bioethanol hybrid	<ul style="list-style-type: none"> - Øget effektivitet - Stor CO₂-fortrængning 	Store drifts- og etableringsomkostninger
4 – biodiesel	<ul style="list-style-type: none"> - Hurtig implementering - Ingen væsentlige ændringer i infrastruktur - Kendt og afprøvet teknologi - Mulighed for gradvis implementering - Dansk produktion af biodiesel 	Små etableringsomkostninger Mellemstore drifts-omkostninger
5 – biodiesel hybrid	<ul style="list-style-type: none"> - Ca. 25 pct. lavere brændstofforbrug end biodiesel - Se biodiesel 	Mellemstore etableringsomkostninger Mellemstore drifts-omkostninger
6 – naturgas	<ul style="list-style-type: none"> - Naturgas er mere miljøvenligt end diesel - Mindre støj end dieselbusser - Naturgas kan bane vejen for biogas - God økonomi - Forholdsvis hurtig implementering 	Mellemstore etableringsomkostning Små drifts-omkostninger
7 – brint	<ul style="list-style-type: none"> - Store CO₂-fortrængning er mulige - Store lokale miljømæssige gevinster - Høj branding værdi 	Meget store drifts og etableringsomkostninger

I analysen er foretaget beregninger på fem eksempler på implementering af alternativer. Beregningerne viser, at alle fem alternativer er forbundet en øgede omkostninger ved implementering i praksis. Der er desuden relativ stor forskel på omkostningerne ved de forskellige alternativer teknologier. Økonomisk set er naturgasbusser og hybridbusser bedste alternativer, og brint er det dyreste alternativ. Se desuden hovedafsnit 6 og bilagsrapport 1.

Endvidere er det spørgsmålet, hvornår de forskellige teknologier kan implementeres. Det anbefales at satse på en strategi, der arbejder med parallelle indfasningsforløb, hvor der tages hensyn til kontraktudløb og kørselsmønstre. Figuren nedenfor illustrerer, hvilke mulige teknologier der kan implementeres i busdriften på kort, mellemlang og lang sigt.



Figur 2 Tidshorisont for implementering af forskellige teknologier



Endeligt er det blevet vurderet i hvilken udstrækning Region Hovedstaden og Movia kan medvirke aktivt til en sådan udvikling. Her er konklusionen, at rammerne umiddelbart er ret vide. når der tages hensyn til dels de almindelige konkurrenceretlige regler, dels er betalingsviljen til stede i forhold til at dække eventuelle meromkostninger hos operatørerne. Og samtidig peges der på de gode muligheder for at indgå i såvel nationale som internationalt støttede forsøgsprojekter, herunder Færdselsstyrelsens grønne puljer, som er på vej ind i en implementeringsfase.

På baggrund af analyserne anbefales det at gennemføre et efterfølgende projekt for praktisk implementering af mere miljøvenlig busdrift i Region Hovedstaden. Dette projekt skal konkretisere forslag til implementering af miljøvenlige busser på konkrete ruter, mulige finansieringskilder, samarbejdspartnere, overordnede funktionskrav m.v., sammenholdt med kommende udbudsrunder for busdriften.

3 Afgrænsninger

Der er i undersøgelsen foretaget en række metodiske valg og afgrænsninger. Definitionen af en miljøvenlig bus sætter den overordnede ramme for undersøgelsens omfang, og giver et pejlemærke i forhold til, hvor undersøgelsens resultater skal fokuseres.

Der er flere steder i rapporten foretaget afgrænsninger, som har gjort det muligt at fokusere på egnede teknologier i undersøgelsens kontekst. Det gælder fx omkring valget af undersøgte motorteknologier og brændstoffer. Overordnet bygger disse afgrænsninger på, at de valgte teknologier, skal have potentiale for at gøre busdriften i Hovedstadsregionen mere miljøvenlig.

3.1 Definitionen af en miljøvenlig bus

Graden af miljøvenlighed af en bus kan som minimum defineres ud fra to kriterier, dels passagerbelægningen, der er knyttet til en optimal udnyttelse af bussens kapacitet og dels bussernes størrelse i forhold til efterspørgslen. Begge forhold påvirker energiforbruget pr. personkilometer og derigennem bussernes miljøvenlighed. Miljøvenligheden kan forbedres ved en kombination af to tiltag – en forøgelse af passagerbelægningen kombineret med en tilpasning af bussernes størrelse til efterspørgslen. Den førstnævnte del af løsningen er primært knyttet til en styrket efterspørgsel efter kollektiv bustransport, mens den sidstnævnte baserer sig på en model, hvor en størrelsesmæssigt varieret buspark indsættes efter behov.

Ikke mindst den førstnævnte løsning er set ud fra en række kriterier optimal, idet den styrker den kollektive trafik, herunder trafikkenes indtægtsgrundlag samtidig med at den reducerer trængsel og forbedrer miljøet. Løsninger af denne karakter indgår derfor helt naturligt i regeringens grønne transportplan. Men det er ikke disse løsninger der er i fokus i dette projekt, selvom de klart giver meget "value for money".

Fokus er derimod rettet mod de forbedringer af det ydre miljø, der kan opnås ved at forbedre bussernes miljøperformance gennem forbedringer af bestående og introduktion af nye drivlinieteknologier. Fokus er med andre ord på, hvorledes energiforbruget i fremtidens busser kan nedbringes, og hvordan der kan gennemføres en omlægning fra de nuværende, fossile brændstoftyper til mere miljørigtige brændstoftyper. Fremtidens bus skal derfor dels køre længere på literen end i dag, dels skal drivmidlet være mere miljørigtigt for så vidt angår de emissioner, der udledes i forbindelse med produktionen og distributionen, samt den efterfølgende anvendelse af drivmidlet.

På sigt er det vurderingen, at el-motoren vil tage over fra forbrændingsmotoren (diesel), men samtidig vil forbrændingsmotoren i en periode fremover stadig være den vigtigste fremdrivningskilde i busserne.

En miljøvenlig bus karakteriseres ved lave luft-emissioner, herunder specielt drivhusgasser, NO_x og partikler, og den skal have et lavt støjniveau. Den miljøvenlige bus skal have en høj virkningsgrad under omsætning af brændstof/drivmiddel. Som udgangspunkt skal den være baseret på brændsler, der fremskaffes på bæredygtig vis, herunder sikring af biodiversitet og reduceret afskovning. Den miljøvenlige bus kombineret med dens drivmiddel skal således udvise et fornuftigt energiregnskab.



Ved alle sammenligninger er der taget afsæt i dagens "state of the art" dieselteknologi dvs. en konventionel dieselbus, som lever op til EEV normen.

3.2 Energiregnskab og opgørelse af CO₂-emission

Energi- og CO₂-regnskabet er ofte tæt knyttet til hinanden. Dog er der eksempler på at CO₂-regnskabet på papiret kan være godt, men have et meget dårligt energiregnskab og måske uheldige bæredygtighedsaspekter. Eksempelvis kan teknologier baseret på intensiv drift i regnskovsområder godt fremstå med et godt CO₂-regnskab, selvom en opgørelse af det samlede energiregnskab viser, at der er benyttet et meget stort energiforbrug for at tilvejebringe energiresourcen. Derfor er begge dele nødvendig at vurdere.

For at få det mest retvisende billede af det fornuftige energi- og CO₂-regnskab er et "well-to-wheel" studie af forskellige teknologier at foretrække. Der er i denne undersøgelse taget udgangspunkt i et europæisk studie, som kortlægger energiforbrug og CO₂-udledningerne ved tilvejebringelse, transport og brug af en lang række forskellige brændstoffer både fossile og biomasse baserede. I studiet "Well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context" bruges begreberne "well-to-wheel", som dækker over udledninger fra brændstoffet fremstilles eller udvindes til energien bliver omsat i køretøjets hjul⁴.

Da der er anvendt et internationalt studie til vurdering af brændstoffernes effektivitet hele vejen fra kilden til tanken, bør tages hensyn til, at energiregnskaberne ikke nødvendigvis svarer helt til den danske situation. Der bør endvidere tages hensyn til at biomassen, som anvendes til fremstilling af biobrændstof i en specifik dansk kontekst, muligvis kan anvendes mere fordelagtigt til andre formål.

3.3 Lokale miljøhensyn

Foruden CO₂-emissioner og energiregnskaber undersøges også, hvordan brugen af alternative teknologier og brændstoffer påvirker det lokale miljø.

Anvendelsen af alternative brændstoffer forårsager ofte langt lavere emissioner af, NO_x, partikler og andre problematiske stoffer end dieselbusser af EEV-standard. Desuden vil der være store gevinster i forhold til støj forbundet med anvendelsen af flere af de nye teknologier. I bilagsrapporten om teknologier er undersøgelserne omkring lokale miljøpåvirkninger beskrevet kvalitativt.

⁴ Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and power trains in the European context, EU Kommissionens Joint Research Centre, CONCAWE og EUCAR. Rapporten bliver løbende opdateret. I denne undersøgelse er der benyttet data fra "well-to-wheel" studiet fra November 2008.



4 Tekniske analyser

Undersøgelsens tekniske analyser dækker dels over en delanalyse af tilgængelige motor-teknologier og en delanalyse af de forskellige brændstoffer, som kan anvendes til fremdrift af en bus. For at gøre busdriften mere miljøvenlig kan der anvendes alternative teknologier, hvorfor det er relevant at se på disse. Samtidig kan mere simple foranstaltninger kan også føre til mere miljøvenlig busdrift, hvorfor de også indgår i analysen.

