

**CARB** er en forkortelse af "California Air Resources Board", hvis opgave er gennem lovgivning at sikre forbedring af miljøet i Californien og fremme teknologi til dette formål. Den første regulering af luftforurening i Los Angeles var i 1959 med krav til HC, olefin indholdet i Benzin. I 1971 oprettedes CARB og overtog al regulering med det håb at reducerer det alvorlige problem med luftforurening. Samme år blev "nine pounds" reglen indført som maks værdi for damptryk på 62 kPa for Benzin i sommer månederne for at begrænse *fordampnings emissioner*. CARB er siden blevet en betydelig magtfaktor i forbedring af vores miljø og ind imellem indført skrappe krav end EPA.

Sommeren 1990 kom den omtalte "Six Pack 2" der omhandler: 1. Lokomotiver, 2. Off-shore marine, 3. Off-road motorcykler, 4. Entreprenør og landbrugsmaskiner <175 HK, 5. Små-motorer <25 HK = ULGE, 6. Off-road køretøjer. Andre er TLEV, et overgangsfænomen før LEV, Low Emission Vehicles, fra 1998 for personbiler og små lastbiler <6.000 lb vægt og ULEV der er sidste skud på stammen for personbiler.

**Carbon** - på gammelt dansk Kulstof, findes i to krystallinske former: grafit et sort semi-metal og diamant et farveløst, stærkt lysbrydende ikke-metal. I Diesel-motor sodpartikler er Carbon amorft, det vil sige, at det ikke har en krystallinsk struktur som grafit. Carbon kan bringes til at oxidere og antændes i atmosfærisk luft ved cirka 550°C. Det hører til oldtids grundstofferne og navnet er afledt af det latinske "carbo", som betyder kul.

Symbol	Atomnummer	Atomvægt	Densitet	Smeltepunkt
C	6	12,011	2,620	3500

**Carbondioxid** er det kemiske udtryk for CO<sub>2</sub> - på gammelt dansk kaldet kultveilt. CO<sub>2</sub> er ugiftig for mennesker men på grund af den større vægt kan det fortrænge luft. Optages fra atmosfæren af planter, træer og verdenshavets alger, der ved hjælp af fotosyntesen omdanner CO<sub>2</sub> og vand (H<sub>2</sub>O) til kulhydrater (stivelse og vedmasse) og frit Oxygen.

Sammen-sætning	Kogepunkt ved 101,3 kPa	Densitet ved 0°C og 101,3 kPa
CO <sub>2</sub>	÷ 78	1,98 kg/m <sup>3</sup>

Det er almindeligt i dag at kalde denne gas for en *drivhusgas*, hvilket dog kan være misvisende, idet CO<sub>2</sub> er et naturligt produkt af en korrekt forbrænding. Mennesket udånder f.eks. CO<sub>2</sub> i pæne mængder..... Problemet omkring udtrykket drivhusgas er snarere, at vi forbrænder alt for meget fossilt brændstof, betydeligt mere end naturen kan omsætte. Herved sker der en betydelig forøgelse af atmosfærens CO<sub>2</sub>-koncentration fra cirka 280 ppm, da industrialiseringen startede i det 18. århundrede til nu ~350 ppm. Danmark udledte i 1995 knap 60.000 ton CO<sub>2</sub> fra forbrænding af fossilt brændstof.

**Carbonhydrider** - se Hydrocarboner

**Carbonmonoxid** er det kemiske navn for CO, på old-dansk kaldet Kuliite. Det er en farveløs, lugtfri og meget brandfarlig gas, der opstår som resultat af en forbrænding, hvor der er underskud af Oxygen.

Sammen-sætning	Energi MJ/kg	Energi MJ/m <sup>3</sup>	Kogepunkt ved 101,3 kPa	Densitet ved 0°C og 101,3 kPa	Smeltepunkt	Teoretisk luft behov kg/kg
CO	10,05	3,48	÷ 191	1,25 kg/m <sup>3</sup>	÷ 205	2,5

CO er en særdeles farlig gasart, der kræver stor respekt. I menneskets røde blodlegemer er der særlige molekyler (hæmoglobin), som har til opgave at binde Oxygen og transportere det med blodstrømmen rundt i kroppen. CO binder sig meget stærkt til dette molekyle og forhindrer derved hæmoglobinet i at udføre sin funktion. CO-forgiftning er derfor en slags indre kvælning. På mindre end 30 minutter kan en CO-koncentration på blot 0,2 % være fatal - en Otto-motor kan forgifte luften i en lukket garage på under 5 minutter. Ud over at være dødelig i høje koncentrationer har daglig CO-eksponering, selv i meget små koncentrationer, en langtidsvirkning som hovedpine og manglende koncentrationsevne. Blot 1/1000% CO (=10 ppm) kan give symptomer på forgiftning. CO er en "lumsk" gas, da den er lugtfri. CO er et vigtigt brændstof i industrien - det indeholder mere end 2/3 af brændværdien af Carbon. Desuden anvendes det som råstof til en række kemiske processer. Carbonmonoxid er opført på Arbejdstilsynets Varslingsliste for en ændring af *grænseværdien* fra de nuværende 35 ppm til 25 ppm. FIGUR nr ??

CO formation i forbrændingsmotorer er betinget af Lambda tallet under forbrænding. Med stigende Lambda tal falder CO formationen, hvorfor Diesel-motoren har en lav CO emission.

**Carcinogent** er ..... baseret på epidologiske studier som Arbejds miljøinstituttet og Kræftens Bekæmpelse f.eks. udfører.

..... Eksempler er Benzen,.....

**Carnot**, Nicolas Léonard Sadi (1796-1832) søn af Napoleons forsvarsminister, var en fransk officer, der i 1824 formulerede teorien for varmemaskinen og således blev fader til den moderne forbrændingsmotor og kølemaskine teori. Han påviste, at det var muligt at omsætte termisk energi til mekanisk energi, dog begrænset af de *termodynamiske love*. Samme år påviste amerikaneren Samuel Morey i praksis, at motoren kunne fungere. Moray var den første, der fremstillede en fordampnings *karburator* men blev desværre ikke anerkendt for sine bidrag. BILLED nr. ?? (HSM bog

Energi)

**Carnot cykel, proces** er defineret som en idealiseret reversibel thermodynamisk proces. Carnot processen består af fire trin: 1. En isothermal ekspansion, 2. En adiabatisk ekspansion, 3. En isothermal kompression, 4. En adiabatisk kompression af en gas som afslutning af processen.

**Carnot motor** - en varmemotor der kan fungere som en forbrændingsmotor der leverer mekanisk arbejde ved tilførelse af et drivmiddel. Eller omvendt som kølemaskine ved tilførelse af mekanisk arbejde. Grundlæggende for hele vores tankegang omkring motorer til automobiler, skibe, flyvemaskiner og for kølemaskiner som dem Linde langcerede i forrige århundrede.

**Caterpillar Corporation** ser for tiden, i bedste Harley Davidson stil, sit CAT mærke på populære beklædningsgenstande. Arbejder sammen med Mitsubishi i Japan på området gaffeltrucks. Caterpillar er formentlig verdens bedst kendte producent af (bull-) dosere og jordrydningsmaskiner, altid malet i CAT Yellow. CAT har fabrikker i 14 lande og nåede i 1995 en omsætning på 16,07 mia US\$ baseret på 50% solgt udenfor USA. Se også Ståltraktor og larvebåndstraktor.

