

**PAH** er en forkortelse for Poly Aromatiske Hydrocarboner. Disse stoffer er komplicerede *organiske* forbindelser, der er opbygget af *Benzen*-ringe. Det totale udslip af *PAH* i Danmark vurderes til at være 70 ton om året, hvoraf ~28 ton stammer fra fyring med *brændeovne* og 23 ton fra trafikken. Miljøstyrelsen har fastslået i rapport fra 1995, at PAH er årsag til 5 lungekræft tilfælde om året i København grundet emissioner fra automobiler.

**Palladium** er et grundstof, der hører til i ædelmetalgruppen, der desuden består af *Platin* og *Rhodium*.

Symbol	Atomnummer	Atomvægt	Densitet	Smeltepunkt
Pd	46	106,4	12020	1552

Prisen på råvarebørsen er 129 US Dollar pr troy ounce = 23 kroner/gram Januar 1996. Palladium fungerer som erstatning for Platin med stigende anvendelse på automobiler med Otto-motor alene på grund af den lavere pris. I 1990 blev der brugt 11 ton Pd ud af en total produktion på 132 ton til automobil katalysatorer eller <10%. Verdens produktionen i 1994 var 164 ton (103 ton fra Rusland) stigende til 183 ton i 1995. Japan er en betydelig aftager af Palladium til den elektroniske industri og afsætter betydelige ressourcer i udvikling af automobil katalysatorer der kan udnytte verdens overskuddet af Palladium.

**Papir-partikel-filtre** til at løse Diesel-motorens emission har været afprøvet af flere Canadiske virksomheder de sidste 10 år. Den eneste udbyder på det Skandinaviske marked er *Donaldson* for motorer <65 kW. Typisk lav initial investering og meget høj driftsomkostning. Afhængig af materiale valget kan papirpatroner benyttes ved udstødningsgas temperaturer op til 350°C. Filtringseffektiviteten er ganske høj og med tiden stigende, da filterkagen forbliver i patronen. Det er ikke ualmindeligt, at det i patronen opsamlede sod akkumulerer, kondensere H<sub>2</sub>O fra motoren, som afgives til omgivelserne til store lugtgener afhængig af driftbetingelserne. Ved temperaturer i området 150-200°C fordampes H<sub>2</sub>O fra soden.

**Paraffiner** er hovedbestanddelen i Rå-olien. Paraffin indeholder betydelig mængder af ..

.....

**Partikel emissionen** fra naturlige kilder såsom søsprøjt, skovbrande, støvstorme og vulkanudbrud udsender globalt af størrelsesorden  $4 \times 10^9$  ton om året. Det antages at den menneskabte partikel emission andrager <10% heraf. I Danmark beregnes den totale partikelemission til  $90 \times 10^3$  ton hvoraf trafikken (både On-Road og Off-Road) bidrager med godt  $6 \times 10^3$  ton. Årsmiddelværdien for svævestøv i København ligger på 70 mg/m<sup>3</sup> og 95% fraktilen for døgnmiddelværdier er på ca 150 mg/m<sup>3</sup>. Dette er omkring halvdelen af *grænseværdien*. Igen er det interessant at ved aktivitet i hjemmet overskrides HGV ganske let som f.eks. ved stegning af bøffer hvor støvemissioner let andrager 300-500 mg/m<sup>3</sup>.

**Partikel emissionen** fra Diesel-motoren er ganske betydelig og kan regnes i ton. Nogle vejledende eksempler for nationale mængder i perioden 95-96 er: Dansk landtransport 2.750 ton/år, Dansk landbrug/entreprenør >4.000 ton/år, Svensk landtransport 6.500 ton/år, Athen by 3.500 ton/år, Tyskland >45.000 ton/år, USA 500.000 ton/år, Europa >250.000 ton/år, world-wide >1.000.000 ton/år! Da vægtfylden for sod kun er 0,1-0,075 g/cm<sup>3</sup> er der tale kolossalt volumen.

Som grundlag for lovgivning og sammenligning motorer imellem regnes partikel emissionen i gram / kilo Watt / time, forkortet til g/kW/t. Mængden af emitteret sod er stærkt afhængig af driftscyklus, motorens service tilstand og brændstof kvaliteten.

Install Equation Editor and double-click here to view equation.

Følgende model kan benyttes til vejledende beregning af partikel emission. En 40 ton lastbil forbruger ved konstant 80 km/timen 30 liter dieselolie / 100 km udrustet med en EU1 motor der emitterer 0,5 g/kW/t sod.

ÆÆÆÆÆÆÆ HOS SCS ....Der regnes med leveret effekt på 50% af fuld motor effekt og 40% virkningsgrad.

Lastbilen udstøder i området af ?? kg sod per 100 km.

Et andet relevant eksempel er en 6 år gammel gennemsnit bybus med ..... 1-2 gram g/liter dieselolie. Til sammenligning antages det at ..... og en 50 kW gaffeltruck emitterer 2-4 g/liter dieselolie emitterer ?? kg i timen

.....

