

Acceleration er defineret som medgået tid for at ændre bevægelse (velocity) af en masse i enten hastighed (speed) eller retning. I automobil industrien defineret som den tid det tager af øge hastigheden fra f.eks. 0 km/t til 100 km/t målt i sekunder.

Lidt urimeligt er der gjort grin med køretøjer der brugte så lang tid for at akselerere til 100 km/t at en afrivningskalender var nødvendig. Denne gruppe køretøjer, som f.eks. 2CV'en hørte til har vist ganske fin brændstof økonomi, høj virkningsgrad og ofte lavt emissions udslip.

Den i EU benyttede cyklus til at definere og opnå certificering af automobiler på området emissioner indeholder ikke ... acceleration eller motorvejskørsel. Hvorfor emissionsudslip ved kraftig acceleration eller hvis pedalen bliver presset i bund ligger udenfor denne certificerings-cyklus. Det ses i praksis til tider som en synlig sky af emission selv på helt nye køretøjer..... Rugtet går at de mere avancerede EFI systemer med hukommelse er i stand til at genkende EU cyklus og omjusterer motor parametre såfremt de bliver testet. Dette tricks sikrer en motor der til daglig kan operere med Lambda betydeligt mindre end 0,99 for større accelerations evne.

Adiabatisk tilstand - et legeme der undergår en *thermodynamisk* tilstand hvor der hverken tabes eller tilføres varme til omgivelserne. Den hypotetiske adiabatisk motor tilføres energi, som f.eks. et drivmiddel og omsætter den totale energimængde til mekanisk arbejde (kinetisk energi) uden der tabes varmeenergi til omgivelserne. Den *keramiske motor* blev anset for en potentiel adiabatisk motor for år tilbage. *Virkningsgraden* for forbrændingsmotorer ligger efter 100 år stadig i området 10-45% og derfor langt fra det optimale.

Additiver til Benzin er en nødvendighed for at opnå egenskaber, der reducerer korrosion, skumning under tankning, smøring af indsprøjtnings udstyr m.m.

Additiver til diesellole er en nødvendighed for at opnå egenskaber, der reducerer korrosion, skumning under tankning, smøring af indsprøjtnings udstyr m.m. Additiv pakken består afI automotive Diesellole tilsættes der gennemsnitligt <1 %

De helt specielle *diesellole additiver* til regenerering af partikelfiltre er baseret på Kobber, Jern eller Cerium, som tilsættes i mængder mellem 30 og 200 ppm.

Additiver til olier defineres som olieopløselige kemikalier, der i små mængder tilsættes både smøre-olie, Diesel-olie, Benzin og andre drivmidler for at give dem særlige egenskaber. De som oftest organiske metalsalt baserede additiver tilsættes i mængder op til 20 %. En stigende mængde additiver i olier giver et stigende *aske-rest-indhold*, hvis potentielle indflydelse på især partikelfiltre placeres i udstødnings gasstrømmen er stor. Kun i mindre grad påvirker det katalysatoren, men kræver dog opmærksomhed.

Additiver til smøreolier kan inddeles i følgende grupper ---additiv stigende voldsomt til automotive smøreolier, hvor der tilsættes ~5-10%. I forbindelse med partikelfiltre må det anbefales at vælge *smøreolie kvaliteter* med et minimum af additiver for ~1 % aske-rest-indhold.

..... Med betyder stigende indhold af *Svovl*, *Vanadium* m.m. i HFO, Heavy Fuel Oil falder brændstofkvaliteten, hvorved kravet til smøreolie additiv pakkens størrelse stiger op mod ~20 wt% for *marine Diesel-motorer*.

Addivering af diesellole i forbindelse med partikelfiltre der baserer sig på *regenerering med additiv*, kan denne addivering udføres efter følgende metoder:

1. Opblandet fra olieleverandør
2. Centralt tankanlæg hvor den totale mængde brændstof er opblandet med det pågældende additiv
3. Centralt tankanlæg med individuel addivering hvor den udbyggede tankstander kan levere begge typer olie
4. Hjemmetank på f.eks. 1.000-2.000 liter er et alternativ for et mindre antal køretøjer og kan købes eller lejes fra de store olieleverandører. BILLED nr ??
5. Såkaldt On-Board suspension af additiv i olien der løber til motoren ved hjælp af et på køretøjet doserings apparat tilsluttet en mindre koncentrat beholder.

Logistik er vigtigt, og det kan være en ide at knytte forskellige metoder hertil for flåder med blandede køretøjer. Et system bestående af hængelåse og nøgler til de forskellige køretøjer og tanksteder kan sikre, at der ingen fejl sker. Der er ingen risiko ved at hælde additiveret diesellole på køretøjer uden partikelfiltre udover omkostningen til additivet. De her i bogen omtalte *diesellole additiver* er opblandet i almindeligt Let-diesel-olie og tilhører derfor gruppen af brandfarlige væsker under brandfareklasse 3.

Aldehyder er en gruppe organiske stoffer, der danner mellemlid mellem *alkoholer* og syrer. De omfatter blandt andet *Formaldehyd*, Acetaldehyd (CH₃CHO), Benzaldehyd og Acrolein. Dannes blandt andet ved oxidering af Alkohol hvor Aldehyd emission er interessant i forbindelse med *Methanol* som motor brændstof. Aldehyder står for en overvejende andel af lugten i emissioner fra Diesel-motorer.