BILLED-tekst - Daniel Best og Benjamin Holt startede hver for sig en produktion af *damp-motor* traktorer med 35 kW effekt og ~20 ton vægt i 1880'erne til den formidable pris af 10.000 Dollars. Sidst i 90'erne kunne Best præsentere den første Otto-motor drevne hjultraktor. Den første bæltetraktor så dagens lys i 1904, damp-motor drevet og nu med 55 kW. Fra 1909 ses varemærket på brevpapiret, men det var først i 1925, at fabrikken blev navngivet Caterpillar. I 1915 kom de første mindre maskiner alene med styring på de to bælter og 12 kW Otto-motor. Indtil da var styringen betinget af et enkelt forhjul. I 1931 blev den første CAT Diesel-motor fremstillet og placeret i egen bæltetraktor -

I 1994 fremstillede CAT 75.000 motorer til lastbiler, generatoranlæg og deres egne entreprenørmaskiner i effekt klassen fra 35-2.000 kW og kun i fire-takt udførelse. CNG motorer for busser er tilgængelige i USA. Caterpillar industrimotorer findes i øvrigt for drivmidler som dieselolie, naturgas og biogas.

Emission - g/kW/t	kW/o/m	CO	HC	NO <sub>x</sub>	TPM
3208 V8-10,4L - DI NA - år 1980	131/2400	13,8	0,4	11,4	2,2
3208 V8-10,4L - DI TA JW - år 1994	183/2400	1,0	0,7	8,8	0,5
3306 R6-L -10,5 Liter DITA - år 1980	150/2200	4,4	1,7	11,8	0,8
3306 R6-L -10,5 Liter DITA - år 1996	205/2200	1,9	0,8	8,8	0,4

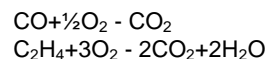
Forsøg med installation af 23 liters (11.25x14) Corning WFF på de såkaldte *Urban buses* i USA har givet en del problemer. Filter systemet, *EZ-Trap* fra *Lubrizol*, benytter sig af et Kobber *dieselolie additiv* til regenerering. Konceptet er udmærket, men *Cordierite* keramikken er ikke velegnet. Forsøg med *NoTox* WFF i 1995 på CAT 3208 udrustede busser i Miami, Florida, har givet de ønskede resultater.

CAT fremstiller desuden en serie større fire-takt high-speed *marine motorer* og motorer konverteret til gnisttænding for kraftvarmeanlæg og forskellige drivmidler med effekt indtil 5,4 MW. BILLED nr??

Emissions - g/kW/t	forbrug	MW/o/m	CO	HC	NO <sub>x</sub>	TPM
CAT 3616 - 295 liter slagvolumen	187	5,4/1.000				

Skagen-Larvik Liniens nye hurtigrute båd "Albayzin" er eksempelvis udrustet med 4 stk CAT 3616 V16 motorer på hver 27 ton, der giver en fart på 36 Knob for den 1100 ton tunge båd mod et forbrug på ~12 m<sup>3</sup> gasolie på den 180 minutter lange sejlur. Se desuden marinemotor emissioner.

**CATOX®** er varemærket for den af *Haldor Topsøe A/S* i 70'erne udviklede katalytiske oxidationsproces og katalysator *monolith* for fjernelse af organiske bestanddele i luft og røggasser. Processen går ud på at oxidere CO og H<sub>2</sub>Cer til CO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>O som vist:



Monolithen fremstilles i blokke på basis af fiberforstærket keramisk papir (såkaldt tape-casted folie) med tykkelser varierende mellem 0,3-1 mm. Papiret korrugeres (som bølgepap), limes sammen og imprægneres siden med den aktive katalysatorbelægning. Den fremstilles i Danmark og i 6 forskellige designs med et kanalantal fra ~10-125 cpsi. BILLED nr ?? For industrielle gasser er de korrugerede plader samlet i firkantet kubiske moduler med en sidelængde på 0,5 m. Siden 1980 er der leveret mere end 160 store stationære anlæg.

Som *Diesel-motor katalysator* for indtil 0,5 MW motorer på busser og lastbiler er den korrugerede folie orienteret parallelt som bølgepap i dimensioner indtil Ø 0,5 m belagt med ædelmetal og indpakket i en rund stålbeholder. BILLED nr. ?? 90 af disse enheder er 1996 sat i drift i Danmark på DSB busser og 2 stk på R98 renholdningsbiler.

CMK-72 % reduktion- 13 mode	Modtryk	CO	HC	NO <sub>x</sub>	Partikler
Volvo F10 motor	<10 kPa	>90	>80	ingen	<15

Langtids virkningsgraden er endnu ikke dokumenteret, men >200.000 km har kun haft ringe indflydelse på virkningsgraden for CO og HC på test køretøjer. ....  
.....

**CatTrap®** er varemærket for et ædelmetal coated WFF partikelfilter koncept fremstillet af *Engine Control Systems* og modul opbygget således, at der kan tilbydes anlæg med stor forskel mellem diameter og længde for snævre motorrum. Det fremstilles for tiden i mere end 5 forskellige størrelser baseret på Corning substrater med et filtervolumen indtil 60 liter for <400 kW motorer specielt designet for minedrift. Sod tændings temperaturen er omkring 410°C. FIGUR nr ??

**CelCor®** er varemærket for keramiske katalysator substrater fremstillet af *Corning Inc.* i USA. Gennemstrømnings substraterne er alle fremstillet af *Cordierite* keramik og fås i over 100 forskellige formater. CelCor substratet er en *monolith* med *bikagestruktur* (honeycomb). FIGUR

**Celmet** er et super porøst metalfolie produkt fra Japanske Sumitomo Electric Ltd. som Mitsubishi har lanceret på partikel-filter markedet. Oprindeligt udviklet som anode materiale i alkaline batterier. BILLED-tekst - Typisk 90% porøsitet i området 6-70 *cpsi* baseret på legering baseret på Nikkel og Krom. Oxidations resistensen er fin for temperaturer indtil 650°C formentlig tilstrækkeligt for anvendelse i varme gasstrømme. Som partikel-filter materiale kræves dog elektrisk styring for at undgå større termisk last.

**Cetan-tal** - CZ - er et udtryk for *dieselolien* evne til at selvantænde med et minimum af forsinkelse. Ligger typisk mellem 35 og 55. På Diesel (kompressionstændings) motoren startes forbrændingen af den >500°C høje gas temperatur som kompressionen af den atmosfæriske luft har skabt. Efter indsprøjtning går der 1,5-3 milli-sekund, inden blandingen antændes, den såkaldte tændingsforsinkelse. Under visse omstændigheder, såsom lavt kompressionsforhold, ringe belastning eller lav temperatur (kold motor), indtræffer der større tændingsforsinkelse. Dette medfører bankning i motoren, idet en større mængde brændstof antændes ukontrolleret. Til forskel fra Otto-motoren sker bankning i starten af processen og er en del af den normale forbrændingsproces. Men da Diesel-motoren er meget kraftigt bygget, kan den helt uden problemer holde til belastningen. Et stigende Cetantal betyder stigende selvantændelsesevne af brændstoffet. DIN 51 601 standarden beskriver, at et Cetantal på minimum 45 er nødvendigt for Diesel-motorer.

