

**Race-motor drivmidler** er ud over Benzin især *Methanol* og det exotiske *Nitromethan*. Den forøgede motoreffekt ved brug af Methanol opstår grundet:

- En højere *volumetrisk virkningsgrad* grundet drivmidlets kølende effekt på luften
- Mindre arbejde udført i kompressionsfasen da den store mængde *fordampnings varme* holder tryk og temperatur nede.
- Mere arbejde udført i ekspansionsfasen da molmængden i blandingen er højere end for Benzin
- Større Oxygen indhold kemisk bundet i brændstoffet, *Oxygenator* lignende egenskaber.

Emissions udslippet fra Methanol drevne racermotorer .....  
 .....(SKEMA Obert 510)

For *dragster* motore opnås typisk en effekt forøgelse på 0,3% for hver procent Nitromethan der opblandes i Methanol. (SKEMAObert 511) Se High Energy Fuels.

**Race-motor drivmiddel sammensætning** - For at øge effekten i forbindelse med race er der meget tidligt i automobilets barndom opstået blandinger med stor effekt og risiko for motoren med højst blandet sammensætning. Blandingerne 1-3 er for to-takt Otto-motore som f.eks. på Go-Karts. Siden 1.Verdenskrig har blandingerne A-F været kendt til racer- og flyvemaskinemotorer med gnisttænding.

Sammensætning i %	Go-Kart i 60erne			Race fuel fra 1920erne					
	1	2	3	A	B	C	D	E	F
Methanol	70	70	55	75	25	25	25	99	86,6
Nitromethan			15						
Diethylether - Æter				10				0,25	0,4
Acetone		5	5		35				8
EthylMethyl Ketone						35			
Ethylacetate CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>					5	5	5		
Benzin	10	5	5		35	35	35		
Benzol	10	10	10					0,75	5
Diethyl Ketone							35		
Vand				15					
Smøreolie	10	10	10	For to-takt motore tilsættes 10% olie					

Acetone blev brugt til at stabilisere blandingen og hjælpe på tænding i de høje omdrejninger (>10.000 o/m).

Diethylether (Æter) er godt at starte på, men ikke et velegnet brændstof. Ethylacetate (Eddikesyre-ethyl-ester) er en væske med kogepunkt 77°C der lugter ligesom neglelak. Methanol kan uden problem acceptere 1-5% vand uden separering. For *dragster* motore opnås typisk en effekt forøgelse på 0,3% for hver procent Nitromethan der opblandes i Methanol. Alle blandings brændstoffer har begrænset opbevaringstid og stærkt giftige.

I det tilfælde man vælger at benytte disse avancerede brændstoffer må det kraftigt anbefales at benytte brandsikkert tøj og altid have en godkendt pulversluger indenfor rækkevidde!

Der er begrænset med emissions data til rådighed. Dog er den generelle holdning af emissionerne er meget giftige og kræver stor opmærksomhed. Regnes der på det kemisk .....

.....  
 Se desuden eksplosionsmotor og High Energy Fuels.

#### Raket-forbrændings-motorer -

Det seneste er den v formede Arrow-Spike der giver samme propulsion uanset omgivelsernes tryk. Næste projekt fra Nasa er Ion-Propulsion motoren Daidalos der skulle kunne give et fartøj hastigheder så høje som 1/10 af lysets hastighed.

**Raket drivmidler** - propelanter - er afhængig af motortype og formål. USA foretrækker mere miljøvenlige drivmidler modsat det tidligere USSR.

Den russiske skolelærer Ziolkovsky, Konstantin (1857-1936) formulerede omkring århundred skiftet en teori for større raketter baseret på flydende drivmidler. Amerikaneren Goddard, Robert H. (1882-1945) testede som den første raketmotorer i 1923 baseret på flydende drivmidler, Benzin og flydende Oxygen.

Verner von Brauns tyske V4 raketter fra Peenemünde, tiltænkt London under 2. Verdenskrig, benyttede en blanding af 75% Methanol / 25% vand og Oxygen der kunne bringe den 12,8 ton tunge bombe op til 1.500 m/s hastighed. Den primære motor leverede maksimalt 60.000 pound thrust. Til sekundær drift anvendtes *Hydrogenperoxid* og som Oxygenator Kaliumpermanganat der blandet giver højtryks damp for at drive de mekaniske centrifugalpumper der leverede 125 kg/sekund drivmiddel/Oxygen ved 21 Bar tryk til brændkammeret. Herfor nogen Hydrocarbon og især Formaldehyd emission, grundet af de triste omstændigheder af minimal betydning.

NASA Space Shuttle, Discovery og Atlantis har en samlet startvægt på ~2.050 ton (maks. ~108 ton landingsvægt) og kan løfte indtil 29.480 kg i omløb for maksimal højde af 600 km over jordoverfladen med maksimal hastighed på 7,8 km/s.

Der anvendes for lift-off tre Rockwell Rocketdyne SSME (Space Shuttle Main Engine) motorer der hver vejer 3,2 ton og hver yder 394.260 lb. thrust ved overfladen og 470.000 lb. thrust i rummet. Motorerne kan effekt reguleres i trin på 1% i området fra 65-109% og har en levetid på 27.000 sekunder ved 100% svarende til 55 flyvninger. Forbruget er i løbet af normal opsendelse, 8,5 minutter på 1.456.300 liter (vægt 103,25 ton) flydende Hydrogen og 542.583 liter (vægt 617,7 ton) flydende Oxygen. Emissions udslippet af dette ~6:1 oxidizer-to-fuel forhold er beregnet ~695 ton vand og 25 ton Hydrogen hvorfor disse motorer arbejder <math>\lambda < 1</math>!! Shuttle medbringer yderligere til senere styring 1.107 kg Hydrogen og Oxygen.

De på siden af brændstof tanken, med 6,16 meter afstand, monterede to styrbare Advanced Solid Rocket Motor (ASRM) faststof raketter benytter hver 546.636 kg Hydroxy-Terminated-Poly-Butadiene, HTPB propelant sammensat af:

Aluminiumoxid pulver ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) - 19%

Ammoniumperchlorat ( $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ ) - 69%

Jernoxid pulver ( $\text{FeO}_3$ ) - 0,17%

Polybutadiene Acryl Acid Acrylnitril Terpolymer (PBAN gummi) - 11,83%

Epoxy - 1,96%

Dimensioner: Diameter 3,81m, længde 35,3 m, totalvægt 609.909 kg

Aluminium pulveret forbrænder med katalytisk reaktion af Jern pulveret med oxidizeren Ammoniumperchlorat og yder hver  $3,485 \times 10^6$  lb. thrust i indtil 269 sekunder. HTPB fremstilles af firmaet Thiokol, Yellow Creek i Mississippi ved kontinuerlig blanding af de forskellige komponenter i en snegl-ekstruder med 9 ton/t kapacitet til en plastisk masse for straks efter at pumpes ind i motor segmentet for udstøbning. HTPB blandingen er sammensat gennem selektion af pulver korn størrelser således at motor effekten aftager med 30% ~55 sekunder efter lift-off for ikke at overstresse rumfærgen aerodynamisk. I en højde af ~45 km afstødes ASRM med pyroteknik og fortsætter indtil 66 km højde før de returnerer til havoverfladen. Energi til hydraulisk styring af de 8,6 ton tunge nozzles kommer fra en i hver ASRM indbygget gasturbine der forbruger 10 kg Hydrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) og Oxygen under launch.

Total motorkraft for rumfærgen er  $8,15 \times 10^6$  lbf svarende til  $36,26 \times 10^6$  Newton ved jordoverfladen.

.....

