

Euro 5 og Euro 6:

Hvad bliver indholdet af de kommende udstødningsnormer for motorkøretøjer?

Specialkonsulent Erik Iversen, Miljøstyrelsen

1. Euro-normer

Da man i starten af 1970'erne indførte de første udstødningsnormer for personbiler i EU, var hovedformålet at undgå handelshindringer. Det indgik i direktiverne, at medlemslandene ikke måtte forbyde markedsføring af biler, der opfyldte de anførte normer. Der var ikke krav om, at normerne skulle indføres nationalt. Det var først, da luftforurening i slutningen af 1980'erne kom på den politiske dagsorden, at der blev indført totalharmonisering i EU (Euro-normer).

Normerne er blevet skærpet i flere omgange, blandt andet som et resultat af de såkaldte auto-oil programmer, som blev gennemført i midten af 1990'erne. Formålet med disse programmer var at få vedtaget udstødningsnormer, som på den mest omkostningseffektive måde sikrede opfyldelse af de vedtagne luftkvalitetsstandarder fra 2010. Man gik her ud fra, at der ville ske en tilsvarende reduktion i udslippet fra andre kilder.

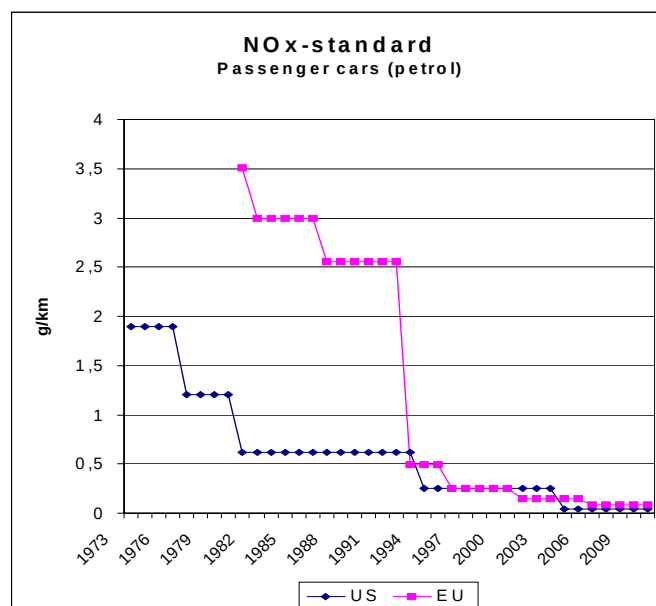
I takt med at forureningen fra biler er blevet reduceret, er andre kategorier blevet synlige, og Euro-normer er nu også vedtaget for motorcykler, knallerter, dieseldrevne non-road køretøjer (traktorer og entreprenørmaskiner), benzindrevne non-road køretøjer (motorsave og plæneklippere) og senest for lokomotiver og fartøjer på indre vandveje. Ikrafttrædelsestidspunkter for de forskellige Euro-normer fremgår af tabel 1.

	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Personbiler	1993	1997	2001	2006	
Varebiler	1994	1998	2002	2007	
Lastbiler og busser	1993	1996	2001	2006	2009
Motorcykler	2000	2004	2007		
Knallerter	2000	2004			
Non-road (diesel)	1998-99	2000-03	2005-06	2010-12	2013-14
Non-road (benzin)	2005	2005-09			
Lokomotiver			2005-08	2011	
Indre vandveje			2006-08		
Brændstoffer			2000	2005	2009

Tabel 1. Ikrafttrædelsestidspunkter for forskellige Euro-normer.

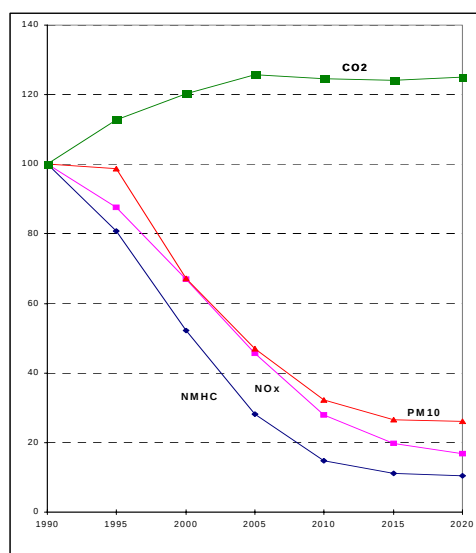
I figur 1 er givet et eksempel på, hvordan udstødningsnormerne har udviklet sig, siden de første normer blev indført i 1970'erne. Eksemplet er NO_x fra benzindrevne personbiler, men udviklingen har

været den samme for andre regulerede stoffer og køretøjskategorier. Til sammenligning er vist udviklingen i USA. Overholdelse af Euro 1 (1993) forudsatte anvendelse af katalysatorer.