Drivmiddel	Methanol	Ethanol	Letdiesel			M85
Cetantal	5	8				

For moderne motorer er 47 eller højere dog langt mere ønskeligt. Cetan-tallet fastlægges ved test af dieselolien på en een cylindret kompressions-tændingsmotor med variabelt kompressionsforhold, den såkaldte C.F.R. (Cooperative Fuel Research) motor. FIGUR nr. ?? Cetantal skalaen (ASTM D613) defineres ved, at n-hexadekan, også kaldet Cetan (C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>), har Cetantal på 100, og Methylnaftalin (C<sub>11</sub>H<sub>10</sub>) har Cetantal 0. Ved sammenligning af bankningstendenser mellem blandinger af disse to veldefinerbare væsker bestemmes Cetan-tallet ud fra justeringen af kompressionsforholdet således, at testbrændstoffet har samme tændingsforsinkelse som reference brændstoffet. Ændring af Cetantal har forskellig indflydelse på forskellige motorer, men tendensen er, at alle emissioner falder med stigende Cetantal.

Cetantal må ikke forveksles med Cetan indeks (ASTM D976 eller D4737), som er en korrelation mellem Cetantallet og et brændstofs kogepunkt og vægtylde (densitet).

**CFC-gasser** er en forkortelse for syntetisk fremstillet Chlor-Fluor-Carbon gasser også kendt som Halo-Carboner. Kemisk meget stabile, ugiftige, lugtfri og ikke-brandbare. Disse stoffer har været meget anvendt dels som kølemiddel til køleskabe, fryser og airconditionanlæg dels som drivmiddel til spraydåser. CFC har en meget dårlig indflydelse på atmosfæren. Dels virker de som *drivhusgasser*, og dels virker de som katalysatorer for nedbrydningen af Ozon-laget. Den mest kendte type CFC er Freon-12 (CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) tidligere anvendt vidt og bredt som kølemedium i fryser og air-conditioneringsanlæg. Anvendelsen af visse typer CFC-gasser er i Danmark nu stort set ophørt på grund af internationalt forbud, og forbruget i Danmark er faldet fra 6.000 ton i 1986 til een ton i 1995. DME og Butan har f.eks. erstattet CFC som drivmiddel i spraydåser, og HCFC-22 har overtaget CFC som kølemedie i Danmark, hvor forbruget i 1996 er på 750 ton. Internationalt benyttes udtrykket GWP (global warming potential), hvor HCFC har 3200 gange så kraftig en virkning som CO<sub>2</sub> på den globale opvarmning, hvorfor det ventes forbudt i løbet af nogle år.

Brygger J.C. Jacobsen fra Carlsberg var en visionær mand der i 1879 købte landets første dampmaskine drevet Linde Ammoniak køleanlæg fremstillet af det senere MAN. Kapaciteten var på 60.000 kilokalorier og øllet kunne nu holdes ved konstant 4°C under gæringen. Allerede i 1897 var det danske fabrikat Tuxen&Hammerich på banen med lignende maskiner.
--

Køleanlæggets store opfinder var *Linde*, der benyttede Ammoniak som medie, må forventes at få en renæssance. .... Autoriserede Kølefirmaers Brancheforening tlf: 46322111.

**Chassis-dynamometer** - se rullefelt

**City-Diesel** er varemærket for en miljøvenlig dieselolie fra Shell med <500 ppm, 0.05% Svovl og et Cetantal på 50. Sidst i 80'erne blev denne type brændstof af flere brugere brugt til ikke seriøs reklame for et ønskeligt lavere udslip af

sod fra køretøjer i København. Udmærkede tests udført på een motor viste en 30% partikelreduktion og på en anden motor en 10% øgning af partikelemissionen. Med andre ord giver dette så stor en spredning, at der ikke kan forventes en generel sænkning, uden at hver motortype er testet. I øvrigt opnås den interessante *TPM* (total-partikel-matter) reduktion ikke ved mindre sod udstødt af motoren, men stort set alene ved en mindre mængde udstødte Svovlpartikler på grund af reduktion af Svovl indholdet fra 0,15 til 0,05%.

Den ultra lette City-diesel / Svensk City-Diesel er en rent dansk variation og i 1996 sammenligneligt med Let-diesel..... Hydro-cracking .....

**City-Filter®** er varemærket for det dieselfilter-koncept, som *Volvo* tilbød som originalt udstyr tidligt i 90'erne. Konceptet er udviklet af Volvo i Göteborg, produceret af *Unikat AB* og principielt identisk med Unikats eget tilsvarende produkt, *Combi-filter*. Soden opsamles under drift i en passende størrelse Cordierite WFF filtersubstrat, som udenfor driftcyklus opvarmes af et ~1 kW (220 VAC - 4,5 Amp) varmelegeme placeret under hvert keramiksubstrat. FIGUR-tekst Opvarmning ses at være stærkt præget af den for Cordierite meget lave thermale ledningsevne, hvorfor en luftpumpe ud over at leverer forbrændingsluft også hjælper med ensartet temperatur i hele monolithen, her vist uden luftpumpe tilslutning. - Filter konceptet fungerer udmærket, men der er et absolut krav om daglig tilslutning af 230 volt. *HT*, Hovenstadens Trafikselskab erfarede, at dette var et problem, da buschaufførerne til tider glemte denne tvungne daglige tilslutning. Når dette sker, udsættes filteret den næste dag for den dobbelte sodmængde, hvilket resulterer i destruktion af filter keramik monolithen under den følgende opvarmning på grund af *hot-spots*. De 5-8 år gamle busser, der var monteret med City-Filter, udsendte ellers i området af 5 liter sod om dagen !! Den dobbelte mængde indeholder så stor energi, at filterkeramik smeltede, da temperaturen under regenereringen nåede så højt som 1500°C. Prisen for et dobbelt system til en HT bus med 240 kW motor og 300 km daglig bykørsel var 100.000 kroner. Den halve pris for det halve system til f.eks. en *renovationsbil*. Der blev produceret omkring 2.000 anlæg inden de blev taget ud af produktion i 1993.

City-Filter % reduktion - 13 mode	Modtryk	CO	HC	NO <sub>x</sub>	Partikler
Volvo F71 motor	<15 kPa	>40	>60	ingen	>80

Blev fremstillet i to størrelser indeholdende monolither med dimension Ø11,25" x L8" og Ø11,25" x L12", der i den korte model på busser monteredes i parallel. Henholdsvis en 205 mm lang og i meget begrænset omfang en 305 mm lang filter monolith begge i Ø286 mm. De eneste brugere der er tilbage er Vognmandsfirma H.P.Olsen med 7 stk og R98 med 2 stk der begge benytter dem på *renovationsbiler*.

**City-Logistik** er et begreb, der omhandler, hvorledes varetransport- og distribution kan optimeres i byområder. Typisk vil man set fra et transportfirma optimere, således at transporten sker under anvendelse af kortest mulige tid og mindst mulig kørsel. En sådan optimering er sammenfaldende med samfundsmæssige mål om mindst mulig luftforurening eller minimering af trafikskabte gener. Der er igangværende projekter i København, Århus, Odense og Aalborg på initiativ fra Transportrådet. Det krævede en betydelig indsats at overtale de kommunale myndigheder! De øvrige deltagere er blandt andet; Nordisk Transport Udvikling (NTU - If: 99300000), COWI, DSB Gods og Danske Fragtmænd. NTU/COWI har netop frigivet en rapport der konkluderer, at trafikbelastningen i Aalborg området kan reduceres med mellem 12-14% ved effektivisering af godstrafikken. Dette repræsenterer 6-13 x10<sup>6</sup> km/år og kan omsættes til 37-85 mio kroner/år besparelse for de godskørende vognmænd. Den beregnede reduktion af emissions udslippet vil derfor blive:

- CO<sub>2</sub> fra 4.500 til 1.000 ton
- NO<sub>x</sub> med 10-22%
- CO med maksimalt 31%
- HC med 27%
- Partikler med 24%

Et af kriterierne for denne mere effektive transport er, at hvert køretøj skal afsætte sin last i samme gade. Effekten heraf er yderligere et mindre slid på vejnettet og reduceret støj belastning.

