

Eberspächer AG er en større *System Producent* af komplette lyddæmper systemer til den tyske automobil industri. Man udviklede til Mercedes Benz en større serie "Oxicat" systemer til by-busser i blandt andet Hannover. Nogle er monteret på MB CNG motorer type M447hG på 175 kW, hvor Oxicat 'ten kan halverer CO, HC og NO_x udslippet, TPM skulle være <0,05 g/kW/t. Den totale støj emission er under 80 dB(A) fra en bølge på Ø400 x L700 mm, der indeholder en metalfolie monolith med et Platin:Rhodium forhold på 5:1 præcis som på de fleste Otto-motor katalysatorer. Den kombinerede lyddæmper/oxidation katalysator Oxicat er også i større tal leveret til en stor Svensk producent af dieseldrevne busser. FIGUR ??

Virksomheden oprettedes i 1865 af blikkenslageren Eberspächer, der nogle år senere søgte mod vinduesglas arbejder. Da jernbanedriften opstod blev behov for glas overdækning og Eberspächer så et nyt marked og udviklede en teknik med metal profiler og kitløs montage af floatglas. Omkring 1. Verdenskrig begyndte Eberspächer at fremstille lyddæmpersystemer, der kom i serieproduktion i 1931 og fra 1949 benzinfyr kabinevarmer til VW. I 1973 startede produktionen af katalysator systemer til automobiler. Siden udviklede Eberspächer sig til en betydelig OEM producent af lyddæmper systemer til den tyske automobilindustri og har nu 4.500 medarbejdere der fremstilles mere end 1/4 mio om måneden. Omsatte 1998 for 600 mio USD.

Eberspächer udviklede sidst i 80'erne et "full flow" partikel filter system med modulerende oliebrændere, der leverer effekt mellem 5 og 140 kW og kan fås med enten et Cordierite WFF eller en 3M Cartridge. Filtreringsvirkningsgraden er henholdsvis 90% og ~80%. Systemet leveres nu kun som et OEM produkt til Linde Gaffeltruck i Asschaffenburg. FIGUR nr ??

Eberspächer er en betydelig producent af kabine/motorvarmere, der er meget populære i lastbiler, busser og selvfølgelig overordentlig vigtige for reduktion af Diesel-motor opstartsemissioner, især i vores kolde klima. Fordelingen i Danmark for 2 kW kabinevarmer og 7-9 kW vandfyr er 90/10% til eksportlastbiler. For indenlandske entreprenørmaskiner og distributionslastbiler er fordelingen 50/50%. FIGUR

EDC er fremtidens styring af Diesel-motoren og er en forkortelse af *Elektronisk Diesel Control*.

Effekt = arbejdshastighed = den hastighed hvormed energi transporteres eller omsættes. Effekt måles altså i energi per tidsenhed. I vores metriske system vil det sige *Joule* / sekund = Watt. For en forbrændingsmotor er nytte-effekten den energi i form af arbejde maskinen udvikler per tidsenhed. Da een Watt = een Joule/sekund er een kWt = 3600 sekunder * 1000 Joule/sekund = 3,6*10⁶ Joule = 3,6 MJ.

Eksempel: Et tænkt automobil med Otto-motor kan levere et drejningsmoment på 100 Nm ved 5.000 omdrejninger per minut. Gennem ligningen Nm*o/m:10.000 fås motorens effekt. 100*5000:10.000=50 kW
Motoren kan leverer en effekt på 50 kW over en hvilken som helt tidsenhed. Hvis det foregår igennem en time, som f.eks ved høj hastighed som 150 km/t på en tysk motorvej, har motoren leveret 50 kW/timer, svarende til 3,6MJ x 50 kWt = 180 MJ energi.
Da denne tænkte Otto-motor har en typisk virkningsgrad på 25% skal den bruge 4 gange energien for at udføre opgaven. 4*180 MJ = 720MJ. Da energi indholdet i Benzin typisk er 43 MJ per kilo kræver denne time med stor hastighed et forbrug på 720:43 = 16,7 kg Benzin.

Efter-montering af to-vejs katalysatorer på automobiler med Otto-motorer var i Tyskland i 80'erne et stort hit, hvor 250.??? blev monteret. Et økonomisk tilskud på 1.000 DM over vægtafgiften hjalp til. Effekten er beregnet til ?? SCS - *Oberland* Fra Januar 1997 tilskyndes brugen af katalysatorer på den 4 x10⁶ store eksisterende gamle tyske bilpark gennem skatter. Der lægges konsekvent 1.500 kroner på hver liter motorslagvolumen, der sænkes til 500 kroner, hvis der monteres en to-vejs katalysator. Sommeren 1996 går VW ind på dette marked og tilbyder montering af katalysator på en million Golf og Jetta for godt 1.000 DM.

Efter-forbrænding af gas-fase emission fra en Otto-motor, som CO og HC foretages med en Thermo-reaktor (thermal reactor) hvilket er en med luft isoleret dobbelt vægget metalbeholder monteret præcis efter udstødningsporten i topstykket. Konceptet benyttes ikke mere og er helt erstattet af moderne motorstyrings teknologi og katalysatorer. I tiden før 1975 blev princippet benyttet i USA på personbiler med karburatorer. Konceptet går ud på at forlænge opholdstiden for CO og HC sammen med indpumpet atmosfærisk luft (Oxygen) ved høj temperatur. CO oxiderer naturligt ved 700°C og HC ved 600°C når O₂ indholdet er >5-10%. Ved CO indhold på 1% i udstødningsgassen kan temperaturen over reaktoren stige med indtil 80°C.

FIGUR Næste generation, Secondary Air System, bestod gennem >10 år af en med pladeskjold isoleret standard støbejerns manifold med rør indføringer for indblæsning af ekstra luft i udblæsningskanalen. Des tættere udblæsning af luft kom på udstødningsventilen øges oxidation ikke kun af HC, men også af CO. Motoren trak med rem ved 70-90% af motor omdrejninger en selvsmlørende *ekstra-luft-pumpe* med volumen i området 20-50 l/min. Fungerer udmærket i kombination med en *automobil-katalysator* efter to-vejs princip.

EGR problemer. - EGR, der oprindeligt monteredes på køretøjer med Diesel-motor som Mercedes Benz Taxaer i Danmark, er set volde problemer efter 2-300.000 km, hvor sod fra den recirkulerede gas indsnævrrer arealet i indsugningssystemet. Følgerne er selvforstærkende med faldende luft/brændstofforhold og derved stigende sod

emission, som kræver, at topstykket afmonteres og renoveres.

EGR, engelsk forkortelse for *Exhaust Gas Recirculation*.

Eksplodingsmotor er et noget uheldigt udtryk for, hvad der mere korrekt bør kaldes en stempel forbrændingsmotor, hvor der ved oxidation af et brændstof frigøres varme-energi, som resulterer i en stigning i cylindertrykket. Efter forbrændingen ekspanderes forbrændingsgasserne over et stempel i arbejds-cylinderen, hvorved der produceres mekanisk arbejde. Oxidationen er en relativ langsom proces, hvor forbrændingen har et startpunkt, f.eks. tændrøret i Otto-motoren, og herfra udbreder sig gennem forbrændingskammeret over 1-10 millisekunder, afhængig af motorens konstruktion. Under denne "kontrollerede" forbrændings-hastighed stiger trykket i cylinderen i en Otto-motor til maksimalt 40 Bar og i en Diesel-motor maksimalt til 80 Bar. Til forskel er en rigtig eksplosion en kemisk proces med reaktionstider på mikrosekunder. De første spæde forsøg med et arbejdsstempel i en cylinder blev gjort af Huygens, Christiaan (1629-1692) og var formentlig inspireret af kanonen, der arbejdede på sortkrudt. Herfra stammer udtrykket "eksplosionsmotor" måske? I 1673 beskrev han nemlig en på krudt arbejdende fri-stempelmotor, der kunne løfte 1,5 ton 10 meter ved forbrænding af ½ kg krudt. BILLED/TEGNING

Den første brugbare forbrændingsmotor blev opfundet af franskmændene *Lenior* i 1860. Det var en dobbeltvirkende to-takt kulgas stempelmotor med glideventiler, og stort set var det en lettere ombygget dampmaskine. Maskinen brugte dog alt for meget brændstof, da den arbejdede uden en kompressionsfase. Virkningsgraden lå omkring sølle 4%. Det var først, da amerikaneren Brayton i 1873 fandt på at komprimere gasblandingen før gnistantændelsen og den tyske ingeniør Nikolaus Otto i 1876 fandt på fire-takt princippet, at udviklingen tog fart. Otto's første design øgede med eet slag virkningsgraden til ca. 15%.

