

En sammanfattning av:

**Well-to-Wheels analys
av framtida drivmedel och drivlinor
i ett europeiskt sammanhang**



En gemensam studie av
EUCAR / JRC / CONCAWE

Framtagen av Svenska Petroleum Institutet, SPI

Well-to-Wheels

Växthuseffekten är ett av vår tids stora globala problem. I kombination med att oljan är en ändlig resurs finns det ett stort och växande intresse på såväl global som regional och nationell nivå för att undersöka möjligheterna till alternativa drivmedel.

Ämnesområdet har studerats i samverkan mellan EU kommissionens Joint Research Centre, European Council for Automotive Research and Development, (Eucar) och oljebolagens samverkansorgan CONCAWE. Arbetet har resulterat i en omfattande studie, Well-to-Wheels, där framtidens motorbränslen i personbilar på den europeiska marknaden behandlas. En första rapport utkom 2003 och en ny uppdaterad rapport kom 2006.

Svenska Petroleum Institutet (SPI) har ett stort intresse i dessa frågor och har låtit göra en sammanfattning och översättning av rapporten. Arbetet har utförts av Anna Ericsson Nordin och vi tackar henne för detta.

SPI hoppas med översättningen och sammanfattningen av rapporten kunna bidra till att ett bra faktaunderlag blir mer spritt och känt samt stimulera till fortsatt diskussion.

En sammanfattning och översättning blir aldrig heltäckande varför SPI hänvisar till den ursprungliga engelska versionen för svar på eventuella tolkningsfrågor. Den fullständiga rapporten kan laddas ner från följande hemsida: <http://ies.jrc.cec.eu.int/wtw.html>

SPI har inte tagit del i Well-to-Wheels rapportens utförande och tar därmed inte ansvar för innehållet i densamma.

Stockholm 2006-10-30

Ulf Svahn
VD Svenska Petroleum Institutet

Inledning

En övergång till förnybara drivmedel kan avsevärt minska mängden växthusgaser som avges i atmosfären, men de kräver i regel mer energi att producera och är mer kostsamma. Dagens konventionella drivmedel, bensen och dieselbränsle, förväntas kunna ersättas med upp till 10–15 % av alternativa drivmedel inom det närmsta decenniet.

Det finns inget enskilt bränsle som kan ersätta bensen och dieselbränsle. För att uppnå uppsatta mål om minskade växthusgasemissioner kommer det vara nödvändigt med flera olika drivmedel på marknaden i framtiden. De alternativa drivmedel som kan komma att bli aktuella i framtiden har var och ett flera olika möjliga produktionsvägar och ställer i vissa fall helt nya krav på både distribution och fordonsteknik för att kunna implementeras på marknaden.

För att kunna jämföra olika drivmedel, och olika alternativa sätt att producera dem, måste hänsyn tas till hela produktions- och distributionsskedjan och hur effektiv energiomvandlingen är i fordonen. I maj 2006 publicerade JRC, EUCAR och CONCAWE en rapport, Well-to-Wheels, där de tillsammans arbetat fram en utvärdering av energianvändning och växthusgasemissioner förknippade med olika möjliga framtida bränslen i olika framtida fordon. Den beskriver olika möjliga framtida drivmedel från "källa till hjul". Det är inte en livscykelanalys, utan beskriver kostnader, växthusgasemissioner och energiåtgång för enskilda bränslen, från att det utvinns ur en naturresurs till att det driver fram ett fordon. Denna rapport är en uppdatering av den Well-To-Wheels rapport som lades fram 2003.

I framtiden förväntas flera olika drivmedel finnas på marknaden. Konventionella drivmedel som bensen och dieselbränsle kommer däremot fortfarande att vara dominerande, med eventuella inblandningar av alternativa bränslen. Utvecklingen av fordonsteknik kommer att innebära effektivare motorer och bensenmotorn förväntas närma sig dieselmotorns effektivitet. En minskad bränsleförbrukning innebär även minskade utsläpp av fossilt kol.

Med flera olika alternativa drivmedel på marknaden kan nisch tillämpning vara en attraktiv lösning, att användningen sker i begränsade geografiska områden eller i enskilda fordonsflottor. Drivmedel som kräver en helt ny infrastruktur för distribution eller som har en lokal och småskalig produktion kan med fördel introduceras på detta sätt.

Förnybara energikällor, som biomassa och vindkraft, kan användas för att producera drivmedel. De har däremot oftast alternativa användningsområden som bör övervägas. Drivmedelsproduktion är inte nödvändigtvis det mest optimala sättet att utnyttja förnybara energikällors förmåga att minska växthusgasemissioner.

Flera av de tekniker och produktionsvägar som tas upp i rapporten är under utveckling och resultaten måste utvärderas vidare för att man skall kunna bedöma framtida drivmedels potentiella produktionsvolym, tillgänglighet, genomförbarhet, kostnad och acceptans hos kund.

Well-to-Wheels 2006

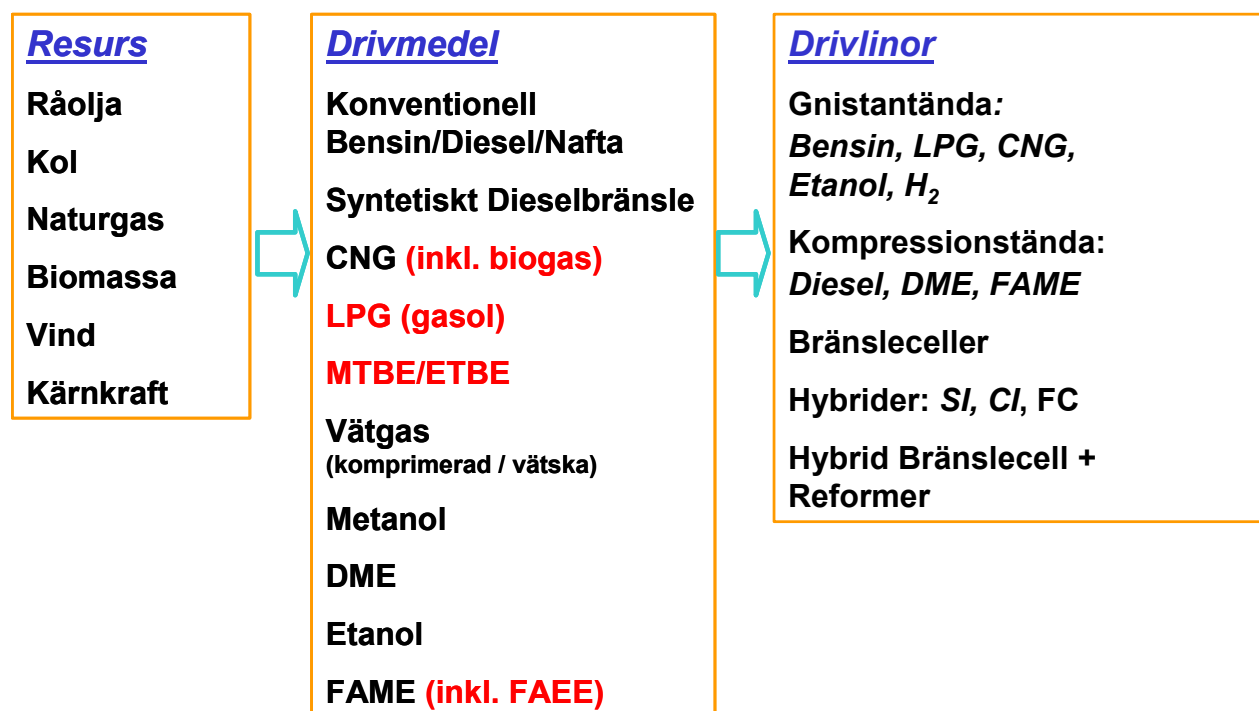
Well-to-Wheels (WtW) 2006 behandlar möjliga framtida motorbränslen i framtida drivlinor¹ i personbilar på den europeiska marknaden. Det är en uppdaterad version av den WtW-utvärdering av energianvändning och växthusgasemissioner som publicerades i december 2003. Rapporten är ett samarbete mellan JRC/IES², EUCAR³ och CONCAWE⁴.

Syftet med studien är

- Att på ett objektivt och transparent sätt etablera en gemensam uppskattning av energiåtgång och växthusgasemissioner förknippade med framtida potentiella bränslen och drivlinor i Europa 2010 och framåt.
- Att överväga genomförbarheten för varje produktionsväg och uppskatta de makroekonomiska kostnaderna förknippade med varje bränsle.
- Att få resultatet accepterad som en referens av alla relevanta intressenter.

Rapporten utgår från flera olika naturresurser som kan omvandlas till drivmedel i personbilar med olika drivlinor. Flera tänkbara kombinationer av produktionsvägar och användningsområden är tagna i beaktande, se figur 1. Beräkningarna uppskattar energiåtgång och utsläpp för varje bränsle, från ursprungskällan till dess användning som drivmedel, så kallad Well-to-Wheels.

