

# BRINTBILEN ER MILJØVENLIG! – MEN HVOR MEGET?



Foto: Daimler AG

INFORMATION ARTIKEL | JUNI 2009

FORENINGEN HYDROGEN LINK DANMARK

Hvor der ingen tvivl hersker om at brintbilen kun udleder rent vand som udstødning, er det til stadighed en diskussion hvor miljøvenlig brintbilen egentlig er hvad angår udnyttelse af energien og udledningen af CO<sub>2</sub> over hele forsyningskæden.

## MILJØ PÅVIRKNINGEN FRA BRINTBILER

Der overordnet tre væsentlige forhold som influerer miljøpåvirkningen fra brintbiler, nemlig: udledning af partikler i lokalmiljøet samt energiudnyttelsen og CO<sub>2</sub> udledningen over hele forsyningskæden.

I en brintbil reagerer brint med luft fra omgivelserne og danner strøm til fremdriften af bilen, varme til kabinen og vand som udstødning, og der sker således ikke nogen udledning af partikler.

Hvad angår energiudnyttelsen og CO<sub>2</sub> udledningen over hele forsyningskæden afhænger dette af hvorledes brint produceres og distribueres til tankstationerne samt hvilke energikilder der anvendes hertil.

Anvendes der udelukkende vedvarende energi er der ingen CO<sub>2</sub> udledning over hele energikæden uanset hvor god energiudnyttelsen er. Anvendes fossile energikilder vil en bedre energiudnyttelse betyde et mindre energiforbrug og en tilsvarende mindre CO<sub>2</sub> udledning.

Brint kan produceres ud mange forskellige energikilder både fossile og bæredygtige og kan transporteres og oplagres på mange forskellige måder. Det gør det også komplekst at fastlægge miljøpåvirkningen helt fra energikilden til bilen.

## BRINT ER EN ENERGIBÆRER & SKAL FREMSTILLES

Brint er ikke en energikilde i sig selv men i stedet en energibærer som skal fremstilles ved brug af energi. Da 90% af universet består af brint kan produktionen ske på et væld af måder, men alle er ikke lige energi- og omkostningseffektive og ej heller bæredygtige.

Langt hovedparten af brint produceres i dag ud fra fossile energikilder såsom naturgas. Det langsigtede potentiale er dog at fremstille brint ud fra vedvarende energikilder ved f.eks. at bruge strøm fra vindmøller og andre vedvarende energikilder til at spalte vand i dets bestanddele, brint og ilt.

Netop det at brint kan produceres ud fra vedvarende energi og dermed fungerer som bærer heraf, er det, som gør at den skiller sig ud fra benzin og diesel som begge er afhængige af fossile råstoffer for at kunne blive produceret. Reduktion af afhængigheden af fossile brændstoffer på sigt, er mindst lige så vigtig som det at reducere CO<sub>2</sub> udledningen, da olieressourcerne kan forventes at blive knappe og dyre i fremtiden.

## VEDVARENDE & BÆREDYGTIG BRINTFORSYNING

Figuren nedenfor illustrer de mange forskellige mulige forsyningskæder for brint til transport baseret på vedvarende energi. Den samlede energiuudnyttelse er den energi som er tilbage til at drive bilen, efter at tab fra hvert led i forsyningskæden er fratrukket.

### Brint produktion

Brint kan fremstilles bæredygtigt ved elektrolytisk spaltning af vand ved brug af strøm fra eksempelvis vindmøller. Da processen ikke er 100% energieffektiv opstår et energitab i form af varme. Denne spildvarme vil potentielt kunne anvendes i som fjernvarme og dermed forbedre energiuudnyttelsen i forsyningskæden.

Brintproduktionen kan enten ske centralt på store anlæg eller decentralt på selve tankstationen. Ved central produktion skal brinten efterfølgende distribueres ud til tankstationen.

### Brint distribution

Brint kan enten distribueres via lastbil under tryk eller i flydende form, samt via rørføringer ligesom det sker med naturgas i dag.

Da brint fylder betydeligt mere under tryk end i flydende form vil distribution via lastbil formodentlig på sigt primært ske i flydende form. Dette også selvom der er et betydeligt energitab forbundet med processen at gøre brint flydende. Men det at man kan have mere brint med på lastbilen i flydende form opvejer rent økonomisk energifordelen ved tryk.

Distribution af brint via rørføringer anvendes i dag forskellige steder i Europa hvor der er et højt forbrug af brint til forskellige industrielle formål. Hvad angår distribution af brint til transport vil rørføringer dog først komme på tale på den lange bane hvor der er et tilstrækkeligt stort brintforbrug til at rørføringer kan betale sig. Fordelen ved rørføringer er et meget lavt energitab sammenlignet med transport via lastbiler.