Det tætteste en nutidig stempelmotor kommer på en eksplosionsmotor, er, når der opstår tændingsbanken, der i alvorlige tilfælde kan ødelægge motoren. Billedet viser en i høj grad tunet Fiat Topolino med en Chrysler Roots-blæser trykladet Hemi V8, der med baghjulet er ved at køre over bundkarret, mens chaufføren forundret kikker ned på krumtap, plejstænger og stempler, der er "faldet" ud af motoren. Hele misæren skyldes, at motoren arbejder på Nitromethan, der med en eksplosionsagtig reaktion har overbelastet de mekaniske komponenter. Se desuden de Thermo-dynamiske love.

Ekstra-luft-pumpe - Secondary Air System, består af en med pladeskjold isoleret ofte standard støbejerns manifold med rør indføringer for indblæsning af ekstra luft i udblæsningskanalen. Motoren trækker med rem ved 70-90% af motor omdrejninger en selvsmørende vanepumpe med volumen i området 20-50 l/min og tryk op til 30 kPa. BILLED-tekst- Efterhånden kun brugt under varmkørsel for at forsyne oxidations katalysatoren med ekstra luft til oxidation af den store mængde CO og HC under choker funktion. Til tiden en elektrisk pumpe. Fungerede udmærket i kombination med en *automobil-katalysator* efter to-vejs princip siden starten af 70'erne. DEUTZ og Ernst....

ELBO (forkortelse af Hellenic Vehicle Industry SA !!!) er en statsejet græsk producent af blandt andet busser med chassis og motorer på licens basis fra MAN i Tyskland. I slutningen af 80'erne og 6 år frem var de involveret i langtids forsøg med partikelfiltre på 110 busser i Athen (i alt 1800 busser) området baseret på princippet om *regenerering med modtryk* kombineret med et *dieselolie additiv*. BILLED ?? Flere af køretøjerne var af den Bulgariske type Ikarus 260 der uden problemer har kørt 200.000 km dog alle med en meget gammel motorkonstruktion på licens fra MAN til RABA på brændstof med 2500 ppm Svovl.

emission - g/kW/t - 13 mode	kW/o/m	CO	HC	NOx	TPM
RABA D2156 HM 6U NA DI 10,4l standard	140/2100	11,2	1,15	16,2	1,2
RABA med Ex-47 WFF og EOLYS	140/2100	14,7	1,15	15	0,26
RABA med Ex-47 WFF uden EOLYS	140/2100	11,8	0,9	15,6	0,26

De af Corning leverede 5,66x6" Ex-47 WFF er u-coatede, hvorfor der stort set ingen effekt er på gasfase emissioner, men en reduktion af partikler på >78%. En væsentlig drivende kraft i projektet var Prof. Pattas fra *Tessaloniki Universitet*, som desuden står bag et betydeligt antal SAE artikler om emnet. Prisen på systemerne lå i området 6.000 ECU, og de er ikke i produktion mere.

Der er udført en hel del forsøg med udmærket resultat på mindre køretøjer som Mercedes 300, Koreans mini-bus og Jeep med regenerering med modtryk. BILLED ??

Elektrisk forvarmning af motorer, partikelfiltre og katalysatorer er særdeles vigtigt for bedst mulig kontrol af *koldstartemissioner* under efterårets og vinterens kolde klima på vore breddegrader. *U-renar* er den eneste *Diesel-motorkatalysator* der kan elektrisk forvarmes. *Motorvarmere* er i høj grad at anbefale og rimeligt lette at efter-montereres.

Elektrodynamisk bremse - Eddy-current brake - Benyttet så tidligt som før 1. Verdenskrig, men den større praktiske version indført af Heenan i England 1939. Består af en tandhjuls lignende rotor af stål på en aksel indeholdt i et statorhus med elektromagneter. Gennem tilførelse af ~2 kW til spolerne opstår der et magnet felt der bremser rotorens

bevægelse. Vandkøling normalt indbygget for langtids test. Alle Eddy-current dynamometer er kendetegnet ved relativt simpel og meget præcis styring.

TEGNING-tekst- Heenan 150 kW dynamometer fra 50'erne meget velegnet til hurtigt roterende motorer. Betydelige producenter er Schenck, Zöllner og Borgi&Savari.

Som retarder til lastbiler opstod efter krigen franske Telma 1955 og siden spanske Frenelsa med et produkt der monteret på lastbiler, busser kan stort set eliminere brugen af de mekaniske bremser. Opbygget med to støbte stål rotor monteret, på en gennemgående aksel, på hver sin side af en stator med 20 elektromagneter. Denne populære og gennem det store produktionstal billige elektrodynamiske bremse benyttes af Bosch, Hoffmann, MAHA og Mustang på alle *rullefelter* som kraftoptagende enhed. Retarderen er kun luftkølet hvorfor noget forsigtighed omkring egenopvarmning skal iagttages.

Elektronisk Diesel Control, EDC er fremtidens styring af Diesel-motoren og kan deles op i flere principper. Alle systemer har dog det til fælles, at et større antal sensorer på motoren opsamler informationer om temperatur, tryk, bevægelse, rotation og flow, som sendes til en computer, der behandler dataerne og regulerer motoren herefter. Den seneste tids lovkraft om maksimal hastighed på lastbiler lader sig enkelt kontrollere over computeren. På emissionsiden er der vundet betydeligt i reduktion af emissionerne set i forhold til den uregulerede motor. De største forbedringer med EDC er i princippet opnået under transient kørsel, hvor turbo-tøven nu er ukendt. De grundlæggende og under stationære forhold betydningsfulde forbedringer er opnået ved højere dysetryk, bedre dysedesign og forbedret forbrændingsrum design. BILLED nr? Næstebilled TEKST. Den viste C.A.V. injector til Gardner motore fra 30'erne viser hvorfra designet stammer.

Elektronisk reguleret rotorpumpe - De første på markedet var VW / AUDI med en 4 cyl 1,9 TDI og 5 cyl 2,5 TDI (Turbo Direct Injection) elektronisk styret Diesel-motor kendetegnet ved en usædvanlig god økonomi og lave emissioner. Rover kom medHSD&D..... Bosch type VE der betyder Lucas ????. FIGUR

Elektronisk reguleret dyse for reguleret indsprøjtning af dieselolie er tiltænkt markedet for automobiler med *common rail*, hvor dyse åbningsperiode (duration) og dynamisk brændstofftryk regulerer mængde og tidspunkt. Kan sammenlignes med de såkaldte Pintel-dyser til Otto-motorer, der indeholder et fjederbelastet stempel og en magnetspole til at løfte stemplet fra (ventil-) sædet. FIGUR nr??

Elektron mikroskop SEM - TEM _AFM

.....