Well-to-Wheels Pathways



Figur 1. Både fossila och förnybara energikällor kan användas för att producera de alternativa bränslen som kan komma att driva framtidens personbilar. Drivlinorna kan i sin tur utnyttja flera olika bränslen.

¹ Innefattar motor och transmission/växellåda

² The Institute for Environment and Sustainability of the EU Commission's Joint Research Centre

³ European Council for Automotive Research and Development

⁴ Oljebolagens europeiska samverkansorgan för miljö, hälsa och säkerhet vid raffinering och distribution.

Denna rapport är inte en livscykelanalys. Den tar inte hänsyn till den energi eller de emissioner som är förknippade med upprättandet av anläggningar, fordonstillverkning, eller aspekter rörande den slutliga hanteringen av avfall. Rapporten koncentrerar sig på drivmedelsproduktion och fordonsanvändning, vilka är de huvudsakliga bidragande faktorerna för energiåtgång och växthusgasemissioner. Inte heller samhällskostnader tas upp, såsom hälsa, arbetstillfällen eller samhällsutveckling.

Rapporten är uppdelad i två delar. Well-to-Tank, WtT, behandlar produktionen av olika drivmedel utifrån flera olika tänkbara råvaror. Tank-to-Wheels, TtW, behandlar användningen av olika drivmedel, oavsett råvaruursprung, i personbilar med standardiserade prestandakrav men med olika framtida drivlinor. De fullständiga rapporterna och tillhörande bilagor finns tillgängliga på JRCs hemsida: <http://ies.jrc.ec.europa.eu/wtw.html>

Rapporten strävar efter att kunna göra en jämförande uppskattning de valmöjligheter som erbjuds. Resultaten skall försöka svara på frågorna:

- Vilka är de alternativa produktionsvägarna för ett givet drivmedel och vilka av dessa erbjuder de bästa möjligheterna?
- Vilka är de alternativa användningsområdena för en given naturresurs och hur kan den bäst utnyttjas?

Detta är en sammanfattning av resultaten i den uppdaterade WtW-rapporten från maj 2006.

Metodik

Rapporten har ett globalt perspektiv på energianvändning och växthusgasemissioner när den uppskattar effekterna av en omställning till alternativa drivmedel och fordon i Europa. Detta innebär att den tar hänsyn till förändringar i andra delar av världen som en omställning i Europa för med sig.

Vid kostnadsberäkningarna behandlas Europa däremot som en makroekonomisk enhet, framför allt för att uppskatta framtida marknadspriser för råvaror och produkter. Rapporten behandlar endast kostnader direkt relaterade till en omställning, så som inköp av djurfoder, uppbyggnad av kraftverk, infrastruktur och fordon. Övriga kostnader eller fördelar som en omställning för med sig i form av arbetstillfällen eller regional utveckling beaktas inte

Well to Tank

I WtT-rapporten uppskattas energiåtgång och mängden växthusgasemissioner som är förknippade med de olika steg som krävs för att leverera ett visst drivmedel till ett fordon. Den tar även upp den potentiella tillgången av varje drivmedel med hänsyn till enskilda produktionsvägar och kostnader.

Framtidens alternativa drivmedel kan framställas ur både fossila och förnybara energikällor. De flesta drivmedel kan framställas ur ett antal olika råvaror. De flesta energiråvarorna kan även användas till olika drivmedel. Det finns många olika möjliga kombinationer för hur energin i dessa naturresurser kan utnyttjas i framtidens fordon, se tabell 1.

För varje naturresurs och varje drivmedel kan resultaten variera beroende på vilken produktionsväg som beaktas. Det vill säga hur och var de olika naturresurserna produceras och transporteras och i vilken skala produktionen och omvandlingen till drivmedel är möjlig.

Well-to-Tank Matrix

Fuel		Gasoline, Diesel, Naphtha (2010 quality)	CNG	LPG	Hydrogen (comp., liquid)	Synthetic diesel (Fischer-Tropsch)	DME	Ethanol	MT/ETBE	FAME/FAEE	Methanol	Electricity
Resource												
Crude oil		X										
Coal					X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾	X				X	X
Natural gas	Piped		X		X ⁽¹⁾	X	X				X	X
	Remote		X ⁽¹⁾		X	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾		X		X	X
LPG	Remote			X					X			
Biomass	Sugar beet							X	⇄			
	Wheat							X	X			
	Wheat straw							X				
	Sugar cane							X				
	Rapeseed									X		
	Sunflower									X		
	Woody waste				X	X	X	X			X	
	Farmed wood				X	X	X	X			X	X
	Organic waste			X ⁽²⁾								X
	Black liquor				X	X	X				X	X
Wind											X	
Nuclear											X	
Electricity					X							

(1) with/without CO₂ capture and sequestration

(2) Biogas



Tabell 1. Tabellen beskriver de kombinationer av naturresurser och drivmedel som behandlas i rapporten.

För att kunna uppskatta effekten av att konventionella fossila drivmedel ersätts med de olika alternativa drivmedlen utgick studien från två tänkbara, realistiska framtidsscenarier. I det ena introduceras eller utökas användningen av ett givet alternativt drivmedel och i det andra referensscenariot, kallad "business as usual", möts efterfrågan enbart av konventionella fossila bränslen inom tidsramen 2010–2020. Skillnaden i energiåtgång, växthusgasemissioner och kostnader kan då beräknas.

Inom denna tidsram förväntas endast en begränsad del, upp till 10–15 %, av konventionella fossila drivmedel kunna ersättas med alternativa drivmedel.

Tank to Wheels

TtW-rapporten uppskattar energiåtgången och växthusgasemissioner utifrån möjliga framtida kombinationer av bränslen och drivlinor, se tabell 2. Studien utgår från mätvärden för förbränningsmotorer drivna på bensen och dieselbränsle från 2002.

De drivlinor som behandlas i studien kan komma att finnas på marknaden 2010 och framåt. Bensinmotorer är gnistända förbränningsmotorer och benämns som SI-motorer⁵. Dieselmotorer är kompressionstända förbränningsmotorer och benämns som CI-motorer⁶.

⁵ Spark Ignition

⁶ Compression Ignition

Hybridbilar har dels en förbränningsmotor, dels en elektrisk motor, och kan kombineras med samtliga bränslen som tas upp i rapporten. Bränsleceller, FC⁷, används för att utvinna energi ur vätgas och innebär att en elektrisk ström bildas när vätgas kemiskt omvandlas till vatten.

De jämförande simuleringarna utgick ifrån en femsits-sedan, motsvarande en VW Golf. Som referensfordon användes en bensinmotor med PISI⁸. Samtliga fordonskonfigurationer utformades för att kunna uppfylla vissa minimikrav i prestanda samtidigt som de behöll liknande egenskaper i form av komfort, hanterbarhet och rymlighet. Avgasutsläppen från de olika fordonen fick inte överstiga de riktlinjer som förväntas gälla vid den enskilda tidpunkten, 2002 respektive 2010. Bränsleförbrukning och växthusgasutsläpp beräknades med hjälp av NEDC⁹.

Tank-to-Wheels Matrix

Powertrains	PISI	DISI	DICI	Hybrid PISI	Hybrid DISI	Hybrid DICI	FC	Hybrid FC	Ref. + hyb. FC
Fuels									
Gasoline	2002 2010+	2002 2010+		2010+	2010+				2010+
Diesel fuel			2002 2010+			2010+			2010+
LPG	2002 2010+								
CNG Bi-Fuel	2002 2010+								
CNG (dedicated)	2002 2010+			2010+					
Diesel/Bio-diesel blend 95/5			2002 2010+			2010+			
Gasoline/Ethanol blend 95/5	2002 2010+	2002 2010+			2010+				
Bio-diesel			2002 2010+			2002 2010+			
MTBE/ETBE	2002 2010+	2002 2010+		2002 2010+	2002 2010+				
DME			2002 2010+			2010+			
Synthetic diesel fuel			2002 2010+			2010+			
Methanol									2010+
Naphtha									2010+
Compressed hydrogen	2010+			2010+			2010+	2010+	
Liquid hydrogen	2010+			2010+			2010+	2010+	



Tabell 2. Det finns många tänkbara kombinationer av drivlinor och drivmedel. En del är etablerade på marknaden idag. För andra finns en utvecklad teknik och de förväntas kunna finnas på marknaden 2010 och framåt. PISI=Port Injection Spark Ignition; DICI=Direct Injection Compression Ignition ; DISI=Direct Injection Spark Ignition ; FC= Fuel Cell.

Modellfordonet som används är endast ett verktyg för jämförelse och representerar inte de genomsnittliga fordonen i Europa. Resultaten utgår från personbilar och kan inte generaliseras till att gälla för tyngre fordon och stadsjeepar. Rapporten gör inga antaganden eller framtidsprognoser över vilka fordon som kommer att etablera sig eller bli tillgängliga på den europeiska marknaden.