BILLED-tekst - Et velkendt problem er stand-by generatorer der kører en kort tid hver dag. Lugtproblemer der generer publikum. Eksempelvis i verdens største dyrehave, Bronx Zoo i New York hvor der er installeret et *kraftvarmeværk*

baseret på en dual-fuel CAT 3516 12 cylindret Diesel-motor der yder 2 MW på 90% naurgas og 10% lav-Svovl Dieselolie. Johnson Matthey har leveret en oxidation katalysator med dimension 1x1,2x1,5 meter specielt designet for fjernelse af Aldehyder. Under lavlast leverer generatoren elektrisk energi til en i gasstrømmen monteret meget stort varmelegeme der øger udstødningssgas temperaturen til >300°C. Over katalysatoren er der under fuld last en temperatur øgning på 20°C til 420°C. Aldehyde emission er reduceret med 95% og PAH med 90%.

Alkohol er en i kemien fælles betegnelse for flere organiske forbindelser, som vi skatter i visse væsker (*Ethanol*), når de er fremstillet ved gæring eller frygter som teknisk og giftigt *Methanol* også kendt som træsprit. FIGUR Alkohol er også et fint drivmiddel for Otto-motorer, men udmærker sig dog ved kun at have den halve brændværdi (26-27 MJ/kg) i forhold til Benzin. Brug af Alkohol i Otto-motorer er derfor forbundet med en del problemer, da motoren må bruge dobbelt så meget brændstof for at yde det samme arbejde. Alkoholer har et højt oktantal og derfor resistens mod selvænding i høj-komprimerede Otto-motorer.

Specifikation 101,3 kPa	Energi MJ/kg	Damptryk kPa 37°C	Smelte- punkt °C	Kogepunkt °C ved	Densitet ved 15°C og	Teoretisk luft behov kg/kg	Mol vægt
Methanol CH ₄ O		31,4	÷97,7	65	790		32,04
Ethanol C ₂ H ₆ O		15,5	÷112,2	77,7	810		46,06
Propanol C ₃ H ₈ O		6,1	÷127,2	97,8	799		60,08
Butanol C ₄ H ₁₀ O		2,3	÷80	117,8	805		74,1
Propylal-kohol C ₃ H ₇ OH				96-99	800		
Isopropylal- kohol (CH ₃) ₂ CHOH				82	790		

Alkohol benyttes med fordel på visse racermotorer. Methanol kræver ~9 gange og Ethanol ~7 gange *fordampningsvarmen* i forhold til Benzin og optager derfor betydelig energi fra omgivelserne. Derved reduceres den termiske belastning af komponenter, som er vanskelige at køle såsom stempeltop og ventiler. Ethanol kræver anvendelse af specielle paknings materialer, men er ikke som Methanol korrosivt. Isopropylalkohol fremstilles kunstigt og finder anvendelse som anti-frost væsker til motorer og afisning på fly ved vintertid. Se også racermotor drivmidler.

Alternative drivmidler ud over Benzin og Dieselolie er blandt andet: Alkohol, ANG, Bio-gas, Bio brændstoffer, CNG, Hydrogen, LPG, LNG, reformuleret Benzin, DME, Rapsolie og elektricitet. Se samme.

Ames test er Ames Research Center er et institut placeret i USA specialiseret i

ANG, Absorbed Natural Gas - er et koncept, der for tiden undersøges for opmagasinering af 150 volumener *naturgas* i eet volumen absorbent, for eksempel porøst *Carbon* (aktivt kul). Absorbenten er indeholdt i en letvægts beholder ved et tryk på <35 Bar. Porerne i absorbenten skal være mindre end 2 nm (0,002 µm) for at kunne udnytte fordelene ved kapillar kondensation. Fordelen er langt billigere og lettere tryktanke. Aktions radius for et ANG køretøj set i forhold til et konventionelt *CNG* køretøj med >200 Bar tanksystem er reduceret til 75% og til omkring 15% set i forhold til dieseldrift.

Animalsk emission - CO₂ og *Methan* fra drøvtykkere produceres ved mikrobakteriel omsætning af føden i et forgæringskammer, vommen, under anaerobe forhold ved gæring. En dansk gennemsnits malkeko på 600 kg producerer ?? kg mælk om dagen på basis af 18 kg tørstof. Fra udstødningen (i praksis opræbes gasserne gennem spiserøret) udsendes omkring 1,3 m³ CO₂ og 0,5 m³ Methan om dagen samt ~50 kg *bio-masse* med 4,3 kg tørstof. Den samlede bestand på køer i Danmark emitterer derfor 90.000 ton Methan om året svarende til 120.000 ton fyringsolie. Skønsmæssigt anslås den samlede drøvtykker bestand på vores klode at udstøde 320 x10⁶ ton Methan om året.

Svin, hvoraf vi har 300 x10⁶ i den vestlige verden (1,5 kg/svin/år) og 500 x10⁶ i udviklingslandene (1 kg/svin/år), er ikke drøvtykkere og bidrager derfor kun med ialt 1 x10⁶ ton Methan.

Den gode Jyske hest kan yde 1-2 HK afhængig af humør over en periode på timer på basis afkg foder der indeholder gennemsnitligt MJ/kg. Som biprodukt afleverer en gennemsnits hest kg CO₂ om dagen og kg *bio-masse*. Methan produktionen er ~18 kg/år. Med 65 x10⁶ heste og 54 x10⁶ muldyr og æsler bidrager de med 1,5 x10⁶ ton Methan/år. Hesten er timer om at pløje hektar mark svarende til MJ/hektar. Til

sammenligning bruger traktoren liter dieselolie med MJ energiindhold..... og er timer om at pløje en hektar.