I Göteborg's bycentrum Linnéstad har Volvo Lastvagnar AB, Trafikkontoret i Göteborg og Transportfirma ASG AB under test påvist, at kørsel med distributions lastbiler kan reduceres med 40%, når opgaverne koordineres.

**Clean Air Act**, - ren luft plan - skabt af USAs Kongres i 1970 krævede, at automobil fabrikanterne inden 1975 udviklede systemer til en kraftig reduktion af emissionerne. I Los Angeles var der særdeles alvorlige *smog* problemer sidst i 50'erne og op gennem 60'erne. Efter sigende værre end det ses i Mexico City disse år.

Forfatteren besøgte den Mexikanske millionby Tijuana November 1996 hvor en gåtur i byen over to timer gav en hovedpine der holdt i de efterfølgende 8 timer. Det på trods af at der ikke blev indtaget Alkohol holdige drikke overhovedet! Et tilfælde af forgiftning forårsaget af de mange Otto-motor drevne køretøjer i forfærdelig vedligeholdesstand helt uden katalysator.

Fra 1975 skulle CO og HC reduceres med 90% og fra 1976 ligeledes NO<sub>x</sub> med 90%, og katalysatoren skulle have en levetid på >80.000 miles.

Grænseværdierne- g/km målt efter FTP	CO	HC	NO <sub>x</sub>
1976 - >120.000 km levetid	9.5	0.95	1.95

1995 - >160.000 km levetid			
2004 - >160.000 km levetid	1,06	0,078	0,125

FTP cyklus (Federal Test Procedure) se også *ULEV*. Kongressen var i 1970 klar over, at teknologien ikke eksisterede på dette tidspunkt, men med loven fremtvang man et omfattende forsknings- og udviklingsforløb, der ikke er slut endnu. Flere gange måtte man udsætte deadlines. Fra 1983 var samtlige automobiler med Otto-motor ved lov udrustet med emissionsbegrænsende udstyr, og senest i 1990 skulle køretøjerne overholde lovgivningens krav om minimum 160.000 km levetid. Siden 1975 har lovgivningen fra *EPA* sparet naturen for et udslip op mod 1 milliard ton CO, HC og NO<sub>x</sub> alene i USA.

**Clerk**, Sir Dugald (1854-1932) konstruerede allerede i 1876 en gas-motor og må betegnes som opfinderen af den funktionsbrugbare to-takt gnisttændingsmotor, patenteret i 1881. Fra 1890'erne kom de første brugbare versioner på gaden som drivkraft i motorcykler. Hans landsmand *Day*, Joseph fik i 1891 patent på en noget mere anvendelig to-takt-motor, stort set tilsvarende den vi kender i dag. Clerk var datidens autoritet på området og en af hans studenter var *Harry Ricardo*. BILLED

**CMX** – Engelhards bud på en kombineret Diesel-motor oxidationskatalysator og absorptions lyddæmper. Certificeret for visse busser i USA. Nogle modeller er opbygget modulært for enkel rengøring.

**CNG** - betyder Compressed Natural Gas, komprimeret *Naturgas*. Naturgas har efter volumen kun 0,8 promille af Benzins energitæthed. CNG skal for at sikre ordentlig opbevaring klemmes på tanke ved tryk >200 Bar, hvilket øger gassens vægtfylde med en faktor 175 til 140 g/liter (140 kg/m<sup>3</sup>). Energitætheden i 1 m<sup>3</sup>/0,8 kg naturgas er 39 MJ og svarer nogenlunde til en liter Benzin med ~43,5 MJ. CNG er altid på gasfase, da det kræver konstante temperaturer < 162°C at holde naturgas flydende. *LNG* står for Liquid Natural Gas, flydende naturgas.

**CO** = *Carbonmonoxid* eller på gammelt dansk kulilte. Det er en gas, der på grund af sit beskedne indhold i *Diesel-motor-emissioner* ikke har fået den store opmærksomhed, hvilket måske er årsag til den gennem mange år udbredte holdning, at Diesel-motor udstødningsgasser ikke er farlige.

Årsagen til den for få år siden udbredte opfattelse at Diesel-motor gas ikke var farlig skyldes at da man i 50'erne målte på Diesel-motor udstødningsgasser ikke kunne måle noget! På autoværkstedet brugte man de nyligt markedsførte katalytisk baseret CO måleapparater, der ikke kunne måle under 1% CO. Da der aldrig er over 1% CO i gassen måles der klar intet. Konklusionen var forkert, men bredte sig ganske forbausende hurtigt over hele landet. Resultatet ses blandt andet ved at mange chauffører på lastbiler, busser, jernbanemateriel har pådraget sig helbredsproblemer, især op gennem 70 og 80'erne.

**CO<sub>2</sub>** - *Carbondioxid* eller på gammelt dansk kultveilte.

**CO<sub>2</sub> beriget gas** - kan øge koncentrationen af CO<sub>2</sub> i væksthuse fra de normale 350 ppm til eksempelvis 800 ppm. Væksten for afgrøderne øges tilsvarende med 50% ???..... *Haldor Topsøe* har til dette formål udviklet GREENOX konceptet, der på basis af røggassen fra en naturgas-motor producerer CO<sub>2</sub>. Konceptet er baseret på et DENOX SCR anlæg for NO<sub>x</sub> *selektiv katalytisk reduktion* efterfulgt af en *CATOX* oxidations katalysator. Levetiden på anlægget er på 25.000 - 40.000 timer eller 3-5 år.

Lean-burn gasmotor emission Anlæg .... ????	Volumen %				Volumen ppm			
	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	NO <sub>x</sub>
Motor type ..... ????								
Efter GREENOX kat	8,5	4,5	11	~76	400	300	35	100

I praksis ledes motorens udstødningsgas igennem GREENOX anlægget og direkte ud i væksthuset. BILLED  
 Det øgede CO<sub>2</sub> indhold i væksthuset øger differencen fra atmosfæren til stomata (hulrummet) i bladets overflade. Den større CO<sub>2</sub> koncentration i stotama øger gradienten mellem stotama og kloroplastra, hvorfra der mellem cellerne transporteres CO<sub>2</sub> ind, og H<sub>2</sub>O samt Oxygen slipper ud. Kloroplastra får øget brændstof med øget tilvækst til følge.  
 FIGUR

**CO<sub>2</sub> motor-udslip** - Når *Hydrocarbon* baserede brændstoffer forbrændes, dannes H<sub>2</sub>O og CO<sub>2</sub> som et "ideal" forbrændingsprodukt. Den mængde CO<sub>2</sub>, der produceres, er kemisk bestemt. Massen af CO<sub>2</sub>, som produceres ved forbrænding af 1 kg forskellige brændstoffer, vises i tabel. Da forskellige brændstoffer har forskellige energiindhold eller brændværdier, kan det også bruges til at vise, hvor meget CO<sub>2</sub> der dannes pr MJ af den energi, brændstoffet indeholder.