Det tidligere USSR og nu Rusland benytter stadig Hydrocarbon drivmidler. Anvendelse af Hydrocarbon drivmiddel som RP-1 Petroleum i forbindelse med flydende Oxygen er et alternativ til flydende Hydrogen, billigere i indkøb og opbevaring.

....

For mindre motorer benyttes drivmidlet Dimethylhydrazin og/eller Hydrazin ( $\text{NH}_2\text{NH}_2$ ) -  $\text{N}_2\text{H}_4$  ??? sammen med enten LO2 eller Nitrogentetroxid ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) som oxidizer.

### Raket propulsion emission

Raket motorer som shuttlens SSME benytter flydende Hydrogen og flydende Oxygen og emitterer ~695 ton vand og 25 ton frit Hydrogen og en mindre del  $\text{NO}_x$  per launch. Ikke nogen voldsom belastning af miljøet.

.....

For ASRM er emissions resultatet mere alvorligt. Faststof raketter som ASRM bruger som *raket drivmiddel* en HTPB propelant der emitterer Hydrogenchlorid (HCl), vand ( $\text{H}_2\text{O}$ ), frit Hydrogen og Nitrogenoxider ( $\text{NO}_x$ ).

....

... HGP ... JWH ??.....

.....

.....

65% af det alvorlige HCl udslip forbliver i troposfæren indtil regnfald hiver det ned på jorden som ..... De 35% når stratosfæren og reagerer i et ukendt omfang med OH og skaber frit Chlor der nedbryder Ozon laget. Belastningen af Ozon laget med Chlor grundet en enkelt amerikansk shuttle opsendelser menes af være 0,01% af den samlede årlige Chlor belastning af Ozon laget. HCl belastningen i området omkring Cape Kennedy måles kontinuerligt af NASA og er aldrig nået over en ppm.

ASRM raketter emitterer også spherical Aluminium partikler i området 1-100 mm der holder sig svævende i stratosfæren i årevis.

.....

Emissions udslippet i Rusland over affyringsområdet..... har ledt til alvorligt forgiftning af befolkningen hvor krFt .... er forrget med ....%.

.....

.....Petroleum og oxygen .....

.....Anhydrous Amminia og Oxygen .....

**Rally katalysatorer** skal være ONS godkendte .....

.....

**Rapsolie** er en brunliggul ikke tørrende fed planteolie der findes i Rapsfrø i mængder af 30-40%. Ved afkøling udskilles der stearin i området ,1° til ,8°C. En vedvarende energikilde, *bio-brændstof*, men ikke direkte et alternativ til dieselolie for konventionelle Diesel-motorer.

Sammen-sætning	Energi MJ/kg	Damptryk kPa 37,8°C	Kogepunkt °C ved 101,3 kPa	Cetantal	Bly g/l	Densitet ved 15°C - 101,3 kPa	Svovl ppm
	49,6						

De flotte gule rapsmarker sætter i den tidlige sommer deres præg på det danske landskab og dækker hele 300.000 hektar, hvorfra afgrøderne kan presses til 300 x10<sup>6</sup> liter rapsolie. Der produceres mellem 800 og 1.300 liter rapsolie pr. hektar hovedsageligt til fødevarerindustrien. Resterne kan bruges til husdyrfoder. En oplagt fordel ville være, at der kommer bedre balance i CO<sub>2</sub> udledningen, da vegetabiliske olier er tilnærmelses CO<sub>2</sub> neutral. Rapsolie er dog ikke 100% CO<sub>2</sub> neutralt, da der skal kompenseres for gødning under planternes opvækst og benyttes drivmiddel til forarbejdning på marken og i fabrik.

Rapsolie som basis for motor drivmiddel er 1997 dobbelt så dyrt som konventionel mineralsk dieselolie grundet den valgte beskatningsform og har derfor ikke indtil videre vundet indpas i Danmark.

Set fra motorens side volder vegetabiliske olier en del problemer med betydelig koksdannelse omkring dyser og stempeltop på konventionelle Diesel-motore. Hvorfor rapsolien omdannes gennem en kemisk syntese til *RME* (RapsolieMethylEster), et for Diesel-motoren velegnet brændstof.

For køretøjer kan opbevaring volde problemer grundet udemærket grobund for organismer i olien. Kan reduceres ved tilsætning af rette additiv til olien. Ved lave temperaturer, som f.eks. 0-5°C om vinteren vil der ses udkrystallisering i olien. Forvarmning af tanken gennem en varmeveksler over kølevandet og før introduktion i indsprøjtningssumpen kan til dels løse dette problem.

**Rapsolie** i rå tilstand som drivmiddel .....- Alternativt kan Diesel-motoren ombygges til anvendelse af *planteolie drift*, som den tyske leverandør Elsbett kan tilbyde..... Ityskland er der på traktorer udført omfattende forsøg der viser .....

.....

I Danmark har der hos Nordvestjysk Folkecenter for Vedvarende Energi siden foråret 1994 kørt en Elsbett ombygget Passat med 1,6 IDI motor. Over 2½ år er der tilbagelagt 100.000 km problemfrit med en gennemsnitlig økonomi på 25 km/l rå planteolie.
--

.....

**Redningskøretøjer** er i noget omfang i USA udrustet med katalysatorer..... Unikat .....

..... Slæbekanalssystem løser problemet .....

**Reduktionskatalysator** indgår i alle tre-vejs katalysator systemer for Otto-motorer. NO emitteret fra motoren er ustabil hvorfor en exotherm reaktion kan fremskyndes af en katalysator der arbejder i en atmosfære helt uden Oxygen. Til denne opgave benyttes der i overvejende grad ædelmetallet Rhodium. NO<sub>2</sub> spaltes ligeledes til frit Nitrogen og Oxygen.

**Reformuleret Benzin** er en type .....

.....

.....

..... HOS SCS

**Regenerering** er et langt ord, der fortæller, at et sodfilter for Diesel-motorer ved en eller anden teknik tvinges til at renses, tømmes for sodpartikler. Herved oxideres, fjernes alle de organiske belægninger, der ellers vil stoppe filteret i løbet af timer.

Regenerering, rensning tvinger en katalysator til ved en eller anden teknik at bringes til at rense sig selv. Herved oxideres, fjernes alle organiske belægninger, der på en oxidations dieselkatalysatorer kan være et alvorligt problem, idet en sådan belægning forhindrer kontakt mellem gassen og den aktive coating.

Se også Sod-tændings-temperatur, Regenerering med ?? og især Vedligeholdelse af katalysator.

**Regenerering med additiver**, af diesel partikel filtre, er baseret på det fysiske fænomen, at når soden dannes, skabes omkring de atomare metal partikler fra *dieselolie additivet*, kan metal partiklerne gennem intim kontakt med soden katalysere forbrændingen af sod partiklen. Reaktionen foregår bestemt af Oxygen koncentration, temperatur, gashastighed og selve additivet. Det er et yderst kost-effektive princip. Regenererings temperaturen med Kobber eller Ferrocene ligger på 280-300°C, Cerium på 400-450°C. (Temperaturen skal være over dette niveau >25% af driftstiden)..... BILLED Lubrizol

Volkswagen fik i 1993 af EPA i USA godkendt en Passat med 1,6 liter IDI Diesel-motor med Cordierite WFF og et "on-

board on-line" doseringssystem for 80.000 km kørsel baseret på Ferrocene dieselolie additiv. FIGUR  
Firma GfA i Tyskland fremstiller og markedsfører systemer baseret på <6 liter WFF NoTox monolither i Tyskland.  
Stobbe Engineering fremstiller og markedsfører systemer baseret på alle NoTox monolith størrelser og Ferrocen/SAT-60 additivet i hele Europa. Omfattende forsøg kørt i Athen med deltagelse af Rhone Poulenc på ELBO busser var et kombineret additiv og regenerering med modtryk system. I Bukarest kører der 1995-96 10 RABA/MAN busser med 3M Cartridge og Ferrocene additiv. HJS i Tyskland har markedsført et system med on-board Cerium doseringssystem og SHW metal filter til gaffeltrucks.