Den beregnede totale Methan produktion fra samtlige dyr på vores klode anslås til 80×10^6 ton om året..... ???. Se desuden human emission. FIGUR

Aerosoler er dråber eller faste partikler tilstrækkelig små til at holde sig svævende i luften. Der skelnes mellem væskeaerosol (tåge, havsprøjt) og fast aerosol som består af faste partikler (støv, tobaksrøg). En sod partikel med 0,1 μm diameter vil uden ydre påvirkning være flere dage om at falde fra 2 meters højde.

Aerosol er en suspension af mikroskopiske væske eller faste partikler i gas - normalt luft. Eksempler på aerosoler er røg, støv, tåge og smog. Partiklerne i disse systemer holder sig svævende i stedet for at falde til jorden. Egentlige aerosolpartikler er mellem 10^{-7} og 10^{-4} cm i diameter og falder meget langsomt, men turbulente luftstrømme kan holde partikler, der er 100 gange større i luften. Det sidste er ofte tilfældet med tåge. Sodpartikler fra dieseludstødning er cirka 10^{-5} cm til 10^{-4} cm i diameter. I stillestående luft tager disse partikler ??Stokes lov?? timer om at falde 50 cm (kurver??)

Aromater er organiske forbindelser af *Hydrocarboner* med lange kemiske kæder. Nogle vigtige aromatiske HC forbindelser er *Benzen*, Toluen, Xylen, Ethylbenzen, antracen, naphthalen. De nævnte aromatiske forbindelser er meget sundhedsskadelige og bevist eller under mistanke for at være kræftfremkaldende og derfor delvist opført på *Arbejdstilsynets* liste over *grænseværdier*.

I dieselolie påvirker Cetantal kraftigt..... Forskellige motorer reagerer med forskellig effekt, men tendensen er relativt klar. Stigende aromat indhold i dieselolie påvirker SOF og *partikel emissionen* med en øgning til følge. I Benzin giver højt aromat indhold højt *Oktantal*. Se desuden *PAH*. FIGUR

Arbejde - er en i det metriske system benyttet måleenhed kaldet *Joule*, hvor een Joule = Newton*meter. Et legeme påvirkes med een Joule og flyttes derved een meter under påvirkning af en kraft på een *Newton* i bevægelses retningen.

Arbejdstilsynet er en statslig myndighed under arbejdsministeren, hvis opgave dels er at give råd og anvisninger i arbejdsbeskyttelses- og arbejdsmiljø spørgsmål, dels at kontrollere at beskyttelsen er tilstrækkelig. De primære retningslinier i forbindelse med motor emissioner er omtalt i At-anvisning fra Juli 1994 punkt 2.2 samt bekendtgørelse nr. 867 fra 13. Oktober 1994.

- Sundhedsskadelige påvirkninger fra stoffer og materialer skal så vidt muligt undgås eller nedbringes gennem:

1. Forhindring af forureningsdannelse, hvor forureningsdannelsen mindskes ved valg af stoffer og materialer, materialehåndtering, procesændring o.l.
2. Forhindring af forureningsspredning, hvor spredning af forureningerne fra kilden til omgivelserne mindskes ved hjælp af indkapsling og/eller ventilationsteknik.

Af disse 2 ud af 3 retningslinier udledes blandt andet at: Uanset om der er foretaget målinger eller ej, og selv om *grænseværdierne* er overholdt, skal der etableres (yderligere) foranstaltninger, hvis påvirkningen er unødigt, eller hvis arbejdet ikke udføres forsvarligt.

Yderligere er der fra direktoratet praksis for:

- A. Traditionel anvendelse af motorgaffeltrucks indendørs søges der generelt mod anvendelse af el-motortrucks.
- B. Kørsel med køretøjer indendørs hvor der søges mod anvendelse af punktudsugning.
- C. Der skal til enhver tid etableres mekanisk *ventilation* når der anvendes forbrændingsmotor drevne anordninger på arbejdspladser inden- som udendørs. Størrelsen af denne ventilation er i praksis bestemt af om der er monteret katalysator og/eller partikelfilter på pågældende forbrændingsmotor.

Arbejdsministeriet har valgt opdeling i 3 forskellige enheder: Direktoratet for Arbejdstilsynet - tlf 39152000, *Arbejds miljøinstituttet* og de efter 14 Amter 14 Tilsynskredse.

Arbejds miljøinstituttet beskæftiger sig med

..... Der er senest udført epidemiologiske studier på bus-chauffører og Postbude for at belyse årsagen til disse gruppers overdødelighed af kræft.....

..... Kræftens Bekæmpelse udfører lignende undersøgelser på skolebørn

.....