4.1 Simple tilpasninger

En oplagt mulighed for på kort sigt at forbedre bussernes miljøvenlighed er knyttet til brug af energiforbrugsbegrænsende udstyr. De klassiske eksempler fra andre dele af transportbranchen er knyttet til brug af luftmodstands-begrænsende udstyr (typisk spoiler mm.), dæk med lav rullemodstand og ikke mindst kurser i miljørigtig kørsel (eco-driving). Sidstnævnte omfatter viden om optimal anvendelse af motor- og gearsystem samt ikke mindst viden om betydning af "forudseende kørsel", dvs. kørsel der fokuserer på at køre glidende i trafikken og dermed undgå bratte opbremsninger, samt energikrævende accelerationer..

Erfaringer fra simulatorcentre, hvor bl.a. lastbilchauffører videreuddannes i miljørigtig kørsel viser, at der kan opnås ganske store besparelser her. En reduktion i brændstofforbruget på 10 % anses ikke for at være urealistisk, og kræver i første runde alene et kortvarigt chaufførkursus. Skal effekten fastholdes kræver det dog løbende opfølgninger idet effekten ellers hurtigt forsvinder. I bilagsmaterialet (bilag 5) er omtalt de lovende erfaringer fra et engelsk forsøg med miljørigtig kørsel.

Brug af dæk med lav rullemodstand kan ligeledes reducere energiforbruget, typisk med op til 5 %. Det skal dog erkendes, at der her ofte vil være tale om et kompromis mellem den lave rullemodstand og dækkets øvrige egenskaber, herunder holdbarhed og ikke mindst evnen til "at stå fast" i fedtet og vådt føre. Sidstnævnte har ikke mindst betydning i forbindelse med evnen til at kunne bremse sikkert.

Et andet indsatsområde er brug af busser med lav vægt. ARRIVA har i vinteren 2005/2006 prøvekørt et sådan koncept over en periode på fire mdr. Set ud fra en miljømæssig vinkel er det mest slående resultat, at energiforbruget blev reduceret med mere end 20 % sammenlignet med en traditionel bus.

Det skal retfærdigvis tilføjes, at letvægtsbussen på enkelte områder ikke levede op til de krav chauffører og kunder stiller til en traditionel rutebus. Der er derfor efterfølgende blevet gennemført en række justeringer, og et antal busser kører i normal rutedrift, eksempelvis på linje 340 mellem Gilleleje og Helsingør. Ud fra relativ systematiske observationer kan det konkluderes, at disse busser fuldt ud lever op til de krav passagerer stiller. Sammenholdt med konventionelle busser af samme fabrikat (VDL- Jonckheere) er der rent subjektivt kun den forskel at letvægtsbussen ikke er forsynet med en tredje dør samt støjniveauet inde i bussen fornemmes at være en smule højere. Den langsgående indgangsdør giver i praksis lettere adgang til bussen i alle tilfælde i områder med forholdsvis beskedne passagerudvekslinger.

Samlet set må det derfor konkluderes, at tilpasninger af den bestående buspark og af chaufførernes kørselsmønster kan resultere i ganske betragtelige reduktioner i energifor-

bruges. Den helt store fordel ved disse tiltag er, at de udover at være omkostningsmæssigt "lette" og kan implementeres hurtigt, har en positiv signalværdi som viser, at der sættes på andet end de rent teknologiske løsninger.

4.2 Motorteknologier

Der findes en række forskellige motorteknologier, som kan virke som fremdrift i en bus. Hver teknologi er karakteriseret ved fordele og ulemper i forhold til busdrift. I tabellen nedenfor er skitseret, hvilke fordele og ulemper der er ved tre centrale motorteknologier.

Tabel 2 Forskellige motorteknologier

	Virkemåde	Fordele	Ulemper
Forbrændingsmotor	Brændstof lagres ombord og omdannes til energi ved forbrænding	<ul style="list-style-type: none"> - Kendt teknologi - Lang aktionsradius - Hurtig optankning - Lav pris 	<ul style="list-style-type: none"> - Lav effektivitet - Forurening (afhænger af brændstof)
Brændselsceller	Brint lagres ombord på køretøjet og omdannes til strøm i en brændselscelle	<ul style="list-style-type: none"> - Forholdsvis lang aktionsradius - Hurtig optankning 	<ul style="list-style-type: none"> - Ny og dyr teknologi - Middel effektivitet - Opbevaring af brint
El-motor (batteri)	Strøm lagres i batterier ombord på køretøjet og frigives direkte til elmotor(er)	<ul style="list-style-type: none"> - Høj effektivitet - Opsamling af bremseenergi - Mulighed for opladning af miljøvenlig el 	<ul style="list-style-type: none"> - Kort aktionsradius - Lang opladning - Høj vægt pga. batterier - Ikke nok effekt til bus

4.2.1 Batteridrevne busser

Det er vurderet, at batterier som vi kender dem i dag, ikke kan levere tilstrækkelig effekt i lang tid nok til at drive de store busser, som er standardmateriel i busdriften i Region Hovedstaden. Der er igangsat forsøg med små el-busser i indre by i København, og det skal retfærdigvis tilføjes, at der er sket en voldsom udvikling af batteriteknologier de senere år. Denne udvikling er primært drevet af udviklingen af mobiltelefoner og bærbare computere, så det kan ikke udelukkes at batterier til busser bliver et relevant alternativ på lidt længere sigt. Men i forhold til denne undersøgelse, er det ikke relevant at analysere mulighederne for store el-busser, baseret på en el-motor og batterier.

4.2.2 Hybridteknologier

Selvom el-motoren ikke kan stå alene i forhold til busdrift, kan el-motoren i kombination med andre motorteknologier være et interessant alternativ. Når teknologier kombineres på forskellige måder, kan det give en række fordele i forhold til effektivitet og miljømæssig performance.

Hybridkøretøjer som kombinerer en forbrændingsmotor med en eller flere el-motor(er) er forholdsvis kendt teknologi, som allerede findes og anvendes i flere forskellige sammenhænge, fx i biler og lokomotiver. Hybridteknologien er også introduceret til busser og producenter som Volvo og Daimler er på vej med serieproducerede hybridbusser. Hybridteknologien kan evt. med tiden udbygges med mulighed for at lade batteriet fra el-nettet, en såkaldt plug-in løsning. Et næste skridt i udviklingen kunne være at erstatte dieselmotoren med en brændselscelle.

4.2.3 Sammenfatning af motorteknologier til busdrift

Der sker i disse år en hurtig udvikling mod at optimere kendte motorteknologier og udvikle nye teknologier, som kan bidrage til mere effektive og bæredygtige køretøjer. Nogle teknologier er på et tidligt udviklingsstadium og kan derfor ikke umiddelbart implementeres i en bus.

I dette studie er udvalgt tre motorteknologier, som undersøges nærmere for at identificere den bedste løsning for implementering af en bæredygtig bus i Region Hovedstaden. Tabellen nedenfor skitserer de tre udvalgte teknologier.

Tabel 3 Fordele og ulemper ved motorteknologier

	Fordele	Ulemper
Forbrændingsmotor (ICE)	<ul style="list-style-type: none"> - Kendt teknologi - Lang aktionsradius - Hurtig optankning - Lav pris 	<ul style="list-style-type: none"> - Lav effektivitet - Forurening afhænger af brændstof
Brændselsceller (FC)	<ul style="list-style-type: none"> - Forholdsvis lang aktionsradius - Forholdsvis hurtig optankning - Middel effektivitet 	<ul style="list-style-type: none"> - Ny og dyr teknologi - Opbevaring af brint
Hybrid: ICE – el-motor (uden opladning)	<ul style="list-style-type: none"> - Middel effektivitet (højere end konventionel ICE) - Opsamling af bremseenergi 	<ul style="list-style-type: none"> - Forurening afhænger af brændstof - Teknologi dyrere end konventionel ICE

4.3 Brændstoffer

Der findes i dag mange forskellige typer brændstof, nogle er baseret på fossile brændsler og andre er baseret på biomasse. Endelig findes brændstoffer, som i sig selv ikke er brændsler, men som er produceret ved anden energi og derfor har karakter som energibærer, det gælder for eksempel for brint og elektricitet.

Undersøgelsen vil fokusere på de typer brændstoffer, som kan resultere i en reduktion af lokale og klimamæssige emissioner. Derfor er bioethanol, biodiesel, biogas, naturgas og brint nærmere analyseret og beskrevet i bilagsrapport 1.

De udvalgte brændstoffer er analyseret ud fra en række kriterier, som giver et billede af hvor modne de enkelte teknologier er og hvor miljøvenlige brændstofferne er. De kriterier som er valgt i undersøgelse er: Teknologistadium, energiregnskab, CO₂-reduktion og miljøpåvirkning, økonomi, forsyningssikkerhed, infrastruktur og bæredygtighedskriterier.

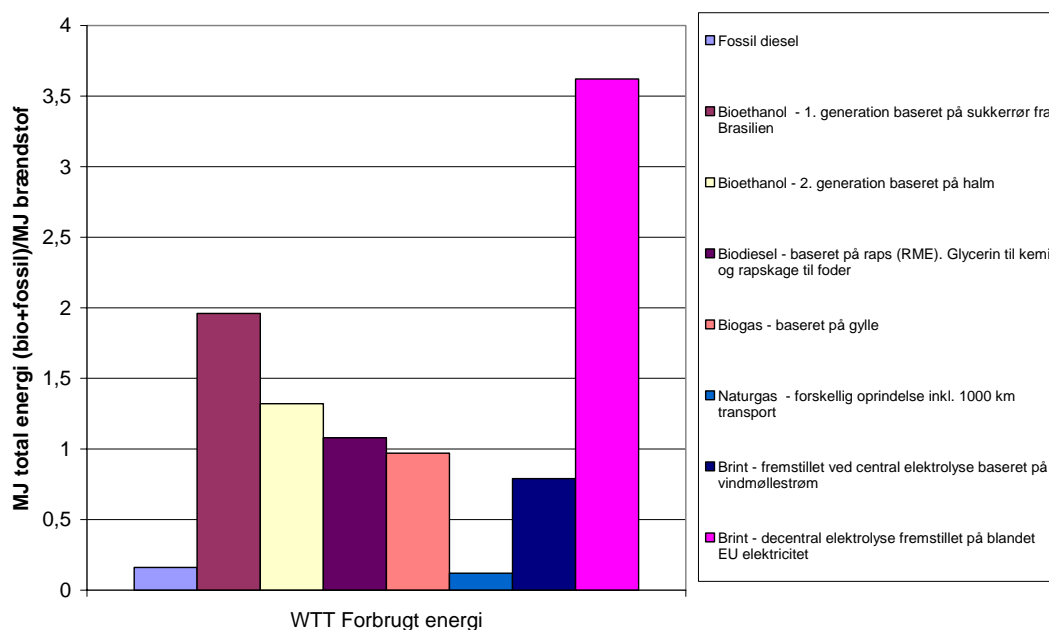
4.3.1 Sammenligning af brændstoffer

For at give et billede af brændstoffernes forskellige karakteristika, og skitsere hvordan de ligger i forhold til hinanden, er der nedenfor foretaget en sammenligning af brændstoffernes energiregnskab, CO₂-udledning og økonomi. .