.... Se desuden Donaldson.

EU regler foreskriver en maksimal partikelemission gennem lovgivning kaldet EU1, EU2 og EU3 for henholdsvis *On-Road* og *Off-Road* køretøjer og i store træk svarende til lovgivningen i USA og Japan, ikke mindst når der sammenlignes med lovgivningen i den øvrige verden, der i allerhøjeste grad lader meget tilbage at ønske.

**Partikel emissionen** fra tunge køretøjer med DI, direkte indsprøjtning Diesel-motore er generelt u-afhængig af drivmidlets vægtfylde, men kun hvis motorens indsprøjtningens udstyr indjusteres efter variation i vægtfylden. Såfremt vægtfylden ændres uden justering påvirkes partikel emissionen negativt. Med faldende vægtfylde (f.eks. fra 855 til 820

kg/m<sup>3</sup>) falder energi indholdet ~3%, forbruget øges (2-5%) og partikel samt SOF emissionen stiger ved fuld effekt grundet ændring i Lambda tal.

Her målt på en CAT DI motor med BMEP på 585 kPa. Skiftes der drivmiddel som fra Let-diesel til meget Svovl fattige som Ultra-Let eller Svensk Miljø KI skal motorens pumpeudstyr naturligvis indjusteres herefter. FIGUR

Partikel øgning er omend i mindre grad afhængig af destillations punkts forhold hvor en stigende procentdel over 260°C øger udslippet. Her målt på en CAT 3208 med BMEP på 192 kPa.

**Partikel emissionen** fra Otto-motorer er 20-40 gange mindre end for Diesel-motorer. Carbon emission kendes fra overdreven brug af manuel choker på ældre personbiler der resulterer i kolossal CO emission. Ved anvendelse af Benzin med 0,15 gram/liter Bly emitteres op til 100 mg/km Bly partikler.

Sir Dugald Clerk beskriver i 1908 et af Mr. Duckham testet automobil med alarmerende stort indhold af CO i udstødningsskeden. Udsiftning af dysen med en mindre øgede økonomien fra 7,4 til 12,4 km/l. Dengang var det desuden ganske normalt at tilsætte 2-3% olie til Benzinen for at hjælpe med smøring af motorens indvendige dele. Resultatet omtales med en normal blå røg. At Lambda tallet hoppede op og ned, karburatoren ikke forstøvede ensartet tog man med ro, selvom der sås en kraftig sort pulver lignende emissionen fra udstødningsrøret!

**Partikel-emission målemetoder** er til bestemmelse af den for Diesel-motoren væsentligste emission. Deles op i to hovedgrupper efter: 1. partikel-emission ved svævnings/lysforingelse og 2. den totale masse, TPM, Total Particulate Matter med Fortyndingstunnel.

Til værkstedsbrug benyttes fortrinsvis følgende 2 målemetoder: (A) Filter-målemetoden, der står omtalt under *Bosch Sod Tal* som værende langt den mest udbredte metode i Danmark, der bygger på mekanisk separation af partikler, der sværter et stykke filterpapir. (B) Opacimeter målemetoden, med fri acceleration, der benyttes af *Statens Bilinspektion*, er en af to anbefalede metoder i EU direktiv 72/306. Instrumentet står omtalt under *Opacitet* og baseres på absorption af synligt lys af de i gassen passerende partikler. Den anden metode lader sig ikke praktiseres da vi i Danmark ikke har et større antal lastvogns rullefelter til rådighed. (FIGUR ?? Tekst - Maksimal røg-emission målt seks steder på kurven ved prædefineret maksimalt teoretisk *gasflow* under stationære forhold, >1000 o/m på motor og fuld last)

For forskning og kun til rådighed ganske få steder i Danmark benyttes Fortyningstunnel-målemetoden, der baseret på mekanisk opsamling og vejning af filterpapir inklusive partikler viser TPM.

Måling af partikel emission i EU foregår under stationær belastning af motoren, da der herved opnås driftsbetingelser, der realistisk viser sammenlignelig motoremission. Måling af partikelemmission under dynamiske kørselsforhold kræver udstyr i 30 mio kroners klassen og er ikke tilgængeligt i Danmark.

Måling af partikelemmission gennem "fri acceleration", som Statens Bilinspektion benytter, kan for især turboladet Diesel-motorer være noget misvisende og ikke anvendeligt til sammenligningstest, da turbolader-tøven giver lave luft/brændstof forhold. (FIGUR med Sodemission som funktion af Lambda) Dette fænomen er dog effektivt løst på den seneste generation af Diesel-motorer med EDC, hvor elektronik ikke tillader, at motoren kommer udenfor prædefinerede luft/brændstof forhold. Se også Stål-traktorer for turbo-tøven. Af andre instrumentmetoder kendes Hartridge og Bacharach, der kun er lidet benyttet her i landet. Før krigen var Orsats apparat velkendt.