.....på tlf: 39299711

Asahi Glass Company Ltd. i Japan har sidst i 1980'erne udviklet et filterblok koncept af sammenlignede plader baseret på en keramik/glas komposition. Materiale valget tyder dog på egenskaber svarende til *Cordierite* og den hermed forbundne risiko for smelteskader fra *hot-sport*. Filterpladerne, der limes sammen til blokke, samles 4 stk i en metalkasse, der renses forsøgsvis ved hjælp af *regenerering med oliefyrt* eller baglæns udblæsning af soden. BILLED

Asfalt-traktorer til at trække skurvogne og sprede emulsion. At løse emissions problemer fra f.eks. en Ford 4510 med 3 cylindret motor, som på billedet, eller lignende model kræver speciel opmærksomhed. Målinger har vist, at dette køretøj/ motor arbejder med unødigt lav kølevandtemperatur og højt køleventilatorflow. Her bør monteres en anden termostat for højest mulig temperatur og elektrisk køleventilator. Det er ofte muligt at få plads til special designede Diesel-motor-katalysatorer under motorklappen uden diverse alvorlige køretøjsmodifikationer. BILLED

Asfaltfræsere er mekaniske indretninger, der med et stort antal hårdmetal tænder monteret på en roterende cylinder kan fræse hårde vejbelægninger væk. Det er generelt hårdtbelastede maskiner, hvor motoren oftest arbejder ved fuld last under opgavens udførelse. Både oxidationskatalysatorer og partikelfiltre, eller gerne en kombination af begge systemer, kan med fordel påbygges. På et par mindre fræsere med Deutz F3L motor er der nationalt monteret *Unikat* Diesel-motor-katalysator U-70 lodret direkte på støbejerns manifolden med opadrettet udgang i stedet for lydporten.

I et enkelt tilfælde i 1990 er der på en R&S Wirtgen fræser med Deutz F3L sugemotor monteret et 2,4 liters coated *WFF* partikelfilter indbygget for samme udvendige dimensioner som Unikat U-70 pillekatalysator. De følgende 5 år kørte maskinen >1.000 timer om året og akkumulerede således mere end 6.000 driftstimer uden problemer. Motoren arbejder ved 100% last for udstødningsgas temperatur >550°C hvorved regenerering af filteret er simpelt. Soden oxiderer helt af sig selv.

Der er målt lave topstykke arbejdstemperaturer på 65°C, på en R&S Wirtgen med en årgang 1986 Deutz F6L sugemotor. Dette giver problemer med reduceret udstødningsgastemperatur, der forringer det ellers fine emissionsbillede og katalysatorens virkningsgrad.

Uge 43/96 målt på en DAG Bitelli SF60 fræser udrustet med Deutz F5L 912 NA-motor over 30 minutters periode under fræsning af 70 mm vejasfalt i København med *Måleudstyr til driftbetingelse* bestemmelse. Der blev benyttet en almindelig NiCrNi temperaturføler instrument.

Deutz F5L 912	Tomgang uden last	Maks. o/m +hydraulik	Maks. o/m + hydraulik	Maks. o/m med fuld belastning
°C	110	280	380	>550

Det ses, at ved alle driftbetingelser, undtagen tomgang, opfyldes krav til min. 250°C fra en almindelig Diesel-motor-katalysator. Da driftstiden ved fuld last er betydelig, set i forhold til tomgang, vil partikelfilter systemer baseret på både *regenerering med additiv* og katalytisk coating fungere storartet. Grundet den høje belastning er det muligt at montere en Diesel-motor-katalysator selv EFTER manifold lyd-dæmperen.

Se desuden Indsprøjtning pumpes justering og Vedligeholdelse af motorer. Specielt fræsere kan tvinges til overbelastning af motoren, og pumpen ses til tider skruet op i mængde. Når omdrejningstallet holdes konstant, og brændstof mængden øges, falder Lambda tallet, og sod emissionen stiger derfor voldsomt. Især for sugemotorer er det et problem med øget sod emission. Det anbefales at justere motoren tilbage til sin originale indstilling eller montere en turbolader. Den pågældende maskine arbejder i gennemsnit 5 timer om dagen og forbruger i denne periode ~80 liter brændstof. Smørelieferbruget opgives til 1,5 liter per 2.000 liter brændstof svarende til 0,075%, hvilket er meget lavt.

Asfaltudlæggere er generelt udrustet med Diesel-motor af fabrikat Deutz sat op til hydrostatisk drift og af Vögele desuden set med en af Diesel-motoren dreven generator, der leverer energi til strygejern. På gasdrevne strygejerns maskiner under drift arbejder motoren i området af 80% belastning. Der er opnået fine resultater med montering af oxidations katalysatorer U-135 på flere med Deutz F6L motorer. I nogle tilfælde har pladsen været så begrænset, at det har været nødvendigt at specialdesigne en *manifold udformet katalysator* ligeldes på Deutz motorer. De her i landet anvendte udlæggere er, i tilfældig rækkefølge: ABG, Demag, Vögele, Dynapac, Wirtgen.

Uge 44/96 over 60 minutters periode blev der målt på en Icopal ABG Titan 323 udlægger med *Måleudstyr til driftbetingelse* bestemmelse. Der blev benyttet et almindeligt NiCrNi temperaturføler instrument. Maskinen er udrustet med Deutz BF6L 913 TC-motor og benyttet til under udlægning af 120 kg/m² binderlag-asfalt på en ny bro med hastighed 3 m/min i Kastrup. BILLED

Deutz F5L ??	Tomgang uden last	Maks. o/m + hydraulik	Maks. o/m med maks. belastning
°C	140	260-280	>310-340

Udstødningsgas temperaturen fra den luftkølede Deutz motor er målt 10 cm før katalysatoren mellem 260 og 340°C, nok til at sikre maksimal virkningsgrad for den monterede U-135S *U-renar*. *Isolering af udstødningsgasrøret* mellem turbolader og katalysator er på de 70 cm ud af ialt ~100 cm udrustet med glasfiber bændel og yderligere mekanisk beskyttet af Alu-slange. Brændstofforbruget ligger i området 60-80 liter om dagen på ~8 timer og smørelieferbrug på ~2 liter på 14 dage.