Brændstoffers energiregnskab

I figuren nedenfor er sammenstillet brændstoffernes energiregnskab fra kilde til tank, også kaldet "well-to-tank"⁵. Figuren viser hvor stor en mængde energi, der benyttes til at tilvejebringe en MJ af det pågældende brændstof i køretøjets tank.

Figur 3 Brændstoffers energiregnskab fra kilde til tank



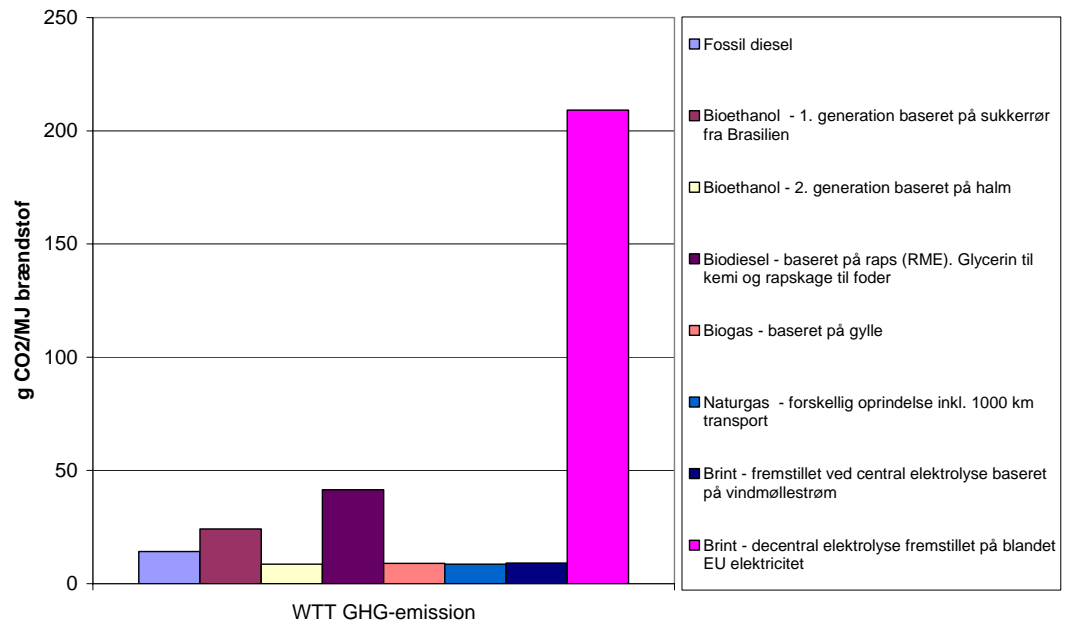
Som der tydeligt fremgår af figuren er der benyttet relativt lidt energi for at tilvejebringe de fossile brændstoffer sammenlignet med de ikke fossile brændstoffer. Det skyldes den omfattende bearbejdning, som særligt biobrændstofferne skal igennem i fremstillingsfasen. I opførelsen er medtaget både fossil- og bioenergi.

Brændstoffers CO₂-emissioner ved fremskaffelse

I figuren nedenfor er sammenlignet hvor stor udledningen af CO₂ er fra hvert brændstof fra kilden til tanken ("well-to-tank").

Det skal bemærkes, at de fossile brændstoffer i denne sammenligning har en relativt lille CO₂-emission sammenlignet med biobrændstofferne. Det skyldes, at CO₂-regnskabet for de fossile brændstoffer først medregner CO₂-udslippet ved afbrænding af fossile brændstoffer når det bliver benyttet, hvorimod biobrændstoffers CO₂-udledning opgøres til nul ved brug. Denne sammenhæng vil blive tydelig i opgørelsen fra kilde til hjul ("well-to-wheel"), som opstilles sidst i denne rapport.

⁵ I brændstoffernes "well-to-tank"- energiregnskab indgår energien, der er anvendt til fremstilling af brændstoffet og distributionen til slutbrugeren.

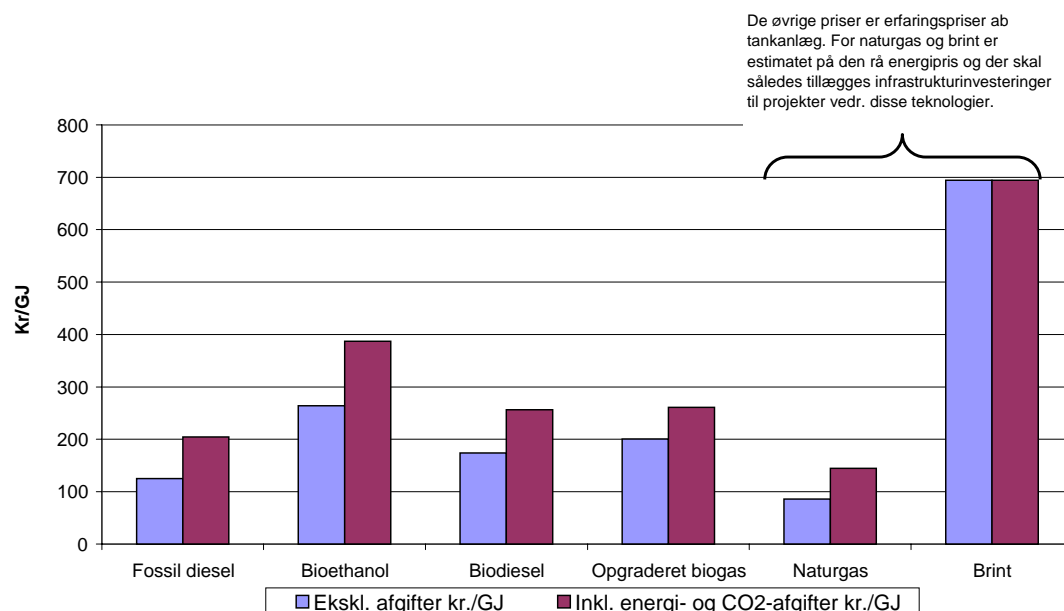
Figur 4 Brændstoffers CO₂-udledning fra kilde til hjul

Det skal bemærkes, at biogas i den europæiske "well-to-wheel"-opgørelse, kommer ud med et negativt CO₂-regnskab. Det skyldes at der i studiet er antaget, at den ikke-behandlede gylle vil afdampe store mængder metan, hvis den ikke behandles i biogasanlæg. Dette er sandsynligvis en fornuftig antagelse i en samlet europæisk sammenhæng, men i en dansk kontekst vil metanafdamningen være forholdsmæssig meget mindre pga. af lavere temperatur i Danmark og eftersom alt gylle enten laves til biogas eller spredes på markerne, hvor CO₂ frigives i det omfang som produktet alligevel vil afgive, hvis det forbruges som biogas. Derfor er der konservativt set bort fra metanen i den danske sammenhæng og figuren herover.

Priser på brændstoffer

Nedenfor er priserne på forskellige brændstoffer sammenlignet.

Figur 5 Sammenligning af brændstofpriser



I Danmark betaler man, modsat eksempelvis Sverige, fuld energiafgift for alle brændstoffer. Biobrændstoffer er dog undtaget CO₂-afgiften, som er en lille del af den samlede pris.

Da biobrændstofferne har lavere brændværdi og energiafgifterne opkræves per liter brændstof, inkl. det tilsatte biobrændstof; bliver afgiften i kr. per energiindhold højere for biobrændstoffer end for fossile brændstoffer. Denne afgiftsstruktur gør at mange af de CO₂-reducerende brændstoffer er relativt dyre i forhold til fossile brændstoffer.

5 Udenlandske erfaringer

5.1 Brintbusser i Hamburg og andre europæiske storbyer

Der findes i dag over 300 brintprojekter i verden, de fleste i USA, Japan, Tyskland og Canada. En række europæiske storbyer har deltaget og deltager stadig i EU's store brintprojekt CUTE (Clean Urban Transport for Europe). I dette projekt indgår totalt 47 busser i 10 byer med 8 tankstationer. Der indgår busser baseret på brændselscelleteknologien, hybridbusser og busser med forbrændingsmotorer baseret på brint.

Overordnet set er der indhentet og opnået en række erfaringer og afdækning af områder, hvor videre udvikling er nødvendig. Det gælder specielt områder som:

- standardisering af anlæg og teknologi herunder også normer og regler;
- tekniske udfordringer med kompression og kontaminering;
- opnåelse af tilstrækkelig rækkevidde – oplagring af brint på bussen;
- optankningstider;
- sikkerhed specielt ifm. tankstationer.

Brint til transport er stadig på demonstrationsstadiet, og der er stadig lang vej til egentlig kommerciel drift.