Der sker fejl på partikelfilteret hvis logistikken omkring additivning er for dårlig. Det ses med sjældne mellemrum at glemsomhed og kørsel uden additiv lægger så store belastninger på et filter at det ødelægges. Billed viser et WFF der er totalt stoppet med sod og giver motoren et modtryk på flere Bar. I praksis får køretøjet, motoren svært ved at udføre sin opgave. Når chaufføren ved manglende opmærksomhed overfor problemet derved forsøger at overvinde modtrykket accelererer problemet hvorved de mekaniske belastninger overstiger filterets materiale egenskaber. BILLED nr ??

Der skelnes mellem følgende princip opbygninger:

- On-board on-line, som det anlæg VW fik godkendt i USA.
- On-board off-line, som det anlæg HJS markedsfører.
- Centralt dispensation, som det Stobbe Engineering og de fleste andre markedsfører.

Der stilles iøvrigt krav til additivet som: 1. koncentrat stabilitet, 2. stabilitet i drivmiddel tank, 3. stabilitet i opbevarings tank. Desuden må additivet ikke forårsage injector-fouling, hvilket betyder afsætninger på dysen der forårsager forstøvnings forstyrrelser. Additivet må ikke være aggressivt mod brændstof slanger og rør hvorom der for Kobber findes en test metode ASTM D130.

**Regenerering med additiv indsprøjtning**, af Mercedes Benz partikel filter system var meget anderledes idet man i forbindelse med Nextel Cartridge benyttede sig af en kemisk reaktion til at skabe et kraftigt oxidations middel. Fra en 9 liters beholder blev der sprøjtet og forstøvet 10 ml væske på Cartridge overfladen når bussen holdt ved et stoppested og motoren var slukket nogle minutter. Acetylacetone ( $C_6H_8O_2$ ) og Kobberoxalate ( $CuC_2O_4$ ) reagerede og dannede Kobberoxid, vand og Acetylacetonate der oxiderede soden ved  $\sim 250^\circ C$ . Konceptet overlevede kun nogle år i field-test da man opdagede at Cartridgen ikke kunne forhindre at der passerede Kobber ud i atmosfæren omend i meget små koncentrationer.

**Regenerering med common-rail**, af diesel partikel filtre, er en teknik hvorved den avancerede motorstyring på basis af på motoren monterede følere kan styre indsprøjtningstidspunktet langt væk fra det optimale. Motorens optimale driftpunkt flyttes ikke, men tabet igennem udstødningen øges ved indsprøjtning af lidt brændstof i kompressionsfasen. Mængden af HC i udstødningsgassen stiger noget til forbrænding i en oxidations katalysator og øger temperaturen for regenerering i et efterfølgende filter. FIAT har udviklet begge teknologier og testet dem med succes på en Croma med 2 liters turboladet Diesel-motor og partikelfilter.

**Regenerering med elektricitet** - elektrisk opvarmning af diesel-partikel filtre er alene baseret på akkumulering af soden under drift for kontrolleret og manuelt krævende regenerering udenfor driftscyklus. Holdningen til varmelegeme spænding er forskellig. Unikat, ETB, Stobbe Engineering og Deutz benytter spænding >50 volt, hvorimod Engelhard og Engine Control Systems benytter 24 volt. Det væsentlige er, at Stærkstrømsreglementet skiller ved >50 volt, hvorved der stilles væsentligt højere krav til personsikkerhed. BILLED  
Omkring 20% af de driftsbetingelser som gaffeltrucks arbejder under, kræver disse komplicerede partikelfilter systemer. Der er i praksis for lav udstødningsgas temperatur til stede for at sikre regenerering af filteret, uanset om der benyttes et dieselolie additiv eller en regenerering med katalytisk coating. Opsamling og akkumulering af partiklerne er en nødvendighed (alternativt regenerering med oliefyrt).

On-board regenerering, d.v.s. regenerering under drift er umuligt da den totale gasmængde fra motoren nødvendigvis må løftes i temperatur til  $>400^\circ C$  hvilket minimum kræver et 150 kW varmelegeme. Enten forsynet med strøm fra en temmelig stor generator drevet af motoren eller et >1 ton batteri.

Donaldson har udviklet dual-systemer med ventiler der tillader regenerering med fra køretøjet leveret elektrisk energi af den ene patron mens den anden filtrerer gassen, under drift. Ulempen er et noget kompliceret og ofte yderst kostbart anlæg der giver 2-5% større brændstof forbrug.

Stobbe Engineering udviklede i 1994 et Stobbe-DPF-EI system baseret på NoTox monolither opdelt i segmenter hvor imellem der var placeret standard rørvarmelegeme for tab af energien til omgivelserne igennem monolitherne. Konceptet kunne reducerer opvarmningstiden fra 5 timer på et Combi-filter til ½ time. FIGUR

Unikat har leveret en del dual-systemer til Generatoranlæg for maritimt brug på luksus fritidsbåde baseret på standard Combi-filter. BILLED

Kun en enkelt System Producent, iøvrigt for generatoranlæg i Alaska, har monteret et høj-effekt varmelegeme i gasstrømmen før filteret, der kan opvarme det totale gasflow for sekventiel afbrænding UNDER drift. Fidusen er her, at der kommer balance i motorens belastning dog med en betydelig øgning i brændstof forbrug.

**Regenerering med elektrokemisk celle** - Regenerering af et sodfyldt filter foregår normalt ved en simpel eller katalytisk aktiveret forbrænding. Oxidationen sker som en fri omsætning af luftens Oxygen med sodets indhold af Carbon. I princippet kan en elektrokemisk regenerering af filteret ske ved omsætningen af soden på overfladen af en Oxygen-ion-ledende faststof elektrolyt der er påtrykt en spænding. Herved kan der i laboratoriet opnås en kontrolleret oxidation af sodet ved meget lave temperaturer, mindre end  $200^\circ C$ . Princippet er udviklet af Jørgen Lundsgaard fra det danske firma Innovision R&D A/S i Svendborg. Det spændende vil være at undersøge konceptets tolerance overfor aske-rest indholdet dels i smørøliolen og Dieselolien.

**Regenerering med fuld last**, (thermal regenerering) af diesel partikel filtre, er baseret på det fysiske fænomen, at når soden opvarmes til  $>550^{\circ}\text{C}$  med Oxygen koncentration  $>7\%$  starter der en Oxidering, men ved  $2\%$  Oxygen kræves der  $750^{\circ}\text{C}$ . Oxygen koncentrationen bestemmer reaktions hastigheden og dermed krav til den periode motoren arbejder under  $>90\%$  last. *Trykladet* motorer der generelt arbejder med højere Lambda tal er mere velegnede end NA motorer. Beregnes der en sammenhængende velkontrolleret periode  $>15$  min fuld last for hver opsamlings periode på  $<4$  timer med lav last  $<25\%$  vil der opnås komplet regenerering af filteret. Monolith valg stiller strenge krav til maksimal sod mængde/liter monolith. Hvor monolither baseret på *Cordierite* tåler  $<5$  gram/liter og filtre baseret på *Nextel* eller *Silicium Carbide* tåler noget  $>5$  g/l sod. I praksis er denne driftsform dog forbundet med store vanskeligheder og ikke særlig udbredt.