⁷ Fuel Cell

⁸ Port Injected Spark Ignition

⁹ New European Drive Cycle

Well to Wheels

Resultaten från delrapporterna integreras i WtW-rapporten. Här sammanfattas den totala energiåtgången, inklusive energiinnehållet i själva bränslet, från WtT-rapporten, med den mängd energi som åtgår för att förflytta ett fordon en bestämd sträcka från TtW-rapporten. Energiåtgången presenteras sedan som den totala primärenergien som krävs för att förflytta ett fordon en kilometer. Detta ger en bild av hur energieffektiv varje produktionsväg är för ett bränsle.

För förnybara bränslen utvärderas även mängden fossila bränslen som förbrukas i produktionsledet. Detta ger då en jämförande bild över den potentiella besparingen av fossila bränslen som en övergång till det alternativa bränslet innebär.

Växthusgasemissioner redovisas i de totala antal gram koldioxidekvivalenter som emitteras för att köra fordonet 100 km enligt NEDC-cykeln. Metan och lustgas har högre växthusgaspotential än koldioxid och räknas om till koldioxidekvivalenter, metan med en faktor 23 och lustgas med en faktor 296, enligt rekommendationer från IPCC¹⁰.

Konventionella bränslen

Bensin och diesel

Konventionella fossila bränslen förväntas fylla det huvudsakliga bränslebehovet många år fram i tiden. En omställning till alternativa bränslen anses inte omfatta mer än 10–15 % av den totala förbrukningen inom tidsramen som rapporten behandlar.

Naturgas och biogas

Komprimerad metangas kan ha både fossilt och förnybart ursprung. I TtW-rapportens resultat används CNG¹¹ som ett sammanfattande begrepp för alla metanrika gaser, utan hänsyn till ursprung.

Naturgas är idag tillgänglig för stora delar av Europa med en väl utbyggd infrastruktur för transport till industrier, handel och hushåll. Naturgasreserverna i världen är stora men den europeiska produktionen, huvudsakligen från Storbritannien, Nederländerna och Norge, förväntas minska under nästa årtionde. De långa transportererna av importerad gas påverkar den totala energiförbrukningen och växthusgasutsläppen förknippade med detta drivmedel. Eftersom den europeiska konsumtionen av naturgas är hög skulle en ökad användning av naturgas som transportbränsle endast öka den totala efterfrågan marginellt. Kostnaden för en omställning ligger framför allt i utbyggnaden av tankstationer. För de europeiska länder som inte har en utbyggd infrastruktur för transport av gas kan vägtransport av flytande naturgas vara ett alternativ.

Biogas bildas vid anaerob jäsning av organiskt material såsom gödsel, jordbruksavfall och komposterbara hushållssopor. Gasen som bildas består huvudsakligen av metangas och koldioxid. I Skandinavien finns idag ett antal storskaliga biogasanläggningar som renar gasen och tar bort koldioxid, vilket krävs för att den skall kunna användas som drivmedel. Dessa anläggningar har byggts både av miljöskäl och för att ta hand om hushållssopor. De mest effektiva biogasanläggningarna ligger i nära anslutning till storskaliga grisbesättningar och bygger på lättillgängligt flytande gödsel som med fördel blandas med hushållsavfall. Biogas som produceras av torrgödsel utgår i regel från mer miljömedveten djurhållning men ger högre metanutsläpp i produktionsledet och kväver mer energi för transport. Vid användning av torrgödsel uppblandat med halm minskar metanutsläppen avsevärt.

¹⁰ The Inter-governmental Panel for Climate Change

¹¹ Compressed Natural Gas

Rapporten påpekar att de stora fördelarna med att utvinna biogas ur flytande gödsel utjämnas av att det bygger på en olämplig djurhållning, som ändå bör undvikas.

Gasol

Gasol benämns i rapporten som LPG¹². Det är ett samlingsnamn för butan och propan som produceras vid oljeraffinaderier. Gasen har relativt hög kokpunkt och övergår till flytande form vid en lättare tryckökning. Gasol är tillgängligt som transportbränsle i ett flertal europeiska länder men används mest för uppvärmning och matlagning. Tillverkningen i Europa fyller inte behovet och stora mängder gasol måste importeras.

Alternativa bränslen

Etanol och FAME kan räknas som konventionella bibränslen, eftersom de kan ersätta eller blandas i konventionella bränslen. Etanol kan ersätta eller inblandas med bensin. FAME kan användas på motsvarande sätt som bränsle till dieselmotorer. Andra alternativa flytande bränslen är bensinkomponenter som MTBE och ETBE och syntetisk diesel som kan blandas i eller ersätta konventionellt dieselbränsle. Dessa bränslen har tre viktiga fördelar jämfört med gasbränslen. Om de används i blandningar med konventionella bränslen kräver de inte en utökad infrastruktur annat än den för transport till redan existerande raffinaderier eller tankstationer. Fordon som drivs av blandningar med en låg halt konventionella alternativa bränslen kräver liten eller ingen modifiering. Tack vare flexibiliteten i inblandningen kan användningen anpassas till tillgången och variera i olika områden och under olika tidsperioder.

Dimetyleter, DME, kan användas som bränsle till dieselmotorer men har inte ovannämnda fördelar. Det är en gas som lätt kondenserar under tryck och kräver en liknande infrastruktur för distribution som gasol samt specialanpassade fordon.

Etanol

Etanol är ett etablerat alternativ till bensin för SI-motorer. Den kan användas i ren form eller blandas i bensin. En konventionell bensinmotor kan utan negativa effekter drivas med en uppblandning av 5 % etanol. Detta är den tillåtna nivån för etanol i bensin i Europa, enligt drivmedelsdirektivet 98/70/EG.

Etanol produceras genom jäsning av socker. Som råvara kan praktiskt taget vilken kolhydratrik källa som helst användas. Destillationen av etanollösningen är det mest energikrävande steget.

De vanligaste grödorna för etanolproduktion är sockerrör, majs, vete och sockerbeta. I Europa används idag de två sistnämnda. En storskalig europeisk etanolproduktion antas huvudsakligen bli veteberoende.

Som referens har rapporten även tagit upp etanol producerad ur sockerrör i Brasilien. Med fem skördar per år och effektivt energiutnyttjande av biprodukten bagass är sockerrör en lämplig gröda för etanolproduktion. Sockerrör kan däremot inte odlas i Europa utan denna etanol måste importeras.

På senare år har även processer utvecklats för att utvinna etanol ur cellulosa. Detta produktionssätt skulle innebära ett större utbud av potentiella råvaror, som halm från spannmålsodling, blast och avfall från sockerbetor, träfiber och andra liknande restprodukter. Mycket forskning har lagts ned på dessa processer och teknik för flera olika produktionsvägar har tagits fram. Det finns idag däremot inga kommersiella anläggningar för etanolproduktion ur cellulosa. Restprodukter som dessa har dessutom alternativa

¹² Liquefied Petroleum Gas

användningsområden som djurfoder eller för energiproduktion. Vilket användningsområde som kommer att dominera styrs huvudsakligen av vad som är mest ekonomiskt för producenten.

Estrar

FAME¹³ och FAEE¹⁴ är förnybara dieselbränslen, så kallade fettsyra-alkyl-strar. Begreppet biodiesel används i Sverige både för konventionellt dieselbränsle med inblandning av FAME och för rena FAME-bränslen. Därför används här FAME och FAEE för att beskriva rena förnybara dieselbränslen.

FAME är ett dieselbränsle som framställs genom en omförestring av vegetabiliska oljor med metanol. Fettmolekylen omvandlas från en triester till tre fettsyrametylestrar, med glycerin som biprodukt. Produkten är mer stabil och mindre trögflytande än den rena oljan. FAME kan utan problem blandas i konventionellt dieselbränsle upp till 5 %, vilket är den tillåtna nivån enligt den europeiska standarden EN 590.

Trots att det inte tillämpas i Europa idag kan även andra alkylestrar framställas ur vegetabiliska oljor. Vid omförestring med etanol bildas etylestrar, FAEE. Om produktionen sker med bioetanol ger det ett helt förnybart bränsle.

FAME produceras främst ur rapsolja i Centraleuropa och Norden. Det kallas då på svenska för rapsmetylester, RME. En marginell produktion ur solrosolja sker i Sydeuropa. Den massa som blir över används som foder och ersätter importerad sojamjöl. Glycerin som bildas i processen kan användas som foder eller som råvara i den kemiska industrin.

Etrar

Metyltertiärbutyleter, MTBE¹⁵, används för att öka oktantalet i bensin och introducerades i Europa som ett steg för att ersätta bly. MTBE har sin ursprungskälla i naturgas och processen är förhållandevis energikrävande. Isobuten reagerar med metanol från naturgas för att bilda MTBE. Vid storskaliga MTBE-anläggningar används även isobuten från naturgasutvinning.

Etanol kan ersätta metanol i reaktionen och bilda etyltertiärbutyleter, ETBE¹⁶, som har mycket liknande egenskaper som MTBE. Detta är ett alternativ till en direkt användning av etanol som tillsatts i bensin. ETBE är fördelaktigare huvudsakligen för att det har ett lägre ångtryck än etanol. Genom små förändringar kan dagens MTBE-anläggningar ställas om till att producera ETBE.