For yderligere beskrivelse af erfaringerne med brint henvises til bilagsrapport 2 Brintbusser i Hamburg og andre europæiske storbyer.

5.2 Svenske erfaringer med ethanol, biogas og brint

Stockholms Lokaltrafik (SL) opererer i dag en flåde på over 400 ethanolbusser og har en målsætning om at nå 50% ethanolbusser (ca. 1000) i 2011. SL anser ethanol som deres hovedspor trods tættere serviceintervaller, højere brændselsforbrug samt højere krav til planlægning. Erfaringerne er gode, det er en velafprøvet teknik og der opnås betydelige emissionsreduktioner.

Svenskerne har en stor erfaring med anvendelse af biogas og naturgas i busser og andre køretøjer, og anvendelsen har været kraftigt stigende de sidste ca. 10 år. Biogassen opgraderes til ca. 97% metan via specielle opgraderingsanlæg. Erfaringerne er generelt gode. Busserne kører med lidt højere brændstofforbrug, lidt øgede drifts- og vedligeholdelsesomkostninger, samt er lidt dyrere i indkøb sammenlignet med en standard dieselbus.

I Malmö og Stockholm findes 2 brinttankstationer, hvor der er indhentet erfaringer med opførelse og drift. Anlægget i Stockholm var med i EU CUTE projektet og er rapporteret her. Anlægget i Malmö anvendes i dag kun i begrænset omfang. Erfaringerne er generelt gode set fra et teknisk synspunkt, men der er endnu et langt stykke vej til egentlig kommerciel drift af sådanne anlæg.

For yderligere beskrivelse af de svenske erfaringer henvises til bilagsrapport 3 Svenska erfarenheter av bussar med förnybara drivmedel.



6 Syv tekniske alternativer

Gennemgangen af brændstoffer giver et billede af hvilke fordele og ulemper der er ved at benytte forskellige typer brændstof i busdriften. Sammenholdes analyserne af motorteknologier og brændstoffer afsløres det, at der er en række forskellige kombinationsmuligheder når alle brændstoffer og motorteknologier medtages. I tabellen nedenfor ses kombinationsmulighederne mellem brændstof og motortyper.

Tabel 4 Kombinationsmuligheder mellem brændstoffer og motortyper

	Forbrændingsmotor (ICE)	Brændselscelle-motor (FC)	Hybrid: ICE – EI-motor
Diesel (EEV)	Reference	-	Alternativ 1
Bioethanol / metanol	Alternativ 2	X	Alternativ 3
Biodiesel	Alternativ 4	-	Alternativ 5
Biogas	X	X	X
Naturgas	Alternativ 6	X	X
Syntetiske brændsler fx DME	X	X	X
Brint	X	Alternativ 7	X

Der er på baggrund af analyserne identificeret syv alternative løsninger, som er undersøgt nærmere, det er de områder der er fremhævet med grøn i tabellen. De områder som ikke er markeret med grønt er fravalgt og indgår ikke i undersøgelsen⁶.

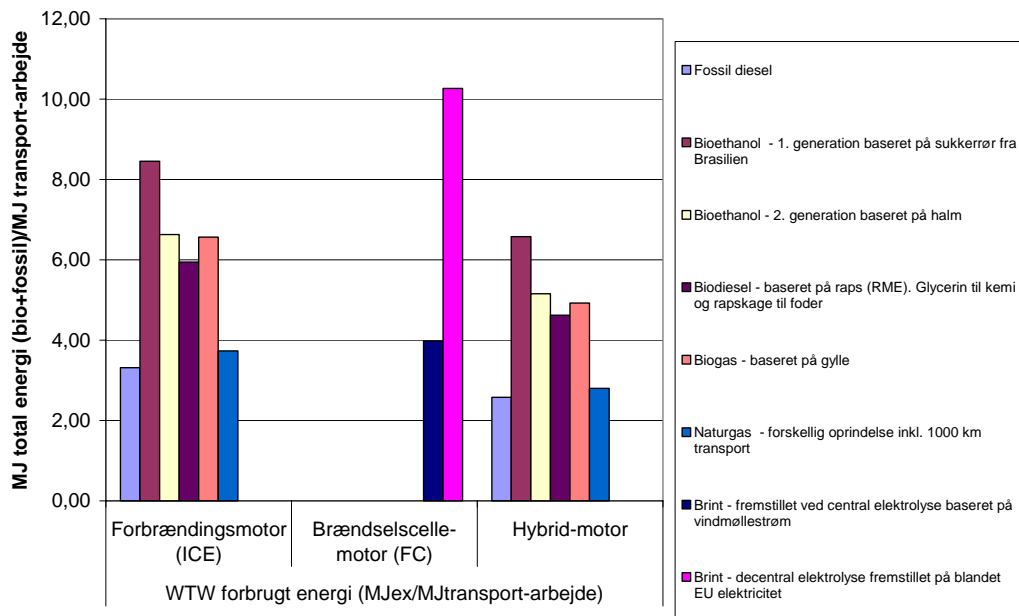
Hvert alternativ analyseres og beskrives ud fra nogle udvalgte kriterier, som gør det muligt at sammenholde alternativerne overfor hinanden. Foruden en teknisk beskrivelse af hvert alternativ, er de udvalgte kriterier Energiregnskab og CO₂-regnskab, Miljøgevinst, Infrastruktur og logistik, Økonomi. Desuden sammenfattes undersøgelsen af hver alternativ med en opsummering af fordele og ulemper. For en nærmere beskrivelse henvises til bilagsrapport 1.

6.1 Sammenligning af de syv alternativer

I gennemgangen af de syv tekniske alternativer i bilagsrapport 1 er opgjort energiregnskab og CO₂-regnskab for hver alternativ ud fra en kilde til hjul ("well-to-wheel") betragtning. I figuren nedenfor sammenstilles energiregnskabet for alternativerne.

I et "well-to-wheel" perspektiv er det tydeligt, at energiforbruget ved at tilvejebringe biobrændstofferne og brint er betydeligt sammenlignet med de fossile brændstoffer

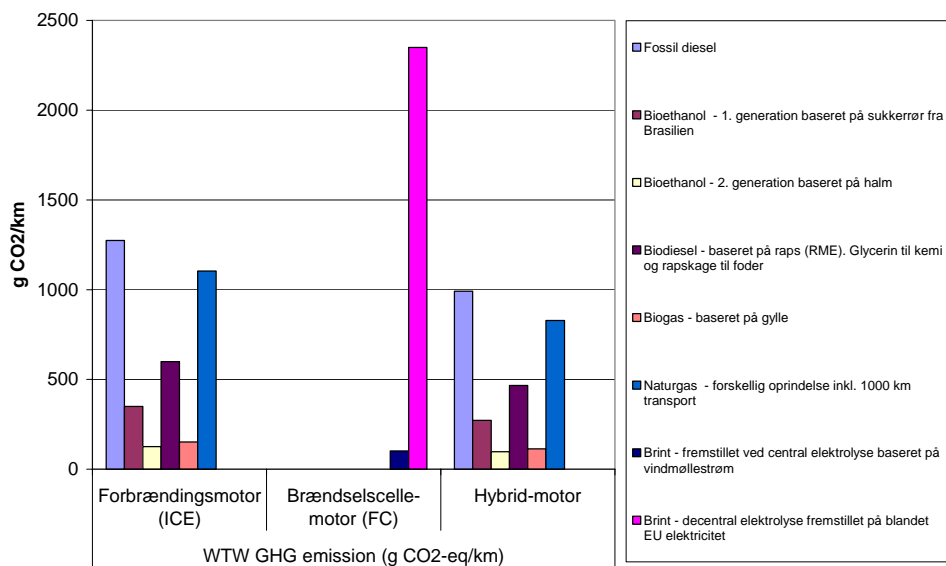
⁶ Se nærmere argumentation for afgrænsningen af de syv tekniske alternativer i bilagsrapport 1

Figur 6 Alternativernes energiforbrug fra kilde til hjul med forskellige motorteknologier


Som figuren viser, vil introduktion af hybridmotorer betyde en effektivitetsgevinst ved brug af alle brændstoftyper.

Sammenlignes alternativernes CO₂-udledning fra kilden til hjulet er billedet et andet. Som det er illustreret af figuren nedenfor, er CO₂-regnskabet for biobrændstofferne klart bedre end de fossile alternativer.

Den højeste CO₂-fortrængning opnås ved at anvende 2. generations bioethanol og biogas, mens 1. generations bioethanol og biodiesel begge har et dårligt CO₂-regnskab, dog bedre end de fossile brændstoffer.

Figur 7 Alternativernes CO₂-udledning fra kilde til hjul med forskellige motorteknologier


6.1.1 Sammenligning af alternativernes økonomi

Som det er bemærket i tidligere i rapporten afhænger biobrændstoffernes CO₂-regnskaberne i høj grad af, hvilke afgrøder der benyttes og hvordan de fremstilles. For brint er det helt afgørende, hvor elektriciteten kommer fra.

Der er stor forskel på hvor store omkostninger, der er forbundet med at implementere alternativerne.