Eminox Ltd. fra 1978 er Englands / Europas største producent af rustfri special lyddæmpere til tunge køretøjer. Firmaet er i 1993 blevet EU distributør af *Johnson Mattheys* produkter til både automobil industrien og til Retro-fit. *Svenska Emissionsteknik* støtter udviklingsprojekter og lobbyarbejder for det interessante *CTR* system. I England tilbyder Eminox også systemerne *ERT* og *GreenCat*, et produkt fra 1994 opbygget af 3 monolither, et WFFilter i midten og med en katalysator på begge sider. Når modtrykket stiger i WFF på grund af stor sodmængde, sprøjter styringen en lille mængde dieseloile ind i udstødningsgas røret. Den første katalysator oxiderer straks olien, hvorved gas temperaturen stiger så meget, at soden oxideres i WFF. Den sidste katalysator sikrer, at ingen oxiderbare forbindelser undslipper. HSD&D June 95 page

Emission betyder udslip i modsætning til immission der betyder indholdet i luften, koncentrationen.

Emissions faktor beregning mellem

g/kW/t - g/km g/l MJ

..... SCS

Emissions måling benyttes efter 1970'erne til at minimere køretøjets emissions belastning. Tidligere alene anvendt for at optimere motoren driftsbetingelser.

- Verdens første udstødningsgasmåling på en *Diesel*-motor blev foretaget af kemiker Hartenstein fra Krupp der hos MAN i 1896 målte på Rudolf Diesels anden forsøgs motor med Hempelsche buretter. Resultatet var at motoren arbejdede ved alt for lille Lambda-tal hvorved den dels osede voldsomt og ikke kunne leverer den forventede effekt. Årsagen var ringe *volumetrisk effektivitet* da ventiler og indsugningskanler var designet alt for småt. Dog var CO indholdet kun 0,1% til stor tilfredsstillelse for Diesel.

- Daimlers 4 cyl automobil Otto-motor type Phoenix af sideventileret fire-takt konstruktion i 1899 blev forløberen for verdens første Mercedes i 1901. Testet af *Ricardo* 1906 i England opsat på et dynamometer i Cambridge med mekanisk friktionsbremse. Faktisk er det to stk 2 cyl sammenstøbte cylinderhuse der monteret på fælles blok giver den meget lave vægt på 336 kg. Bosch leverede den elektriske magnetænding. BILLED

- Boring på 90 mm slag på 130 mm

- Kompression 3,85:1

- Slagvolumen 3.316 cm³

- Omdrejningstal 250-1.400 o/m

- Effekt 17,6 kW/1.000 o/m

- BMEP 57,5 kPa ved 600 o/m, fuld last og mekanisk virkningsgrad på 85%.

Daimler 4 cyl Phoenix under	kW/o/m	Manifold	Brændstof	forbrug	CO	O ₂	CO ₂
-----------------------------	--------	----------	-----------	---------	----	----------------	-----------------

stationære forhold		tryk kPa	MJ/kg	g/kW/t			
Omtrentlige målte værdier i %	8/750	±3,4	Benzol 43,8	465	0,7	0,2	13,5
Effekt måling	17,6/1.000	±10	Benzin 39,45	462			

Til emissionstets benyttes Benzol med vægtfylde på 0,72 og 43,8 MJ/kg energi gennem den originalt monterede og optimalt justerede Daimler dyse-karburator. Den maksimale total virkningsgrad under optimale forhold blev 20%. Desværre kunne dette ikke holdes med varierende belastning hvor CO kunne svinge helt op til 10% og virkningsgraden droppe til 15%.
Se desuden.-

Emissions lovgivning - At der i Danmark tidligt var interesse for emissioner viser følgende uddrag af "Politivedtægt fra Præstø Amts Landjurisdiktion" fra 1902. Der skrives om "at vogne, som uden at være Sporvogne, føres fremad ved anden Bevægkraft end Dyr eller Mennesker, skulle følgende iagttages" under punkt 3: "Drivkraften må virke uden Støj og uden udstømning af Røg eller Damp".....

Emissions reduktion foretages gennem....

- udskiftning af den gamle bilpark
- forbedret kontrol med eksisterende køretøjer gennem periodisk syn
- forbedret brændstof
- lokal trafik omlægning og optimering af kollektiv trafik
- vejomlægning, gennemtænkt lysregulering
- montering af retro-fit katalysatorer, som i Tyskland

Emissions sammenligning af forskellige drivmidler testet på få år gamle middelstore stempelmotorer (100-250 kW) uden eller med efterbehandlingsudstyr som tre-vejs katalysator (3WC).

For LPG, CNG, Methanol og Benzin benyttes der gnisttændingsmotorer. For Diesel, Rapsolie (ROME) og DME benyttes der kompressions tændingsmotorer. Virkningsgraden og brændstofforbruget vises for optimal drift. Ved lavere belastning øges forskellen mellem gnisttændingsmotorer og kompressionstændingsmotorer.

CO₂ emissionerne beregnes kun for motordrift - evt. CO₂ udslip ved produktionen af brændstoffet medregnes ikke. Emissionerne er afhængige af motorkonstruktion og vedligeholdelsestilstand. Partikel emission <0,03 g/kW/t stammer stort set kun fra smøreolien. Det ses at motorens evne til at omsætte brændstoffets energi til mekanisk arbejde er stærkt afhængig af motortype og brændstof. Se virkningsgrad.

Typiske værdier g/kW/t	CO ₂	CO	HC	NOx	Partikler	Svovl	forbrug	Maks. virkningsgrad
Let-Dieselolie	670	1-3	0,4-2,5	8-12	0,3-1	0,1- 0,5	>210	45%
LPG - mager	780	2-6	1-12	2-8	< 0,03	< 0,01	>260	31%
LPG - 3WC	840	1-3	0,5-3	3-5	< 0,03	< 0,01	>280	30%
CNG - mager - 2WC	675	3-6	1-12	1-4	< 0,03	< 0,01	>245	33%
CNG - 3WC	715	1-3	0,5-3	1-3	< 0,03	< 0,01	>260	32%
Benzin - 3WC	890	5-7	0,3	2-4	<0,06	< 0,1	>280	28%
Methanol	620	1-3	0,5-3	2-5	< 0,03	0	>450	29%
Rapsolie	660	1-3	0,5-3	8-12	0,3-1	<0,5	>230	40%
DME	600	1-3	2-4	1-3	< 0,03	0	>310	40%

Emissions-sammenligning af forskellige gennemsnits nye køretøjer i typisk bymiljø i Holland i 1993.

Typisk køretøjs emission i gram/km	Brændstof	CO	HC	NOx	TPM
Personbiler	Benzin	17	3,2	1,5	0,06
Personbiler	Diesel	3,5	1,1	1,2	1
Varevogne	Benzin	28	4,5	2,8	0,1
Busser	Diesel	14	10	15	5

Små lastbiler 3,5-5,5 ton	Diesel	4	2	6	1,5
Lastbiler 5,5-12 ton	Diesel	10	7	10	3,5
Lastbiler >12 ton	Diesel	13-16	9-12	13-20	5-7
Knallerter to-takt <50 ccm	Benzin	5	4	0,05	0,06
Motorcykler fire-takt >55 ccm	Benzin	20	2	0,2	0,05

Sammenligneligt med Danske forhold.

Emissions-sammenligning af forskellige årgang 1985-90 gaffeltrucks med typisk 2-4 liter slagvolumen gaffeltruck-motore i 40-60 kW klassen ved normal drift. Gnisttændingsmotorerne er u-regulerede og der er ikke monteret efterbehandlings-udstyr af nogen art.

Emission - Drivmiddel	CO %	HC %	Partikler Bosch	NO _x ppm	NO ₂ ppm
Benzin	1,0-2,0	0,2-0,8	0	500-3.000	50-800
LPG	0,5-1,0	0,1-0,4	0	500-1.500	50-400
Diesel	0,005-0,4	0,01-0,1	0,5-3	100-1.500	0-200

Vejledende for at give læseren en hurtig oversigt over de principielle forskelle.

Emissionsteknik AB - se Svenska Emissionsteknik

Emissions udslip fra fly som en Boing 747 med 4 stk JT 9D motorer regnes i kilo/time.