**Regenerering med dieselolie** indsprøjtning af en nøje kontrolleret mængde dieselolie kan gennem oxidation i en oxidations katalysator opvarme det totale gasflow. Herved opnår partikefilteret og de akkumulerede partikler den nødvendige temperatur for oxidation. Den før filteret placerede opvarmning katalysator er typisk en keramisk monolith. Det var til tider ganske svært at undgå en øgning af HC emission over systemet. Benyttet kortvaring af Svenska Emissionsteknik sidst i 90'erne. Og først i 90'erne af Eminox i England hvor yderligere en oxidationskat efter filter monolithen sikrer at HC udslippet holdes under kontrol..

**Regenerering med katalytisk coating** af partikelfiltre betyder, at indgangssiden af filtret er belagt med et katalytisk aktivt materiale, der, når soden får kontakt med det, hjælper til oxidation af soden. Dette kaldes for en fast-stof-oxidations-katalysator, da opgaven er at nedbringe sodens oxidationstemperatur fra normalt  $>550^{\circ}\text{C}$  til helst  $<400^{\circ}\text{C}$ . Et af de bedste systemer set ud fra regenererings temperaturen var Johnson Mattheys *CTO* fra midt i 80'erne, der fungerede ved så lavt som  $350^{\circ}\text{C}$ . Den meget aktive Platin coating gav desværre også problemer med voldsom formatering af Svovl i brændstoffet til SOx.

De kendeste var *Degussa*'s Vanadiumpentoxide coating, der blev benyttet i nu af produktion udgået Volvo's *City-filter* og Unikat's tidlige type L *Combi-filter*. *HUG Engineering* har leveret nogle få anlæg baseret på ikke-ædelmetal coated *Nextel* Cartridges, der er noget kritiske med hensyn til driftscyklus. Midt i 1990'erne kan *Engelhard* med *DPX*, *Engine Control Systems* og i begrænset omfang *Diesel Controls Ltd* levere store *Cordierite* WFF til mineindustrien baseret på ædelmetal coating.

Da coatingen med tiden belægges af diverse additiv rester fra smøreolie og brændstof, er den maksimale levetid i området af 5-7.000 drifttimer. Dimensionering af *coated partikelfilter* har i praksis vist sig at være en uhyre vanskelig opgave, der kræver megen ekspertise og omhyggelig anvendelse af *Måleudstyr til driftbetingelse* bestemmelse. Tommelfinger reglen siger, at udstødningsgas temperaturen skal være over  $\sim 400^{\circ}\text{C}$  i mere end  $25\%$  af driftstiden, dog afhængig af en mængde forhold.

I det tilfælde et coated partikelfilter benytter ædelmetal, vil også CO og HC oxidere. Såfremt der er et base-metal katalytisk aktivt materiale som Vanadiumpentoxid pålagt på indgangssiden, kræves der yderligere en ædelmetal coating på udgangssiden for at oxidere CO og HC. Gas-fase-oxidation fungerer fra  $<250^{\circ}\text{C}$  dog gerne med relativt lav virkningsgrad på *Cordierite* WFF grundet mangel på wash-coating. Katalysatoren kan lægges på keramiske WFF som *CelCor* og *NoTox* men vanskeligt på *Nextel* Cartridge.

**Regenerering med Micro-waves**, af diesel partikel filtre, er en teknik hvorved energien fra køretøjets elektriske system igennem en Magnetron overføres via 2,45 giga Hz til det organiske materiale, nemlig soden, der herved opvarmes og oxiderer. Da *Cordierite* monolith materialet har lav di-elektrisk værdi er de transperant for mikrobølger. Soden derimod har stort d-elektrisk tab hvorfor 60-70% af mikrobølge energien tabes i soden. Magnetronen placeres mellem motor og filter og mikrobølgerne følger udstødningsrøret der agerer som bølgeleder. Under regenerering er  $>90\%$  af udstødningsgassen ført uden om filteret der tager  $\sim 10$  minutter. Magnetronerne brugt til forsøg stammer fra almindelige husholdningsovne, der fås til meget små penge. En væsentlig ulempe er dog, at et sådant metalisk/keramisk radiator skal arbejde på mindst 2.000 volt vekselspænding, hvilket som bekendt ikke findes på et automobil. Desuden er der nogle skræppe sikkerhedsregler, der skal overholdes. I praksis knækker kurven for Magnetron prisen voldsomt ved 1,5 kW, der således sætter grænsen for størrelsen af filter systemerne på ca 3 liter svarende til en 2,5 liter motor. CAD tegning nr.

**Regenerering med modtryk**, af diesel partikel filtre, kræver først af alt stor tolerance fra motorproducenten, hvilket begrænser udbredelsen noget. Det største og mest ambitiøse projekt var baseret på arbejder fra Tsaloniki University sidst i 80'erne. Over en årrække blev der testet i praksis 110 systemer, der kørte langt over en million km uden motor nedbrud. Enkelte busser kørte  $>200.000$  km. Busserne er bygget af *ELBO* med (6 cyl. 10.4 liter, NA, DI, 140 kW/2100 o/m) *RABA D2156 HM6V* motorer på licens fra *MAN*. Regenereringssystemet er konstrueret med 2 tallerken ventiler (poppet?? valves) opspændt mod en fjeder, der reguleres med trykluft af en proportional ventil til motormodtryk indtil 2,5 Bar og gastemperatur på  $500^{\circ}\text{C}$ . Tidspunkt og udstækning bestemmes af temperatur og *modtrykkforhold* under sod opsamling. De 4 ens u-coatede 5.66x6 *Cordierite* EX-47 WFF sidder parallelt to og to efter hver sin ventil. BILLED nr ?? Der benyttes Cerium additiv i 200 ppm tilsætning i brændstof med 2500 ppm Svovl. Når modtrykket under kørsel har nået et forudbestemt modtryk, lyser en lampe på chaufførens instrumenpanel. Når bussen straks derefter kører en minimum strækning, starter chaufføren manuelt processen, der tager  $<30$  sekunder. Denne manuelle proces har ganske overraskende ikke givet de store problemer. Der er dog i styringselektronikken indbygget den sikkerhedsfunktion, at hvis processen løber løbsk, og monolith temperaturen stiger over et fastsat niveau, ledes den totale udstødningsgas uden om filtrene. Herved stopper den eksotherme proces, da Oxygen koncentrationen i beholderen hurtigt falder. FIGUR nr. ??

Korea benytter i omfattende grad busser til persontransport, hvorfor der alene i Seoul er >12.000 busser. I Seoul har de bl. a. testet et par ELBO systemer på Hyundai bybusser med 8 liters NA motor først i 90erne. BILLED

**Regenerering med oliefyr** af partikel filter. Brænderen har generelt ingen negativ indflydelse på miljøet, fordi den er placeret før filteret, som derved opfanger eventuelt partikel udslip fra fyret. Havde oliefyret haft en negativ effekt, var det ikke blevet accepteret i USA, hvor *Donaldson* har fremstillet mere end 400 systemer, der desværre alle måtte trækkes tilbage under store omkostninger, fordi Cordierite WFFiltrene voldte problemer.

Der skelnes mellem følgende princip opbygninger:

- full-flow brænder med 50-150 kW effekt uden extra luft, kun Oxygen i motorens gas benyttes
- full-flow brænder med 50-150 kW effekt med extra luft, motor dreven pumpe leverer ekstra Oxygen. (Ernst og Zeuna Stärker)
- low-flow brænder med ~50 kW effekt med extra luft, motor dreven pumpe leverer ekstra Oxygen. (Deutz)
- sekventiel off-duty brænder, ofte med 20 kW effekt. (Stobbe Engineering, Eberspächer)
- sekventiel on-duty dual-filter brænder, ofte med 20 kW effekt. (Donaldson, Leistriz)

Opdelingen af systemer der benytter en luftpumpe til flamme nærings luft og systemer der benytter overskuds Oxygen i udstødningsgassen til forbrændings luft, er alene design bestemt. En 22 kW brænder med ekstra luft kræver eksempelvis 20 m<sup>3</sup>/time luft der fordrer en pænt stor el-motor og megen styring.