Tabel 5 Investerings- og driftsomkostninger for alternativerne

Alternativ	Investering	Drift
0 - reference	- Standard 12 meter bus til 1,8 mio. kr.	
1 – diesel hybrid	- Volvo: 2,3-2,4 mio. kr. afhængig af udstyrsniveau. Regnet 0,6 mio. kr. i meromkostning i eksempler. - Daimler: ca. 6,0 mio. kr. for en dobbeltbus (18 m)	Lavere driftsomkostninger grundet større energieffektivitet. Marginalt højere vedligeholdelsesomkostninger
2 – bioethanol	- Ny tankstation: 250.000 – 330.000 kr. - Meromkostning for ethanolbus: 80.000 – 160.000 kr.	Bioethanol er dyrere end biodiesel. Meromkostning til D&V per år ca. 7500 EUR eller 56.250 kr. per bus.
3 – bioethanol hybrid	- Ny tankstation: 250.000 – 330.000 kr. - Bus: ingen oplysninger	
4 – biodiesel	- Ny tankstation: 250.000 – 330.000 kr. Bus: Ca. samme som alm. dieselbus.	Biodiesel er pt. dyrere end diesel. Anslået til det samme som ethanolbus pga. hyppigere service, etc.
5 – biodiesel hybrid	- Volvo: 2,3-2,4 mio. kr. afhængig af udstyrsniveau. - Daimler: ca. 6,0 mio. kr. for en dobbeltbus	Biodiesel er pt. dyrere end diesel
6 – naturgas	- Ny tankstation: ca. 12-12,5 mio. kr. for et naturgasbaseret fyldeanlæg i tilknytning til gasnettet - For gasbusser er regnet med ca. 250.000 kr./bus i meromkostning ift. referencen.	
7 – brint	- Ny tankstation: ca. 12. mio. kr. - Bus: ca. 10 mio. kr.	Anslået ca. 60.000 EUR eller 450.000 kr. per år for drift af 5 busser.

6.2 Overvejelser ved valg af teknologier

Denne rapport undersøger og analyserer en række alternative motor- og brændstofteknologier, som kan implementeres for at gøre busdriften i Hovedstadsregionen mere miljøvenlig.

I overvejelserne omkring hvilke teknologier der skal satses på i fremtiden, bliver det vigtigt at gøre sig klart hvilke formål, der skal opnås ved at implementere nye teknologier, for ikke alle de analyserede teknologier kan indfri alle mål omkring en miljøvenlig bus. Desuden er der ganske stor forskel på hvor modne de enkelte teknologier er, og ikke mindst hvor meget det koster at implementere dem i praksis.

I dette afsnit fremstilles centrale overvejelser i forhold til valget af nye teknologier, og der opstilles forskellige eksempler på, hvordan teknologier kan implementeres, og hvad det i givet fald kommer til at koste.

Overvejelse nr. 1 – Største CO₂-effekt

En vigtig overvejelse, kan være hvordan den største CO₂-reduktion opnås på kort og mellemlang sigt. Ifølge analysens opgørelser af de tilgængelige teknologier vil bioethanol, biogas og brint baseret på vindkraft yde væsentlige reduktioner.

Disse tre teknologier resulterer samtidig alle i infrastrukturelle investeringer, som både koster tid og penge. Derfor kan det være væsentligt at se implementeringen af netop disse i et mellemlangt perspektiv – fx to til fem års periode.

Overvejelse nr. 2 – Flere veje til mindre lokal forurening

Analysen viser at der ved flere af de undersøgte alternativer er mulighed for at reducere de lokale miljøeffekter eksempelvis NO_x, partikler, SO₂ og støj.

De bedste lokale miljøeffekter opnås ved at benytte brint, men der kan også opnås gode resultater især ved drift af busser i bynært miljø, ved at benytte hybridbusser, som er effektive i trafik med mange start og stop.

Anvendelsen af naturgas som brændstof forårsager også langt lavere emissioner af CO, NMHC, CH₄, NO_x og partikler end dieselbusser af EEV-standarden, og der vil også være gevinster ved at benytte bioethanol.

Overvejelse nr. 3 – Hurtig implementering

Flere af de undersøgte alternativer kan medvirke til en hurtig implementering af miljøvenlig busdrift. Det letteste alternativ at implementere vurderes at være biodiesel, som kan anvendes i den eksisterende busflåde. Brændstoffleverandørerne kan levere biodiesel inden for en kort tidshorisont.

Men også andre alternativer kan komme i spil hurtigt, hvor det dog kræver nogle investeringer inden alternativet kan implementeres. Det gælder fx hybridbusser, som kører på fossil diesel eller biodiesel.

Det vurderes også, at bioethanol kan implementeres relativt hurtigt, dog skal der investeres i påfyldningsfaciliteter og nye busser. Til gengæld findes et veletableret marked for bioethanol, som sikrer en stabil forsyningshorisont.

Tilsvarende kan naturgas implementeres hurtigt, men det kræver også investeringer i påfyldningsanlæg, og infrastruktur til forsyning af tankanlæg. Der findes ligeledes et vel-fungerende marked for naturgas.

Overvejelse nr. 4 – Hybridteknologi forbereder effektiviteten



I forhold til alle brændstoffer, vil det være fordelagtigt at benytte hybridbusser, som sikrer en generel nedsættelse af brændstofforbruget. Selvom hybridteknologien er relativ ny, vurderes den at være driftsikker og meromkostningen, ved at indsætte parallel-hybridbusser⁷ i forhold til normale busser, forventes tilbagebetalt i driftsperioden.

Overvejelse nr. 5 – Branding

Der er generel stor offentlig og politisk bevågenhed omkring klimaudfordringen og miljøspørgsmål. Derfor må det vurderes, hvilke branding-effekt Region Hovedstaden, Movia og busoperatørerne kan opnå ved at iværksætte mere miljøvenlig busdrift.

Generelt bør alle nye og miljøforbedrende initiativer brandes, og der skal sættes fokus på de tiltag som sættes i gang, både når CO₂-reduktionen er stor og lille. Fra evalueringer af tidligere forsøg med bæredygtige busser, ved vi, at brugerne har en positiv opfattelse af miljøvenlige tiltag. Derfor bør alle initiativer følges op med brugerrettede kampagne.

Overvejelse 6 – Flagskibe giver synlighed, men er relativt dyre

Det kan være attraktivt for Region Hovedstaden at indgå i et mere eksperimentelt forsøg med eksempelvis brintbusser, som kan sende et signal om at Regionen handler progressivt på miljøområdet. Et lille antal brintbusser på en eller to ruter, vil være et relativt dyrt alternativ, men der er en række miljømæssige fordele og ikke mindst udviklingsmæssige perspektiver forbundet med brintbusser, som kan give meget omtale og goodwill.

Af tilsvarende demonstrationsprojekt med stor branding værdi, kunne nævnes et samarbejde med Inbicon eller Biogasol. Det er to danske virksomheder, som begge producerer 2. generations bioethanol på forsøgsbasis. Der kunne indgås en aftale med et af de to firmaer, om at aftage bioethanol fra deres anlæg, som er placeret henholdsvis i Kalundborg og på Bornholm.

6.3 Muligheder for implementering

Analyserne af brændstoffer og motorteknologier i denne rapport viser, at flere forskellige muligheder er i spil, når det gælder om, at gøre busdriften mere miljøvenlig. Forskellige rationale og prioriteringer kan være udslagsgivende for, hvilken eller hvilke teknologier, der vælges at implementere i fremtidens busdrift.

Denne undersøgelse søger at illustrere de muligheder, som Region Hovedstaden og Movia står overfor når det gælder om at iværksætte miljøvenlig busdrift på kort, mellem-lang og lang sigt.

Kort sigt – udbud i 2009 til 2011

- Der kan i de kommende udbud stilles krav at nogle af ruterne køres med hybridbusser. Der kan opstilles krav til antallet af ruter eller antal af busser.
- Der kan stilles krav om at alle dieselbusser (såvel hybrid som normal) forsynes med diesel iblandet fx 30 pct. biodiesel.
- Der kan stilles krav om, at et antal busser forsynes med bioethanol.
- Der kan stilles krav om, at et antal busser forsynes med naturgas.

⁷ Teknologi kendt fra Volvos hybridbusser med en centralt placeret el-motor



- Der kan i perioden opstartes forsøg med brintbusser på en eller to ruter.

Mellemlangt sigt – udbud i 2012 til 2015

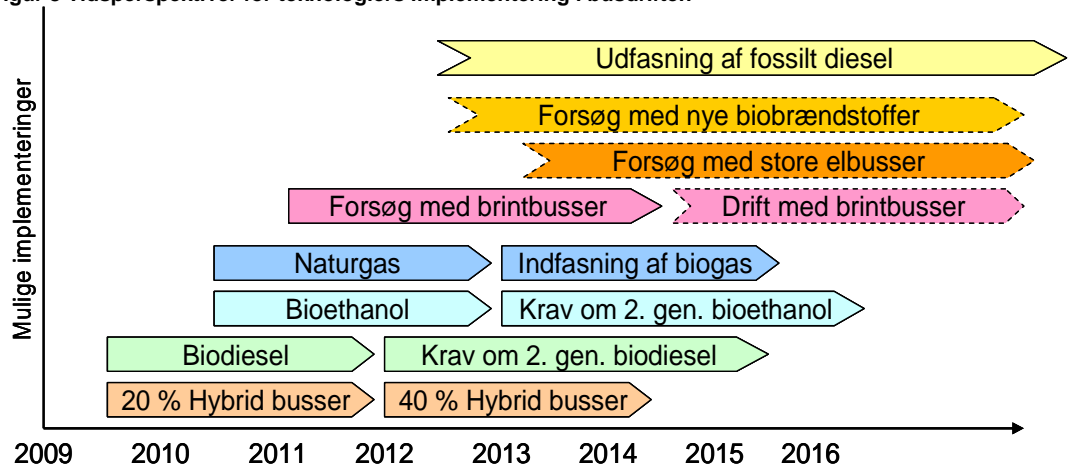
- Der kan stilles krav om 2. generations biodiesel.
- Der kan stilles krav om implementering af yderligere busser forsynet med bioethanol, og at fx halvdelen af bioethanol skal være den mere miljøvenlige 2. generation.
- Der kan stilles krav om yderligere implementering af hybridbusser.
- Gasbusser kan i højere grad forsynes med biogas.

Langt sigt – Udbud efter 2015

- Fossil diesel reduceres og udfases løbende.
- På baggrund af erfaringer og den teknologiske udvikling, implementeres "state of the art" løsninger, fx:
 - Elbusser
 - Syntetiske brændstoffer
 - Nye biobrændstoffer som fx algedyrket biodiesel mv.
 - Brintbusser implementeres i større skala

Figuren nedenfor illustrerer, hvilke mulige teknologier der kan implementeres i busdriften på kort, mellemlang og lang sigt.