**Partikel-emission omregningstabel** for Diesel-motorer mellem lysabsorptionskoefficient, Bosch, Hartridge, Fortyningstunnel og Opacitet. Da mange forhold gør sig gældende er skemaet kun vejledende. SKEMA

**Partikler - NOx emission "trade-off"**. NO dannelse kræver tilstedeværelse af Oxygen og høje temperaturer. Derimod findes maksimal sod/partikeldannelse ved lavere temperaturer og Oxygen koncentrationer. Derved har man en fundamental konflikt mellem disse to emissioner, den så kaldte Partikel - NOx "trade-off. Med en bestemt motorkonfiguration og dieselolie vil justeringer, som sænker NO betyde en højere partikel udslip og omvendt. For at sænke begge emissioner samtidigt er man således nødt til at lave fundamentale ændringer i motorkonfigurationen. Derfor er der i de senere år blevet produceret motorer med øget anvendelse af *ladeluftkøling*, højere indsprøjtningstryk og elektronisk styring af indsprøjtning, EDC.

En anden mulighed for bryde denne "trade-off" er at benytte andre brændstoffer end dieselolie. Metanol og DME er to brændstoffer, som fuldstændig eliminere partikel emissioner, så man kan koncentrere sig om NOx emissionen. Til gengæld har man ved alternative brændstoffer de sædvanlige vanskeligheder ved at bryde dieselolies markedsdominans.

**Partikel størrelsen** er en alvorlig sag ..... se Vert Nano-size  
kkkkkkkkk .

Da partikelemmission på videnskabelig basis bestemmes ved vejning er flere faktorer af stor betydning. Blandt andet det forhold at en partikel på 1 mm i diameter vejer det samme som 1.000 partikler med diameter på 0,1 mm (diameter forskellen i 3. Potens). Svovl indholdet i brændstoffet oxideres til SO<sub>2</sub> der kondensere i udstødningsrøret og bliver til dråber, partikler der vejes med .....

FIGUR nr. ??

**Partikel-filter historien** - En væsentlig årsag til manglende omfattende brug af sod-filtre skyldes flere forhold. Alvorlige holdbarhedsproblemer for det i lang tid eneste på markedet fra Corning. Den ofte komplicerede renbrændings teknik der stort set altid øger system udgiften betragteligt.

Den af forfatteren tidligst kendte SAE artikel om reduktion af partikel emission er fra *Lubrizol Corp.* og blev publiceret i 1967. Først i 1970'erne viste Ford Motor Co. og General Motors interesse for partikelfiltre. I 1975 viste *Mercedes Benz* interesse for *Corning's WFF* for at løse partikel emissionsproblemet på de i USA populære Mercedes 300 TD. Forfatteren var involveret i det første partikelfilter forsøg i Danmark på Københavns Havn Oktober, 1983. En lille International gummihjulslæsser blev monteret med 2 u-coatede Corning 5.66x6" EX-47 substrater i parallel uden nogen form for regenerering. BILLED nr ?? Året efter blev der udført forsøg på både lastbiler og gravemaskiner ved indendørs kørsel baseret igen på 5 tilsvarende størrelse Corning WFF monolither indbygget i en rund beholder og baseret på *regenerering med elektricitet*. BILLED nr??

Skema med variationen .....  
..... oversigt

**Partikel-filter patenter** skal deles op i substrat patenter og system patenter. I biblioteket hos NoTox International er der over 10 år samlet en ret unik data-base med >3.000 relaterede patenter. Et af de første og vigtigste i branchen er udstedt i 1975 af Corning med opfinderen Bradley og omhandler et WFF i Cordierite, der danner basis for det meste arbejde siden. BILLED af patent

**Partikel-filter principper** på markedet bør deles op mellem videnskabelige forsøg og hvad der i praksis er tilgængelig på markedet. I mange tilfælde benytter flere *system-producenter* samme principper, hovedsageligt fordi de ikke er beskyttet af patenter. Der opstår herved en konkurrencesituation, der dog på grund af markedets begrænsede størrelse kun har ringe effekt for kunderne.