Dagens ETBE-anläggningar är ombyggda från tidigare MTBE-produktion och ligger i anslutning till oljeraffinaderier. Den isobuten som förbrukas där är en biprodukt från katalytisk krackning. En framtida storskalig produktion av ETBE kommer att vara beroende av importerad butan från naturgasanläggningar.

Syntetiska drivmedel

Med syntetiska drivmedel menas den paraffinrika produkt som bildas genom Fischer-Tropsch-syntes ur syntesgas. Syntesgas är en blandning av kolmonoxid och vätgas som i sin tur kan framställas ur naturgas, kol eller träråvara. Slutprodukterna, huvudsakligen dieselbränsle, nafta och gasol, är rena från svavel och andra föroreningar. En mindre marknad finns även för andra Fischer-Tropsch produkter som smörjmedel och vaxer.

¹³ Fatty Acid Methyl Ester, fettsyra-metyl-ester

¹⁴ Fatty Acid Ethyl Ester, fettsyra-etyl-ester

¹⁵ Metyl-tertiär-butyl-eter

¹⁶ Etyl-tertiär-butyl-eter

Produktion av syntetiskt dieselbränsle ur naturgas, GTL¹⁷, är en etablerad process. Storskalig produktion planeras och byggs ut idag i anslutning till naturgasanläggningar. Dessa anläggningar är oftast avlägset belägna anläggningar, där det enda alternativet för att transportera naturgas till marknaden är i form av LNG.

Förgasning och omvandling till dieselbränsle ur kol, CTL¹⁸, är även det en etablerad process, men som används vid ytterst få anläggningar idag. Produktens egenskaper liknar GTL. Intresset för CTL-produktion har ökat, särskilt i kombination med koldioxidlagring i berggrunden.

Biomassa kan även förgasas och omvandlas till dieselbränsle, BTL¹⁹. Processen är mycket lik den för kol men medför vissa problem då biomassa kan innehålla mineraler och bildar slagg vid förgasningen. Problematiken varierar beroende på vilken råvara som används. En attraktiv produktionsväg är att använda ligninrik massa från pappersfabriker, så kallad svartlut.

Dimetyleter, DME, är en gas som kondenserar under lättare tryckökning, likt gasol. Den produceras ur syntesgas och kan förbrännas i dieselmotorer. Den är alltså dieselbränslets motsvarighet till bensinens gasol. Den sannolikaste råvaran för DME-produktion är naturgas, men kol och biomassa kan även användas. I synnerhet svartlutförgasning anses vara ett framtida alternativ i Skandinavien.

Elektricitet

Elektricitet är inget drivmedel i sig men tas upp i rapporten av två anledningar. Dels konkurrerar elproduktionen om samma naturresurser som drivmedelsproduktionen, dels krävs elektricitet som energibärare i vissa produktionsvägar, som exempelvis vid vätgasframställning genom elektrolys.

Storskalig elproduktion ur solenergi är inte sannolik inom den tidsram som rapporten behandlar och har därför inte tagits med.

Kärnkraft är en potentiellt stor energikälla förknippad med låga växthusgasemissioner. Eftersom energiutvinning ur uran är en samhällsfråga som öppnar för en både teknisk och politisk debatt har kärnkraft inte behandlats i rapporten.

Vätgas

Vätgas har blivit mycket uppmärksammat som effektivt och rent framtida drivmedel. Förväntningarna på vätgas är stora men hur det skall produceras och hur det bäst skall utnyttjas i fordon är komplexa frågor. Enligt rapporten är det viktigt att man noga överväger beslut som styr utvecklingen av vätgas som drivmedel.

Teoretiskt sett kan mycket vätgas produceras. Väte är det vanligaste grundämnet på jorden och kan utvinnas ur kolväten och vatten. Vätgas framställs redan idag i stor skala. Det vanligaste produktions sättet är genom syntesgasframställning ur naturgas.

En annan produktionsväg är genom elektrolys av vatten. Detta är en väl etablerad process som idag används både i stor och i liten skala. Användningen av elektricitet som energibärare innebär att ett brett urval av primära energikällor kan utnyttjas. Den elektricitet som används kan däremot ha alternativa användningsområden som är energieffektivare och enklare. För vindkraft är det exempelvis endast avlägset belägna vindkraftverk som är svåra att kopplas till kraftnät som med fördel kan användas till vätgasproduktion.

¹⁷ Gas-to-Liquids

¹⁸ Coal-to-Liquids

¹⁹ Biomass-to-Liquids

Vätgas kan även produceras ur tyngre kolväten som kol eller biomassa. Biomassa kan användas i begränsad skala men har även den alternativa användningsområden. Produktion genom kolförgasning och syntesgasframställning kräver uppbyggnad av storskaliga kostsamma anläggningar. Om syrgas används i stället för luft i denna process bildas praktiskt taget ren koldioxid. Denna vätgasframställning kan då med fördel kombineras med koldioxidlagring i berggrunden.

Produktion av vätgas kan ske både i stora centrala anläggningar och i lokala anläggningar som försörjer ett mindre antal tankstationer. Den lokala produktionen lämpar sig i anslutning till anläggningar för naturgas, vedförgasning och elektrolys. En storskalig förvaring, transport och distribution av vätgas innebär stora utmaningar. Det är den lättaste av alla gaser och måste komprimeras under högt tryck eller omvandlas till flytande form under väldigt låg temperatur för att kunna förvaras och distribueras.

Framställningen av vätgas är en energikrävande process. Att utvärdera drivmedlets produktionsväg är synnerligen avgörande för vätgas, eftersom det är själva framställningen som är energikrävande och orsakar växthusgasemissioner.

Beräkning av potentiell produktion av biodrivmedel i EU-25 år 2010

Enligt EU direktiv för biobränslen, 2003/30/EG, skall 5,75 % av bränsleförbrukningen för transportfordon ersättas av biobränslen 2010, beräknat på energiinnehåll. Hur detta skall fördelas mellan bensin och dieselbränsle framgår däremot inte.

Rapporten utgår från ett antal antaganden för att kunna uppskatta hur mycket bio-etanol och bio-diesel som maximalt kan produceras genom vedertagna metoder ur EUs egna resurser av grödor.

- Att inte öka tillgången på jordbruksmark genom att plöja upp betes- eller skogsmark. För att på detta sätt undvika frisättning av markbundet kol.
- Att konsumtionen och importen av mat är lika som i ett tänkt referensscenario där ingen ökning av biobränslen antas, så kallad "business as usual" scenario.
- Att inte ta hänsyn till den biobränsleproduktion som sker på mark som idag används till djurfoderproduktion inom EU. En sådan omställning skulle innebära en ökad import av djurfoder. Dessa biobränslen räknas inte som en ökning av EU-produktionen eftersom de skulle vara indirekt producerade ur importerade grödor.
- Att tillåta en omläggning av grödor som idag exporteras från EU till produktion av biobränsle.
- Att fördelningen av ersättningen av konventionella drivmedel med biodrivmedel skall vara jämnt fördelat mellan bensin och dieselbränsle. Rapporten antar att 5,75 % av dieselbränslet skall ersättas med FAME och 5,75 % av bensinen skall ersättas med bio-etanol, beräknat på energiinnehåll.

Bensin kan ersättas med etanol och dieselbränsle med FAME. Men den egna produktionen av framför allt oljeväxter till FAME täcker inte behovet.

Viktiga förutsättningar för att en hög biobränsleproduktion i Europa skall vara möjlig är att marker som friläggs i och med sockerbetsreformen och uttagen mark blir tillgängliga för odling av biobränsle. Idag finns restriktioner att endast bönder som har avtal med producenter av biobränsle får använda sin uttagna mark till odling av grödor för biobränsle. Rapporten förespråkar att bönderna skall kunna odla och sälja grödor för biobränslen på marknaden utan avtal med bränsleproducenterna.

Andra biobränslen och alternativa drivmedel kan minska utsläppen av växthusgaser tillsammans med utvecklingen av effektivare hybridbilar och drivlinor.