--	--	--	--

Typisk CO <sub>2</sub> forbrændings resultat ved motordrift	kg CO <sub>2</sub> /kg brændstof	g CO <sub>2</sub> /MJ
Benzin	3,18	74
Dieselolie	3,18	74
Naturgas	2,77	58
Methanol	1,38	69
Ethanol	1,91	71
Rapsolie	2,95	78
DME	1,91	68

Det faktiske udslip af CO<sub>2</sub> pr kørt kilometer eller kWh produceret effekt er en kombination af hovedsageligt ovenstående faktorer, motorens *virkningsgrad* og køretøjets design. Desuden er der ikke taget hensyn til CO<sub>2</sub> udslip vedrørende produktion, behandling eller fremstilling af brændstofferne. Da *Diesel-motoren* har den højeste virkningsgrad, har den lavest CO<sub>2</sub> udslip.

Eksempel: For en typisk personbil med Otto-motor, der over en levetid på 150.000 km forbruger ~10.500 kg Benzin, vil CO<sub>2</sub> udslippet være ~33 ton. For den danske bilpark på 1 x10<sup>6</sup> personbiler svarer et års udslip af CO<sub>2</sub> i store træk til den mængde CO<sub>2</sub>, der er kemisk bundet i vedmassen i vore nationale skove.

FORMEL ----- hos SCS

**CO<sub>2</sub> udslip** - Sammenligning mellem forskellige brændsler i danske kraftværker.

Typisk CO <sub>2</sub> forbrændings resultat	Olie	Kul	Naturgas	Halm/træflis
gram/MegaJoule	78	95	57	~110

Det samlede CO<sub>2</sub> udslip fra danske kraftværker var i 1995 på 27x10<sup>6</sup> ton mod 19x10<sup>6</sup> i 1977 og forklares enkelt med vort øgede krav til elektriske komponenter, computere og luksus.

**CO<sub>2</sub> problemstilling** - Der blev ikke opnået international enighed om fælles anstrengelser for drastisk kontrol med menneskeskabt forurening på FNs miljø- og klimakonference i Rio de Janeiro i 1992. Den øgede industrialisering i udviklingslandene har siden stillet et eksplosivt krav til energi og transport, der i alvorlig grad øger den *globale luftforurening*. I Norden kommer omkring 25% af det samlede CO<sub>2</sub> udslip fra transport- og trafiksektoren. I perioden fra 1990 til 94 er vejtransport steget med 7,2%, og lufttrafikken er steget 13,3%. Tilsvarende er udslippet steget.

Dansk CO <sub>2</sub> udslip fra transport sektoren	Beregnet i 1.000 ton	
	1988	1995
Automobiler	5.014	5.631
Busser	493	502
Persontog	428	75
Færge	354	354
Fly	67	75
Lastbil	1.596	1.534
Varevogn	2.137	2.297
Godstog	55	54
Fragtskib	91	89

Det globale beregnede CO<sub>2</sub> udslip fra køretøjer ses at stige kraftigt. FIGUR FRA WALSH side 6D.

Carbondioxid er en helt u-undværlig gas på vor klode, da CO<sub>2</sub> indgår i planternes fotosyntese, der er den

grundlæggende proces for planternes produktion af træmasse. De sidste 10.000 år har niveauet af Carbon (kulstof) i atmosfæren, kemisk bundet som CO<sub>2</sub>, ligget stabilt på 600x10<sup>9</sup> ton (600 mia ton). Over de sidste 150 år er dette niveau steget til 760x10<sup>9</sup> ton (0,035% i atmosfæren), hvor kun øgningen falder ind under *drivhuseffekten*. Hvert år øges niveauet med 3,5x10<sup>9</sup> ton Carbon, svarende til ~0,5%, fra menneskelig aktivitet. Trafikkens andel af de 3,5x10<sup>9</sup> ton Carbon er på verdensplan små 20%, hvorimod omkring 50% kommer fra energiproduktion baseret på olie og kul. Når der sker vulkanudbrud, som vi i sagens natur har svært ved at kontrollere, øges CO<sub>2</sub> niveauet betragteligt, dog mest lokalt og periodisk. Nogle forskere mener, at undersøisk vulkanisk aktivitet øger CO<sub>2</sub> indholdet på vor klode med 10 gange mere, end vi mennesker producerer.

Mængden af Carbon i CO<sub>2</sub> gas er 27,3 wt%.  
 $\%C = (12 / (12 + 2 \times 16)) \times 100 = 27,3 \text{ vægt\%}$   
*Molvægt* for Carbon er 12 og for Oxygen 16

Carbon depoterne i havene er beregnet til 38.000x10<sup>9</sup> ton, svarende til op mod 10.000 års menneskeskabt CO<sub>2</sub> udslip. Hermed er plankton massens tilvækst og eventuelle sedimentering på dybt vand formentlig den eneste regulator, der i betydelige mængder kan deponere Carbon. Desværre øger mennesket dette dybt alvorlige problem langt hurtigere, end naturen kan nå at indrette sig, og vi ved ikke, om plankton påvirkes af det fordoblede CO<sub>2</sub> tryk med en øget tilvækst til følge.

Fotosyntese hjælper os af med 120x10<sup>9</sup> ton Carbon svarende til 450x10<sup>9</sup> ton CO<sub>2</sub> i det årlige carbon kredsløb gennem bio-masse tilvækst. FIGUR nr?? Regnskoven omkring ækvator har en konstant bio-masse mængde, og da der ikke deponeres (f.eks. husbygning i træ) ved-masse, sker der ingen netto tilvækst, og dermed hjælper regnskoven ikke med til at reducere CO<sub>2</sub> niveauet på kloden. Desværre afbrænder vi regnskov, der tilfører 1-2x10<sup>9</sup> ton CO<sub>2</sub> om året til atmosfæren, som dermed gør regnskoven til en netto CO<sub>2</sub> producent!! De største netto producenter af O<sub>2</sub> er Danmark og andre tilsvarende landbrugs- og skovlande, der binder CO<sub>2</sub> i øget bio-masse, netop fordi tilvæksten fjernes.

Regeringens handlingsplan om fordobling af skovarealet i Danmark over de næste 100 år er således et betydeligt nationalt CO<sub>2</sub> depot.

**Coated Partikelfilter** betyder, at filteret renses for sod gennem *regenerering med katalytisk coating*, der er et aktivt materiale pålagt indgangs siden eller på begge sider samtidigt. Hvis indgangssiden er coated, kaldes det en fast-stof-oxidations-katalysator, da opgaven er at nedbringe sodens oxidations temperatur fra >550°C til helst <400°C. Hvis udgangssiden er coated, kaldes det en gas-fase-oxidations-katalysator, hvis opgave er at oxidere CO og HC. I de tilfælde et coated partikelfilter benytter ædelmetal som fast-stof-katalysator, vil også CO og HC oxidere. Såfremt der er valgt et base-metal katalytisk aktivt materiale som Vanadiumpentoxid pålagt på indgangs siden kræves der yderligere en ædelmetal coating på udgangssiden for at oxidere CO og HC. Gas-fase-oxidation fungerer fra <250°C, dog gerne med relativt lav virkningsgrad på Cordierite WFF grundet mangel på *wash-coating*.

For tiden kan retro-fit coatede WFF fås fra *Engine Control Systems* og *Diesel Control Ltd.* begge fra Canada beregnet til lokal mineindustri.

**Coater** er et engelsk udtryk for ganske få firmaer, der tilbyder belægning af katalysator monolither med en wash-coatning og efterfølgende *ædelmetal* coating.