Det er vigtigt at gøre sig klart at problematikken omkring filtrering af partikler fra Diesel-motorer nødvendigvis skal opdeles i: 1. selve separerings teknikken og 2. regenererings teknikken.  
STOR TEGNING MED ALLE PRINCIPPERNE

**Partikel-filter problemer** der har hindret implementering af teknologien .....  
..... side 425

**Partikel-filter rå-legemer** til en Diesel-motor er en betegnelse, der dækker over en variation af rå-filter-legemer, der af en *System Producent* sammenbygges til det endelige partikel-filter-anlæg baseret på et partikel-filter-princip. Alle rå-legemer, *monolither* er af de respektive producenter omhyggeligt beskyttet af *patenter* og er generelt alle af typen mekanisk filtrering efter princip overfladefilter eller dybdefilter. Separation af partikler svinger mellem 75-98% afhængig af produkt. Se også Corning WFFilter, NoTox WFFilter, Nextel Filter, SHW Filter, Celmet. FIGURER

**Partikel-filter monolith størrelsen** benævnes efter det fysiske volumen, antal liter af selve filter substratet, og kan beregnes ud fra en relativt kompliceret formel, som det ses under *dimensionering af partikelfiltre*. Følgende retningslinier for coatede eller additiv baserede systemer giver dog en udmærket vejledning i størrelsen som basis for en prisfastsættelse. (FIGUR FRA PRODSPEC 4 der ligger i Corel format hos HSM)

**Partikel-filter til Diesel-motorer** sammensættes af to vidt forskellige teknologier:

1. Filter modulet, monolithen
2. Rensningsmetoden, regenereringsmetoden

Afhængig af de aktuelle *driftsbetingelse* vælger den kvalificerede *retro-fit* producent en kombination af filter materiale og *regenerering* princip. Se desuden ...

.....

**Partikel separation** fra en gas, kold som varm kan foretages med mekaniske *partikelfiltre*, med *cykloner*, med *precipitatorer* eller kombinationer heraf.

**PCV** - Positiv Crankcase Ventilation - se krumtapshus ventilation

**Periodisk syn af køretøjer** - se Færdselsstyrelsen og Statens Bilinspektion.

**Perkins Ltd.** i England er en betydelig udvikler og producent af Diesel-motorer, der først i 90'erne fremstillede 400.000000..... ?? Diesel-motorer årligt, svarende til 10% af den samlede produktion i Europa. ....3 til 12 cylindre med effekter indtil 900 kW. Gennem årene har de produceret over 11 millioner motorer. Hvem husker ikke den grå Massey-Ferguson MF25 traktor fra 50'erne, der netop havde en 18 kW Perkins Diesel-motor med Lucas/CAV indsprøjtning.

Frank Perkins startede firmaet i 1932 sammen med Charles Chapman. Først i 1937 kom den største succes fra Perkins Ltd. En 6 cylindret ..... Diesel- eller Otto- ..... ??? motor der fik bragende succes under 2. Verdenskrig. Massey-Ferguson købte Perkins i 1959 for at få bedre kontrol over leverandøren af motorer til egne traktorer og skabte hermed Perkins Engines Ltd. I 1984 smeltede Rolls-Royce Diesel-motor division ind i Perkins, 1986 blev Gardner&Son Ltd. opkøbt. MF ændrede i 1986 navn til Varsity Corp. og gik i 1996 sammen med Lucas og skabte dermed en af verdens 10

største OEM leverandører til køretøjer.

Perkins Engineering startede midt i 70'erne på meget specifikke udviklingsprojekter med det formål dels at lægge grunden til egne fremtidige motorer, men også det lidt usædvanlige at samle viden for at kunne tilbyde udviklingsopgaver for andre producenter. Har siden udført opgaver for ..... ?? ..... Vandt i 1994 ?? ..... ordren for levering af ..?? .. Stk motorer til *Linde Gaffeltruks*. Den seneste type 1004.4 udmærker sig ved ..... tekniske løsninger ?

.....  
 ..... GODT BILLED \_ SPRINGTEGNING

Emissioner - g/kW/t - 13 mode	forbrug	kW / o/m	CO	HC	NOx	TPM
4.236 - 3,8 liter - NA - 1985	g/kW/t					
1006.6-6T- 6 liter - 1990 EU0 ??	g/kW/t					
1006.6-6T- 6 liter - 1996 EU2 ??	g/kW/t					
1004.4 - 4 liter - TC - 1994	g/kW/t					
1004.4 - 4 liter - NA - 1994	g/kW/t	63/2600				
Phaser - CNG med 2W-kat	23,5 l/100km CNG	164/2500			3,5	~0,05
Eagle Tx - CNG med 2W-kat		22471900			4,2	<0,05

De 2 CNG motore arbejder lean-burn, turbolader, ladeluftkøler og fuld elektronisk styring. Den seneste Eagle er bygget som sådan hvorfor den opnår lidt lavere TPM bestemt alene af smøreolieforbrug. Dansk importør er Fred. Rasmussen A/S tlf. 66156465. (CNG motorer se HSD&D May 95 page 20)

**Petroleum** - betyder på dansk egentligt jordolie da Petra = sten (gr. petros = sten) og Oleum = olie på Latin, på engelsk Kerosene og svensk Fotogen. Med opdagelsen af jordolie i USA åbnedes et nyt marked for lampeolie til belysning forsynet i store mængder fra USA og Rusland indtil både bygas og elektriciteten overtog. Senere af betydning for opvarmning f.eks. med små ovne i Købehavn i konkurrence med kul indtil fjernvarmen blev installeret. Under destillation af råolie i 1890'erne udgjorde Petroleum så meget som 50% råolie andel. Først da efterspørgslen på Benzin ved århundredskiftet steg faldt Petroleums andelen drastisk til 6%. Verdens produktionen i 1931 12,8, 1938 på 19 og 1949 på 22,1 x10<sup>6</sup> ton.