Koldioxidlagring

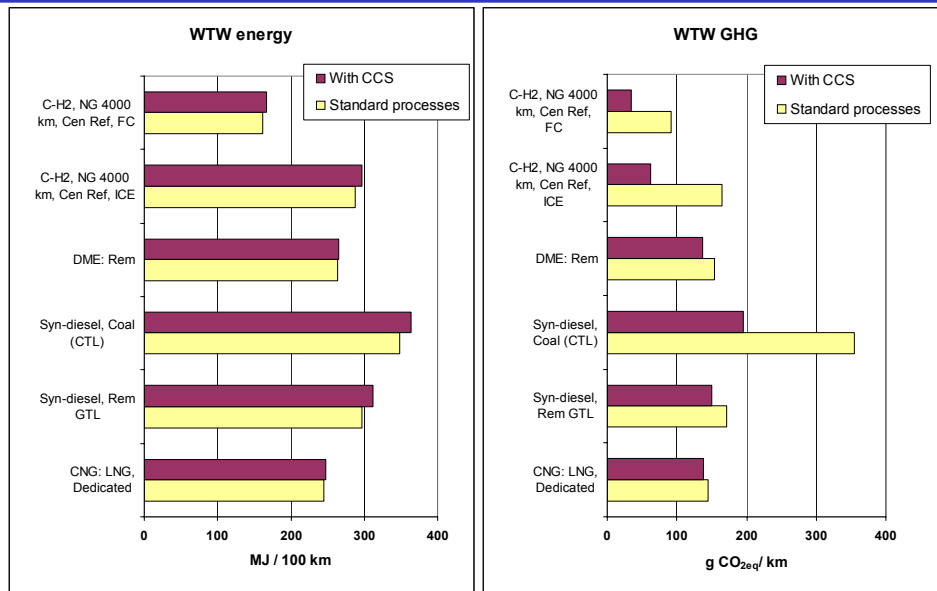
Koldioxid som bildas vid förbränning eller omvandlingsprocesser kan återinföras och lagras i tomma fickor i berggrunden, så kallad koldioxidsekvestering, CC&S²⁰. Tilltron till möjligheterna i denna teknik har ökat de senaste åren.

Det finns redan relativt etablerad teknik för insamling och transport av koldioxid och olika typer av geologiska formationer erbjuder stora lagringsmöjligheter. Processen är enklast då gasen produceras i ren form och kan komprimeras och transporteras i pipelines eller med skepp.

Eftersom de övergripande tekniska lösningarna är under utveckling ger rapporten endast en fingervisning till vad denna teknik kan innebära i framtiden. Osäkerhetsfaktorerna ligger främst i långtidslagringens hållbarhet och säkerhet, lagliga hinder och kostnader.

Koldioxidlagring kräver ytterligare energi, främst för komprimering av gasen. Det är en attraktiv lösning för att avsevärt minska koldioxidutsläppen framför allt vid framställning av syntetisk diesel, CTL, och produktion av vätgas ur fossila bränslen, se figur 2.

CO₂ capture and storage (CC&S)



Figur 2. Den totala energiåtgången och de totala växthusgasemissionerna förknippade med olika produktionsvägar för ett antal drivmedel, med och utan koldioxidlagring.

Framtida fordon

De framtida fordon, motorer och drivlinor, som har tagits upp i studien bygger på uppskattningar av den tekniska utvecklingen. Rapporten utgår från drivlineteknik som bör kunna finnas i personbilar i Europa från och med år 2010. Detta gäller fordon för konventionella så väl som för alternativa drivmedel. Ingen hänsyn har tagits till en framtida implementering på marknaden, tillgänglighet, marknadsandelar eller acceptans hos kund.

²⁰ CO₂ capture and sequestration

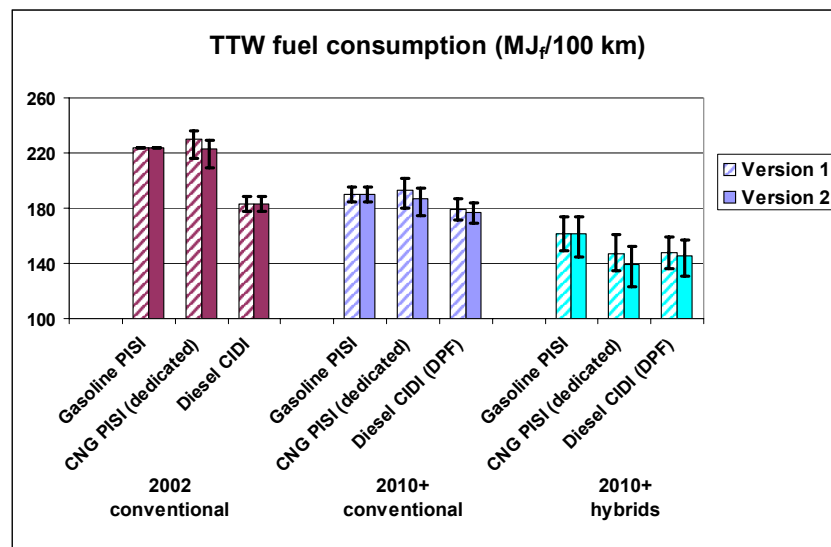
Hybridteknik

Hybridbilar har både förbränningsmotor och elektrisk motor och kan drivas av de bränslen som tas upp i studien. Hybridteknik erbjuder överlag både energi- och utsläppsfördelar.

Konventionella fordon och drivlinor

En mångfald av drivmedel och drivlinor förväntas i framtiden. En förbättring av konventionell teknik och utvecklingen av hybridbilar kommer att minska energiförbrukningen och växthusgasemissionerna, se figur 3. Bensinmotorer har större utvecklingspotential än dieselmotorer och skillnaden mellan diesel- och bensinmotorer förväntas minska.

Compressed Natural Gas (CNG): vehicle technologies



Figur 3. Förbättringar i fordonsteknik kommer att föra bensinmotorer närmare dieselmotorer i effektivitet. Hybridiseringsteknik är särskilt gynnsamt för gasdrivna fordon.

Naturgas, biogas och gasol

Naturgas har använts som drivmedel i många år, i Europa och resten av världen. Användningen har begränsats till enskilda fordonsflottor och geografiska nischer. På grund av den begränsade infrastrukturen för distribution och kostnaderna för ombyggnad av fordon har naturgasanvändningen varit beroende av gynnsamma skatteregler för bränslet eller fordonen.

Gasol, LPG, är ett väl etablerat drivmedel i några EU-länder. Den används huvudsakligen i gnisttända tvåbränslemotorer, så kallade bi-fuel-motorer. Dessa motorer kan tankas med både bensin och gasol, i separata tankar.

Dagens metangasdrivna bilar är idag lite mindre effektiva än bensinmotorer. I framtiden kan natur- och biogas användas i tvåbränslemotorer, i dedikerade gasmotorer eller i hybrider. Fordon med motorer dedikerade för gas har marginellt fördelaktigare egenskaper än de som drivs på bensin och gas, framför allt i fråga om prestanda då tvåbränslemotorer drivna på gas inte når upp till studiens kriterier för exempelvis acceleration.

Den framtida utvecklingen förväntas ge gasdrivna fordon som är mer effektiva, detta gäller i synnerhet hybrider, se figur 3.

Vätgas

Trots att vätgas kan användas i gnistända förbränningsmotorer, PISI-motorer, kan det stora genombrottet förväntas i och med utvecklingen av bränsleceller. Fordon med bränsleceller utnyttjar energin i vätgas mycket mer effektivt och genererar inga utsläpp. Hur dessa fordon kommer utvecklas för den europeiska marknaden är en avgörande fråga.

Vid förbränning av vätgas bildas vatten och mindre mängder kväveoxider. Den maximala effektiviteten hos förbränningsmotorer drivna på vätgas bör kunna bli nära de bästa framtida dieselmotorerna. Dessa fordon kan tankas med komprimerad vätgas till en högtryckstank ombord på fordonet eller med flytande väte under atmosfärstryck till en lågtemperaturlagertank. Det är ingen signifikant skillnad i fordonets energieffektivitet på grund av vilken tank bilen har. Högtryckstanken väger mer, medan lågtemperaturlagertanken kräver energi för förångning före förbränning. Användning av flytande vätgas kan medföra problem i form av bränsleförlust ur tanken om fordonet inte används under lång tid, det är då oundvikligt att temperaturen höjs från -253°C .

I bränsleceller omvandlas vätgas och luft till elektrisk ström, värme och vatten. Vätgasen kan tankas direkt och förvaras ombord eller så kan fordonet tankas med ett annat bränsle ur vilket vätgas produceras ombord.

Bränsleceller är energieffektivare än förbränningsmotorer och utsläppen består endast av vatten, förutsatt att de tankas och drivs enbart av vätgas. För förvaring av vätgas ombord gäller samma resonemang som för förbränningsmotorer med den skillnaden att tanken på fordon med bränsleceller kan vara mycket mindre eftersom bränsleförbrukningen är lägre.

Vätgasproduktionen kan ske ombord på ett fordon ur bensen, nafta, metanol, eller dieselbränsle. Vätgasreforming ombord på fordonet är ett möjligt alternativ till att bygga upp en infrastruktur för vätgasdistribution. Men, det bygger på en utveckling av nya komplexa fordon med små effektiva bränsleomvandlare, så kallade "on board reformers". Bensen kan vara det enda praktiskt tillgängliga bränslet för denna teknik och det är dessa fordon som kan komma att introduceras på marknaden, om än i väldigt liten skala. Eftersom tekniken bygger på förbränning av konventionella bränslen medför det även växthusgasemissioner. För att utvärdera detta alternativ krävs att man ser på den totala energiåtgången och de totala växthusgasemissionerna ur ett WtW-perspektiv.