Partikelfiltre baseret på regenerering med additiv vil fungere udmærket under disse betingelser, dog fordrer smørelieferbruget nogen overvejelse. BILLED

Aske-rest-indholdet fra ... smøreløen, hvis der under *vedligeholdelse af partikelfilteret* ses et stort aske rest-indhold, tyder dette på smøreløer og brændstoffer med stort indhold af additiver og fyldstoffer. I Diesel-motoren sker der en betydelig opslæmning af partikler fra forbrændingsprocessen i smøreløen, hvorved sod- og Svovl partikelindholdet stiger. De "sure forbrændingsrester" nedbryder *smøreløe kvaliteten*, for at eliminere dette og holde partikler svævende kræves der tilsat additiver i området 1-22 vol% afhængig af mange faktorer. Hermed fås blandt andet en olie med højt TBN tal (typisk 5-20) med stor tolerance mod Svovl i brændstoffet. Stigende mængde sliddele i olien forkorter ikke kun levetiden for motoren, men øger også service intervallet for smøreløen og øger *aske ophobning* i partikelfiltre voldsomt. Det anbefales at overholde motorproducentens krav til smøreløeskift og valg af smøreløe, dog med den modifikation af vælge olier med et minimum rest-askeindhold, når der er monteret partikelfiltre. Da drivmidlerne de seneste år generelt har fået sænket Svovl indholdet voldsomt, skulle Let-diesel reducere kravet til TBN

tal væsentligt, men da den generelle kvalitet af brændstoffet er faldende, er dette desværre ikke tilfældet.

Rest aske-indhold eksempler for tilgængelige mineralske smøreolier, nogle i henhold til specifikation API CE (uden maks. grænse) andre API CF-4 (maks. grænse 1,4%), for Diesel-motorer:

- Shell Rimula er ~1,2 wt%
- Shell Myrena TX er ~1,9 wt%
- Hydro-Texaco Ursa Super LA er ~1,2%
- Mobil - Delvac Super 1300 (tunge motore) er ~1,4%
- BP Visko 2000 (små-motore med højt omløbstal) er ~0,7%
- BP Vanellus C3 (industriemotor olie) er ~1,5%
- Statoil Powerway (industriemotor olie) er ~1,2%
- Q8 500

- Castrol Marine DD40 for DDC motore med 0,75%

Syntetiske smøreolier der fremstillet ved at benytte ensartede og stabile molekyler har generelt et lavt rest aske-indhold set i forhold til specifikation API CE (API = American Petroleum Institute). Rest aske-indhold eksempler for tilgængelige hel-syntetiske smøreolier til Diesel-motorer er:

- Mobil 1 (små-motore med stort omløbstal) er ~1,4%
- Mobil Delvac 1 SHC (industriemotor olie) er ~1,8%

Smøreolie forbruget for Diesel-motorer, der svinger mellem 0,05-1% af brændstofforbruget, skulle påvirkes ved overgang til hel-syntetiske smøreolier, idet smøreolie forbruget kan reduceres til det halve.

Set i forhold til partikelfiltre har rest aske-indholdet ringe påvirkning på *automobil-katalysatorer*.

Aske-indholdet bestemmes på følgende måde efter ASTM D-874 standard. Olieprøven afvejes og opvarmes i en digel, indtil alle flygtige bestanddele er drevet ud, hvorefter temperaturen hæves til 600°C. Efter afkøling vejes resterne, der direkte kan udtrykkes i vægt procent, %wt aske-indhold.

Aske-rest- indholdet fra diesellojen - Let-diesel har et aske rest-indhold på <0,01 wt%.

Aske ophobning i partikelfiltre var for år tilbage et alvorligt problem, da indholdet af Svovl i brændstoffet var lovbeholdet <0,2% (2000 ppm), og Calcium indholdet i visse smøreolier var ??%. Der sker det højst uheldige, at Svovl og Calcium reagerer i den varme udstødningssgas og danner Calciumsulfat, CaSO₄, eller sagt på dansk, Gips, som hurtigt lukker filteret og reducerer levetiden. BILLED viser prøve fra test af et 2,4 liter volumen Corning WFF EX-47 (størrelse 5.66x6") coated med D-345 fra Degussa og kørt 2.500 timer med 50% på alm. dieselloje, 50% Let-diesel og hele perioden på BP Visko 2000 10W/40 smøreolie på en *fejmaskine* med VW IDI 1,6 liter NA motor. Aske belægningen er >0,2 mm tyk og det kan undre, at denne D-345 fast-stof katalysator har mobilitet til at oxidere sodpartiklerne igennem laget af aske. Det skal påpeges, at brugeren har været meget omhyggelig med at vælge en for OM616 auto-Diesel-motor velegnet mineralsk smøreolie med endog meget lavt rest aske-indhold. Resultatet er derfor også en udmærket performance ved 2.500 timer, hvorfor det må antages, at levetiden kan passere 4.000 driftstimer. BILLED

I en 3.000 timer test på Caterpillar 3406T Diesel-motor (6 cyl-14,6 liter-240 kW/2100 o/m) der i gennemsnit leverede 92 kW/1800 o/m, påvises vigtigheden af smøreolie med lavt rest aske-indhold. Til sammenligning under identiske testforhold var CAT motorens smøreolie forbrug 0,22%, der er lavt men ved så lidt som 92 kW leveret effekt naturligt.