Lamper til belysning baseret på vegetabilsk eller animalske olier er kendetegnet ved vanskeligheder med at suge væsken op i vægen. Flammen forbliver kort og har let tendens til at sode. Den mineralske olie, Petroleum har lavere viskositet og tillader langt større flamme uden at sode. I praksis betyder dette mere lys i stuen og bedre udnyttelse af de ellers mørke timer.

I Danmark importeret siden 1880 af flere selvstændige stor-købmænd der i 1889 slog sig sammen i Det Danske Petroleums Aktieselskab (DDPA) - det senere Esso. At behovet for belysnings-Petroleum var stort kan ses af at i Tuborg havn anlagde DDPA i 1892 et flaske tapperi med kapacitet på 100.000 flasker om dagen.

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

På grund af det relativt høje kogepunkt på 100-300°C og dermed forbundet lave fordampelighed vanskelig anvendelig til gnisttændings motorer. Til et vist omfang omgået i starten af dette århundred ved for automobiler at benytte *vaporizers* og starte motoren på Benzin. *Gløderørs motoren* kommer omkring dette problem ved en i topstykket stor glødende flade der kan antænde det indsprøjtede brændstof, dog med krav om lavt omdrejningstal. Petroleum er meget velegnet til anvendelse i forbrændingsturbiner.

**Peugeot- PSA Group** fremstillede i 1988 mere end 660.000 automobil Diesel-motorer, hvoraf der tilbydes blandt andet en 2.446 cm<sup>3</sup> fire cylindret 12 ventilet *forkammer* industri Diesel-motor med overliggende knastaksel og mekanisk styret rotorpumpe for industriel brug. Laderen trykker med ..... den ene motor har .....

Emissioner - g/kW/t - TEST ??	kW / o/m	CO	HC	NOx	TPM
2,5 DJ5 diesel sugemotor	63 / 4350	1,5			0,4
2,5 DJ5T diesel turboladet	76 / 4200	1,5			0,4
2,0 Otto ????					

--	--	--	--	--	--

Otto-motor, gnisttændings industrimotorer benyttes for naturgas eller biogasdrift. .... .. produktionen foregår primært i ..... hvor der sidste år blev produceret ...

.....  
 .....

..... Eksempel på projekt  
 ..... stærkt teknisk information ..... Eksploderet tegning.....

**Peugeot** automobil produktion.....

.....  
 ..... Den i Danmark mest populære automobil i 1996 er ..... med .....Otto-motor.....  
 .....

Peugeot afprøvede i 1923 en model 153 med en Peugeot-Tartrais Diesel-motor, men da forventninger til forbedret brændstof forbrug ikke blev opfyldt blev projektet droppet.

.....  
 .....  
 .....

Emission - g/kW/t - ECE49	Forbrug	kW/o/m	CO	HC	NO <sub>x</sub>	TPM
Motor ..... , kat, EGR	l/100 km					
Motor ..... , kat, EGR	l/100 km					

....  
 ..... stærkt teknisk information ..... Eksploderet tegning af motor.

**Pille-katalysator** princippet til retro-fit på Diesel-motore giver større design frihed og opbygningsmuligheder f.eks. under trange adgangsforhold i et motorrum. Sammenlignet med en monolith katalysator fylder en pille-kat noget mere, men har i cirkulær udførelse en meget fin lyddæmpning og levetid. Den har større kostpris men viser sammenlignet med de fleste andre katalysator typer en overlegen høj virkningsgrad igennem hele levetiden >10.000 timer. Som den eneste type kan den elektrisk forvarmes for særdeles fine muligheder ved opstart og anvendelse på køretøjer indendørs.

Reduktion i %	Modtryk	CO	HC	NO <sub>x</sub>	Partikler
/ 3.000 o/m	<15 kPa	<95	<85	0	<25

Sådanne systemer fremstilles stadig af *Unikat* i Sverige. Se også Pille-bærer, Manifold-udformet, Katalysator-El-forvarmning, Distributionslastbiler. ??? FIGUR fra BOSCH hæfte side 27 Se gamle Unikat hæfter

**Pille-katalysator** for Otto-motorer drevne automobiler så stor anvendelse i USA fra indførelsen i 1975 og omkring 15 år frem dog med stærkt aftagende anvendelse. Typisk 25% dyrere at fremstille end en monolith katalysator og lå netto i 1975 på ~100 US\$.