Princippet med oliebrænder har voldt mange problemer for alle *system producenter*, fordi motorens sod "griser" oliedysen til og derved forringer forstøvning. Der benyttes derfor ofte trykluft til forstøvning, eller systemet lukker af for brænderen ved hjælp af ventiler.

Det er i nogle tilfælde oplevet en stærk Svovl lugt under ren-brænding. Det skyldes, at Svovloxider samt eventuelle Hydrocarboner fra brændstoffet akkumulerer i filteret og reagerer under opvarmning og danner Hydrogensulfider (Svovlbrinter), der er en giftig og ildelugtende gas.

Systemerne er generelt meget kostbare og øger brændstof forbruget med 1-2%. Store Europæiske leverandører er *Zeuna Stärker*, *Deutz* og *Ernst*. FIGUR nr. ?? fra Zeina Starker

**Regenerering med reverse flow** - Regenerering af et sodfyldt filter foregår normalt ved en simpel eller katalytisk aktiveret forbrænding der løfter både filter materialet og soden op i temperatur. Hvis soden blæses baglæns ud af filteret i nærmest kager, kan soden opsamles i en beholder hvor en langt mere kontrolleret opvarmning kan finde sted. Da filtre baseret på Cordierite ikke har de bedste thermale egenskaber er det en udmærket ide. Nissan i Japan har arbejdet med denne teknologi en række år og i Seoul arbejdes der for tiden på omfattende field tests.

**Renault køretøjer ....**

Paris er kendt for sine grønne, slanke Renault busser fra operatøren RATP. De ofte gamle køretøjer er udrustet med enten en Renault 9,8 TD motor eller en nu meget gammel MAN D 0846 7,25 TD motor på 117 KW. Over nogle år er der kørt forsøg med partikelfiltre baseret på 3M, Corning og NoTox filter systemer i kombination med et *dieselolie additiv*. Det er interessant, at kun det danske NoTox filter kunne holde til opgaven. Gennemsnitshastigheden på testbussen var 21 km/timen. BILLED nr.

Der gøres for tiden kun beskedne anstrengelser i Paris by for at reducere belastningen af nærmiljøet fra de mange grønne Renault busser, der kører under RATP. Der mangles midler til effektive løsninger. Derimod har Renault Lastbiler i Frankrig gennem en årrække arbejdet på ....

..... Den i Danmark mest benyttede er ?? Der gennem ... motorkonstruktion .....

Emissioner i g/kW/t - EC91	forbrug	kW/o/m	CO	HC	NOx	TPM

Dansk importør er Renault Lastbiler Danmark A/S på tlf. 31497200.

**Rendegraver** - se traktorer

**Renovations-lastbiler** til opsamling af diverse affald i byer, oplever for tiden stigende opmærksomhed fra kommuner og forbrændingsanlæg, der ønsker udrustning, der kan nedbringe emissionerne fra motorerne. Der har gennem de sidste 10 år været udført flere forsøg uden reelle gennembrud hovedsageligt på grund af manglende investeringslyst og mangel på et velegnet system. Unikat har i en del tilfælde leveret *Combi-Filter* til biler i Sverige. BILLED:nr?? *Zeuna-Stärker* og *Ernst* har udført mange installationer i det betydeligt mere miljøbeviste Tyskland.

**Renovations-lastbiler** med partikel-filter - Vognmandsfirma H.P. Olsen i Rødovre, har siden 1990 har haft 5 grønne Volvo FL7 og FL10 udrustet med *City-Filter*. BILLED nr ?? Erfaringerne har været udmærkede grundet det lille antal,

hvor logistikken forbliver overskuelig. Generelt har der ikke været problemer med holdbarhed. I 1995 brød et filter ned efter <100.000 km drift forårsaget af alvorlig *korrosion* i selve den keramiske monolith. Desuden har der været problemer med holdbarheden af de elektriske varmelegemer. BILLED nr.?? ..... September 1996 blev der forsøgsvis monteret et CRT filtre på FL7 med 10 liters motorer..... SET spørg Allan om vi må fortælle hvad ..... der kørte på almindeligt Let-diesel..... BILLED nr ??.

I starten af 1997 udviklede *Stobbe Technologies* støttet af *Færdselsstyrelsen* og en større gruppe danske organisationer og virksomheder et partikelfiltersystem baseret på det dansk udviklede *NoTox* WFFilter. Konceptet bygger på i 1995 omfattende udførte motortest af 2 brændstof additiver og 2 filter materialer, hvor konklusionen blev, at *NoTox SilicumCarbid* WFF og *Ferrum dieselolie additiv* gav et totalt betjeningfrit og ganske kosteffektivt system. Systemet bliver for en start designet til Volvo FL7 som en bølge, der ligner den originale dæmper for enkel installation. BILLED nr??

**Renovations-lastbiler med Diesel-motor katalysator** ---- Renovadan købte i 1993 5 stk Scania biler fabriksmonteret med oxidations katalysator .....

Uge 6/97 blev der over en 8 timers periode målt på bil nr. 379 hos Renovadan. En Scania 113 fra 1993 kørt 180.000 km og udrustet med en 6 cyl rækkemotor på 11 liter volumen og 225 kW/2.200 o/m, der arbejder på Sjælland med tømning af containere. Køretøjet, den ene ud af fem, er fabriksudrustet med en katalysator af fabrikat Emissionsteknik AB der .....

°C - bil 379	150	200	250	300	350	400
% drifts tid 0,5 m efter motor	62	56	49	33	7	2
% drifts tid 2,0 m efter motor	55	41	14	4	1	0

Eksemplet viser dårlig montering da der over det 1,5 meter lange rør før katalysator mellem de to målepunkter ses et temperatur tab på 100-120°C. Med kun 10-15% tid over 250°C kan katalysatoren kan ikke holde sig selv fri for sod. Da katalysatoren samtidigt er fuldsvejset i røret kan den ikke afmonteres for regelmæssig *vedligeholdelse*.

Virkningsgraden, gas-konvertering aftager mod nul indenfor de første 5.000 km på en sådan installation.

Hvis der på motorens manifold og turbinehus var monteret metalplade stråleskjold, mellemrøret var *isoleret* omhyggeligt ville der kunne hentes 150°C højere indgangs temperatur på katalysatoren. Vedligeholdelse ville hermed formentligt helt undgåes og levetiden med høj virkningsgrad betydeligt større, >100.000 km.

Modtrykket blev mål til .....

.....  
..... BILLED

Renholdningsselskabet af 1898 udrustede i 1993 .... Volvo FL7 med City-Filter for drift i ..... kvarteret. BILLED nr. ??  
..... I 1995 blev to Volvo FL7 monteret med *Diesel-motor-katalysatorer* fra *Haldor Topsøe A/S*, af typen *CATOX*, der dog mangler *isolering* af udstødningsrør mellem motor og enhed. Erfaringerne viser ..... Systemerne er .....

.....  
..... resultater fra tests. BILLED nr ??

**Renovationsbil kørselsforhold** giver følgende driftsbetingelser for retro-fit af enten katalysatorer og/eller partikelfilre. *Måleudstyr til driftbetingelse bestemmelse* er forbundet til en Intab AAC-2 data-logger uge 24/96 på en Volvo FL7 med TD71FQ motor, der arbejder med tømning af papir-genbrugs containere i Stor-København for vognmand H.P.Olsen.