Energiåtgång och växthusgasemissioner

Om man jämför alternativa bränslen med dagens fossila bränslen kan man se hur energiåtgången generellt är högre medan utsläppen av växthusgaser i de flesta fall är mycket lägre, se figur 4. Den specifika produktionsvägen är avgörande. Vidare måste rapportens resultat utvärderas ytterligare utifrån potentiella produktionsvolym, realiserbarhet, praktisk genomförbarhet, kostnader och acceptans hos kund för olika alternativa bränslen.

Nedan följer huvuddragen i de slutsatser som rapporten kommit fram till.

Konventionella bränslen

WtT-värden, energiåtgång och växthusgasemissioner vid produktion av konventionella bränslen är relativt låga vilket gör att användningen i fordonet blir avgörande. Dieselmotorer är idag mer effektiva än bensinmotorer, men i framtiden kommer den skillnaden att minska. PISI-motorer har en större förbättringspotential än dieselmotortekniken. Hybridisering av

konventionella bensin- och dieselmotorer kan ytterligare minska både energiåtgång och växthusgasemissioner.

Naturgas, biogas och gasol

Den totala energiåtgången för gas som drivmedel är beroende av transportavståndet och transportvägarna för bränslet. På lång sikt förväntas andelen flytande gas att öka och möjligtvis även en utbyggnad av pipelines. Transportenergin kan minska med förbättrad pipeline-teknik.

Idag ger fordonsgasmotorer mindre växthusgasemissioner än bensinmotorer men mer än dieselmotorer. I framtiden kommer fordonsgasmotorer att bli mer effektiva, i synnerhet hybridmotorer. Växthusgasemissioner i ett WtW-perspektiv kommer att bli lägre än de för dieselmotorer. Den totala energiförbrukningen kommer att vara högre än den för bensinmotorer, med undantag för hybridbilar där den kommer att vara lägre än för dieselmotorer.

Naturgasens ursprung och transportavståndet är avgörande för den totala energi- och växthusgasbalansen.

Gasol ger en liten besparing av växthusgasemissioner i jämförelse med bensin och diesel. Eftersom en ökad efterfrågan möts av importerad gasol, från framför allt Mellanöstern, utgörs en signifikant del av energiåtgången av transport, ungefär 25 % av WtT-energin.

Flytande alternativa bränslen

De besparingar i fossil energi och växthusgasemissioner som är förknippade med konventionellt producerade biobränslen, som etanol och FAME, är helt beroende av tillverkningsprocessen och hur biprodukterna används. Växthusgasbalansen är särskilt osäker på grund av lustgasemissioner från jordbruket.

Etanolproduktion är energikrävande och valet av produktionsprocess och energikälla är avgörande hur stor energibesparingen och växthusgasemissionerna blir. Att använda cellulosa i form av träråvara eller halm är en attraktiv process under utveckling. Denna process har goda förutsättningar för att minska förbrukningen av fossila bränslen och växthusgasemissioner, särskilt om biprodukterna används som energikälla för att driva processen. Även importerad etanol från sockerrör innebär liten mängd förbrukad fossil energi, då endast i form av transportenergin. Den totala energiförbrukningen är ändå stor.

Att använda etanol för att tillverka ETBE för inblandning i bensin är ett alternativ till att blanda etanol direkt i bensin. ETBE har bättre blandningsegenskaper än etanol och ger en lägre bränsleförbrukning. Besparingarna i fossil energi och växthusgasemissioner står i proportion till mängden använd bioetanol. Jämfört med MTBE, ger ETBE upp till 20 % besparing av fossil energi och växthusgasemissioner, framför allt för att metanolproduktionen är energikrävande.

Högkvalitativt fossilt syntetiskt dieselbränsle kan produceras ur naturgas och kol. Dessa bränslen avger större mängd växthusgaser än konventionellt dieselbränsle, i synnerhet framställning ur kol som innebär avsevärt högre växthusgasemissioner.

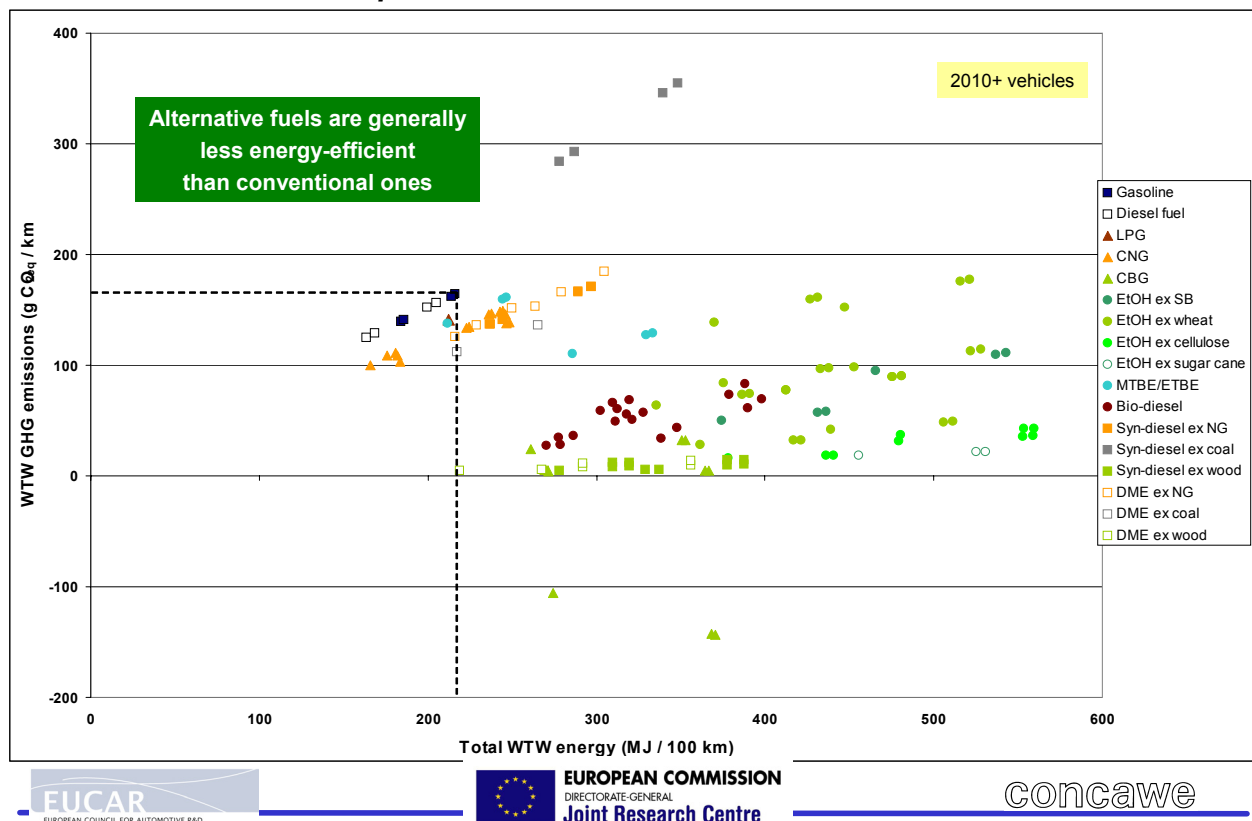
Nya processer för att producera syntetiskt dieselbränsle ur biomassa, BTL, är under utveckling. BTL erbjuder minskade växthusgasemissioner överlag men fortfarande till en hög energikostnad. Dessa avancerade processer har potential att spara avsevärt mycket mer växthusgasemissioner än nuvarande alternativa biobränslen.

DME

DME kan framställas ur naturgas eller biomassa med bättre energi- och växthusgasvinningar än andra syntetiska dieselbränslen ur dessa råvaror. Eftersom DME är den enda produkten blir utbytet av bränsle för dieselmotorer högre än vid produktion av syntetiskt dieselbränsle.

Overall picture: GHG v. total energy

Liquid fuels, DME/LPG/CNG/CBG



Figur 4. Växthusgasemissioner och energiåtgång för olika drivmedel med bensen markerad som referens. Alternativa drivmedel är generellt inte lika effektiva ur energisynpunkt som konventionella drivmedel.

Vätgas

Flera potentiella produktionsvägar finns för vätgasframställning och resultaten är starkt beroende av vilket energiråvara som används, se figur 5.

Om vätgas framställs ur naturgas kan växthusgasvinningar ur ett WtW-perspektiv endast uppnås om vätgasen används i fordon med bränsleceller. Om vätgasen används i förbränningsmotorer blir både den totala energiåtgången och de totala växthusgasemissionerna högre än för konventionella drivmedel och gasol. Komprimerad vätgas är mer energieffektivt än flytande vätgas.

Vätgasframställning genom elektrolys med elektricitet, från det europeiska elnätet²¹, ger högre växthusgasemissioner än vätgasproduktion ur naturgas.