Driftsform	CO kg/t	HC kg/t	NO _x kg/t
Tomgang på jorden	168	36	13
take-off	13	4	1340
climb	22	4	840
March ...	72	6,5	104
Landing	72	6,5	104

Moderne forbrændings-turbiner har generelt lave emissions udslip og for NO_x ofte i området 200 ppm ved optimale driftsbetingelser. Beregnet er emission/person/km væsentligt lavere for fly end for personbiler med tre-vejs katalysator. I nærheden af lufthavne er det ikke ubekendt at der kan være øget koncentration af emission. F.eks. fra Charles de Gaulle Airport hvor der er en beregnet NO_x øgning på 3000 ton/år.

Emissions udslip fra antikke biler - Dugald Clerk målte meget omhyggeligt i 1907 på et Siddeley automobil med 4 cyl 18 HK motor på 3,5 liter slagvolumen der var kvadratisk med både boring og slag på 4 tommer. Motoren var udrustet med en dyse/spray karburator og arbejde på Benzin. Gasanalysen blev udført på gaden under de aktuelle forhold! BILLED

Omtrentlige værdier i %	CO	HC	CH ₄
Motor i tomgang ved 400 o/m	0,5	0,2	0
Motor ved 1.000 o/m og halv last	5	2	0,9
Motor ved 1.000 o/m og fuld last	3,5	1,1	0,3

Efter vore dages målestok osede den ret betydeligt.

..... BILLEDTEKST Indianapolis Motor Speedway åbnede i 1909 med et tre dages stævne hvor 5 blev dræbt og mange forurenede slemt af de betydelige emissionsudslip.

..... BILLEDTEKST En amerikansk Locomobil Old 16 med 16 liters motor i et sving 1908 på Long Island i Vanderbilt Cup. Alle målingerne er udført på Laboratoriet for EnergiTeknik på DTU.

Emissions udslip fra automobiler med Otto-motor i perioden 1960 til 1985 som

.....
 Udviklingen af lovgivningen i USA der viser ganske betydelig

gram/mile	HC	CO	NOx
1967	11	87	5
1968	3,4	34	
1972	3,4	39	
1975	0,4	3,4	3
1980		3,4	0,4

.....

Emissions udslip under acceleration fra automobiler med Otto-motor er ganske betydelig. Idette eksempel er fordelingen målt uden katalysator efter ECE cycle midt i 70erne.

Typisk fordeling	vol %
Tomgang	10
Cruise	40
Acceleration	40
Deceleration	10

Målt på en

Emitec GmbH er verdens største producent af *metalfolie substrater* beregnet alene til oxidation katalysatorer for både Otto- og Diesel-motorer. Opkøbt først i 90erne fra InterAtom af GKN Automotive AG og Siemens AG i 50/50 joint venture. Metalit™ substraterne fremstilles af høj-legeret FeCrAlloy (Ferrum, Chrom, Aluminium, Yttrium legering) 40 mm tykt valset folie, der korrugeres og rulles sammen som bølgepap og vakuumloddes i kontaktpunkterne. Et stort antal patenter beskytter den avancerede teknologi og det specielle S-design, der yder meget stor tolerance overfor thermalt stres. Firmaet dækker >10% af det totale verdensmarked for *monolither*, men over halvdelen af markedet for foliemonolither. Produktet er kendetegnet ved meget stor mekanisk styrke, vibrations resistens og et meget effektivt areal/volumen forhold. Desværre er det også flere gange dyrere end Cordierite substrater. Emitec coater ikke selv substrater, som f.eks. Degussa kan tilbyde. Den anden betydelige tyske producent var folie specialisten Behr GmbH der dog først i 90'erne solgte rettighederne til Emitec. Emitec fremstiller også speciel katalysator monolither med lavt cpsi og stor styrke for rally, formel-1 og andre racerbiler. Emitec har udviklet et overraskende avanceret *katalysator, EHC* koncept. FIGUR

Energi - Siden 1976 hvor Danmark ved lov overgik til SI målemetoder har vi i stadig større omfang benyttes os af

$$Effekt(kW) = \frac{Moment(Nm) \times N(\min^{-1})}{10.000}$$

måleenheden kilo Watt forkortet til kW. Den af en hvilken som helt motor afleverede effekt kan udregnes i kW efter følgende formel baseret på data opsamlet f.eks. under stationære forhold i et motorlaboratorium. Nm = drejningsmoment der aflæses på dynamometerets lastcelle, N = omdrejninger. Een HK = 0,76 kW og een kW = 1,36 HK.

Energi balance giver et billede af, hvor god en motor konstruktion er til at omsætte brændstoffet til mekanisk arbejde, og hvor meget der går tabt. Se desuden virkningsgrad. FIGUR

Energiforbrug og miljøbelastning hænger nøje sammen og indgår som et parameter, når forskellige transportformer evalueres i forhold til en bæredygtig udvikling på ressource- og miljøområdet. I nedenstående tabel fra Trafikministeriet er energiforbruget angivet som MJ/pkm (mega joule person kilometer) for persontransport og MJ/tkm (mega Joule ton kilometer) for godstransport.

	Energi effektivitet	Typisk belægningsfaktor
--	---------------------	-------------------------

	1988	1990	2005	2010	1988	1990	2005	2010
Automobiler	1,42	1,44	1,28	1,23	1,7	1,7	1,7	1,7
Busser	0,72	0,72	0,63	0,61	18,6	18,6	18,6	18,6
Persontog	1,11	1,11	0,80	0,72	67	67	61	67
Færge	8,28	8,28	7,65	7,45	137	137	137	137
Fly	1,84	1,84	1,63	1,56	47	47	47	47
Lastbil-MJ/tkm	2,34	2,34	1,87	1,73	6,8	6,8	7,5	7,8
Varevogn-MJ/tkm	61	61	46	44	0,1	0,1	0,1	0,1
Godstog -MJ/tkm	1,10	1,10	0,62	0,61	111	111	168	168
Fragtskib-MJ/tkm	0,67	0,67	0,62	0,61	600	600	600	600

Ved beregning af energiforbruget skal Energi effektivitet sammenholdes med belægningsprocenten. Det ses herefter, at det specifikke energiforbrug i f.eks. et halvfyldt Boeing 727 fly (50% 2,89 MJ/pkm) svarer til det specifikke energiforbrug for en person i en lille eller middelstor automobil (25% 2,61-2,98 MJ/pkm).

Desværre er *transportsektorens energiforbrug* steget væsentligt de sidste 25 år med øgede miljøproblemer til følge. Energiforbrug er inde i en ikke bæredygtig udvikling hvor transportsektorens andel af det samlede EU energiforbrug i perioden fra 1960 til 1994 er steget fra 16,7% til 30,8%.

Energiministeriet er Handlingsplan - Energi 21 - der .

..... Gennem mange år støttet dansk forskning via EFP, Energiministeriets Forsknings Program der sigter på at fremme

.....
.....

Energi økonomi gennem konvertering fra en type flydende Hydrocarbon baseret råvarer til anvendelige drivmidler involverer tab. Råvare energi indholdet er 100% hvorfra der skal trækkes procestab. Det samme regnestykke kan gøres på basis af emissions udslip og CO₂ udslip men er for denne bog for omfattende.