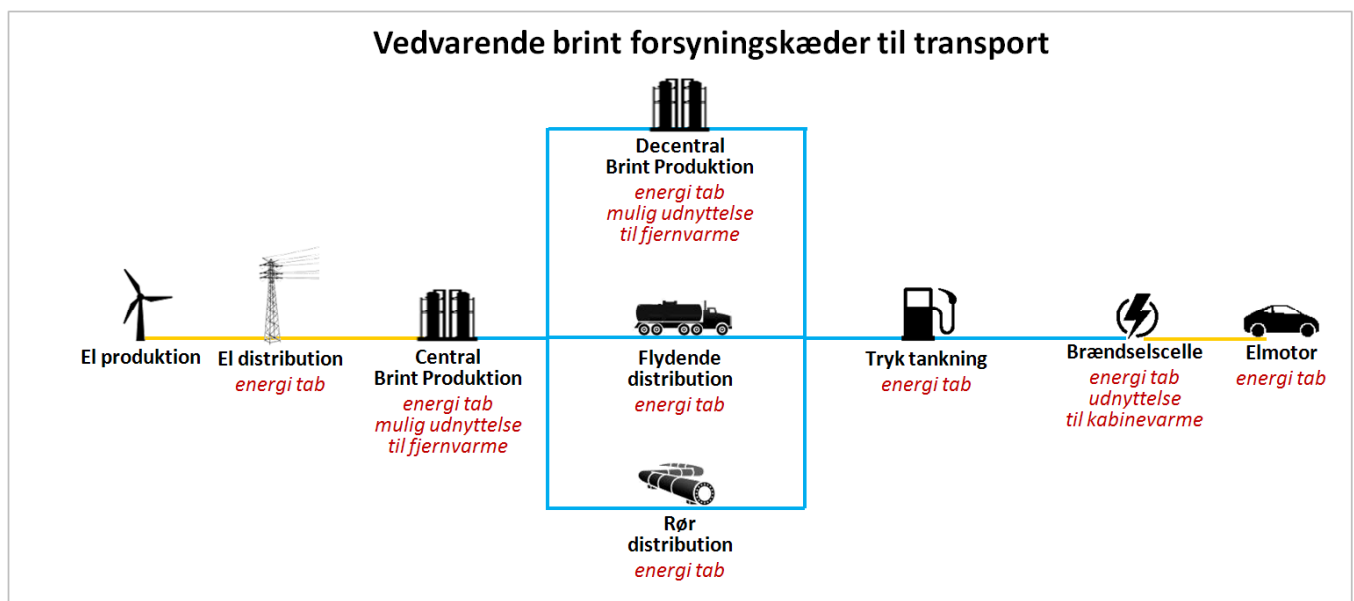
### Brint påfyldning under tryk

Ved tankstationen skal brint tryksættes og fyldes på bilen. I dag lagres brint typisk under et tryk på 350 bar men for at sikre samme lange rækkevidde som benzin går udviklingen mere i retning af lagring ved 700 bar.

Til tryksætningen af brint anvendes energi, hvorfor der opstår et energitab. Selvom der er tale om et højt tryk er energitabet ikke voldsomt. Eksempelvis koster det lige så meget energi at øge trykket fra 1 bar til 2 bar som det gør at gå fra 350 bar til 700 bar. Der arbejdes således på øget udgangstryk fra brint produktionsanlæggene hvorved energiforbruget til tryksætningen reduceres betydeligt.

### Brint anvendelse i bilen

Ombord på bilen omdannes brint til elektricitet og varme i en brændselscelle. Elektriciteten anvendes til at drive bilens elmotor mens varmen kan anvendes til opvarmning af bilens kabine. Energitabet er således den varme som udvikles i både brændselscellen og elmotoren, dog fratrukket den varme som udnyttes til kabinen.