Figur 8 Tidsperspektiver for teknologiers implementering i busdriften



6.4 Konkrete eksempler på implementering

For at illustrere potentialerne for CO₂-reduktion og de omkostninger, der er forbundet med indførelse af ny teknologi, er der lavet fem eksempler på, hvordan miljøvenlige teknologier kan implementeres i praksis.

Der er regnet med en teknisk og økonomisk levetid på 10 år i alle eksemplerne. Der er regnet med en real diskonteringsrente på 4 % p.a. Tallene er som udgangspunkt grove skøn og skal udelukkende tages som indikationer på de økonomiske konsekvenser af de

valg der træffes. Der er sammenlignet med en konventionel dieselbus, der kører 2,5 km/liter.

6.4.1 Hybridbusser

I et eksempel indkøbes 20 hybridbusser forsynet med fossil diesel. Der regnes med Volvos forventede priser, hvor hver bus koster 2,4 mio. kr. - samlet 48 mio. kr.

Der er regnet med at busserne kører 250 km/dag i 360 dage om året, hvilket svarer til en gennemsnitlig bus i Region Hovedstaden og er typisk for de længste vognløb for decide-rede bybusser, hvor hybridbusser er mest velegnede.

Tabel 6 Hybridbus sammenlignet med standard dieselbus

	Reference	Projekt
Businvesteringer	36 mio. kr.	48 mio. kr.
Infrastruktur	-	-
Driftsomkostning	Ikke estimeret	Ikke estimeret
Brændstoføkonomi	5,3 mio. kr. per år	4,1 mio. kr. per år
I alt NPV 10 år (4 % p.a.)	77,7 mio. kr.	79,7 mio. kr.
Projektoverskud, NPV (4 % p.a.)		-2,0 mio. kr.
CO ₂ -udledning "well-to-wheel"	2293 tons/år	1784 tons/år

Der regnes med at hybridbusserne kan give en effektivitetsforbedring, som økonomisk er en fordel. Da bussen bruger forbrændingsmotoren mindre vil den gavne alle miljøparametre, herunder partikler, NO_x og CO₂-mæssigt. Derudover kan der være en særlig gevinst angående partikler, da busser med regenerative bremsere udleder færre partikler fra slitage af bremsere.

Diesel-hybrider er dog ikke i længden den mest bæredygtige løsning, da der fortsat er tale om diesel som brændstof.

Støj-mæssigt vil der være nogle fordele ved hybridbusser.

6.4.2 Bioethanolbusser

Der er lavet et eksempel på 20 busser på bioethanol. Der er regnet med at busserne kører 250 km/dag i 360 dage om året. Der er regnet på et eksempel med 100 pct. bioethanol.

Tabel 7 Bioethanolbus sammenlignet med standard dieselbus

	Reference	Projekt
Businvesteringer	36 mio. kr.	39 mio. kr.
Infrastruktur	-	0,3 mio. kr.
Driftsomkostning	Ikke estimeret	1,1 mio. kr. ekstra per år
Brændstoføkonomi	5,3 mio. kr. per år	10,0 mio. kr. per år
I alt NPV 10 år (4 % p.a.)	77,7 mio. kr.	128,3 mio. kr.
Projektoverskud, NPV (4 % p.a.)		-50,6 mio. kr.
CO ₂ -udledning "well-to-wheel"	2293 tons/år	1.g: 630 tons/år 2.g: 227 tons/år

Der regnes med at bioethanolbusserne kan reducere udledningen af CO₂ mere end eksempelvis hybridbusser på konventionel diesel. Dette vil være forbundet med en meromkostning, jf. ovenstående. På andre parametre som støj og øvrige forureningskilder, herunder NO_x og partikler, vil bioethanolbusserne også være en miljømæssig forbedring.



6.4.3 Biodieselbusser

Der er lavet et eksempel på 20 busser på biodiesel. Der er regnet med at busserne kører 250 km/dag i 360 dage om året. Der er regnet på et eksempel med 100 pct. biodiesel.

Tabel 8 Biodieselbus sammenlignet med standard dieselbus

	Reference	Projekt
Businvesteringer	36 mio. kr.	36 mio. kr.
Infrastruktur	-	0,3 mio. kr.
Driftsomkostning	Ikke estimeret	1,1 mio. kr. ekstra per år
Brændstoføkonomi	5,3 mio. kr. per år	6,6 mio. kr. per år
I alt NPV 10 år (4 % p.a.)	77,7 mio. kr.	97,8 mio. kr.
Projektoverskud, NPV (4 % p.a.)		-20,1 mio. kr.
CO ₂ -udledning "well-to-wheel"	2293 tons/år	1.g: 1080 tons/år 2.g: ikke estimeret, men mindre end 1. g

Der regnes med at biodieselbusserne kan reducere udledningen af CO₂ mere end eksempelvis hybridbusser på konventionel diesel. Dette vil være forbundet med en meromkostning, jf. ovenstående. På andre parametre som støj og øvrige forureningskilder vil biodieselbusserne nogenlunde modsvare almindelige busser. Der skal tages hensyn til visse filtre og katalysatorer til at fjerne NO_x og partikler fra udstødningen ikke umiddelbart kan anvendes i kombination med biodiesel.

6.4.4 Naturgasbusser

Der er lavet et eksempel på 20 busser på naturgas. Der er regnet med at busserne kører 250 km/dag i 360 dage om året.

Tabel 9 Naturgasbus sammenlignet med standard dieselbus

	Reference	Projekt
Businvesteringer	36 mio. kr.	41 mio. kr.
Infrastruktur	-	4,9 mio. kr.
Driftsomkostning	Ikke estimeret	Ikke estimeret
Brændstoføkonomi	5,3 mio. kr. per år	4,4 mio. kr. per år
I alt NPV 10 år (4 % p.a.)	77,7 mio. kr.	79,7 mio. kr.
Projektoverskud, NPV (4 % p.a.)		-2,0 mio. kr.
CO ₂ -udledning "well-to-wheel"	2293 tons/år	1987 tons/år

Der regnes med at naturgasbusserne kan reducere CO₂-udledningen lidt, om end ikke nær så meget som ved at overgå til biobrændstoffer. I forhold til støj og øvrige forureningsformer, vil der være fordele ved naturgasbusser. Især partikelemissionerne fra naturgasbusser er lave. Naturgasbusser kan uden problemer overgå til opgraderet biogas, såfremt det kommer på det danske marked til transportformål.

6.4.5 Brintbusser

Der er lavet et eksempel på 5 busser på brint. Der er regnet med at busserne kører 250 km/dag i 360 dage om året. Eksemplet med brintbusserne er regnet med en levetid på 7 år, da der er tale om demonstration af teknologi.

Tabel 10 Brintbus sammenlignet med standard dieselbus

	Reference	Projekt
Businvesteringer	9 mio. kr.	50 mio. kr.

Infrastruktur	-	12 mio. kr.
Driftsomkostning	Ikke estimeret	0,45 mio. kr. ekstra per år
Brændstoføkonomi	1,4 mio. kr. per år	3,5 mio. kr. per år
I alt NPV 7 år (4 % p.a.)	16,6 mio. kr.	83,3 mio. kr. per år
Projektoverskud, NPV (4 % p.a.)		-66,6 mio. kr.
CO ₂ -udledning "well-to-wheel"	573 tons/år	Vindmølle-el: 45,9 tons/år EU mix el: 1058 tons/år

Brintbusserne har ingen lokal forurening, hverken støj eller emissionsmæssigt. CO₂-mæssigt kan brint også være en god idé, hvis elektriciteten til brintproduktion stammer fra vedvarende energikilder. Hvis elektriciteten er fra gennemsnittet af alle elproduktionsenheder, vil det CO₂-mæssigt være dårligt at overgå til brint. Brintløsningen er dyr i forhold til andre løsninger, da der er tale om en teknologi, som endnu er på demonstrationsniveau.

6.4.6 Opsamling på eksemplerne

Regneeksemplerne viser, at der ved alle fem eksempler er forbundet en øget omkostning ved at implementere teknologierne i praksis. Der er desuden relativ stor forskel på omkostningerne ved de forskellige teknologier. Økonomisk set er naturgasbusser og hybridbusser de bedste alternativer, og brint er det dyreste alternativ.



7 De lovgivningsmæssige rammer for introduktion af miljøvenlige rutebusser i Region Hovedstaden

7.1 Overordnede vurderinger og overvejelser⁸

Reguleringen af den kollektive bustrafik i Hovedstadsregionen tager sit afsæt i lov nr. 537 af 24/6- 2005, nu lov nr. 1055 af 30 oktober 2008, også benævnt "Lov om regioner". I denne omtales i kapitel 2 § 5 stk. 1 nr. 5, at regionerne skal oprette trafikskaber, der har ansvaret for opgaver vedrørende offentlig servicetrafik i form af almindelig rutekørsel (stk, a) samt efter aftale med en kommunalbestyrelse eller et regionsråd kan varetage opgaver vedrørende indkøb af trafik, som kommunen eller regionen skal varetage

Der kan derfor opsummeres en situation med følgende hovedelementer:

- Kommuner og regionskommuner fastlægger omfanget af kørsel i kommunerne samt på de regionale linjer
- Kvaliteten i kørslen, herunder den ønskede kvalitet af busmateriel, fastlægges ligeledes af de kommunale aktører, dvs. kommuner og regioner
- Indkøb af almindelig rutekørsel hos operatører forstås af trafikskaberne. Kommuner og regioner kan ikke selv forestå dette indkøb
- Lovgivningen sætter meget brede rammer for hvilke krav trafikløberne kan stille til trafikskabet med hensyn til de nævnte indkøb, herunder med hensyn til krav til miljøstandard på busser (skal naturligvis altid som minimum følge lovgivningens mindstekrav) . Der er med andre ord en ikke ubetydelig mulighed for at stille krav til den miljøperformance der ønskes for bussen, såfremt bestilleren er villig til at honorere disse krav økonomisk.⁹
- Der må dog ikke stilles krav fra trafikskabet til operatører, der peger i retning af/medfører en monopolsituation. I praksis betyder dette, at trafikskabet skal sikre, at de ønsker kommuner eller regioner opstiller kan indgå i et udbudsmateriale, der kan imødekommes af som minimum flere operatører – og helst også flere busleverandører. Sidstnævnte ses dog ikke at være et ultimativt krav.