Råvaren	1. Fase	tab	2.fase	tab	Motortype	Motor tab	Total virkningsgrad
Naturgas	CNG		DME		Diesel		
Naturgas	CNG				Otto		
Rå-olie	Benzin				Otto		
Råolie	Diesel				Diesel		
Bio - Raps					Diesel		
Bio - korn m.m.	Ethanol				Otto		

Motor-tab er forskellen mellem virkningsgrad og 100%

Energi økonomi gennem konvertering fra en type fastform Hydrocarbon baseret råvarer til elektrisk energi involverer tab. Råvare energi indholdet er 100% hvorfra der

Råvaren	indfyret	tab	afleveret varme	tab	Motortype	Motor tab		elektrisk effekt kWh
Halm	damp				turbine			1,2
Halm					Otto			
Flis					Otto			
Olieeksempel								
Naturgas					Otto			

Engelhard, Charles (1917-1971) - Det er nok de færreste bekendt, at den skotske forfatter Ian Flemming i sin James Bond roman "Goldfinger" har uødeliggjort netop den person, der for alvor markedsførte *automobilkatalysatoren*. - Det hele begyndte lidt før århundredskiftet, da faderen, Charles Engelhard Senior, en rolig og flittig mand rejste fra Europa til USA, hvor han bosatte sig i staten New Jersey. Fra Tyskland medbragte han sin viden om ædelmetal med det formål at starte en afdeling af *Heraeus AG* i USA. Markedet var gunstigt for handel med og især omsmeltnings og raffinering af guld og sølv. Derfor købte han i 1920 for private midler det etablerede firma Baker & Co. Inc., som gjorde det i metaller til smykkeindustrien og landets tandlæger. Efter at have tjent en formue i det der nu var hans eget firma, giftede han sig med ingen ringere end datteren af direktøren for det tyske Heraeus AG. Således havde deres lille søn Charles W. Engelhard Jr. rigeligt med ædelmetal i blodet, da han blev født under 1. verdenskrig. Under 2. verdenskrig deltog Charles Jr. som flyver i US Airforce, blev dekoreret og gik 5 år efter krigen ind i faderens virksomhed med dengang 1500 ansatte. Med drengens store evner for handel steg medarbejderstaben til ikke mindre end 20.000, da den toppede sidst i 60'erne! Charles Engelhard Jr. overtog forretningen efter sin far, og det er bemærkelsesværdigt, at han både ejede og drev butikken som et enkeltmands firma, fra 1960 under navnet Engelhard Corp.. Han var en mand med en stor karisma og altid på farten for at tilse firmaets mange afdelinger. Det formidable handelstalant blev suppleret af et talent for at føre sig frem og for at skabe omtale. Han rejste kun i mørkeblå Rolls Royce - han havde to! Nummerpladen nød beskeden påskriften Pt 999 (Pt for Platin og 999 for Lødighed). De engelske myndigheder ville ikke tillade flere 9 tallere! Den ene Rolls var altid i hans BAC/111 privat fly, som han selv havde certifikat til at flyve. Den anden Rolls stod parat i lufthavnen ved næste destination. Det er selvsagt, at han altid medbragte et større antal guldbarrer i begge biler. Charles Engelhard Jr. rejste over hele verden, handlede i ædelmetaller og opkøbte ligefrem miner. Dette førte til, at der ophobede sig betydelige mængder Platin på virksomhedens fabrikker som et "restprodukt" fra guldudvindingen. Modsat guld var platin endnu ikke klassificeret som værdifuldt og opbevarede derfor i trækasser uden for panserboksen med guld. Sølv stod stablet på paller udenfor fabrikkerne, dog bag hegn. Charles Engelhard Jr. blev med tiden kendt som "Mr. Platinum". Han havde simpelthen støvsuget markedet for Platin. Junior forstod imidlertid også at leve et rigt socialt liv. Blandt andet lærte han Ian Fleming at kende. Formentlig kendte de hinanden fra krigens tid. Det siges, at Fleming endog havde aktier i datidens mest kendte væddeløbshest Nijinsky, selvfølgelig ejet af Engelhard. Et resultat af dette bekendtskab blev bogen "Goldfinger" fra 1960, senere filmatiseret med Sean Connery i hovedrollen som James Bond Agent 007. Hvem husker ikke nyligt afdøde Gert Frobe som Mr. Goldfinger, stor, kraftig og rødhåret i gul Rolls med døre og skærme af det pureste guld. I øvrigt en meget vellignende skuespiller. Dele af filmen blev i øvrigt optaget på Charles Engelhard Jr.'s hesteranch i USA. I en anden del af underholdningsindustrien sidst i 60'erne, hørte vi den mørke sangerinde Eartha Kitt synge om et stort begær efter aktier i et mineselskab, tydeligvis inspireret af Engelhard Corp. og det meget omfattende selskabelige liv, Mr. Platinum førte. Sidst i 60'erne var Charles Engelhard Jr. "presset" til at finde en anvendelse for al det Platin, han havde "på lager". Byen Los Angeles begyndte at få alvorlige problemer med luftforurening forårsaget af de mange "dollargrin", som ofte var forsynet med Benzín hungerende 6 og 8 liters Otto-motorer. Kombinationen af disse to kendsgerninger er baggrunden for opfindelsen af den "Katalytiske Konverter", der er i stand til at omdanne CO og HC i udstødningsgassen til CO₂ og vand.

Engelhard Corporation er en amerikansk virksomhed med hovedsæde i New Jersey, USA, omkring 4.500 ansatte og oprindeligt med speciale alene i ædelmetaller. Det var det første firma world wide, der sidst i 60'erne udviklede coating af katalysator monolither med ædelmetal for siden at opfylde de helt nye californiske krav til luftforurening. Siden Engelhard introducerede den første automobil-katalysator i 1974, har de leveret coating til ~40% af de fremstillede personbiler alene i USA, svarende til >150 x10⁶ enheder, der har sparet naturen for betydelige emissionsudslip, vurderet til ikke mindre end 17 x10⁶ ton NO_x, 180 x10⁶ ton CO og 14 x10⁶ ton HC. Virksomheden har mere end 40% af verdensmarkedet som *Coater* med coatingfabrikker i Huntsville (Alabama - USA), Hannover (Tyskland) og i Sydafrika. Senest er de gået ind i et samarbejde med W.C.Grace, som er metalfolie monolith producent. De opererer indenfor alle ædelmetaller for porcelæns industrien, overfladebehandling af metaller og nu også indenfor pigmenter til maling, plastik og en masse andet. 1995 omsætningen blev på mere end 2,7x10⁹ US\$. Lancerede i 1995 den i USA særdeles omtalte *Ozon-katalysator*, Pream-Air. Repræsenteres i Skandinavien af *EngTech*.

Engelhard Ltd. i England blev oprettet i 1974 som selvstændig *System Producent* med nu 25 ansatte og en betydelig producent af retro-fit Diesel-motor-katalysator og oxidations- katalysator systemer som: *PTX*, *TWX* samt dieselpartikelfilter systemerne *STX* baseret på cartridge og *DPX* baseret på WFF. I 1997 blev ETX konceptet introduceret, et emissions kontrol system til Urban-buses i USA baseret på Engelhard *CMX* kombineret lyd-dæmper/katalysator og *GPX* forbrændingskammer keramisk coating. *PTX* blev opfundet i 1968 i USA som en konkurrent til *Oxi-Catalyst*. Engelhard Corp. startede *PTX* produktionen i New Jersey, USA hvor Bill Wells fik til opgave i tiden 1971 til 80 at opbygge hele retro-fit markedet. Efter hans tid med nogen turbulens blev produktionen flyttet til byen Cinderford på Engelhards metallurgiske hovedfabrik, og sidst i 80'erne flyttet til den lille by Coleford, tæt på floden Severn, som en selvstændig virksomhed. Over en lang årrække indtil 1993 ledet af Peter Allan, tredje generation da bedstefaderen var økonomichef for Charles Engelhard Jr. Repræsenteres i Skandinavien af *EngTech*.