## ENERGIUDNYTTELSE FORSYNINGSKÆDEN 2009-2020

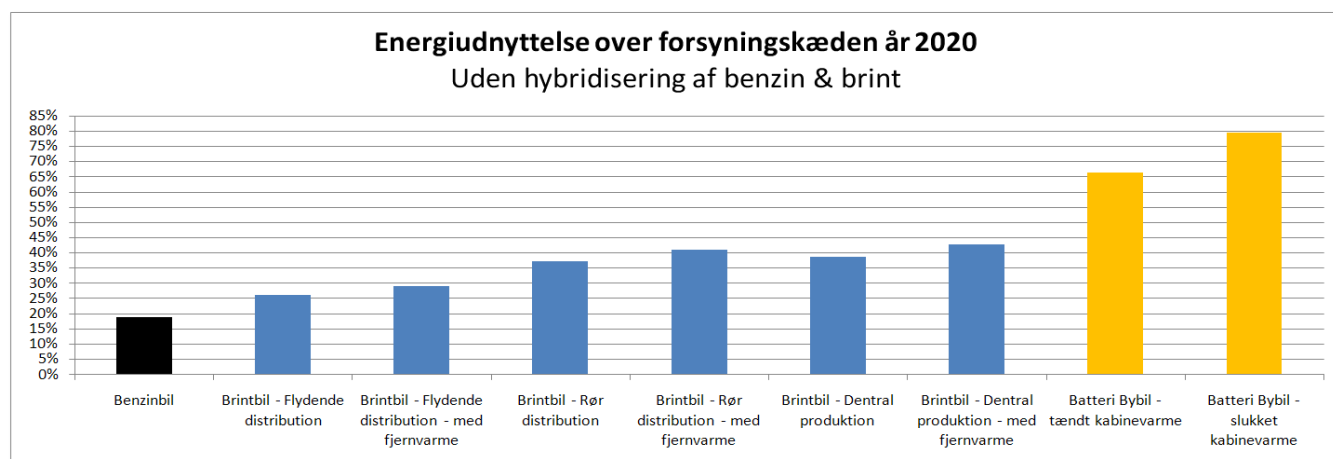
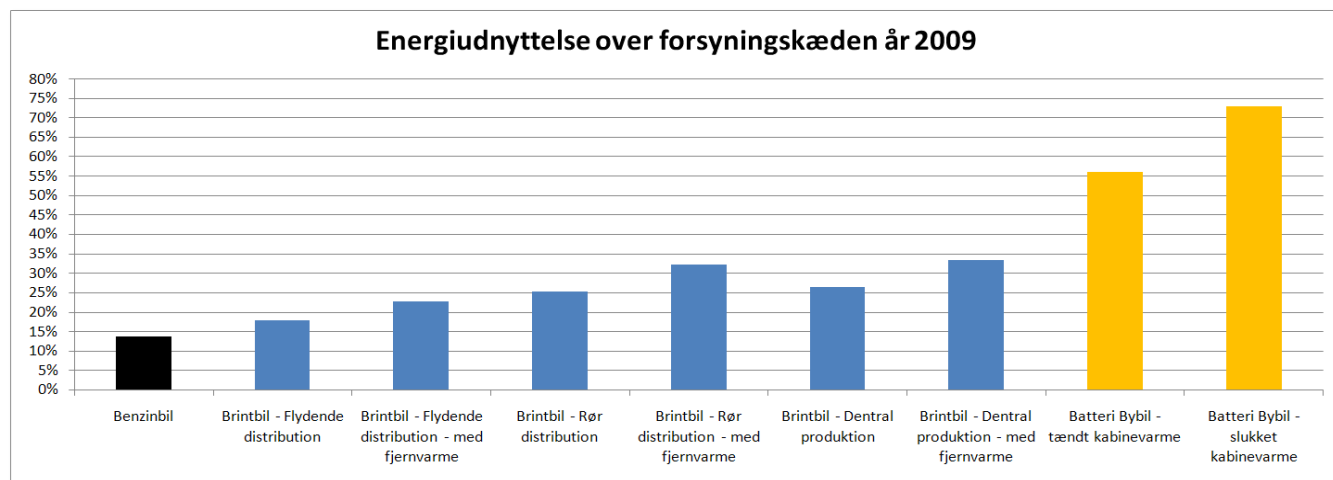
Den samlede energiudnyttelse over hele forsyningskæden fås ved at lægge tabene i de forskellige led sammen og trække dem fra den energi man startede med. Den energi man har tilbage er den som direkte kan anvendes til at drive bilen.

Disse beregninger er gjort for de forskellige brintforsyningskæder i figuren nedenfor. Ligeså er energiudnyttelsen for benzin og batteribiler vist. Der er regnet både på forsyningskæden som den er i 2009 med eksisterende teknologier samt forsyningskæden for 2020 med en forventet udvikling af teknologierne.

Som det ses har brint en markant bedre energiudnyttelse end benzinbiler over hele forsyningskæden. Ved decentral produktion og udnyttelse af overskudsvarmen til fjernvarme opnås en samlet energiudnyttelse på 34% i 2009. Frem mod 2020 kan nye og mere effektive teknologier dog øge energiudnyttelsen til 43%. I Danmark arbejdes der bl.a. på at udvikle såkaldt højtemperatures elektrolyse hvor både varme og elektricitet anvendes til at spalte vand til brint, hvilket er mere energieffektivt.