Test 1. API CE type 15W/40 mineralsk smøreolie med 1,6% rest *aske-indhold* og brændstof med 0,21% Svovl og 0,01% rest aske-indhold. Det gennemsnitlige smøreolieforbrug var 40 g/time, hvorfor filteret opsamlede 1.200 gram aske med en vægtfylde på 0,14 g/cm³ under testen. Aske ophobningen var på 0,4 gram/time. Modtrykket efter testen nåede så højt som 17 kPa, hvilket må opfattes som uacceptabelt højt.

Test 2. Mineralsk test smøreolie 15W/40 med 0,0 % rest aske-indhold og dieselloje med 0,03% Svovl indhold og 0,01% rest aske-indhold. Samme smøreolie forbrug på 40 g/time men kun 0,02 g/time aske ophobning, der totalt hermed droppede til så lidt som 65 gram, en faktor 18. Modtrykket for motoren var maksimalt 9 kPa, væsentligt lavere, hvorfor der ses 0,6% besparelse i brændstof forbrug. FIGUR

Aske-udslip fra forbrændings motorer består af metaloxidforbindelser, der kan gruppeopdeles:

- naturligt indhold af Svovl, Mangan, m.m. i brændstoffet
- naturligt indhold af Svovl, Mangan, m.m. smøreolien
- additiv fra smøreolien der gennem smøreolie forbruget emitteres
- slidpartikler fra motoren
- ekstra tilsat additiv fra brændstoffet

Diesel-motorens *smøreolie forbrug* svarer til 0,2-1% volumen af brændstofforbruget og forsøges for tiden reduceret yderligere af motorproducenterne. Normalt ender aske-udslippet i naturen, hvis ikke et partikelfilter opfanger det, inden det når så langt. De fleste smøreolier har et såkaldt rest *aske-indhold* på 1-3 wt%, hvor kun smøreolien med det laveste aske-indhold er at foretrække i forbindelse med partikelfiltre. Asken består af oxider af blandt andet Calcium, Fosfor, Svovl, Mangan, Bly, Vanadium, Aluminium, Jern, Cadmium, Kalium, Molybdæn, Silicium og kan udgøre op til 5% af TPM, Total Particulate Matter.

ASTM er en forkortelse for American Society for Testing Materials, hvis metoder benyttes blandt andet til test af brændstoffer og smøreolier.

Atomkraft eller nuklear power er en udnyttelse af anden energiform end akkumuleret solenergi eller fossilt brændstof. Som udnyttet i f.eks. undervandsbåde frigiver 2 kg beriget Uran omkring 45 mio liter diesel fuel.

Atmosfæren er den blanding af forskellige gasser, der omgiver vores klode. Hovedbestanddelene i tør atmosfære er i volumen procent: *Nitrogen* (78,09%) og *Oxygen* (20,95%). Den sidste procent er sammensat af Argon (0,9%), det for tiden ret interessante *CO₂* med 0,035% (350 ppm) og spor af gasserne *Hydrogen*, *Ozon*, *Methan*, *CO*, Helium, Neon, Krypton og Xenon. Vanddamp udgår her ud over fra 0-4% vol afhængig af geografien og klima.

Atomisering - se forstøvning

AUDI's 5 cylindrede TDI Diesel-motor for model A6 med elektronisk styret Bosch VE type rotorpumpe for direkte indsprøjtning, mekanisk wastegate type turbolader, ladeluftkøling, EGR og oxidations katalysator (keramisk substrat størrelse Ø144xL154 mm fra Corning coated af Engelhard) tilbyder en helt usædvanlig økonomi sammen med meget lave emissionsværdier.FIGUR

Emissions - g/kW/t - ECE49	Forbrug	kW/o/m	CO	HC	NO _x	PM
Motor 2,5 TDI, kat, EGR	L/100km	103/4000				

Den nye A4 model leveres med 1,9 L-TDI Diesel-motor på 81 kW og fantastiske 235 Nm moment over 1700-3000 o/m. Noget helt nyt på en så lille motor er elektro-pneumatisk regulerede ledeskivle til udstødningsgasturbinen, der får kompressoren til at trykke med indtil 90 kPa. For at holde styr på emissionerne har motoren elektronisk styret EGR, ladeluftkøler og oxidation katalysator. Accelerationen på 0-100 meter er <11,3 sekunder, tophastigheden på mere end 200 km/timen og økonomien bedre end 20 km/liter (>197 g/kW/t).

Emission - g/kW/t - ECE49	Forbrug	kW/o/m	CO	HC	NO _x	PM
Motor 1,9 TDI-L, kat, EGR	4,9 L/100km	81/4150				

Hvem siger, at Diesel-motorer ikke kan følge med ? BILLED nr??

Historien om Audi starter i 1899, hvor August Horch grundlagde den første fabrik, som han dog måtte forlade 5 år efter. Klods op af den gamle byggede han den nye fabrik. Da Horch på tysk betyder "hør" eller "lyt" valgte han den latinske oversættelse - audi (der kendes fra f.eks. auditorium), og den første Audi kom på markedet i 1910. I 20'erne var tiderne hårde, og Audi slog sig sammen med DKW, Horch og Wanderen med navnet Auto Union og de 4 ringe i logoet. Så sent som i 1964 købte VW koncernen af Daimler Benz den lidt skrantende virksomhed, hvorved Audi navnet blev vakt til live igen.