°C	150	200	250	300	350	400	450	500
% drifts tid over	100	71	42	25	10	5		

Over en 2 dags periode ses udstødningsgas temperaturen at være der giver gode betingelser for et *Stobbe DPF* eller et *Svenska EmissionsTeknik* CRT partikelfilter. Original dæmper modtryk nåede overraskende 20 kPa i spidser.

Uge 38/96 blev der over en 5 timers periode målt på bil 270 hos R98. En Mercedes MB 1617 udrustet med en OM 366A motor på 5,9 liter volumen og 125 kW/2600 o/m, der arbejder i København med tømning af papircontainere på en 75 km lang rute i ??? kvarteret.

°C - bil 270	150	200	250	300	350	400	450	500
% drifts tid over	77	36	22	16	5	1		

Det ses at i 77% af driftstiden ligger udstødningsgas temperaturen under 200°C som er minimum for en aktiv oxidations katalysatorer reduktion af CO. Kun i 36% af driftstiden vil en katalysator oxiderer CO og i 16-22% HC med rimelig virkningsgrad. De 16% over 300°C er formentlig i underkanten, på grænsen for at *additiv* baseret partikelfilter men tilstrækkeligt for et CRT. Der var i øvrigt et 50°C temperaturtab over de ~1,5 meter u-isoleret udstødningsgasrør fra turbolader til lodret monteret u-originalt placeret dæmper indgang.

Uge 41/96 blev der over en 5 timers periode målt på bil 262 hos R98. En Mercedes MB 1617 udrustet med en OM 366A motor på 5,9 liter volumen og 125 kW/2600 o/m, der arbejder i Københavns centrum med tømning af dagrenovation/affaldscontainere på en 75 km lang rute.

°C - bil 262	150	200	250	300	350	400	450	500

% drifts tid over	87	54	29	20	10	4		
-------------------	----	----	----	----	----	---	--	--

Det ses at spredning mellem 2 helt ens køretøjer hos samme operatør (270 og 262) er ret stor. Driftsbetingelser for bil 262 giver gode betingelser for et *Stobbe DPF* eller et *Svenska EmissionsTeknik* CRT partikelfilter. I ~54% af driftstiden vil CO oxideres tilfredsstillende og for HC i 20-29% i tilfælde en katalysator er indbygget.

Uge 44/96 blev der over en 5 timers periode målt på bil 258 hos R98. En Mercedes MB 1617 udrustet med en OM 366A motor på 5,9 liter volumen og 125 kW/2600 o/m, der arbejder i Stor-København med tømning af bio-affaldscontainere på en 75 km lang rute. Tømning af bil foregår i .....

°C - bil 258	150	200	250	300	350	400	450	500
% drifts tid over								

Det ses at spredning mellem 2 helt ens køretøjer hos samme operatør (270 og 262) er ret stor. ....

**Rensning af udstødningsgasser**, belastning af miljøet internt som eksternt, handler om langt mere end eftermontering af et stykke udstyr, som man herefter glemmer alt om. Den forebyggende behandling omfatter: Optimering af køretøj, motor - valg af den rette brændstof type - afpasset kørsel.

Efterbehandlingen omfatter valget mellem: Efterforbrænding - tvætning - filtrering.

Typisk maksimalt reduktion i %	oxiderende katalysator	reducerende katalysator	partikel filter	vand skrubber	EGR
CO	95	0	0	0	0
HC	85	0	0	10-20	+10
NO <sub>x</sub>	0	85	0	10-20	50
Partikler	15	0	95	30-50	+10

Skemaet er vejende og beregnet til at give læseren en hurtig oversigt.

**Respirable partikler** - *sod partikler* fra Diesel-motoren er agglomererede partikler i nanometer størrelse der klumper sig sammen til partikler <1 µm, hvorfor de opfattes som "ikke respirable". Grænsen for respirable partikler >3-5 µm. Det vil sige, at vores åndedrætssystem ikke ved hjælp af de mange små fimrehår i luftvejene kan transportere støv <1 µm op igen, blande det med slim for derefter at udstøde det. FIGUR Mange partikler vil derfor trænge helt ud i hjørnerne af lungerne og alviolerne, som er de dele i lungerne, der lader Oxygen og CO<sub>2</sub> passere ind i/ud af vores blodbane. Se desuden Human Emission. Soden er i sig selv ikke det farligste, men da partiklerne er meget porøse, opsuger eller agglomererer de forskellige slags Hydrocarboner, som er ekstremt farlige. Mange tilfælde af kræft forskellige steder i kroppen og alvorligt hukommelses besvær for mennesker, der igennem en længere periode har været udsat for diesel-ø, er vanskeligt at forklare på anden måde. BILLED nr ??

**Retro-fit** er et engelsk udtryk for *efter-montering* af udstyr. Det benyttes i flæng om katalysatorer og filtre, der monteres på køretøjer efter levering af samme fra fabrik.

**Rhodium** er et ædelmetal med den uhyre interessante egenskab, at det er det eneste velegnede katalysator materiale til reduktion af NO<sub>x</sub> fra Otto-motorer.

Symbol	Atomnummer	Atomvægt	Densitet	Smeltepunkt
Rh	45	102,9	1240	1960

Det indgår derfor som et meget vigtigt element i tre-vejs katalysatoren på stort set alle automobiler nu om dage. Det kan kun fungere, når motoren arbejder støkiometrisk, som netop Otto-motoren oftest gør. Den seneste tids udsædvanligt lave pris på rå-varermarkedet var små 50 kroner / gram i januar, 1996. I 1990 gik 10 ton til auto-katalysatorer af en samlet verdensproduktion på omkring 12 ton. Rusland leverer ~40%, Syd-Afrika ~55% og resten fra Nord-Amerika.

**Rhone-Poulenc** er en fransk kemikalie virksomhed med 70.000 ansatte fordelt på 4 business grupper; chemicals, agro-chemicals, tekstil fibre og medicin der tegner sig for mere end 50% af omsætningen. RP er på basis af omfattende miner i Australien en betydelig leverandør af sjældne jordarter og verdens største i grundstoffet Cerium der blandt andet benyttes til stabilisering af *wash-coat*. Yttrium til den røde farve i computer og TV skærme og højeffektive Neodymium i magneter. RP fremstiller desuden et *dieselolie additiv* baseret på Cerium, der i ret pæne mængder (60-200 ppm) kan reducere visse motorens egenproduktion af sod. Fænomenet at kunne reducere partikeludslippet uden filtre er interessant, dog svinger fordelingen mellem 10-40% stærkt afhængig af motortype. Det forventes ikke, at anvendelse af Cerium additiv bliver bredt accepteret indenfor de næste 5-7 år.

Rhone-Poulenc har i en række år været involveret i projekt i Athen med 110 *ELBO* busser, der har kørt en betydelig distance med rimelig succes. Senest i Seoul med 2 busser.

**Ricardo Consulting Engineers Ltd.** i byen Shoreham-by-Sea, England, er en af verdens ældste og betydeligste uafhængige udviklingscentre for forbrændings-motorer startet under 1. Verdenskrig, nu med 300 ansatte. Her udvikledes i 30'erne det stadig meget brugte Diesel-motor *hvirvelkammer* princip, kaldet Comet design, hvor brændstoffet først sprøjtes ind i et kugleformet kammer i topstykket. Det kendes især i VW's *IDI* motor. Ricardo har desuden udført betydelige arbejder indenfor udvikling af motorer for Rolls Royce, Bristol og Napier til militær brug under både 1. og 2. Verdenskrig hvor især "sleeve valve" stempelmotoren gav helt utrolige resultater. Forsøgsmotor E65 kort før 2. Verdenskrig var en to-takt, sleeve-valve, trykladet, fuel injected stempel Diesel-motor der arbejdede med 230 kPa *BMEP*. Rolls Royce var tæt på at bygget en ny version af den berømte Merlin flyvemaskinemotor (Otto, V12, 27 liter, ~1.700 kW/3.200 o/m), kaldet Crecy der var designet til 3.800 kW ved 4.000 o/m, men blev overhalet af *forbrændingsturbinen*.