Batteribilen er dog langt den mest energieffektive over hele energikæden da den blot lader strøm direkte fra elnettet med meget få konverteringer. Dog påvirkes energiudnyttelsen i batteribilen betydeligt når der er behov for opvarmning af bilens kabine. Det skyldes at der grundt batteribilens høje energieffektivitet ikke er overskudsvarme tilgængelig som det er tilfældet med benzin og brintbilerne. Kabinevarme produceres derfor ved at bruge strøm fra bilens batterier.

Hertil kommer at energiudnyttelsen for batteribilen er beregnet på en lille bil til anvendelse i byer og med en kort rækkevidde. Skulle batteribilen have samme rækkevidde som benzin og brintbilerne ville energiudnyttelsen indirekte falde da vægten af batteriet i bilen vil stige betydeligt hvorfor der skal mere energi til at drive bilen. Især ved høje hastigheder vil den højere vægt af batteribilen have stor indvirkning på energiforbruget. Hertil kommer at et så stort batteri vil øge behovet for "hurtig opladning" da man ikke vil kunne nå at genoplade batteriet hjemme i husstandens stikkontakt. Hurtig opladning af batterier kan øge energitabet i opladningsprocessen betydeligt.



## HYBRIDISERING AF BENZIN & BRINTBILER

Frem mod 2020 vil der ske en øget hybridisering af benzin og brintbiler, dvs. at bilerne får indbyggede batterier der også leverer energi til fremdriften sammen med benzin motoren og brændselscellen. Netop denne hybridisering har enorm indvirkning på energiudnyttelsen over forsyningskæden da noget af energien til fremdriften således kan leveres af de betydeligt mere energieffektive batterier.

Første skridt i retningen af hybridisering blevet taget da Toyota for år tilbage introducerede hybridmodellen Prius med et lille batteri der supplerer benzin motoren og derved øger energiudnyttelsen ombord på køretøjet. Næste skridt som bilproducenterne er i færd med, er at muliggøre at bilen i perioder kan køre på batteriet alene og kun slå benzinmotoren til når batteriet løber tør. Dvs. at benzinmotoren sikrer længere rækkevidde end det er muligt på batterierne alene.

Nøjagtig samme hybridisering er undervejs indenfor brintbiler og her er fordelene endog større, da brændselscellen i forvejen leverer elektricitet. Det betyder at der således er ikke behov for to forskellige fremdriftsteknologier ombord på køretøjet som det er tilfældet i benzin hybrid biler.

Da hovedparten af det antal km man i gennemsnit kører pr. dag er indenfor "hybrid" batteriets rækkevidde betyder det i princippet at langt hovedparten kan ske på batteriet, og at der således kun er behov for at "tænde" benzin motoren eller brændselscellen på de længere ture.

Denne hybridisering har enorm indvirkning på energiudnyttelsen over forsyningskæderne for både benzin og brint som det fremgår af figuren nedenfor. Her er energiudnyttelsen over forsyningskæderne igen beregnet for år 2020, denne gang med den antagelse at 73% af km i benzin og brintbilerne køres på batteri, mens de resterende 27% køres på benzin eller brint.

Som det ses af figuren øges energiudnyttelsen for benzin og brintbilerne betydeligt. Med tændt kabinevarme vil energiudnyttelsen over hele forsyningskæden for brintbilen således være 60% mens den for batteribilen vil være 66%. Som nævnt tidligere sammenlignes en almindelig størrelse brintbil med stor rækkevidde med en lille batteri bybil med kort rækkevidde. Dette giver batteribilen en fordel i forhold til energiudnyttelsen. Såfremt batteribilen skulle have samme rækkevidde som brintbilen vil de betydeligt tungere batterier øge energiforbruget hvormed energiudnyttelsen indirekte vil falde for batteribilen.

Ovenstående aspekter er også baggrunden for de store bilproducenters tilgang til både benzin, brint og batteribiler. Benzinbilerne hybridiseres på den korte bane for øge energiudnyttelsen af de begrænsede fossile brændstoffer. Brint hybridbilerne udvikles for yderligere at øge energiudnyttelsen sammenlignet med benzinbilen, men også for at sikre et brændstof der kan produceres uafhængigt af fossile brændstoffer. Batterierne anvendes i mindre bybiler hvor kort rækkevidde er acceptabelt hvorved tunge og dyre batterier ved samme rækkevidde som brint undgås.