**Pilot-tænding** er en metode til at benytte gasformige drivmidler på kompressionstændingsmotorer uden ombygning til gnisttænding. En stærkt reduceret mængde Dieselolie tænder blandingen, typisk 10% olie og 90% gas. Reduktion af kompressionsforholdet er som regel påkrævet for at undgå motorhavari. Øget opmærksomhed mod omdrejningskontrol er påkrævet da indsprøjtningssumpens naturlige omdrejningsbeskyttelse af motoren stort set fjernes ved introduktion af gassen.

**Pladevibratorer** i størrelser .....

De	Tomgang	Maks. o/m + hydraulik	Maks. o/m med fuld belastning
°C			

.....

**Planteolie drift** af automobiler kan foretages gennem ombygning af Diesel-motoren, som f.eks. den tyske ingeniør Günter Elsbett udviklede i 1970erne.

.....

.....

..... Se rapsolie .....

**Planteolie drift** af stationære Diesel-motore baseret på relativt store medium-speed motorer som f.eks. til kraftvarmeverker er en fuldt udviklet teknologi.

MAN B&W Holeby har over en årrække udført forsøg der viser at dansk produceret *Rapsolie* med fordel kan anvendes direkte i motorerne. El-virkningsgrad for en ..... motor kan nå 41% og regnes det samlede varmeudbytte med kommer total virkningsgraden op på >90%.

Emission i g/kW/t ved .... MW/.....o/m	Forbrug	CO	CO2	HC	NOx	Partikler
..... motor på rå rapsolie					11	
..... på dieselolie					9,5	

Ved at anvende rå Rapsolie opnås den maksimale CO<sub>2</sub> fortrængning da brugsnytteforholdet faldet betydeligt ved omdannelse af Rapsolie til *RME*. Emissions udslippet ligger på linie med drift på dieselolie. HC udslippet er reduceret formentlig grundet mindsket dyse efterdryp med den relativt høje viskositet på olien. Det forventes af NOx kan reduceres yderligere gennem optimering af indsprøjtnings tidspunkt.

Danske varme- og kraftvarmeverker udenfor naturgasnettet er blevet pålagt at anvende biobrændsler hvor Rapsolie med fordel kan anvendes direkte. Men med mineralolieafgift på planteolien er det næppe nært forestående. I udlandet vil lokalt fremstillede planteolier være højst relevante.

**Platin** - Platinum (Pt) et sølvhvidt ædelmetal, der er meget kemisk stabilt, og som er endnu dyrere end Guld.

Vægtfylden er helt usædvanlig høj, 21,45 g/cm<sup>3</sup>, som derved gør Pt til det tungeste metal, der benyttes i større stil på kloden.

Symbol	Atomnummer	Atomvægt	Densitet	Smeltepunkt
Pt	78	195,09	21450	1772

Udover anvendelsen til katalysatorer har Platin stor anvendelse til laboratorieudstyr, til smykker og til elektriske kontakter. Det berømte 1 kg lod i Paris (og kopien, der står ude på DTU) er lavet af en platin-Iridium legering. Platin blev opdaget i 1735 af Julius Scaliger, og navnet stammer fra spansk: platina (lille sølv).

Prisen på råvarebørsen januar, 1996 er 412 US Dollar pr troy ounce = 75 kroner/gram, hvilket var 5% mere end Guld. Verdens årsproduktion i 1994 var godt 100 ton, stort set svarende til en klods på 5 m<sup>3</sup> !! Heraf kom 30 ton fra Rusland stigende til 38 ton i 1995. Sydafrika solgte op mod 50 ton i 1994. Den absolut vigtigste anvendelse er til katalyse, og de sidste 10 år har der været en stigende anvendelse i automobilindustrien. Nu går ~50% alene til automobil katalysatorer og så lidt som 3% til smykke industrien.

Ædelmetallet i katalysatoren er i praksis altid Platin i en nøje afpasset blanding med *Palladium* og/eller *Rhodium*.

Ædelmetal mængden varierer mellem 1 og 5 gram på en katalysator til en personbil.

**Platin forurening** af vores miljø er ikke relevant. Der er dog meget lokalt med få målinger langs danske vejkanter målt større indhold af Platin i vejstøv end på en fjernliggende mark.... DMU kommer med snak .....

....

**Plumbum** - på gammelt dansk, bly - er et mørkegråt og meget giftigt metal, der angriber vort nervesystem og som blyforbindelse i Benzin ødelægger en automobil-katalysator på få timer.

Symbol	Atomnummer	Atomvægt	Densitet	Kogepunkt	Smeltepunkt
Pb	82	207,2	1134	1750	327

Ved forbrænding af blyholdig (TEL, *Tetra-Ethyl-Lead* - Pb(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub> og Bromid additiveret) Benzin i en Otto-motor dannes der Plumbumoxid - PbO, som imidlertid omdannes til det mere flygtige PbBr<sub>2</sub> for at kunne forlade cylinderen som en gas. Den kemiske reaktion er - PbO(s) + 2 HBr(g) = PbBr<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O(g) - hvor HBr kommer fra det i Benzinen tilsatte 1,2 dibromethan. Se blyfri-Benzin.