Af andre væsentlige opdagelser er forarbejdet for *Oktan* tals bestemmelse værd at nævne. I et projekt sponceret af Shell 1917 opdagede man at Benzin baseret på rå-olie (crude-oil) fra Borneo havde usædvanlig høj modstand mod selvænding hvorfor store anstrengelser blev gjort for at finde årsagen. Aromat indholdet viste sig at være væsentligt højere end i rå-olie fra andre kilder. Den moderne forståelse for Hydrocarboner blev grundlagt da man troede at rå-olie resourcerne var knappe og de Allierede måske ikke havde nok Benzin til at vinde krigen! Ved øgning af kompressionen fra 5:1 til 6:1 reduceredes forbruget med 15% hvorved det måske blev muligt at krydse Atlanten!

**Ricardo, Sir Harry** (1885-1974) blev gennem sit rådgivnings firma fra 1928 involveret i udvikling af high-speed Diesel-motorer for køretøjer. Fra 1928 til 1931 hvor det første patent blev bevilget, blev "Comet" forbrændingskammeret designet, udviklet og testet på London busser. Så tidligt som i 1936 var der 32 motor producenter verden over der benyttede *forkammer* Comet designet. Ricardo fik ganske stor betydning for stempelmotoren da han opfandt en metode til at bestemme *Oktantal*, opfandt stempelringen for reduceret *smøreolie emission* og var den første der på videnskabeligt plan studerede forbrændings processen i motoren.

**Robin** industrimotorer er Otto-motorer for Benzin i 0,4-18 kW både to-takt og fire-takt. Disse stationære motorer er velegnede til og ses ofte anvendt i generator anlæg, pumpeanlæg, kompressoranlæg, cement mixere og pladevibratører altid malet i gult og sort. ....

..... Diesel-motorer fremstilles mellem 3,5 til 6,5 kW.

Emissioner - forbrug - g/kW/t	kW/o/m	Benzin	Olie	CO	HC	NOx
EY 15D sideventil - 1984	2,6/4000	378	0,35			
	3,7/3600		0,16			
	4/3600					
	8,2/3600					

Fremstilles af Fuji Heavy Industries Ltd (FHI), der stammer fra 1917, hvor FHI startede med flyvemaskiner. I dag står FHI også for Subaru automobiler og Fuji busser. Importør af Robin er Erenfred Pedersen, tlf: 98137722.

**Rolls-Royce** blev under sidste krig kendt for især Merlin motoren. Flyvemaskine Otto-motoren er designet med papir og blyant, helt uden CAD, allerede i 1925 på basis af ønske fra British Air Ministry. Det primære design med 12 vandkølede cylindre i 60° V-form, to enkelt overliggende knastaksel med 4 ventiler/cyl holdt indtil jetmotoren overtog midt i 50erne. Merlin motoren havde med 2 trins centrifugal kompressor særdeles fin performance i stor højde. De seneste motore kunne yde ~1.500 kW/ 3.000 o/m med 172 kPa ladetryk kølet til 120°C på 100 Oktan *Flyvemaskine Benzin* (Esso aviation fuel med 3 cm<sup>3</sup>/liter TEL) yderligere tilsat 2,5% MonoMethylAnilin (Anilin er Benzol baseret) i >300 timer "at sea level". Monteret i en Spitfire IX blev effekten halveret ved 30.000 ft. Der blev anvendt Bendix throttle-body Single-Point mekanisk Benzin indsprøjtning. Packard brugte *vandindsprøjtning* (50% Methanol - 50% vand) for en mindre effekt forøgelse hvor Stanley Hooker hos RR forfinede kompressor geometri, ladeluft kølingen og sænket Lambda tal. Den alvorlige konkurrent på kontinentet Mercedes-Benz monteret i visse Messerschmitt benyttede lattergas, N<sub>2</sub>O - *Dinitrogenoxid* som effekt forøger i krigens sidste år. Merlin motoren blev derfor opgraderet til V-12 Griffon på 37 liter volumen med op til 1.800 kW/2.750 o/m.

Af andre helt usædvanlige motorer skal nævnes Crecy V12 Diesel-motor, Krestel, 4x6 Vulture, V-12 Perigrine, Pennine H-24 og H-24 Eagle.

FORBRUGS figur RR mappe - Motor tegning

Kortvarige test blev udført af RR med vandindsprøjtning, 248 kPa ladetryk, 1.940 kW/ 3.000 o/m og BMEP på 285 kPa som noget af det ypperste indenfor Otto-motore.

Det var forbundet med nogen vanskelighed på Spitfieren, at løse motor problemer gennem diagnose af emissions udslip. Lambda tallet (A/F 12:1) blev i praksis visuelt checket om natten hvor en kort hurtig blå flamme under last fra hver af de 12 udblæsningsrør var det ideelle!

Postulatet må være, at hvis ikke denne unike motor var udviklet og produceret af både Rolls-Royce og Packard til slaget om Great Britain i 160.000 eksemplarer under 2. Verdenskrig havde de allierede ikke vundet krigen! Med de deraf følgende problematiske sproglige forhold. Se desuden traktor-træk.

**RME** er en forkortelse for et til Diesel-motore velegnet brændstof RapsolieMethylEster. Rapsolien tilpasses Diesel-motorens krav gennem en katalytisk proces med Methanol og giver RME og Glycerin. Der forbruges 1.000 kg Rapsolie og 110 kg Methanol samt en mindre mængde Natriumhydroxid (kaustisk soda), der fungerer som katalysator, for hver 1.000 kg RME. Denne tilnærmelige Biodiesel brænder på samme måde som mineralisk dieselolie og har ingen kendt negativ virkning på indsprøjtningssystemet. Forsøg på relativt få køretøjer over >10 år viser ingen problemer omkring slidtage på motorkomponenter. Opbevaringsbestandigheden er endnu ikke afklaret fuldt ud.

Siden sidst i 1996 er alle VW med Diesel-motor optimeret med tankdæksel, slanger og pakningsmateriale i indsprøjtningssystemet der kan håndtere RME. Baseret på erfaringerne med Øko-Golfen.

RME giver sammenlignet med Ultralet Dieselolie større udslip af NOx og partikler, men mindre udslip af CO og HC. Det er ganske interessant at partiklerne udelukkende består af SOF, som ikke indeholder PAH, sulfat eller nitrat. Partikel middeldiameteren er 10 gange og derved mere respirabel, desuden viser Ames-Test et betydeligt mindre sundhedsfarligt potentiale. Aldehyd udslippet er >5 gange større og generelt det største problem for bio-brændstoffer. RME er ikke CO<sub>2</sub> neutralt, men CO<sub>2</sub> kredsløbet påvirkes mindre negativt end med konventionelle fossile drivmidler. Generelt er emissions udslip sammensætningen noget afhængigt af motortypen.