I praksis betyder dette, at der ikke må stilles krav om eksempelvis en bestemt bustype, der kun kan tilbydes af en operatør og evt. producent. I praksis anses dette dog ikke for at være et større problem, idet alle teknologier som hovedregel (med et vist forbehold for ethanolbusser) leveres af flere leverandører. Der vil dog kunne opstå situationer, hvor kvalitetsforskelle i materiel vil medføre, at der i praksis kun er en teknologiudbyder (busleverandør). Dette forhold ses ikke at stride mod den almindelige konkurrencelovgivning, men bør nok føre til overvejelser hos trafikløberen med hensyn til graden af modenhed i den teknologiske løsning, samt de potentielle problemer det kan medføre at

⁸ Der er her tale om en meget overordnet gennemgang. En række yderligere detaljer er gengivet i bilag 4 Juridiske aspekter.

⁹ Se "Trafikskabsloven", lov nr. 582 af 24 juni 2005, I bilaget findes en mere detaljeret gennemgang af disse forhold.



være 100 % afhængig af en enkelt leverandør. Erfaringerne fra de seneste års indkøb af togmateriel underbygger med stor tydelighed denne pointe.

Et afgørende spørgsmål er i hvilken udstrækning regioner og kommuner kan gå ind og direkte støtte indførsel af ny busteknologi. Dette spørgsmål må anses for at være mest afklaret i relation til kommuner, hvor eksempelvis Københavns Kommunes el-busforsøg fra foråret 2009 med 7-meter-busser viser, at det er muligt at gå ind og støtte en ny teknologi ved, at købe en mere miljørigtig ydelse hos operatøren gennem trafikselskabet. Projektet kan dog næppe anses for at være støtte til teknologiudvikling, men derimod alene et ønske om at indføre mere miljøvenlige busser. En række muligheder knyttet hertil omtales i det efterfølgende hovedafsnit.

Er der mere direkte tale om støtte til udvikling af nye teknologier, bliver forholdet straks noget mere problematisk hvilket bl.a. Københavns Kommunes køb af et antal brintbiler viser. Forvaltningsretsprofessor Claus Haagen Jensen har været inde over denne problemstilling og har udtalt, at han anså kommunens støtte til projektet som udtryk for ulovlig, indirekte produktionsstøtte. I delvis forlængelse af samme projekt har Statsforvaltningen i Midtjylland rådgivet to Midt- og vestjyske kommuner om deres aktive deltagelse i et lignende projekt. Rådet var her, at kommunerne alene kunne gå ind i eksempelvis etablering af forsyningsinfrastruktur til brintbiler. På dette område var rådet, at et sådant engagement kun ville være lovligt, såfremt infrastrukturen blev etableret til forsyning af egne køretøjer (som ikke kan forsynes fra almindelige, kommercielle selskaber), og at en vis overskudsproduktion efterfølgende blev solgt eksempelvis til et busselskab eller andre.

Set i forhold til regionen er råderummet endda mindre, idet § 5 stk. 2 i Lov om regioner¹⁰ klart udtrykker, at regionerne alene må løse specifikt beskrevne opgaver, dvs. i praksis den modsatte situation af kommunernes muligheder udledt af kommunalfuldmagten. Og umiddelbart er støtte af den omtalte karakter næppe et regionalt indsatsfelt. En sådan tolkning støttes umiddelbart af Haagen Jensen, der også påpeger den "omvendte retsstilling", dvs. det forhold, at regionerne alene må påtage sig opgaver, der er nævnt eksplicit i lovgivningen. Der synes dog, at være mindst to mulige åbninger i loven nemlig § 5 2.b, der omtaler nedsættelse af vækstfora, og § 5 2d, der omtaler "offentliggørelse af en strategi for regionens bidrag til en bæredygtig udvikling".

Vækstforainitiativerne tager afsæt i "Lov om erhvervsfremme"¹⁰, hvor specielt §9, der omtaler hvilke aktiviteter regionen kan udføre må anses for at være interessant og brugbar, idet der her synes at være tale om en relativ bred beskrivelse. Den videre vej igennem et sådant projekt vil være en behandling i Vækstforum og efterfølgende konsultationer hos Erhvervsfremmestyrelsen.¹¹

Et projekt, der alene er rettet mod at understøtte introduktion af ny og mere miljøvenlig busteknologi, vil næppe kunne introduceres under denne lovgivning; i praksis vil der være behov for, at teknologien dækker et bredere spekter end alene busser. Omvendt synes der ikke at være noget til hindring for, at regionerne indgår i projekter, der beskæftiger sig med eksempelvis udvikling af nye energiforsyningsanlæg og energiforsyningsinfrastruktur

¹⁰ Lov nr. 602 af 24.06.05

¹¹ Se yderligere i bekendtgørelse nr. 616 af 24.06.08, hvor især § 5 stk. Samt §8 pkt. 2 b og c samt pkt. 3



inden for de regionale rammer Vækstforum udstikker. Det skal dog formentlig sikres, at sådanne anlæg ikke kun retter sig mod busser, men kan åbnes op mod flere parter.

Herudover omtaler "Lov om regioner" det forhold, at der skal offentliggøres en strategi for regionens bidrag til en bæredygtig udvikling. Den bæredygtige udviklingsstrategi er knyttet til Planlovens § 33a, som omhandler lokal agenda 21 politik.¹² Det nævnes eksplicit, at regionen skal arbejde inden for en række indsatsområder, herunder fremme af "et samspil mellem beslutningerne vedrørende miljømæssige, trafikale, erhvervsmæssige, sociale, sundhedsmæssige, uddannelsesmæssige, kulturelle og økonomiske forhold".

Der åbnes med andre ord op for, at gennemføre en række tiltag inden for det trafikale område på regionalt plan. Begrænsningen er dog, at Planloven omvendt ikke giver mulighed for (hjemmel), at iværksætte specielle tiltag inden for området. Er der behov for dette, må adgangen hertil søges i anden lovgivning.

Hvilken lovgivning der kan være tale om er pt. uklart. Der er derfor blevet rettet henvendelse til tilsynsmyndigheden om et fortolkningsbidrag til netop denne paragraf, med henblik på at afdække bredden og dybden i denne. Det viser sig dog, at der på nuværende tidspunkt ikke ligger nogen praksis på dette område, ligesom lovens forarbejder mm. ikke umiddelbart giver noget. En nærmere afdækning af dette felt, vil derfor kræve en præcisering af hvilke tiltag regionen har tænkt sig at støtte, hvorefter det vil være muligt, at få råd og udtalelse fra tilsynsmyndigheden. En tankegang der i øvrigt tydeligt i forlængelse af den praksis, der også har været anvendt af Statsforvaltningen i Region Midtjylland.

Herudover synes regionerne at have en mulighed knyttet til selve buslovgivningen. I Lov om trafikselskaber §3 stk. 3 fremhæves eksplicit, at trafikselskabet på Sjælland (Movia) får den fælles administration dækket af de to regioner. Denne formulering dækker over det forhold, at regionerne rent faktisk skal afholde omkostningerne til trafikselskabets administration, men samtidig også over, at regionerne formentlig har en række muligheder for, også ad denne vej, at understøtte en udvikling af eksempelvis nye teknologier eller nye energikilder.

Det er dog ikke, på det foreliggende grundlag, muligt præcist at afgøre rækkevidden af regionens praktiske muligheder for at gennemføre tiltag af denne karakter, hvorfor en konsultation af Statsforvaltningen må anbefales. Desuden vil der naturligvis i nogen udstrækning være behov for en koordineret indsats mellem de to regioner på Sjælland omkring disse spørgsmål.¹³

¹² LBK nr. 813 af 21.06.07

¹³ IBU (Infrastruktur og byudvikling) projekterne der håndteres i samarbejde mellem de to regioner på Sjælland og Region Skåne kan muligvis også rumme muligheder for fælles udvikling af dette område ikke mindst med fokus på en bæredygtigheds synsvinkel-



8 Udbud af bustrafik

8.1 Generelle elementer

Et afgørende spørgsmål i relation til anvendelse af miljøvenlige busser er knyttet til muligheden for at lade disse omfatte af de normale udbudssrunder- og perioder. Da disse kan have løbetider helt op til 12 år er det af stor betydning at få kortlagt hvor og hvornår det er muligt at gennemføre nye tiltag. Sådanne kortlægninger er af stor betydning for, at kunne vurdere mulighederne for at indsættes miljøbusser på specifikke ruter.

Baseret på Movias kontrakter med operatører, har det været muligt at opstille et billede af de forskellige bustyper, der i dag anvendes. Specielt i Hovedstadsområdet anvendes i dag gasbusser, som ved udskiftninger formentlig med fordel vil kunne erstattes af andre, mere miljøvenlige busser.

I praksis afhænger det af en mere detaljeret undersøgelse, hvor nye bustyper, eksempelvis hybridbusser, med fordel kan indsættes. Alt tyder dog på, at der vil være gode muligheder for at indsætte nye bustyper på en del af de 240 buslinjer, der skal i udbud fra foråret 2010 og frem.