**Plæneklipper** - Markedet i Danmark er på 100.00 nye maskiner om året og omkring 40.000 skrottes om året. Der er for tiden en stigende interesse for at reducere støj og emissioner fra denne gruppe. Generelt er motorerne designet til en levetid på <200 timer, hvorfor også pris og dermed det tekniske niveau er lavt. Hvilket i høj grad afspejler sig på emissionsniveauet.

Typiske emissioner fra plæneklipper motor fra 80'erne - g/kW/t	Benzin forbrug	CO	HC+NOx	NOx
Sideventileret fire-takt Otto-motor	460	450	40	5

En betydelig OEM producent er Elektrolux med 2,5 millioner maskiner om året fortrinsvis produceret i England. BILLED-tekst- Unikat AB har til Dalmans-Klippe monteret med 4 kW Briggs & Stratton fire-takt motor rotorklipper udviklet en kombineret oxidation katalysator / lyddæmper med indbygget venturi, baseret på piller. Der er siden 1993 produceret mere end 4.000 eksemplarer om året. Levetiden når ikke de samme højder som motoren med 200

driftstimer. Diameteren er 140 mm og montering med 2 gennemgående bolte ind i topstykket.

BILLED-tekst- STIGA tilbyder gennem varehuse i Sverige en oxidation katalysator baseret på granulat af sjældne jordarter fra Rusland. Den indeholder ikke lyd-dæmpning eller venturi, hvilket reducerer virkningsgraden noget. Den forventede levetid er desværre <50 timer. Prisen skulle..... være 400 SEK og er formentlig den eneste katalysator i verden for montering af en husmoder!

Katalysatorer til at løsning af småmotor-emissions problemer bør for lang levetid på grund af de relativt voldsomme vibrationer være baseret på metalfolie substrater, hvorved prisen desværre stiger betragteligt.

Leonard Goodall Co. har siden først i 30'erne fremstillet rotor-plæneklipper med et kompliceret kiglerem arrangement fra motoren med horisontal krumtap. Verdens første rotor-plæneklipper med vertikal krumtapaksel som en luftkølet fire-takt Otto-motor blev opfundet af Goodall Co. i 1938. Lauson/Tecumseh fremstillede motoren, iøvrigt den første med kuglelejer, der siden blev en af de mest kopierede motorer i branchen. BILLED nr. ??

Den typiske HC emission for en 1995 model ligger på 40 g/kW/t hvorfor en 4 kW motor giver 160 gram per driftstime hvilket er mere end 500 gange så meget som en personbil monteret med katalysator i henhold til EU regler. Alle de ældre små-motorer kører generelt med høj CO emission, Lambda = 0,8 grundet dels simpel karburering, men også for at sikre en indre nødvendig køling af motoren. Det kan derfor være risikabelt at flytte på motorens arbejds punkt, men meget effektivt at monterer en korrekt designet katalysator.

BILLED-tekst- Husqvarna Rider kan leveres med den rigtige kombination af venturi, pulsventil med indsugningsfilter og metalfolie katalysator. Kun gennem introduktion af ekstra luft kan katalysatoren oxidere HC og CO med størst mulig virkningsgrad.

**ppm** er en forkortelse for parts per million og bruges gerne om de meget små mængder af emissioner, der f.eks. findes i udstødningsgasser. Der skal skelnes mellem volumen ppm, der 1:1 svarer til mg/m<sup>3</sup> (milligram per kubikmeter) for gasser og vægt ppm, der modsvarer mg/l for væsker. BEDRE forklaring ??

100 volumen % = 1.000.000 ppm vol  
 10 vol % = 100.000 ppm  
 1 vol % = 10.000 ppm  
 0,1 vol % = 1.000 ppm  
 0,01 vol % = 100 ppm = 100 mg  
 0,001 vol % = 10 ppm = 10 mg

**Precipitator** princippet til opsamling af støv er meget benyttet i kraftværksindustrien, og danske FLS Miljø er en betydelig producent. Andre er ABB Fläkt og Lurgi. For Diesel-motor drevne køretøjer har Bosch udviklet dette agglomerator princip i 80'erne til anvendelighed. Sod partikler fra Diesel-motorer er langt mindre end 1 mm og kan derfor ved at passere et 4 kV højspændingsfelt agglomerere til 100 gange større/tungere partikler, der senere mekanisk kan fanges i en *cyklon*. Bosch nåede 58% virkningsgrad, hvilket ikke er nok, når systemet samtidigt skal finde plads på et køretøj. FIGUR