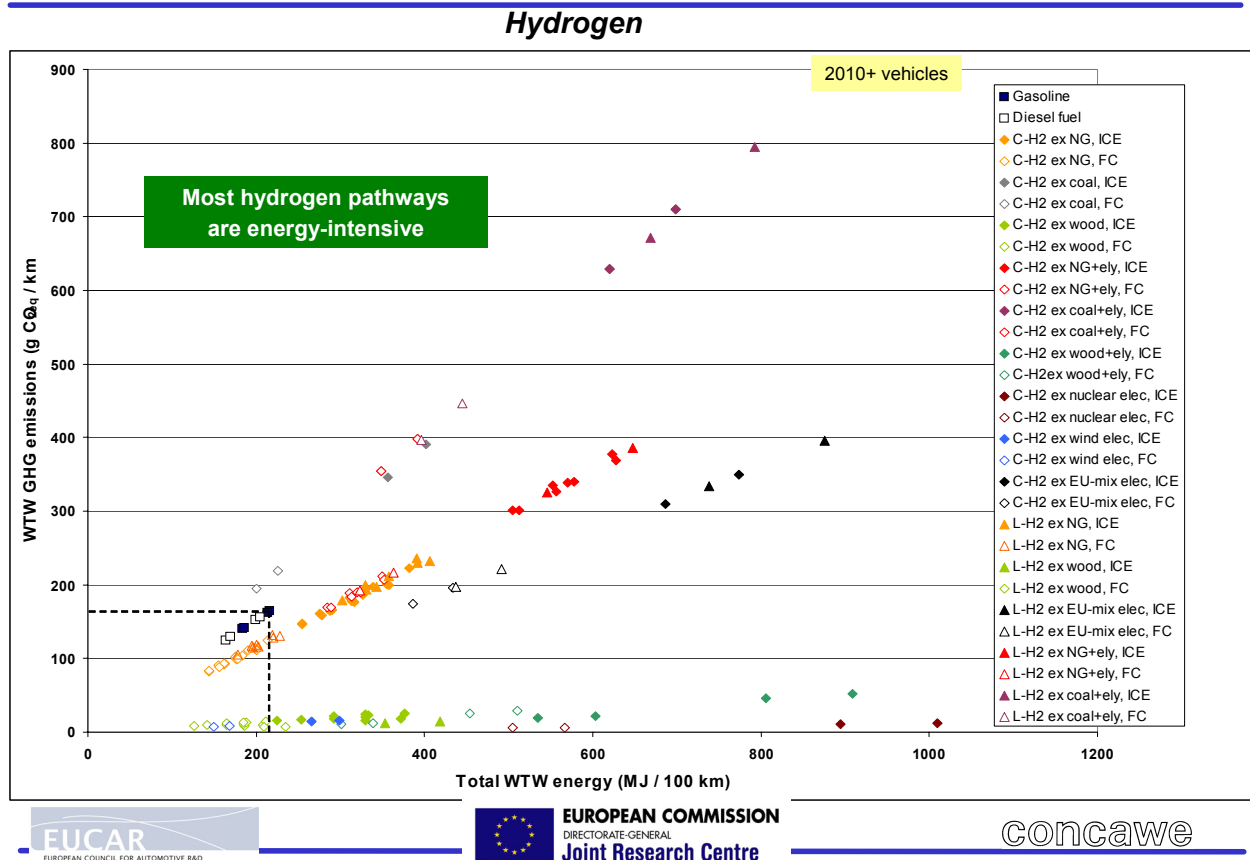
Vätgasframställning från naturresurser som biomassa, vind- och kärnkraft ger genomgående låga växthusgasemissioner. Men, alternativa användningsområden för dessa energikällor bör

²¹ EU-mix, en genomsnittlig blandning av elresurserna i Europa

däremot utredas och jämföras med användningen som råvara för fordonsbränsleframställning.

Praktiskt taget alla växthusgasemissioner förknippade med vätgasanvändning som drivmedel uppstår i produktionsledet, WtT. Detta gör det särskilt intressant att kombinera med koldioxidlagring, CC&S.

Overall picture: GHG v. total energy



Figur 5. Vätgas. Växthusgasemissioner och energitågång för olika produktionsvägar och drivlinor med bensin markerad som referens. De flesta produktionsvägar för vätgas är väldigt energikrävande.

Kostnad och potentiell tillgänglighet

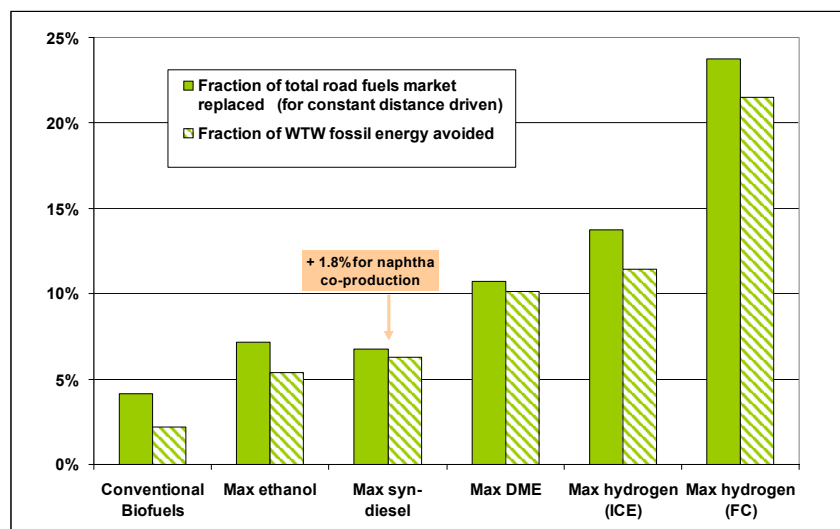
I vilken utsträckning som ett bränsle kan bli tillgängligt och hur mycket det kommer att kosta på den framtida marknaden är den mest svårberäknade delen av rapporten.

Tillgängligheten begränsas av både fysiska och praktiska faktorer. Även alternativa användningsområden av naturresurser och sociala och politiska ställningstaganden kan påverka om en viss produktionsväg för ett bränsle är genomförbar.

Rapporten har uppskattat hur stor mängd biobränsle och vätgas som maximalt kan produceras i EU. Att all tillgänglig odlingsmark ställs om för att producera ett enskilt drivmedel är ett extremt scenario. Det är mer troligt att fossila drivmedel ersätts av flera olika alternativa drivmedel på marknaden. De maximala potentiella produktionsvolymerna presenteras i figur 6 utifrån hur stor andel fossila drivmedel som det, vart och ett, kan ersätta och hur stor andel fossil energi som de kan spara. DME och vätgas har en bättre potential att

spara fossila bränslen än etanol och FAME. Dessa avancerade bibränslen är däremot generellt mer kostsamma.

Tillgången på biomassa i Europa



2012 projections including:

- Set-asides
- Sugar beet surplus
- Agricultural yield improvements
- Wheat straw surplus
- Unused wood waste
- Organic waste to biogas

But excluding

- Currently not cultivated land
- Pastures

Conventional Biofuels: Wheat and sugar beet to ethanol, oilseeds to bio-diesel, wheat straw not used

All other scenarios: Surplus sugar beet and wheat straw to ethanol
Organic waste to biogas

Max ethanol: Woody biomass from all available land to ethanol

Max syn-diesel: Woody biomass from all available land to syn-diesel
Also produces naphtha

Max DME: Woody biomass from all available land to DME

Max Hydrogen: Woody biomass from all available land to hydrogen (used in a fuel cell vehicle)



CONCAWE

Figur 6. Andel fossila drivmedel som maximalt kan ersättas med biomassa och mängden fossil energi som kan besparas, för olika framtida drivmedelsscenarier. För varje alternativt drivmedel utgår beräkningarna ifrån den mängd drivmedel som maximalt kan produceras i EU.

Kostnadsberäkningar är särskilt svåra då de skall utvärdera en process eller en teknik som ännu inte finns i någon större omfattning. De framtida kostnaderna för ett bränsle har ett nära samband med hur tillgängliga de kommer att bli på marknaden.

För att uppskatta kostnaderna för ett visst drivmedel tar den dels hänsyn till WtT-kostnaderna för varje produktionsväg dels till TtW-kostnader som är kopplade till förändringar i fordonsflottan.

Kostnadsräkningen tar endast upp direkta kostnader förknippade med ett bränsle. Ingen hänsyn har tagits till kostnader eller fördelar i form av arbetstillfällen eller samhällsutveckling.

Beroende på oljeprisets utveckling är det svårt att säga om framtida priser. Rapporten har utgått från två tänkta framtidsscenarier med oljepris på 25€ respektive 50€ per fat.

Kostnaderna har relaterats till den mängd växthusgasemissioner som kan undvikas. Detta kan då presenteras i antal euro per sparad ton koldioxidekvivalent. Övriga kostnader förknippade med en introduktion av bränslet på marknaden tas också upp.

Nedan följer huvuddragen i de slutsatser som rapporten kommit fram till.

Konventionella bränslen och fordon

Fortsatt utveckling av motor- och fordonsteknik kommer att minska bränsleförbrukningen och växthusgasutsläpp. Effektivare fordon innebär minskade växthusgasemissioner som en följd av en minskad bränsleförbrukning.

För konventionella bränslen innebär utvecklingen av hybridbilar den största vinningen i energiåtgång och växthusgasemissioner. Fordon med hybridteknik kommer dock att vara mer komplexa och dyrare.