De konkrete ændringer må dog basere sig på en vurdering af, hvorvidt det er muligt at stille ekstra krav til bussernes miljøstandard under hensyntagen til kontraktperioder, og ikke mindst hvorledes sådanne krav skal "honoreres".

Som allerede indikeret i gennemgangen af buslovgivningen er der ingen indikationer af, at denne speciallovgivning sætter specielle begrænsninger på hvilke krav af miljømæssig karakter, der kan stilles i forbindelse med et busudbud, så længe de almindelige konkurrenceretlige regler overholdes. SLTFs (Svenska Lokaltrafikken) erfaringer¹⁴, underbygger da også dette til fulde. I et delstudie i deres rapport peger de på følgende erfaringer fra Sverige.

- Indkøbsbeslutningen falder ind under EU's regler, især reglerne om "ikke diskriminering" og proportionalitet (p. 17).
- Opdragsgiverne må gerne stille de krav, der sikrer, at deres ønsker til udbudet opfyldes. Kravene må dog ikke være udformet således, at de eksempelvis diskriminerer ansøgere fra andre EU-lande. Men der må eksempelvis gerne stilles krav om, at kørslen skal udføres med el-busser.
- I nogen udstrækning må der ligeledes stilles krav til hvilke grundmaterialer der skal indgå i ydelsen, såfremt disse krav er forenelige med EU lovgivningen, dvs. ikke diskriminerer tilbudsgiverne. Et eksempel på dette kunne være krav til de materialer bussen bygges af, eksempelvis kulfiber eller andet, som vil gøre bussen betragteligt lettere. En række busser af denne type er allerede introduceret på ruter hos Movia, så på dette område er vejen allerede banet.
- Et konkret eksempel er en svensk dom fra Länsrätten i Vänersborg hvor det blev fastslået, at det ikke var i strid med lovgivningens principper, at et udbud stillede større krav NO_x udslippet, end hvad der generelt var foreskrevet i lovgivningen.

¹⁴ SLTF's miljöprogram 2008



Kravet blev med andre ord hverken opfattet som uproportionelt eller diskriminerende. (p. 18).

- Samtidig ses der at være mulighed for, at stille krav til/afprøve byderens tekniske evner i forhold til at opfylde kontrakten. Dette kan bl.a. udmøntes i krav om, at byderen skal oplyse om sine tekniske ressourcer, herunder tiltag for at sikre kvaliteten og byderens forsknings- og udviklingsressourcer.
- Der er i udbudsprocessen desuden plads til, at stille krav af miljømæssig karakter.. Det er dog vigtigt, at disse krav har en tilknytning til kontraktens formål, at de ikke giver myndigheden ubegrænset valgfrihed, udtrykkeligt indgår i udbudsmaterialet, at forenelige med alle krav i EU- fællesskabsretten, herunder ikke mindst "ikke diskrimineringsprincipperne".
- Endelig fastslog retten, at det i sig selv ikke var diskriminerende at et selskab nært knyttet til udbyderen var blandt de selskaber, der kunne opfylde kravene. Dette forhold vil næppe have praktisk betydning ved de danske udbud. (p. 20), idet trafikselskabet ikke selv ejer eller opererer rutebusser.

Det kan derfor fastslås, at udbudsgiverne har store frihedsgrader med hensyn til at opnå de ønskede miljømål gennem specifikation af disse i udbudsmaterialet (p. 20).

Set fra en regional synsvinkel betyder dette, at der på det rent busteknologiske område vil være gode muligheder for at stille krav om nye teknologier til operatørerne i forbindelse med udbud, såfremt der er en vilje til at betale herfor. Regionens største problem i denne sammenhæng må vurderes, at være det meget begrænsede antal ruter regionen direkte kontrollerer. Her kan der peges på tre muligheder:

- At være foregangsregion på det teknologiske område ved at kombinere busteknologiske tiltag med tiltag i relation til energiforsyningen (de ovenfor nævnte tiltag), og herigennem åbne op for nye teknologiske tiltag
- I samarbejde med Region Sjælland introducere nye koncepter, herunder brede paletten af muligheder ud, Inddrage eksempler fra Region Skåne eksempelvis via andre fora (IBU mm.)
- Arbejde med incitamentsstrukturen hos kommuner og operatører med henblik på, at styrke indsatsen imod brug af mere energi- og miljørigtige busser. Eksempler på sådanne tiltag kan være kontrakter, der er opbygget på en måde der sikrer, at operatørerne reelt oplever en økonomisk gevinst ved dels at anvende miljørigtige busser, dels ved at gennemføre tiltag, der sikrer en mere miljørigtig kørsel med de bestående busser. Kurser i eco-driving er et blandt blandt en række tiltag med positiv effekt, der kan peges på.

I praksis kan man forestille sig et udbudskoncept hvor operatørerne via incitamentskontrakter bliver tilskyndet til at introducere nye miljøvenlige teknologier. Meromkostningerne vil som udgangspunkt blive dækket af trafikløberen, mens eventuelle efterfølgende besparelser kan deles mellem operatør og trafikløber. Internt i operatørvirksomhederne kan der ligeledes arbejdes med incitamentskontrakter som sikrer at de ansatte arbejder hen mod mere miljørigtig kørselsadfærd, eksempelvis ved at belønne reduceret energiforbrug. Også her kan der være tale om at dele gevinsten mellem virksomhed og ansatte (eksempelvis i forholdet 70 % til de ansatte og 30 % til virksomheden), og hvor virksomhedens samarbejdsudvalg kan fastlægge hvorledes bonusbetalingerne til de ansatte skal håndteres.



8.2 Tekniske – eller funktionskrav?

Hvordan ønskerne om mere miljøvenlige busser bedst håndteres i forbindelse med kontraktfornyelserne anses for at være det afgørende spørgsmål her. Nye løsninger vil kunne opnås ved at stille meget specifikke tekniske krav til anvendelse af bestemte teknologier, alternativt vil det også kunne indfries gennem en bredere tilgang, med fokus på at indfri en række specificerede miljømål, men uden at definere en specifik teknologisk løsning.

Funktionskrav anses, under et, for at være den mest optimale måde at indfri ønskerne til miljøforbedringer på, idet funktionskrav ikke binder operatørerne til at anvende specifikke løsninger, men åbner for en række af forskellige muligheder for at indfri kravene til miljømål. Konkurrencesituationen vil derfor sikre, at de optimale løsninger vælges, herunder at der vælges forskellige løsninger til ruter med forskellige karakteristika.¹⁵

Samtidig er der langt større mulighed for at inddrage operatørerne i beslutningerne om valg af teknologi og dermed sikre, at operatørerne tager ejerskab i de teknologier de vælger. Dette giver incitament for mere aktivt at afsøge markedet for mulige tekniske løsninger og i et længere perspektiv fastholde en innovativ tilgang til løbende at udvælge nye og bedre teknologiske løsninger.

8.3 Støttemuligheder til teknologisk udvikling

Herudover skal der peges på de muligheder, der på en lidt bredere front ligger i følgende muligheder:

- Center for Grøn Transport i Færdselsstyrelsen vil i de kommende år indgå i en række projekter i tilknytning til udvikling af grønne taxier og busser og bl.a. støtte disse økonomisk. Desuden vurderes det, at der stadig kan indhentes midler fra Færdselsstyrelsens pulje til forsøg med biodiesel til busser, hvorved de forsøg bl.a. Fjordbus udfører kunne suppleres med yderligere tiltag.
- I relation til Vækstforum bør der søges midler fra nationale og EU kilder (eksempelvis regionale strukturfonde), med henblik på at udvikle miljørigtige busprojekter.
- Endelig bør det overvejes formelt at indgå i Brintforum for busser (JTI)¹⁶, med henblik på at få mere information om denne udvikling, herunder at få mere direkte adgang til disse teknologier. Det kan dog ikke afvises, at dette forum har en betydelig tilknytning til specifikke producenter. Et forhold der naturligvis må vejes op mod de fordele, der vil kunne hentes igennem deltagelse. Blandt fordelene kan peges på muligheden for at få "adgang" til nye busser, herunder formentlig også hybridbusser.

Samlet set må det derfor konkluderes, at der inden for den bestående lovgivning er ganske brede muligheder for at understøtte en udvikling i retning af hurtigere introduktion af miljøvenlige busser. Den afgørende hindring må antages at være knyttet til de relativ høje omkostninger et sådan koncept kan føre med sig.

¹⁵ Dette er nærmere beskrevet i afsnit 6.4

¹⁶ Joint Technology Initiative

9 anbefalinger til videre arbejde

På baggrund af analyserne, som vurderer og sammenligner et udpluk af de væsentligste brændstoffer og motorteknologier, anbefales det at gennemføre et efterfølgende projekt for praktisk implementering af mere miljøvenlig busdrift i Region Hovedstaden. Dette projekt skal konkretisere forslag til implementering af miljøvenlige busser på konkrete ruter, mulige finansieringskilder, samarbejdspartnere, overordnede funktionskrav m.v.

9.1 Valg af teknologier til enkelte ruter

Busruterne i hovedstadsregionen spænder over meget forskellige karakteristika som hastigheder, antal start og stop, afstande - alt sammen forhold der påvirker brændstofføkonomi og belastningen på materiellet. Ruterne varierer også i forhold til antal af passagerer, hvilket kan betyde særlige krav til bussernes størrelse og indretning. Der bør laves en analyse af hvilke forhold, der gør sig gældende på de enkelte ruter, for at afdække hvilke teknologier, der kan bringes i anvendelse på de enkelte ruter. Det ligger dog uden for denne undersøgelse at analysere dette område.

9.2 Implementering i forhold til udbud af ruter

For sikre at nye teknologier kommer i spil, kan Movia igennem de kommende licitationer af rutedriften stille særlige krav til at bussernes performance på udvalgte miljømål, skrives ind i udbudsmaterialet.