Engine Control Systems Ltd. © er en Canadisk virksomhed (forkortet til ECS) fra 1980 nu med omkring 90 ansatte. Robert Fraser kom fra *Engelhard*, hvor han var fra 1968 til 73 i Cinderford og fra 1977 til 80 i Canada. Bob var den første der introducerede metal-folie katalysatorer som retro-fit til Diesel-motore. Mineindustrien startede i 1982 denne trend og ECS sidder stadig på 80% af dette marked. Siden 1995 100% ejet af *Lubrizol* og med kontorer i England og Sydamerika er ECS verdens største såkaldt *System Producent*. ECS tilbyder en stor vifte af katalysatorer og partikelfiltre til retro-fit og sidder f.eks. på 70% af mineindustri markedet world-wide. De kom på markedet med egen

coatede keramiske monolith *Diesel-motor-katalysatorer* først i 80'erne, *DZ-Kat*, og trådte dermed tidligt ind blandt den eksklusive klub af *Coatere*. Siden midt i 80'erne har ECS udviklet sig til også at coate partikelfiltre og metalfolie monolither.

Santiago i Chile har et indbygger tal på 4×10^6 der på trods af et Metro system benytter 12.500 busser til overflade transport. Forureningen er derfor ganske betydelig. Regeringen brugte omkring 1990 i området af 5×10^6 US\$ på at undersøge hvorledes emissions udslippet fra alle de gamle busser kunne reduceres. Konklusionen blev blandt andet at vedligeholdelses niveauet var alt for lavt, en stor del af busser fra udsidte og to-vejs katalysatorer til en hvis grad kunne hjælpe. I 1993 udbyder bystyret derfor for første gang transport opgaverne i licitation med den bemærkning at køretøjerne skal opfylde USA-91 emissions krav. Der foretages skrotning/udskiftning over 2 år af 5.000 busser med nye der bygges lokalt og udrustes med en i Tyskland bygget OM 366 Eco Diesel-motor fra Mercedes Benz. ECS leverer 2.000 katalysatorer til en række andre busser. Anstrengelserne har en mærkbar effekt på by-miljøet.

De ædelmetal coatede partikelfilter systemer, *CatTrap*, fremstilles for tiden i 5 forskellige størrelser med Corning filtervolumen på indtil 60 liter (15x18). Stort set alle ECS modulserier som *EZ-Trap* og *Purimuffler* kan sammenbygges med lyddæmper efter behov. *TermiNOx* er en til LPG drevne køretøjer total løsning med egen produceret Lambda sonde styring og katalysator. Fra foråret 1997 kan de fleste Diesel-motor katalysator systemer leveres med 300 cpsi keramiske monolither, hvilket øger overfladen med 50% for betydelig effekt på PAH og partikel emission. ECS's grundlægger Robert Fraser tog initiativ til oprettelsen af - AdHoc Diesel Committee - en gruppe, der forener kræfterne mellem industrien, regeringen og universiteterne til forbedring af arbejdsmiljøet i Canada. Fra 1986 var Awimex AB distributør i Skandinavien. I 1995 gik Awimex sammen med *Unikat AB*, hvori ECS købte en 34% aktieandel i 1995. BILLEDnr??

EngTech Scandinavia A/S blev oprette i 1952 som Engelhard Industries A/S, et datterselskab af amerikanske Engelhard Corp. med det formål at sælge/købe ædelmetaller. Siden midt i 1969 er der markedsført katalysatore til såvel Otto- som Diesel-motore som retro-fit.

Den første katalysator (PTX-4) i Danmark blev solgt i 1969 til Faxe Bryggeri og monteret på en 1,2 ton Atlas LPG gasdrevet gaffeltruck udrustet med VW 1200 4 cyl bokser Otto-motor. Da der var ikke monteret *venturi* hvorfor der til tider måltet lidt CO.

Testen blev udført af Teknologisk Institut, Automobil- og Motorteknisk Afdeling dengang beliggende på Hagemannsgade i København. Test 1 er med påløb ned af en bakke, test 2 er op af samme bakke, test 3 på vandret vejbane med en 16 ton hængere. Testen blev overraskende udført på to forskellige Atlas trucks hvorfor resultaterne skal korrigeres voldsomt for forskellig motorjustering.

Emissions udslip i %	Test 1	Test 2	Test 3
Uden katalysator	2,5-3	0,2	2-3
Med katalysator	0,5	0,5	0

I 1989 overtog ledende medarbejdere gennem et management buy-out firmaet, som herved skiftede navn til det nuværende. Repræsenterer alle Engelhard produkter i Skandinavien. Se desuden PTX, DPX, STX og TWX.

Entreprenør maskine produktionen world wide

..... O&K

CASE

Volvo

Liebherr

Komatsu

..... . CAT 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.

..

Entreprenør udstyr sammenligning af standard retro-fit partikelfiltre fra forskellige leverandører til en dumper..... Vejledende.....

Diesel-motor 10 liter TD	Pris	Regen. princip	Daglig service	CO+HC katalysator	% Partikel seperation
Deutz		Oliefyre	ja	nej	90
ECS		Coating	ja	ja	90
Stobbe		additiv	nej	ja	95

Unikat		elektrisk	ja	nej	90
ETB		elektrisk	ja	nej	90
HUSS		elektrisk	ja	ja	90

For dybtgående information se under den enkelte leverandør.

EPA er en forkortelse af Environmental Protection Agency og den nationale organisation, der i USA varetager regler, lovgivning og certificering omkring miljø. EPA modsvarer vores *Miljøstyrelsen* og det Tyske UBA, Umweltbundesamt, det Svenske Naturvårdsverket. Se desuden CARB. I 1974 indførte EPA over hele nationen den første regulering af væsentligt omfang for Benzol der satte maks grænser for Bly på 0,013 g/l og et min. på 91 Oktan. En forberedelse for indførelse af to-vejs katalysatorer på alle nye biler fra 1975. I praksis viste det sig at Bly indholdet op gennem 80erne lå på 0,0003 g/l og midt i 90erne er det tæt på umuligt at måle.

Ernst GmbH er en betydelig tysk lyddæmper producent der siden midt i 1980erne desuden har optrådt som *System Producent* på det Europæiske marked.

Joseph Ernst startede så tidligt som i 1919 med at fremstille udstødningsystemer til Otto-motorer. I 1934 blev det første patent udstedt i Deutches Reich og starten på en hastig vækst. Konceptet byggede på et elastisk spiralelement monteret på langs i dæmperen der lignede en flaskerenser.

Partikelfiltrene er et "full flow burner system" til lastbiler baseret på et antal *Nextel* Cartridge filterrør indbygget i en cylindrisk beholder. 300 systemer skulle være i brug, dog kun i Tyskland, fortrinsvis på kommunalkøretøjer og renovationsbiler. Systemet regenereres med et 150 kW modulerende oliefyr og et meget avanceret styringssystem, der under drift opvarmer den totale udstødningsgas mængde og dermed filteret og de akkumulerede partikler til 700°C.

FIGUR

Ernst Partikel Filter - % reduktion	Modtryk	CO	HC	NOx	Partikler
MB motor	<15 kPa	0	0	ingen	>85

At sammenligne med princip som også *Deutz* og *Zeuna Stärker* benytter.

ERT er varemærket for et partikelfilter system til industrielle køretøjer som gaffeltrucks fra *Eminox Ltd.* i England. Konceptet er opsamling af soden over en 8-10 timers drift cyklus med op til 80% effektivitet på et keramisk WFF, der regenereres ved elektrisk opvarmning gennem tilslutning til et væghængt modul eller ved afmontering af WFF filtersystemer, der manuelt placeres på en afbrændingsstand. Systemet kan leveres med indbygget oxidation-katalysator. FIGUR

Dieselfilter ERT, % reduktion	Modtryk	CO	HC	NOx	Partikler
??	<10 kPa	>70	>60	ingen	>85

ETB GmbH - Energitechnik Bremen GmbH - er en nyere *System Producent* startet af J. Blaha, der til motorer fremstiller; lyddæmpere (absorption), partikel filtersystemer baseret på keramiske WFF monolith substrater og oxidation katalysatorer på basis af metalfolie monolither. For gaffeltrucks og lignende type driftscyklus fremstilles 5 størrelser partikelfilter systemer (20-60-120-180-200 kW) der arbejder efter princippet at opsamle soden under 8-10 timers drift og opvarme hele monolithen med et i filtermodulet under monolithen placeret rør-el-varmelegeme (fra 1,6 til 6 kW) og 230 volt centrifugal ventilator der forsyner konceptet med luft for renbrænding af filteret. Køretøjet tilsluttes et 230/400 volt AC, og renbrændingen tager 25-90 minutter afhængig af system størrelsen.