Udføres primært af "de fire store" virksomheder som: *Johnson Matthey* (<30% markedsandel), *Engelhard* (>35%) og *Allied Signal* (>20%) opkøbt først i 90'erne af GM opererer på det amerikanske og australske marked og kan der tilbyde produkter beregnet til retro-fit på personbiler samt *Degussa* (~15%) der generelt opererer på det tyske marked. De mellemste i størrelse, *Haldor Topsøe* tilbyder lignende ydelser i begrænset omfang til Diesel-motorer for lokale forhold og Gas-motorer internationalt. *United Catalyst* udføre lignende opgaver. *Heraeus* der tidligere havde 2-4% har droppet markedet for automobiler totalt.

De mindste i USA / Canada er *Engine Control Systems*, *Diesel Controls Ltd.* tilbyde systemer til retrofit.

Et alvorligt problem er, at der til tider fuskes med *ædelmetal* indholdet i katalysator produkter - kun de færreste kan jo alligevel checke, om den rette mængde ædelmetal er til stede!! Gennem bogens forslag til *Måleudstyr til Diesel-motor-katalysator check* forudses det, at alle retro-fit brugere gør sig den ulejlighed for fremtiden at garantichecke de *Diesel-motor-katalysator* produkter, der indkøbes.

**Coating af substrater**, monolither, foregår ved flere på hinanden relativt simple dyppe processer i særdeles avanceret opslæmninger for wash-coaten og den aktive belægning. Mellem hver proces skal emnet tørres og varmebehandles, kalcineres. For automobilindustrien foregår processen fuld-automatisk på fabrikker i Tyskland, England, USA, Syd-Afrika og for nye markeder i Syd-Korea og Indien. BILLED nr. ??

**Combi-Filter®** er varemærket for et partikel-filter produkt fra Unikat AB baseret på filosofien, at partiklerne opsamles under drift for kontrolleret afbrænding udenfor driftscyklus. Unikat var de første i industrien, der så tidligt som i 1985 designede dette system koncept baseret på 5.66x6" WFF monolither. Senere plagieret af flere tyske producenter. System størrelsen blev varieret ved at benytte mellem 2 og 6 monolither i forlængelse af hinanden. Produktet er siden 1993 baseret på u-coatede Cordierite WFF, da det kneb med at få tilstrækkelig holdbarhed på de coatede WFF. Et 230 volt varmelegeme på 1,5 kW er placeret under filteret og opvarmer hele filterblokken til 600°C. En vibrator luftpumpe sørger for en passende mængde luft (15-30 liter/min) til forbrænding af dagens opsamlinger. Processen med *regenerering med elektricitet* tager 4-5 timer. Den gamle model er produceret i området 500 stk.

Filtersystem V12 virkningsgrad %	Modtryk	CO	HC	NOx	Partikler

Volvo TD71 FS	<10 kPa	<90	<80	<3	<90
---------------	---------	-----	-----	----	-----

FIGUR-tekst - Den nye generation Combi-filter fra 1995 fremstilles i 8 forskellige størrelser og indeholder alternativt en oxidation katalysator placeret fysisk før/efter filteret, dog i samme bøtte. Baseret på Corning WFF monolith med enten 9" eller 11,25" diameter i længder fra 6-8-12" modulært opbygget. -

BILLED-tekst - På P.S.Krøyers maleri på Frederiksborg Slot, ses indvielsen af Københavns første større elektricitetsværk i Gothersgade i foråret 1892, hvor Belysningsvæsenets direktør Ib Windfeld-Hansen for "Industriens mænd" fremviser de tre nye dampstempeldrevne 110 volt Siemens jævnstrømsdynamoer. -

Københavns Belysningsvæsen, er en del af de kommunale forsyningsselskaber der holder en millionby i gang. Windfeld var den mand, der siden Edisons overbevisende udstilling i Paris 1881 havde sat sig som mål at bringe elektriciteten til København. Fra den 5. Marts 1892 blev der leveret strøm til byens borgere, der havde forsynet sig med vigtige livsfornødheder som den originale Edison pære, Siemens eller AEG bordventilatorer, krøllejern, hårtørrere og cigartændere. Prisen for strøm var ret høj, startende med 75 øre kWh, og det viste sig vanskeligt at tage kampen op med de etablerede *kulgas*-værker. På 100 år har elektriciteten dog ændret byen og Belysningsvæsenet totalt. Antallet af kunder er steget til 350.000, og personalet udgør i dag mere end 2.000 stærkt specialiserede medarbejdere. Belysningsvæsenets arbejder foregår i følge sagens natur altid i København, tæt på mennesker, på forretningsgader, i parker og på gågader.

For at forbedre såvel arbejdsmiljøet som byens miljø blev 15 af de røde køretøjer, især Sky-Lifts udrustet med Unikats Combi-Filter af Stobbe Engineering i 1990. Da alle køretøjerne er opstallet indendørs om natten på Hulgårdsvej, er installation og daglig tilslutning til 230 volt rimeligt enkelt. Der blev udført en helt ny elektrisk installation med time styring og totalt ~30 kW effekt. Installationen har krævet regelmæssig udskiftning af luftpumpe filtre og nogle DEFA ledninger.

**Common Rail** indsprøjtningssystemer, der på dansk kunne oversættes til Lagerindsprøjtningssystem, er oprindeligt udviklet af FIAT R&D Center i Torino og er nu i produktion hos Bosch. Indsprøjtningstryk, mængde og tidspunkt kan reguleres helt uafhængigt af motor omdrejningstallet og krumtapvinkel til forskel fra *Unit-pumpen*, der bestemt af knastakslen indsprøjter brændstoffet inden for snævre krumtapvinkler. I små dielselmotorer sættes olien under tryk af en selvstændig 3 cylindret radialstempel højtrykspumpe, der trækkes direkte af krumtappen. Alle dyser er forbundet til et fælles fordelerrør, hvor trykket indtil 1600 Bar er elektronisk variabelt uafhængigt af omdrejningstal. De magnetventil styrede dyser kan indsprøjte olien i perioder på mindre end et millisekund og i en serie af flere på hinanden følgende pulser for samme forbrændingsproces. Med 1/20 pilot indsprøjtning efterfulgt af 19/20 kan der opnås en væsentlig støjreduktion. FIAT benytter i patent for *regenerering med Common Rail* af partikel filtre på automobiler hvor HC udslip og motorens virkningsgrad kan ændres. FIGUR .....

**Complex Supercharger** fra Brown Boveri i Schweiz er en såkaldt tryk-bølge kompressor. Udstødningsgassen udfører naturlige trykpulser i manifolden, som igennem kanaler i et roterende cellekammer presser direkte på indsugningsluften, helt uden mekanisk indgriben. Motoren trækker rotoren uden at tilføre energi til den. Complex kender ikke til turbo-tøven. Den reducerer partikelemissionen monteret på en NA Diesel-motorer, giver meget fin effekt forøgelse, men er relativt kostbar og pladskrævende. Det kan dog undre, at konceptet ikke vinder større indpas.. Af ABB udførte forsøg i 1987 ses følgende effekt ved montering af Complex i 4 ton *fejmaskine* udrustet med WV 1,6 liter IDI type 068.A Diesel-motor.

Emission - g/kW/t	BMEP	CO	HC	NOx	TPM
Uden Complex - standard VW motor		12	3,5	17	NA
Med Complex		5	0,5	3	NA

FIGUR .....

Se desuden skylleluftpumpe.