Naturgas, biogas och gasol

Komprimerad naturgas och gasol ger begränsade besparingar i växthusgasemissioner. På grund av de kostnader som är förknippade med infrastrukturen för distribution och fordon innebär det relativt höga kostnader per ton sparad koldioxidekvivalent.

Eftersom tillgången till naturgas inte anses vara en kritisk fråga inom tidsramarna för studien är det troligt att infrastruktur och marknadsbarriärer kommer att vara avgörande faktorer som begränsar utvecklingen av komprimerad naturgas.

Biogas ur avfallsmaterial ger höga besparingar i växthusgasemissioner, till en relativt låg kostnad per ton koldioxid som undviks. Kostnaden har förväntats vara ännu lägre på grund av att råvaran praktiskt taget är kostnadsfri och tekniken för biogasproduktion är relativt enkel. Biogasanläggningar har däremot visat sig vara kapitalintensiva eftersom det krävs stora volymer biomassa för att producera förhållandevis små mängder biogas.

Alternativa flytande bränslen

Det finns ett flertal möjliga produktionsvägar för att producera flytande bränslen som kan blandas med konventionella bränslen, och i några fall även användas rent. Dessa bränslen har fördelen att de kan användas i redan existerande fordon och infrastruktur.

Syntetisk diesel, DME och etanol ur träråvara har potential att spara avsevärt mycket mer växthusgasemissioner än dagens alternativa biobränslen, till jämförbar eller lägre kostnad per ton sparad koldioxidekvivalent.

För etanol är den specifika produktionsvägen, användningen av biprodukter och de lustgasemissioner som odlingen innebär avgörande för hur kostnadseffektiv produktionen blir för att minska växthusgasemissioner och förbrukning av fossila bränslen. Etanol ur cellulosa kan avsevärt öka produktionspotentialen till en kostnad som är jämförbar med traditionella alternativ, till och med lägre om billiga råvaror såsom halm används. De potentiella volymerna etanol är däremot begränsade.

För att 5,75 % av dieselbränslet skall kunna ersättas av FAME, beräknat på energiinnehåll, krävs motsvarande 192 % av dagens oljeväxtproduktion i EU-25. EU importerar redan hälften av sitt behov av oljeväxter och en ökad produktion av FAME skulle innebära ytterligare import och högre priser. Målet att ersätta 5,75 % av bensinen med bioetanol kan däremot vara genomförbart om uttagen mark och mark som friläggs genom sockerbetsreformen används. Om dessutom bioetanol importerats kan en snabbare implementering på marknaden ske utan stora prisökningar.

I den närmaste framtiden kommer syntetiskt dieselbränsle ur naturgas att vara tillgängligt i begränsade volymer, applicerbara på enskilda fordonsflottor och geografiska nischer eller uppblandad i konventionellt dieselbränsle. Framställning av syntetiskt dieselbränsle ur biomassa har potential att spara väsentligt mycket mer växthusgasutsläpp än dagens biobränsleproduktion till en jämförbar kostnad. BLT-framställning bör enligt rapporten utredas ytterligare.

DME

Användning av DME som drivmedel kräver modifierade fordon och en infrastruktur som liknar den för gasol. DME är mera energieffektiv än syntetiskt dieselbränsle främst på grund av en högre verkningsgrad i produktionsprocessen. Den produktionsväg som utvecklas genom utvinning ur svartlut erbjuder ett större utbyte än direkt förgasning av träråvara, detta är särskilt gynnsamt för DME-framställning.

Vätgas

På kort sikt är naturgas den enda praktiska och billiga råvaran för storskalig vätgasproduktion. Besparingar i växthusgasemissioner ur ett WtW-perspektiv kan endast uppnås om vätgas används i bränsleceller, låt vara till höga kostnader.

Förbränningsmotorer för vätgas kan bli tillgängliga inom en snar framtid till en lägre kostnad än bränsleceller. Användning av dessa motorer kommer leda till ökade växthusgasemissioner så länge vätgas produceras ur naturgas.

Vätgas med ursprung ur förnybara energikällor har en begränsad potential och är för närvarande dyra. Ett mer effektivt utnyttjande av förnybara energikällor kan uppnås genom att direkt användas som elektricitet snarare än till drivmedelsframställning.

Att omvandla vätgas ombord på fordon kan möjliggöra en etablering av bränslecellsteknologi på marknaden utifrån det nuvarande distributionsnätet för flytande bränslen.

Centrala vätgasanläggningar tenderar att vara mer effektiva. Transport- och distributionsfrågorna är däremot problematiska. Utvecklingen av en storskalig pipeline är kostsam och kräver ett europeiskt regelverk för att lösa säkerhetsfrågor och acceptans hos allmänheten. De befintliga system som finns i Europa idag är kortare pipelines mellan stora industrier och är av litet intresse i det här hänseendet.

Småskalig transport av vätgas sker idag med tankbilar. Detta anses vara ett ineffektivt alternativ då det krävs 19 tankbilar för att transportera samma mängd energi som ryms i en tankbil med bensin. Även med flytande väte finner man samma problematik, där det går fem tankbilar för att transportera samma energi som ryms i tankbil med konventionella bränslen.

Utbyggnaden av tankstationer för vätgas innebär liknande överväganden som för gasol stationer men med mer tekniska utmaningar, framför allt beträffande säkerheten. Det råder en god tilltro till möjligheten att skapa pålitliga, säkra och snabba tankstationer för allmänna miljöer. Flera prototyper finns men ytterligare utveckling krävs.

De tekniska utmaningarna för distribution, förvaring och användning av vätgas leder till höga kostnader. Även kostnaderna, tillgängligheten, komplexiteten och den kundacceptans av fordonstekniken som en vätgasanvändning kräver ska inte underskattas.

Sammanfattande observationer

En WtW-analys, som tar hänsyn till den totala energiåtgången och de totala växthusgasemissionerna förknippade med produktionen, distributionen och användningen av ett bränsle, är grundläggande för att kunna göra en bedömning av vilken inverkan framtidens alternativa drivmedel och drivlinor har. Både drivmedlets produktionsväg och drivlinornas effektivitet är avgörande för växthusgasemissioner och energiförbrukning.

En övergång till förnybara energikällor, och bränslen som kräver en mindre mängd fossilt kol, kan innebära en avsevärd möjlighet att minska växthusgasutsläppen, men de är generellt mer energikrävande. Den specifika produktionsvägen är avgörande. Men, resultaten i rapporten måste utvärderas vidare för att bedöma de potentiella produktionsvolymerna,

tillgängligheten, genomförbarheten, kostnader och kundacceptans hos de olika drivmedel som tas upp.

Kostnadskalkylerna visar att en omställning till förnybara energikällor för närvarande är väldigt dyr. Minskade växthusgasemissioner innebär alltid ökade kostnader, men höga kostnader innebär inte alltid stora vinningar i växthusgasutsläpp. Ingen enskild produktionsväg erbjuder en kortsiktig storskalig produktion av förnybart bränsle. Flera olika tekniker och produktionsvägar i kombination blir nödvändiga i framtiden. Därmed förväntas ett större utbud av drivmedel finnas på marknaden. Även inblandning av alternativa bränslen i bensin och dieselbränsle och nisch tillämpningar bör övervägas om de erbjuder en betydande minskning av växthusgasemissioner till en rimlig kostnad.

Storskalig produktion av syntetiska bränslen och vätgasframställning ur kol och gas erbjuder potentiella minskningarna i växthusgasemissioner om produktionen förenas med koldioxidlagring i berggrunden. Denna teknik är under utveckling och bör undersökas vidare.

Syntetiska biodrivmedel och vätgas har en bättre potential för att ersätta fossila bränslen än dagens konventionella biobränslen. Men, höga kostnader och komplexa frågor kring materialinsamling, anläggningsstorlek och effektivitet lär utgöra stora hinder för en storskalig utveckling av dessa processer.

Att använda förnybara energikällor som drivmedel behöver inte nödvändigtvis maximera den potentiella minskningen av växthusgasemissioner. Förnybara energikällor som biomassa och vindkraft kräver ett noga övervägande för att optimeras som energikälla. Hänsyn måste tas till den totala energiförbrukningen, där dessa energikällor även kan användas i stationär energiproduktion.

Referenser:

Well-to-Wheels Report, Version 2b, May 2006
Well-to-Tank Report, Version 2b, May 2006
Tank-to-Wheels Report, Version 2b, May 2006

Huvudförfattare till dessa rapporter har varit:

R. Edwards (WTT)	JRC/IES
J-F. Larivé (WTT/WTW)	CONCAWE
V. Mahieu (WTW)	JRC/IES
P. Rouveïrolles (TTW)	Renault

Rapporterna kan laddas ned i sin helhet från följande hemsida:

<http://ies.jrc.ec.europa.eu/wtw.html>

Sammanfattning och översättning har gjorts av:

Anna Ericsson Nordin

Kontakt SPI:

Ebba Tamm

www.spi.se