Billedet viser et sammenbygget system med en ret lille oxidation katalysator straks før den lodrette filter konstruktion på en svensk gaffeltruck med 4 cyl Diesel-motor. El-motoren, der ses under filteret, sørger for forbrændingsluft under regenereringsprocessen. Der er mindst en hel meter u-isoleret udstødningsrør mellem motor og oxidation katalysator med et temperatur tab på >125°C. Katten kan desværre kun vanskeligt afmonteres for rengøring.

BILLED nr.

ECR 10-120 - % reduktion >300°C	Modtryk	CO	HC	NOx	Partikler
VW 1,9 AFD - 37 kW / 3.000 o/m	<10 kPa	<85	<70	ingen	<85

Ethanol (Ethylalkohol) er en klar farveløs væske der som bekendt fremstilles ved gæring af biomasse baseret på f.eks. kartofler, majs, korn, sukkerrør eller druer og nydes i rimelige koncentrationer i diverse kendte og skattede

drikke. Ethanol er desuden et udmærket motorbrændstof, vel og mærke når det er destilleret op i koncentrationer højere end 96%.

Sammen-sætning	Energi MJ/kg	Damptryk 25°C	Kogepunkt °C ved 101,3 kPa	Densitet ved 20°C og 101,3 kPa	Svovl ppm	% Vand indhold
C ₂ H ₅ OH	36,4	6-7 kPa	78,4	~807 kg/m ³	<0,5	~4

Så tidligt som i 1898 opfordrede den Tyske regering til at anvende *Alkohol* som motor brændstof grundet overvejelser omkring leverings problemer med rå-olie produkter.

Frankrig arrangerede i samme periode mange automobil løb for biler der alene kunne køre på forskellige blandinger af *Benzol* eller Benzin og Alkohol. Et udmærket drivmiddel med vægtfylde 0,835 kendt som "Electrine" var sammensat af 40/50/10 Ethanol/Benzol/Methylalkohol.

Som tidligere var det salgsprisen der regulerede udviklingen også af disse med vore øjne erstatnings drivmidler. I 1906 kostede 100 liter Ethanol 20 Mark der dog efterhånden tabte terræn til stigende mængder Benzin på det tyske marked. Under 1. Verdenskrig steg interessen naturlig nok igen grundet de knappe oversøiske leverancer af rå-olie produkter. I 1937 skønnes der at verdens produktionen var på 750 x10⁶ liter. I 1938 var DDS (De Danske Spritfabrikker) produktionen på 9,6 x10⁶ liter.

Først i 1922 fandt man på en metode til gennem extraktion at fjerne de naturlige sidste 4% vand fra destillations processen maksimale ~96% i styrke. Herved blev produktet langt mere anvendeligt fordi 4% vand i blandinger med Ethanol, og Benzin eller Benzol har tendens til at udskille sig ved faldende temperatur hvilket klart nok giver driftsforstyrrelser. De Danske Spritfabrikker fandt den optimale blanding med maksimalt 25% Ethanol i Benzin. I perioden September 1940 til Oktober 1941 var al motorbrændstof i Danmark iblandet 20% Ethanol fremstillet i Tyskland, som ~20.000 køretøjer benyttede problemfrit.

BILLED-tekst- Ford i USA har fremstillet en serie dual-fuel Taurus FFV (Flexible Fuel Veicle) med 3 liters V6 Otto-motor der kører lige fint på Benzin, som ren Ethanol eller blandinger deraf. Køretøjet er udrustet med sensor der er i stand til automatisk indstille motorens EFI anlæg til drivmidlet. I Sverige er der fra 1997 arrangeret 4 års testkørsel med <180 biler der lejes ud til almindelige forbrugere. Tanknings mulighed sommeren 97 er yderst begrænset, kun 24 steder i hele Sverige og 4 i Skåne. På ren Benzin yder motoren 146 kW og på ren Ethanol 154 kW.

Siden 1931 har Brasilien, under navnet "Gasohol", blandet egen produceret 5% alkohol i Benzin stigende til 15-20% midt i 70'erne. Denne 1/5 type drivmiddel fik af flere årsager størst udbredelse først i 90erne. I Brasilien fås også et 100% Ethanol brændstof for specielt ombyggede køretøjer. Gasohol blev udfaset sidst i 1990erne grundet for store produktions omkostninger.

Først i 90'erne kørte forsøgsvis 32 svenske Scania busser i Stockholm by udmærket på destilleret fransk EU overskudsvin. Der findes yderligere kun en enkelt fabrik i Sverige, Örnsköldsvik med begrænset kapacitet, der sætter grænse for anvendelses mulighederne.

Polen har modsat Sverige en ganske betydelig overproduktion af Vodka på 100 x10⁶ liter. Polakkerne kunne kun overkomme at drikke ~130x10⁶ liter i 1996. Overproduktionen tilsættes den blyholdige Benzin med 5%.

BILLED-tekst- I 1996 kører 250 busser på Ethanol fremstillet ... hovedsageligt udrustet med Scania 6 cyl. 7 liters motor med kompressionstænding. Ethanolen er tilsat 5-10% tændingsadttiiv til at hæve cetantallet op til rimelige niveauer. Det specielle brændstof stiller krav til hyppigere udskiftning af indsprøjtningdyser for at holde det rå emissions niveau nede. Udvikling og montering af helt specielle *katalysator for Ethanol drift* var alligevel nødvendigt, blandt andet for at holde Ethansyre (Eddikesyre) produktionen nede.

EU-kommissionen forsøger på basis af medlemslandenes tilslutning at skabe ens forhold

..... Kommissionens målsætning er fra personbiler at:

- reducerer partikel emission med 50-65% år 2010 set i forhold til niveauet 1995
- reducerer NOx og VOC emission med 70% i forhold til 1990

EURO On-Road regler for maksimal emission fra "automobiler", med Diesel-motor, trådte i kraft Oktober

g/km					

EURO On-Road regler for maksimal emission fra "tunge køretøjer", med Diesel-motor >85 kW motor og vægt over 3,5 ton, trådte i kraft Oktober, 1993. Næste skærpelse trådte i kraft Oktober, 1996 kaldet EU 2. De yderligere skærpede regler, kaldet EU 3, forventes at træde i kraft år 2000. EU 1-2 testen er udført under stationære forhold, men forventes ændret til en transient cyklus i fremtiden. EU og USA regler er ikke lige til at sammenligne, men skemaet giver et overblik.

g/kW/t - 13 mode test		CO	HC	NOx	Partikler

USA 1991 transient			1,8	6,8	0,34
USA 1994 transient			1,8	6,8	0,13
USA 1998 transient			1,8	5,2	0,07
USA 2004 transient - forventet				3	
EU 1 Regler 1993 - 13 mode test	I >85 kW	4,9	1,23	9	0,4
EU 2 Regler Okt 96 - 13 mode test	II >85 kW	4	1,1	7	0,15
EU 3 Forslag til 2000 - Oica cycle	III >85 kW	3	0,15	3,6	0,06
EU 4 Forslag til 2005 - Oica cycle	IV >85 kW	3	0,15	1,8	0,06

EU reglerne er senest ændret således, at de handler om motorer med slagvolumen mindre end 0,7 liter og omdrejningstal højere end 3.000 o/m, mod før <85 kW motoreffekt.

g/kW/t - <(0,7liter/3000 o/m)		CO	HC	NOx	Partikler
EU 1 Regler 93 - 13 mode test	I	4,9	1,23	9	0,68
EU 2 Regler Okt 96 - 13 mode test	II	4	1,1	7	0,25
EU 3 Forslag til 2000 - 13 mode test	III	?	?	?	?