**PTX - katalysator til Diesel-motor** - er varemærket for et oxidation katalysator koncept beregnet for det industrielle marked fra *Engelhard Ltd.* produceret på *System Producent* fabrik i Coleford, England. Engelhard Ltd. er en af de største producenter af katalysatorer til retro-fit. De producerer omkring 8.000 enheder om året for Diesel og LPG, m.m., der sælges over hele verden. Der fremstilles 20 forskellige standard størrelser for motorer indtil 20 liter slagvolumen. BILLED-tekst- PTX er opbygget med en *keramisk monolith* pakket ind i metaltrådsnet i en cylinderisk beholder af rustfrit stål og baseret på udviklingsarbejder fra midt i 1960'erne. Monolithen, der består af omkring 30 kanaler pr cm<sup>2</sup> (200 cpsi-cels/inch), kan blokeres og helt miste sin funktion, hvis PTX'en ikke monteres korrekt som på motorer med lav belastning, manglende isolering og især manglende *Vedligeholdelse af katalysator*.

Yale diesel truck - typiske værdier	Ingen last - 150°C		Fuld last - 300°C	
	CO	HC	CO	HC
Gasindhold ved given temperatur				
Rå udstødningsgas, ppm indhold	300	600	2500	700
PTX reduktion i %	20	10	90	75

Ringe effekt på NO<sub>x</sub>, partikler med <5%. PTX-Ultra er en variation .....

.....  
 Kan meget enkelt sammenbygges med et lyd-dæmper modul. Den danske agent er EngTech i Ballerup. FIGUR

**PTX - to-vejs** katalysator til LPG/Benzin drift, fremstilles af Engelhard i 5 forskellige standard størrelser for gnistændingsmotorer med indtil 6,5 liter slagvolumen. Det er meget vigtigt at katalysatoren forsynes med nogle % O<sub>2</sub> der introduceres før kat'en ved en af flere metoder. Luftkompressor, *venturi*, mager motor drift. Undlades dette vil virkningsgraden reduceres væsentligt. Kræver ingen regelmæssig rengøring.

	Tomgang 1250 o/m	Fuld last 2550 o/m

Reduktion i %	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx
Rå udstødningsgas, ppm indhold						
PTX uden Lambda styring						
PTX med IMPCO L- styring						

Se katalysator til industri Otto-motor og ismaskiner. FIGUR af kat

**Pulsventil** er en anordning til .....

.....

..... BILLED-tekst- Pirburg ventil

**Punkt-udsugning** kan løse de fleste emissionsproblemer på værksteder, synshaller og garageanlæg, hvor køretøjerne holder stille eller foretager den samme bevægelse gang efter gang. Slæbekanaler og guirlandeanlæg er populære systemer. Et tætsluttende mundstykke koblet på udstødningsrøret forbinder et ventilationsanlæg med forureningskilden. I de fleste tilfælde transporteres problemet udendørs uden nogen form for rensning. Producenter er Skovsø LuftTeknik tlf: 53584242 og Dansk Klimablock tlf: 44993633.

BILLED-tekst- I Tyskland er der både tradition og regler for, at selv motordynamometer testanlæg skal forsynes med udsugningsanlæg. Monteres typisk med gigantiske Corning WFF monolither der filtrerer sod partiklerne fra inden udstødning til atmosfæren. *Regenerering med oliefy* af flere filtre i parallel er påkrævet grundet det store volumen af køleluft.

BILLED-tekst- Lidt usædvanlig punkt-udsugning er påkrævet ved indendørs *Traktor-træk* (tractor pulling). En amerikansk inspireret motorsport hvor en absolut toptunet specialbygget traktor slæber en slæde med stigende friktion mod underlaget. Banen er godt 100 meter lang og i lande som Tyskland, Holland og USA sker det ofte indendørs. På disse offentlige shows er slæden udrustet med en oprullelig slange for udsugning på traktorens udstødningsrør på basis af krav fra det lokale Arbejdstilsyn. En beskyttelse af det interne miljø da alle gasserne blot blæses udendørs.

**PuriMuffler** er et to-vejs oxidation katalysator produkt fremstillet af *Engine Control Systems*, indeholdende en metalfolie monolith. PuriMuffleren er altid indbygget i lyddæmper af rustfrit stål, der passer til det pågældende køretøj, oftest gaffeltrucks. FIGUR nr??

**Påhængsmotorer** efterlader relativt færre emissioner efter sig da vandet som udstødningsgassen lukkes ud i opløser en del gasser. I området 35-40% for HC, ~5% for CO, ~40% for CO<sub>2</sub>, ~15% for NOx, og 5% for eventuelt SOx. Sammenligneligt med en *vandskrubber* for køretøjer.

Typisk emission g/kW/t	CO	HC	NOx	TPM
Påhængsmotor fire-takt	70	27	0,2	

BILLED-tekst- Evinrude fremstillede den første påhængsmotor i 1917 kendetegnet ved udvidet brug af messing. En to-takt horisontalt liggende Otto-motor med snortrækstart leverede de 3 HK med et maksimalt forbrug på 2 liter i timen under fuld last.