Automobil-katalysator benævnes på engelsk "catalytic converter", hvilket må betegnes som et udmærket udtryk, der beskriver en anordning, der benytter katalytisk aktivt materiale til konvertering af "noget", i dette tilfælde en gas. En katalysator består fysisk af; 1. En katalysator-bærer eller *monolith* 2. pålagt en *wash-coat* 3. igen pålagt en aktiv belægning af *ædelmetal* 4. pakket ind i et *Interface* 5. yderligere pakket ind i en metalbøtte. BILLED

Automobil-katalysator historien ser første gang omtale af den franske kemiker Michel Frenkel i 1909 til en kemisk kongres i London. Han beskriver at den voldsomme luftforurening forbundet ved automobilet, bortset fra emission forårsaget af dårligt smøresystem, skyldes dårlige forbrænding. Så meget som 5 vægt% af brændstoffet, i dette tilfælde Benzin, forbrændes ikke hvilket giver et udslip på 25,5 g/kW/t af CO og HC. Frankel giver forslag til en katalysator *monolith* på basis af porøst porcelain eller med udformning som en rulle bølgepap. For et normalt automobil med 20 kW er det beregnet at ikke mindre end "30 gram Platin" er tilstrækkeligt for at sikrer en fornuftig efterforbrænding. Til at nære forbrændingen foreslår Frankel en af motoren trukket ventilator der blæser ekstra luft ind før "katalysatoren".

Patent nr 9.364 fra United Kingdom blev i 1909 accepteret på kun 6 måneder og er det første patent der beskriver en opfindelse der siden skal få stor betydning for automobil industrien. Frenkel foreslår en fortynding af udstødningsgassen, hvor der tilsættes atmosfærisk luft, efterfulgt af passage over en katalysator til nedbrydning af de farlige gasser. BILLED

I 1937 opfinder det tyske firma Degea AG i Berlin metalfolie monolithen baseret på tyndplade eller tråd legeret af Jern, Nickel, Krom og Aluminium for automobil katalysatoren. Legeringen har stor modstand mod skaling og er velegnet for belægning med en wash-coat og siden Platin. I 1950 tilkendes *Oxi-Catalyst* flere patenter i USA.

I 1960'erne kommer flere store amerikanske firmaer på banen med patenter der fra forskellig synsvinkel beskriver en "catalytic converter". 3M beskriver i 1960 en korrugeret keramisk monolith og i 1963 en radial monolith (se Bosal) samlet af runde korrugerede plader. Corning beskriver i 1963 en tape-casted korrugeret keramisk fiber monolith. Dupont beskriver i patent fra 1966 en *foam filter* struktur anvendelig som filter. *Engelhard* beskriver i 1965 af glasfiber klæde er velegnet. Det tyske firma Schneider beskriver 1966 i engelsk patent ekstrudering af en honeycomb monolith i keramik.

Serie produktion af to-vejs katalysatoren blev imidlertid udviklet med succes af *Engelhard* midt i 1960'erne for introduktion i større stil på Retro-fit markedet i 1968 og til automobiler i stor stil i 1975. Tre-vejs katalysatoren der indbygger en *reduktions-katalysator* er udviklet af General Motors for introduktion i 1980 i USA.

Automobil-katalysator, To-vejs katalysatoren - ses efterhånden sjældent anvendt alene på nye automobiler med Otto-motor. Den arbejder helst med luftoverskud og efterforbrænder CO og HC til CO₂ og H₂O. Det tilstræbes i

ædelmetal coatingen, at NO_x ikke påvirkes, men i nogle tilfælde ses mindre øgning.

To-vejs katalysatoren kræver et Oxygen overskud >2% til at nære forbrændingen - Lambda skal være >1,1. For Otto-motorer skal de arbejde magert, lean-burn, eller af anden vej kunstigt tilføres ekstra atmosfærisk luft f.eks med en luftkompressor eller en venturi. Undlades dette, vil virkningsgraden reduceres væsentligt. De første mange år (fra 1975) var automobilene i USA forsynet med karburator, to-vejs katalysatorer og *sekundær-luft-pumpe*, trukket med rem af motoren for at pumpe ekstra atmosfærisk luft ind i udstødningsmanifolden ganske kort efter hver ventil.

Automobil-katalysator, To-vejs katalysatoren - anvendes i udstrakt grad på nye automobiler med Diesel-motor. To-vejs oxidations katalysatoren er det eneste princip, der kan anvendes som *Diesel-motor-katalysator* i form af en *monolith* eller en *pille-katalysator*. Oxygen koncentrationen i Diesel-motor udstødningsgassen varierer mellem 6-12% afhængig af belastning. Producenter som Citroen, Peugeot, BMW, VW, Audi har siden 1990 monteret
..... Se EU regler. FIGUR

Automobil-katalysator, Tre-vejs katalysatorer kan bestå af 2 efter hinanden koblede *monolither* i samme beholder. Den første monolith er i stand til at spalte, reducere NO_x til N₂ og O₂ med acceptabel virkningsgrad og derefter i den næste monolith efterforbrænde, oxidere, CO og HC med op til 85% virkningsgrad til CO₂ og H₂O, dog alene på Otto-motorer.

De første versioner i 70'erne kunne kun fungere, når motoren arbejdede med fed blanding, hvor Lambda var <0,98. Anden generations karburatormotor automobilene i USA var forsynet med tre-vejs katalysatorer og mekanisk vingepumpe trukket med rem af motoren til at pumpe ekstra atmosfærisk luft, sekundær luft, ind mellem de to monolither. Ulempen er, at motoren ikke opnår fordelagtig virkningsgrad ved den fede blanding. Derimod har den bageste oxidationskatalysator >85% virkningsgrad.