**Cordierite** er et mineral med vægtfylde 2,6, der findes frit i naturen. Cordierite er også navnet på det kunstigt fremstillede Aluminium-Magnesium-Silikat eller  $Al_2O_3MgOSiO_2$ , der siden introduktionen først i 1970erne er helt enerådende til fremstilling af honeycomb *monolither* for *automobilkatalysatorer*. I industrien er det et keramisk materiale kendetegnet ved meget lille thermal udvidelse og lav rå-vare pris. Cordierite har en vægtfylde i området af 1 g/cm<sup>3</sup> og et smeltepunkt på 1260°C og stort set ingen varmeledning eller ekspansion ved stigende temperatur. Keramikken fremstilles af de fra åbne miner udvundet mineraler Talk, Kaolin, Alumina og Magnesite. Cordierite har over de sidste 15 år vist sig at være uegnet til partikelfilter for Diesel-motore for bredere anvendelse. Årsagen er en kombination af alt for lav varmeledningsevne kombineret med for lille termal masse, der forårsager "hot spots" med mellemrum rundt omkring i filter monolithen. *Hot spots* giver Ø5-15 mm store smelteskader i selve keramikken. *Askeindholdet* i udstødningsgassen, der akkumuleres på filtervæggen, kan som et eutektikum smelte ned til en glasagtig ikke porøs hinde. Begge ting er katastrofale for funktionen af et partikelfilter. BILLED nr. ?? BILLED nr. ??

Corning's WFF substrater på basis af Cordierite blev indtil 1994 leveret i kvaliteterne EX-47, EX-54 og EX 66 og siden 1994 alene i type EX-80 med forbedrede materialeegenskaber og filtreringsgrader i området 80-90%.

**Corning Inc.** i New York State, USA er verdens største producent af special glas, *keramiske monolither* for automobil katalysatore og *WFF substrater*.

Corning Glass Works Inc. blev grundlagt i Brooklyn helt tilbage i 1851 af Mr. Armory Houghton. I 1868 flyttede virksomheden fabrikationen af vinduesglas fra Brooklyn til byen Corning i staten New York. Da Thomas Edison i 1879 begyndte at installere elektrisk belysning i USA, var det med lampeglass fra Corning Glass Works Inc. I 1908 åbnede de det første videnskabelige laboratorium for glas i USA, og Corning Glass Works har siden stået for en række banebrydende og patenterede opfindelser, der i høj grad har påvirket vores dagligdag. Det termochok bestandige PYREX-glas kom frem i 1915, og i 1926 udvikledes den automatiske glaspæremaskine til elektriske lamper. Maskinen producerede 2000 pærer i minuttet og benyttes stadig! Corning Glass Works stod i 1934 for verdens største stykke glas, 200 tommer spejlet til Mt. Palomar observatoriet i Californien. Optiske fibre til telekommunikation blev lanceret og patenteret så tidligt som 1973. Andre velkendte produkter fra Corning er en række fiberbaserede isoleringsmaterialer f.eks. de 34.000 kakler med 90% porøsitet i ren SiO<sub>2</sub> fiber belagt med Borsilikate til beklædning af hver rumfærge. Også den keramiske kogeplade, der i stigende grad finder indpas i vore køkkener, er fra Corning. Omsætningen var i 1992 på 3.7 mia \$. Af koncernens 29.000 ansatte arbejder ca. 10% med fremstilling af CelCor keramiske monolither til automobil-katalysatorer.

Fabrikkerne er placeret i byen Corning i NY state, Virginia state, USA og i Kaiserslautern i Tyskland. De senere år har produktionen ligget på omkring 20 millioner monolither om året, der dækker omkring 70% af verdensmarkedet. På grund af problemer med anti-trust lovgivningen i USA fandt man det klogt at vælge en partner at dele verdensmarkedet med. Derfor fik NGK Ltd. i Japan en licens i 1980 til fremstilling af honeycomb substrater. På 20 år har Corning Glass Works fremstillet ikke mindre end 300 x 10<sup>6</sup> honeycomb substrater i *Cordierite* ud af et verdenstotal på 500 x 10<sup>6</sup>. Den tyske afdeling, Corning GmbH i Kaiserslautern, startede produktionen i 1986 og er bestykket med een enkelt ekstruder og 3 ovne. I 1992 var produktionen på ca. 8 x 10<sup>6</sup> stk. 400 cpsi monolither til en gennemsnits pris af 50-60 kr leveret i 55 forskellige størrelser indtil Ø144 mm. Dette er interessant nok mindre end halv produktionskapacitet. Efter formgivningen foretages tørringen i store mikrobølgeovne, hvor gennemløbstiden er mere end en time. Under opbygningen af Cornings fabrik i Kaiserslautern havde man glemt at tage hensyn til, at Kaiserslautern er een stor Amerikansk flyvebase. Da magnetronerne i mikrobølgeovnene blev startet op, blev de nærliggende radaranlæg sat ud af spillet. Var der tale om en Russisk invasion med "jamming" af de amerikanske kommunikationslinier? Der fulgte nogle hektiske timer.

**CPSI** - Cells per Square Inch (celler per kvadrat tomme) er et udtryk for kanalantallet i katalysator og partikelfilter *monolither*. I praksis svinger dette tal mellem 16 og 600 afhængigt af leverandør og princip. Der ses i Tyskland en større anvendelse af samme information udtrykt som Celler per Kvadrat Centimeter. Måske kommer det af Corning sidst udviklede 600 cpsi substrat på markedet som et foreløbigt højdepunkt på dette masseproducerede stykke tekniske keramik. Ved at hæve kanaltætheden fra 400 cpsi til 600 cpsi forøges keramikoverfladen med 31%.

**CTO** - *Johnson Matthey* udviklede midt i 80'erne et *partikelfilter* koncept kaldet CTO, Catalytic Trap Oxidizer, baseret på en meget tynd rustfri ståltråd formet til en tykvægget hårdtpresset svamp af udformning som en cylinder. Gassen passerede igennem cylinderen fra ydersiden mod centrum, der var indbygget i selve udstødnings manifolden. Tråden var coated med Platin for at reducere sod-tændings-temperaturen til den laveste nogensinde i industrien, 350-380°C. Årsagen må ses i den gode kontakt mellem sod og katalysator.

% reduktion - 13 mode	modtryk	CO	HC	NOx	TPM
Perkins motor	<10 kPa	<95	<90	0	<85

De væsentligste problemer var; at den katalytiske belægning havde det med at falde af tråden i flager; og når motorens gasflow ændredes drastisk, rev gassen partikler løs og reducerede dermed den totale filtreringseffektivitet periodisk til 60%. Den meget aktive Platin katalysator omdannede desuden Svovl til SO<sub>2-3</sub> grundet datidens meget svovlholdige brændstof.

**CRT** er varemærket (Continuously Regenerating Trap) for det partikelfilter system, opfundet hos *Johnson Matthey*, som *Svenska Emissionsteknik AB* har færdigudviklet grundet adgang til Ultra-let Dieselolie, og nu produceres af *Eminox Ltd.* i England. CRT har opnået stor opmærksomhed i Sverige og England i 1996. Princippet er, at NO<sub>2</sub> ud over at være giftigt også er ekstremt reaktivt og let hjælper oxidation af sod i et filter. Med andre ord; hvis der foran et keramisk WFFilter placeres en oxidations katalysator, der især producerer NO<sub>2</sub>, vil dette NO<sub>2</sub> reagere med soden, og der igennem regenererer filteret endog ved temperaturer så lave som 250°C. En interessant teknik, der dog på grund af den meget aktive katalysator fordrer et relativt dyrt og udenfor Sverige vanskeligt tilgængeligt brændstof, med <10 ppm Svovl. Såfremt der benyttes brændstof med mere end 10 ppm og i fremtiden forventet 50 ppm Svovl, vil CRT systemet ikke kunne oxidere de opsamlede partikler. Med for højt Svovl indhold opstår der en konkurrence mellem oxidation af Svovl og NO hvorved NO<sub>2</sub> produktionen reduceres til fordel for Svovl oxidation.