EURO Off-Road (*Mobile ikke vejgående maskiner*) regler for maksimal emission for Diesel-motorer Off-Road. Første regulering forventes at blive indfaset fra 1998. Det vil sige køretøjer som entreprenør- og landbrugsmaskiner, der i dag ikke er regler for. Testen er med rimelighed udført under stationære forhold, d.v.s. at motoren er kørt i et *dynamometer* i henhold til ISO 8178 C1 målemetode.

g/kW/t - 8 mode test	kW	CO	HC	NOx	Partikler
Stage I - år 1998-1999	130-560	5.0	1.3	9.2	0.54
Stage I - år 1998-1999	75-130	5.0	1.3	9.2	0.7
Stage I - år 1998-1999	37-75	6.5	1.3	9.2	0.85
Stage II - år 2001-2003	130-560	3.5	1.0	7.0	0.2
Stage II - år 2001-2003	75-130	5.0	1.0	7.0	0.3
Stage II - år 2001-2003	17-75	5.0	1.3	8.0	0.4
Stage II - år 2001-2003	18-37	5.5	1.5	8.5	0.8

EURO Generator anlæg – der forventes en opstramning af EU regler først i næste årtusind.

Exhaust Gas Recirculation, forkortet til EGR, udstødningsgas recirkulation, er den eneste teknisk forsvarlige mulighed for reduktion af NO_x på Diesel-motorer. Der kan opnås indtil 50% reduktion hvorfor EGR også er vidt udbredt på alle nye personbiler med Diesel-motor.

For Diesel-motorer gælder at recirkulation af 15-20%, helst afkølet, udstødningsgas, der opblandes med frisk indsugningsluft, kan reducere temperaturspidser i forbrændingskammeret under forbrændingsprocessen og sænke NO_x udslippet med indtil 50%. Årsagen er at den i EGR gassen indeholdte CO₂ og H₂O har større *mol-vægt* og dermed varmekapacitet end atmosfærisk luft hvorved de NO_x producerende tryk- og temperatur spidser reduceres. Da Diesel-motoren er en luftoverskuds-motor og altid har rigeligt med Oxygen i udstødningsgassen er NO_x reduktion ellers kun muligt ved hjælp af *NOx katalytisk reduktion med SCR*. Anvendelse af EGR er en vanskelig afvejning, fordi der ved realistisk 15-20% EGR samtidigt sker en øgning af partikel- og HC emissionen. Hvis der recirkuleres mere end 20%, øges partikelemission betydeligt. FIGUR. I praksis er det ikke muligt at benytte EGR uden partikelfiltre på andre motorer end de absolut sidste nye personbils Diesel-motorer med elektronisk styret højtryksindsprøjtning og katalysator. På andre, ældre motorer vil partiklerne i indsugningsluften nedbryde smøreløse, give *EGR-problemer* og øge slidtagen på motoren.

EGR udstyr findes ikke som standard eftermonteringsudstyr (retro-fit) p.g.a. mangel på anvendelse af partikelfiltre og kravet om styring af EGR mængden afhængig af motorens driftstilstand. EGR kombineret med et partikelfilter må betragtes som noget nær den optimale løsning for Diesel-motorer. EGR som retro-fit bliver dog først økonomisk

forsvarlig, når flere ens køretøjer kan fordele omkostningen ved den individuelle relativt bekostelige udviklingsopgave. EGR på store to-takt *marine-Diesel-motorer* fungerer med samme høje effekt, dog er denne motor konstruktion 100% tolerant overfor den øgede sodbelastning. Se også vand- indsprøjtning og emulsion. FIGUR EGR for Otto-motorer har været implementeret fra 1972 i USA og består af en temperatur bestandig ~ø12 mm slange og ventil med ~ø10 mm sæde der styret af manifold tryk regulerer EGR mængden. Ved kold motor er EGR slået fra af en termostat. Eksempelvis har en 1978 Ford SOHC 2 liters Otto-motor et EGR flow på 450 l/min med automatgear i Californien og et EGR flow på 185 l/min ved alle andre forhold. Den nyeste Jaguar V8 styrer EGR flow med en Nippondenso stepmotor direkte fra motorens computer.

Export-lastbiler er en gruppe for sig. Markedet 1995 i Danmark er opdelt med 34% til *Volvo*, 32% *Scania*, 15% til hver *MAN* og *Mercedes* og de sidste procent til fordeling mellem Renault, DAF og *Iveco*. Med chauffør skift på køretøjet er det muligt at køre indtil 280.000 km om året. I Europa har vi 1995 ca ?? såkaldte trækere, der flytter ?? ton gods om året svarende til 70% af alt gods. Tallet er stigende på trods af forsøg på at få mere gods over på jernbane. Årsagen må vel ses i, at lastbilen er meget fleksibel, hurtig og har fin kapacitetsudnyttelse. Over de sidste 10 år er der sket sænkninger på 20% i brændstofforbrug, 50% i NO_x emissioner og på mere end 50% for partikler for de disse relativt store Diesel-motorer.

Export-lastbil kørselsforhold giver følgende driftsbetingelser for retro-fit af enten katalysatorer og/eller partikelfilre. *Måleudstyr til driftsbetingelse bestemmelse* forbundet til en Intab AAC-2 data-logger den ?? På en ?? Der arbejde på ?? Over en 4 timers periode.

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

Det ses at

External Combustion Engines - er f.eks. damp-motoren og *Stirling* motoren i modsætning til Diesel og Otto-motoren der er *Internal Combustion Engines*. External Combustion Engines benytter sig af en konstant brændende flamme udenfor arbejdscylinderen. Der er så at sige "en væg", mellem arbejdsmediet, i dette tilfælde damp, og selve forbrændingsprocessen, som energien skal passerer. Emissions udslippet er derfor principielt meget begrænset men da motoren har meget stor brændstof tolerance afhængigt af samme. For Internal Combustion Engines er forbrændingsproduktet også arbejdsmediet. De benytter sig af pulserende flammer inden i selve arbejdscylinderen, pulserne er selve problemet omkring denne konstruktions betydelige emission.

EZ-Kat er en *Diesel-motor-katalysator* fra *Engine Control Systems / Unikat*. Hel-svejsset konstruktion der giver stor mekanisk styrke på et minimum af volumen. Baseret på lokalt fremstillede metalfolie substrater eller, som en nyhed i 1997, på keramiske 300 cpsi WFF substrater fra *Corning Inc*. Fremstilles i 5 størrelser fra EZ40 til EZ80 for motoreffekt fra 15kW indtil 160 kW. Fordelen er en lidt kortere installations længder og lavere pris. Da systemet ikke kan adskilles som *DZ-Kat*, er den nødvendige *vedligeholdelse af katalysatoren* vanskelig. FIGUR

EZ-Trap er varemærket for et partikelfilter koncept fra *Engine Control Systems* baseret på keramiske 300 cpsi WFF substrater fra *Corning Inc*. og *NoTox Corp*. Det primære marked er Urban-buses i USA, hvor lovgivningen kræver 150.000 miles/ 240.000 km levetid. Konceptet er baseret på *dieselolie additiv* regenerering på Kobber basis fra Lubrizol, der regenerer fint ved temperaturer lidt under 300°C i >20% af driftstiden. I perioden indtil 1996 er der udført meget lovende forsøg på *Urban-Buses* i USA og en bus i Paris med EZ-Trap indeholdende det dansk producerede NoTox filter. Projektet blev stoppet som følge af forbehold til en mulig dioxin formation grundet Kobber additivet af EPA med udgangen af 1996. FIGUR