Tredie generations automobilene i USA og Europa er nu altid forsynet med elektronisk styret Benzin indsprøjtning, hvor regulerings kredsløbet med en *Lambda sensor* sikrer, at motoren arbejder perfekt ved Lambda=1,00 for maksimal *brændstoføkonomi* og udnyttelse af tre-vejs kat'ten på basis af 2 monolither. Den i første monolith frigjorte Oxygen anvendes i næste monolith for oxidation af CO og HC.

Dobbelt monolith katalysatoren tillader en større frihed med ædelmetal komposition på hver sin monolith. For brændstoffer som LPG, CNG og Alkohol gælder samme betingelser. Se også TerminoX og TWX. FIGUR

Automobil-katalysator, Tre-vejs katalysatoren i en enkelt monolith er i stand til på samme tid at oxidere CO, HC og reducere, spalte, NO_x med høj virkningsgrad. Den katalytisk aktive ædelmetal belægning er sammensat af Platin og Paladium for oxidation og Rhodium som reduktions katalysator. Den fine virkningsgrad >95% kan kun opnås, hvis Otto-motoren arbejder med stor præcision i det såkaldte "katalysatorvindue", hvor Lambda =1,00. For at opnå dette må motorens elektriske styring være i stand til at regulere dynamisk på blandingsforholdet bestemt af input fra en del forskellige sensorer, hvor især *Lambda sensoren* er af stor betydning. FIGUR AT KAT - gul BOSCH BOG SIDE 26. BILLED-tekst- Chevrolet V8 motor på 5,7 liter slagvolumen som fremstillet i 1992 for Corvetten. Den absolut mest populære Otto-motor eftersom over 65 x10⁶ er fremstillet siden introduktion i 1955. Her udrustet med to keramiske monolith "close coupled" tre-vejs katalysatorer og dobbelt Lambda sensor. Til venstre på tegningen ses den isolerede slange til den elektrisk styret EGR ventil. Den rem-trukne extra-luft-pumpe er erstattet af en elektrisk der kun benyttes ved varmkørsel. Motoren som vist har opnået helt utrolig 400 timers levetid ved fuld last på 224 kW og 5.000 o/m.

Automobilen - en personbil eller et motorkøretøj. Herved forstås et mekanisk drevet køretøj med en forbrændingsmotor, der for tiden hovedsageligt anvender flydende drivmidler til fremdrift. FIGUR

Det første forslag til et mekanisk drevet køretøj, dog med damp som direkte drivkraft, fremstilledes af franskmænd Papin i 1698. I 1770 fremstillede Cugnot, ligeledes en franskmænd, en dampvogn, der dog kun havde kort levetid, da det viste sig, at den ikke kunne styres. I 1801 kom der et dampmotor drevet engelsk forslag fra Trevithick. Afgørende betydning fik Otto's motor fra 1876, der i *Daimlers* udførelse fra 1886 generelt opfattes som verdens første automobil. Daimler-Benz præsenterede på Berlin biludstillingen i 1936 verdens første personbil med 2,6 liters *forkammer* Diesel-motor med *Bosch* indspøjtning. Effekten var på 34 kW, og den brugte 9,5 liter på 100 km. En betydelig bedrift der har haft afgørende indflydelse på det 20. århundredes udvikling.

I 1994 steg produktionen af køretøjer med 5,5% til 49,6 millioner world-wide. Fordelingen er USA med 15,8 x10³ og EU med 9,7 x10³. I alt var 3,7 x10³ forsynet med Diesel-motor. I 1980 var EU Diesel andelen 7%, der siden steg til 27% i 1994 og forventes at holde sig konstant omkring 22- 25% til år 2000. Frankrig er det land i Europa, der har langt den største ny-indregistrering af Diesel med hele 45% i 1996, mere end dobbelt så meget som i Tyskland og England med 20%. I England er antallet af Diesel drevne automobiler syv-doblet de sidste 10 år for i 1996 at ligge på 1,9 x10⁶ ud af ialt 21,4 x10⁶ automobiler. I Danmark ligger fordelingen i 1996 på nysalg af diesel drevne automobiler på 4,4%. [Graf af biltæthed - Biler.xls](#)

Der findes ifølge statistikkerne nu 622 x10⁶ køretøjer som lastbiler, busser og biler, hvor de 76% er automobiler, hvilket svarer til et køretøj for hvert niende menneske. Disse er fordelt med 35% i USA 30% i EU og har en gennemsnitlig levetid på 6,6 år. Noget overraskende findes verdens ældste bilpark i Grækenland, hvor den gennemsnitlige levetid er 12 år. Desuden eksisterer der i området af 125 x10⁶ to-hjulede motordrevne køretøjer hovedsageligt med to-takt Otto-motor.

AVL - List AG i byen Graz, Østrig, er en af verdens største uafhængige udviklingscentre for forbrændingsmotorer med 1.000 ansatte. AVL blev oprettet efter 2. Verdenskrig og udfører betydelige arbejder indenfor udvikling af motorer med

mindre emissionsniveau som for eksempel *to-takt Diesel-motorer*, der arbejder på henholdsvis dieselolie eller *Methanol*. AVL producerer i stor stil avanceret motorafprøvnings udstyr i den meget dyre ende. I 1995 er virksomheden stadig ledet af den nu 73 årige Direktør Helmuth List og hans far professor Hans List (1896-1996), der indtil det sidste dagligt tog trappen til øverste etage og var formand for bestyrelsen.