BILLED nr??

Typisk reduktion i % - ECE-R49 (13-mode)	modtryk	CO	HC	NOx	TPM

Volvo B10M70 - CRT	<10 kPa	<95	<90	3-8	>95
--------------------	---------	-----	-----	-----	-----

Systemet fungerer kun på turboladede motorer bestemt af krav til stort luftoverskud. Før katalysatoren i CRT systemet er der maksimalt 10% NO<sub>2</sub> ud af det totale NO<sub>x</sub>. Efter den NO<sub>2</sub> producerende katalysator, men før filteret er fordelingen på 60% NO<sub>2</sub> / 40% NO, hvorefter ~20% reagerer med soden, og fordelingen efter filteret og mod atmosfæren bliver da i området 40% NO<sub>2</sub> / 60% NO. Totalt er resultatet det samme, idet alt NO oxiderer videre til NO<sub>2</sub> i løbet af kort tid, dog kan der være en høj øjeblikkelig koncentration af NO<sub>2</sub> i umiddelbar nærhed af udstødningsrøret.

I Sverige er der i Gøteborg fine erfaringer på 250 Volvo BTM busser ud af i alt 700 (200 på CNG). I 1995 blev der solgt 700 systemer hovedsageligt i Sverige, i 1996 steget til 1.800 systemer totalt. Sommeren 1996 blev der monteret 2 CRT systemer hos Vognmandsfirma H.P.Olsen på 2 helt nye Volvo FL10 hos Volvo Sommer. Forsøgsvis skal de benytte Shell standard Let-Diesel med <500 ppm Svovl, hvor målinger har vist, at Svovl indholdet svinger mellem 150-350 ppm. Se Dieselolie sammenligning. BILLED nr.??

Skandinavisk distributør er ENAB (Erland Nielson AB, tlf: +4631652200), der garanteres i henhold til de svenske Miljøzoner min. 50% partikel reduktion. I praksis er sod-partikel reduktionen ganske høj, fordi NO<sub>2</sub> oxiderer også de sod-partikler, der måtte slippe igennem filteret, inden de når helt igennem udstødningsanlægget. FIGUR

**Cummins Engine Company** er verdens største Diesel-motor (>150 kW) producent med mere end 304.000 motorer i 1994 og en omsætning på 4,7 x10<sup>9</sup> US\$ i 1995 for 5,2 x10<sup>9</sup> US\$. Heraf går 1/3 til trucks (store lastbiler) i størrelse fra 50 til 1500 kW, dog alle i fire-takt version. 20% af alle USA busser er forsynet med den meget populære Cummins L10, en 10 liters turboladet 6 cylindret række motor med 4 ventiler og *Unit injector*. Næste generation fra 1996 er døbt M11 og er på 11 liter volumen. FIGUR nr. ??

Cummins tilbyder fuldt elektronisk styret CNG motorer på 5,9 og 10 liter med henholdsvis 148 kW og 195 kW, der overholder selv de strenge Californiske ULEV. Der er solgt 600 L10G motorer siden 1989. FIGUR nr. ??

Emission - g/kW/t	forbrug	kW/o/m	CO	HC	NO <sub>x</sub>	TPM
type ? 5,9 liter årgang 1985						
type ? 5,9 liter EU2						
L10 diesel ældre model - år??	207	186/2100				0,8
L10 diesel- EU 2	198	260/2100	<4	1,1	<7	0,15
L10G - CNG		195/??			<2	<0,05

Cummins fremstiller yderligere mere end 100.000 motorer om året fra fabrik i England. L10 er en meget populær motor i London busser som erstatning for de udtjente Gardner motorer. I 1990'erne har virksomheden 25.000 ansatte.

Den selv lærte mekaniker og opfinder Cummins, Clessie Lyle (18?? -19??) startede i 1919 produktion af en 6 HK een cylindret landbrugs Otto-motorer i en gammel nedlagt møllebygning i byen Columbus i Indiana, USA. Gennem 1920erne slog han navnet fast ved at løse væsentlige tekniske problemer omkring indsprøjtning af dieseloile gennem styring fra knastakselen. Clessie havde sans for at markedsføre sit produkt. I 1935 installerede han sin egen 6,2 liters 63 kW/2200 o/m "letvægts" Diesel-motor på 400 kg i en Auburn personbil og kørte fra Los Angeles til New York for 8 US\$ i brændstof udgift.

BILLED-tekst - To år efter kørte en Cummins sportsvogn med 125 HK Diesel-motor 14.600 miles på Indianapolis Speed Way non-stop for kommercielt gennembrud. Succesen blev fulgt op i 1952 med en 6 cyl turboladet Diesel-motor race-car, der satte hastighedsrekord med 223,8 km/t i Indianapolis 500. Motoren var helt i aluminium med slagvolumen på 6,7 liter, 4 ventiler per cylinder og ydede 295 kW/4000 o/m. -

Forsøg med installation af 23 liters (11.25x14) Corning WFF på de såkaldte *Urban buses* i USA har givet en del problemer. Filter systemet, *EZ-Trap* fra *Lubrizol*, benytter sig af et Kobber *dieselolie additiv* til regenerering. Konceptet er udmærket, men *Cordierite* keramikken er ikke velegnet. Forsøg med *NoTox Corp.* WFF fra 1995 på Cummins L10 udrustede busser i byen Dayton, Ohio har givet de ønskede resultater.

Hos København Belysningsvæsen er to af de kendte røde Ford Cargo Sky-lifts med Cummins 5,9 liter og type L10 motorer monteret med *Combi-Filter* leveret/monteret af Stobbe Engineering i 1991.

Mange danskere er formentlig uden at vide det blevet fragtet over Storebælt af Cummins type ?? motorer, der ved 1800 o/m hver yder 300 kW. Vognmandsruten benytter et skibsdesign, hvor 10 ens engelske Pet-Bow generatoranlæg placeret på øverste dæk producerer 400 VAC-60 Hz til de elmotor drevne bovpropeller. Skibet drives normalt af de 6 gen-sets, hvorved 2 holdes stand-by eller kan serviceres. Forbruget på en overfart kan holdes så lavt som 650 liter Let-diesel.

**Curtiss-Wrights** Cyclone R-3350 helt usædvanlige 18 cylindret radial flyvemaskine stempel-motor fra 1942 med vægt på 1.450 kg gav >2.535 kW udrustet med 3 komponent turbiner koblet mekanisk til krumtappen. I alt blev ekstra >420 kW hevet ud af den varme udstødningsgas strøm hvorfor det specifikke forbrug var så lavt som 232 g/kW/t på 115/145 Oktan Benzin. Motoren, hvoraf >1.000 blev bygget, var brugt så sent som i 1958 i den 65 ton tunge (MTOW) Douglas DC-7 der gav 7.500 km distance med fantastiske 2.000 driftimers service interval.

**Cykloner** til seperation af støv

.....  
.....

**Cylinder afkobling** for at øge udstødnings temperaturen ...

.....  
.....

BILLED-tekst – Mercedes betonkanon, en ud af 16 der arbejder med udstøbning af tilkørselsramper til tunnelsekmenter for Øresundsforbindelsen. Køretøjerne er overtaget efter Storebæltsforbindelsen og har et relativt lavt driftstimal.

Over en 3 timers periode målttes følgende:

Udstødningsgas °C	150	200	250	300	350	400
% drifts tid over	91	86	84	79	71	

NYE TALLLLLLL