Sammen-sætning	Energi MJ/kg	Aromater %	Kogepunkt °C ved 101,3 kPa	Densitet ved 20°C og 101,3 kPa	Cetal tal	% Rest aske-indhold	Svovl ppm	% Vand indhold
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	>39	0	~308	870-890 kg/m <sup>3</sup>	~57	<0,005	<20	~0,5

Det største argument for at bruge vegetabiliske- *bio-brændstoffer* er, at de kan gro på marken. Populariteten er klart nok reguleret af forbruger prisen der på grund af højt beskatningsniveau ligger væsentligt over konventionelt Dieselolie. Afgrøde salgsprisen er ~3.000 Dkk/ton hvorefter den samlede produktions pris for RME ligger 25% under dieselolie leveret fra Olieselskaberne. Århus Oliefabrik leverede en kort periode egenproduceret Vegeol MS der set ud fra et partikelfilter synspunkt var fordelagtigt da *aske-rest-indholdet* for Vegeol MS var lavt ~0,001%. Emmelev Mølle på Fyn har formentlig den største ekspertise da de over flere år forsøgte at stable en national produktion på benene. De væsentligste Europæriske producenter samlede i 1996 kræfterne i European Bio Diesel Board (EBB) for i fælleskab gennem lobby arbejde at påvirke lovgivning og beskatning. Tilsammen producerer EBB 600.000 ton RME i 1996.

**Rullefelt** - chassis dynamometer - er et større apparat, hvorpå et køretøj kan udsættes for en efterligning af et kørselsforhold. Køretøjets trækkende hjul placeres imellem et sæt Ø300-400 mm stålruller koblet til en kraft optagende enhed. Oftest en *elektrodynamisk bremse* (Eddy-current brake) og i Danmark sjældent en *vandbremse*. Gennem præcis styring af bremsen kan der simuleres last på motoren svarende til kørsel på vej.

Anskaffelses- og anvendelsesprisen er overkommelig, hvorfor der findes >200 et-aksler versioner i Danmark. Der er grænser for, hvor megen effekt, der kan overføres igennem dækkene, der jo udsættes for en kraftig opvarmning på stålrullerne. Det anbefales at monterer dæk specielt til opgaven. Fire-hjuls rullefelter, med dobbelt sæt ruller og to bremser, er kun installeret hos Toyota og Lyngby Tekniske Skole. Se målemetoder og Dynamometer.

Aalborg Tekniske Skole har i 1996 fået sponsoreret af Ketners Fond et kraftigt MAHA lastvogns rullefelt til fortsættelse af opbygning af betydelig ekspertise i fejlsøgning med udvidet data-opsamling på de nyeste lastbiler med EDC. Producenter af Bosch, Hofmann, Mustang og for store lastbiler kun SuperFlow udrustet med vandbremse.

**Rustfri stål** er en massebetegnelse, der dækker over flere hundrede forskellige stål med mange forskellige egenskaber. Det ville være mere korrekt at kalde dem for "korrosions svage", da alle metal legeringer har syrer / baser, de ikke kan forblive intakte overfor. De typer, der bruges til *montering* af Retro-fit udstødningsanlæg, er ofte AISI 304 og 316, der er rimeligt varme- skaldningsbestandige og let tilgængelige som plade og rør. I automobil branchen for Otto-motorer bruges ofte AISI 309 og 410, der har højere Krom og mindre Nikkel indhold. For Retro-fit anlæg til Diesel-motorer på tunge køretøjer er AISI 304 og 316 aldeles udmærkede, og LKM i Kolding, Pasilac, Avesta, Sandvik m.fl. kan levere fra et stort udvalg af mejeri-rør og -bukninger.

**Rydningssystem** båret af mennesker med forbrændingsmotor til at plejning af skovarealer er altid udrustet med to-takt Otto-motorer. *Små-motor-emission* er betydelig, fordi udstyret ikke endnu findes med katalysator. Fremstilles af Stihl, Husqvarne, m.fl.

**Røg-gas-tæthed** er en dansk oversættelse af Smoke Test der blandt andet benyttes af *Statens Bilinspektion*. Det er ikke muligt at sammenligne måledata mellem test udført på chassis dynamometer og ved fri acceleration da motorens arbejdsbetingelser er vidt forskellige. Se også Opacitet, Bosch og Partikel-emission omregningstabel.

**Røg fra Diesel-motorer** hører under *TPM* og deles ofte op i tre grupper: 1. Hvid røg, der er kondenserede væskepartikler hovedsageligt vand og uforbrændt brændstof. Årsagen er en kold motor. 2. Sort røg er uforbrændte *sodpartikler*, der stammer fra brændstof, der ikke kan forbrændes men er krakket. Årsagen skyldes ofte uhæmmet aktivitet med chaufførens højre fod. Motoren får alt for meget at spise, en form for overbelastning. 3. Blå røg stammer fra den meget tungt brandbare smøreolie. Motoren er slidt og bør hovedrepareres.

**Rå-olie**, jordolie var ikke ukendt i USA inden olieboringen begyndte. I områder som Oil Creek, Titusville i Pennsylvania, hvor der sivede olie op i overfladen, blev den suget op med uldtæpper og solgt i flasker til medicinbrug. Men det var først i 1855 at man begyndte at vise interesse for de vældige økonomiske muligheder, olien rummede. Seneca Oil Co. stiftedes af en gruppe finansmænd fra New York, som havde sat sig for at ville lede efter olie ved at bore - noget som aldrig før var blevet prøvet. Den pensionerede jernbanemand Edward L. Drake fik ledelsen for foretagenet. Sammen med en assistent byggede han et maskinhus og et boretårn på en landbrugsejendom i Pennsylvania. Den 27. August 1859 stødte man på olie i en dybde af 23 meter og olien begyndte at stige til overfladen. Drakes boring ydede 40-45 liter per døgn, en ganske uventet stor mængde og hermed begyndte den første "oliefeber". Inden året var omme var der 74 olieboringer i gang i Oil Creek og i løbet af 5 år var produktionen oppe på ~6.000 tønder per døgn (en tønde = tilnærmelsesvis 160 liter). Rusland kom med i 1873, via en af de svenske Nobel brødre....., men først med den springende olie kilde i Texas 1901 forstod man det kolossale potentiale.

#### Verdens rå-olie produktion - Råolie.xls

Råolien består af nærmest uendeligt antal kemiske forbindelser der kan grupperes i:

- Parrafiner - Alkaner der er langt den største gruppe
  - Naphthene
  - Aromatiske *Hydrocarboner* (Bensen, Toulene, Ethylbensen, Xylene)
- under raffineringprocessen opstår der en fjerde gruppe:
- Olefiner - Alkener (Propen, Buten, Penten, Hexen)

Ikke alle direkte anvendelig. Rå-olien må underkastes en række fysiske og kemiske processer på raffinaderier, hvoraf vi i Danmark fra 1996 har Dansk Shell og Statoil da Kuwait har lukket produktionen ned i 1996. Den tilskibede råolie underkastes indledningsvis en fraktioneret destillation ved temperatur under 350°C for en fysisk adskildelse. Alle fraktioner må underkastes yderligere behandling som de tungere fraktioner, der udsættes for en katalytisk crackning. Af de fraktioner der fås er Methan, CH<sub>4</sub> den letteste og Pentadecane, C<sub>15</sub>H<sub>32</sub> den tungeste. FIGUR-Mayers vareleksikon side 347

Danmark har været selvforsynende med råolie en række år gennem producenten DUC, Dansk Undergrunds Consortium, der består af A.P. Møller, Shell og Texaco. Olieproduktionen er steget fra 7,8x10<sup>6</sup> ton i 1992 til ~11 x10<sup>6</sup> ton i 1995 svarende til 0,2 x10<sup>6</sup> tønder om dagen. Det beregnes at der kan udvindes yderligere 252 x10<sup>6</sup> ton fra danske reserver.