Figur 1. Udvikling i udstødningsnormer for NO_x fra personbiler

Som led i auto-oil 2 programmet blev der i slutningen af 1990'erne gennemført beregninger over den forventede udvikling i udslippet fra vejtrafikken af de regulerede stoffer (NO_x, HC og partikler). Beregningerne viste, at man kunne forvente, at udslippet i 2015 ville være reduceret med ca. 80% i forhold til 1990 - trods stigning i trafikken. Resultatet er vist i figur 2, som også viser den forventede udvikling i udslippet af CO₂, som ikke er direkte reguleret.



Figur 2. Beregnet udvikling i udslip af regulerede emissioner (NO_x, HC og partikler) og CO₂ i perioden 1990-2010.

På baggrund af beregningerne i auto-oil 2 programmet konkluderede EU-kommissionen, at der fremover ikke ville være behov for nye auto-oil programmer. En eventuel fremtidig regulering af forureningen fra motorkøretøjer skulle ske inden for rammerne af det såkaldte CAFE-program (Clean

Air For Europe), hvor alle kilder vurderes under et, således at det sikres, at en begrænsning i udslip af et givet stof sker på den mest omkostningseffektive måde.

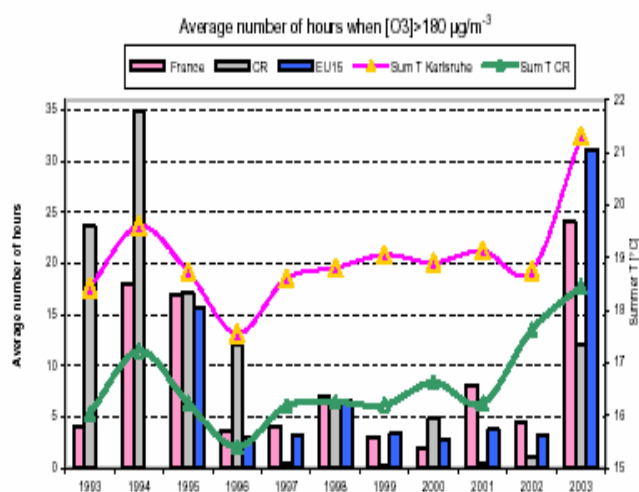
2. Indsatsområder for motorkøretøjer

I afrapporteringen fra auto-oil 2 programmet fremhævede EU-kommissionen følgende 4 problemområder, som værende de mest kritiske i relation til forurening fra motorkøretøjer:

- jordnær ozon
- NO₂ i visse byområder
- partikler
- CO₂

2.1. Ozon

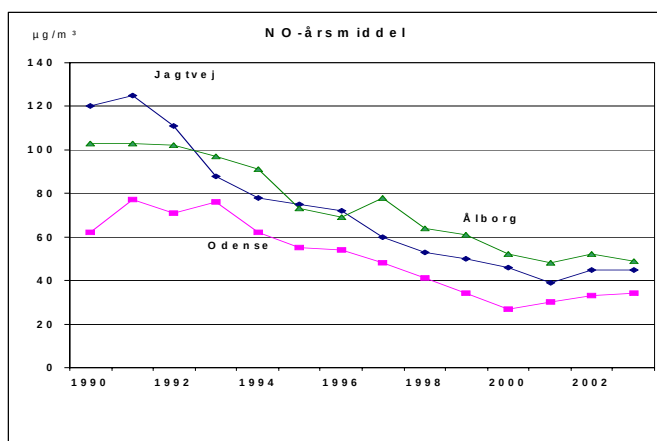
Ozon indgår ikke direkte i bilernes udstødningsgas. Det dannes i atmosfæren ved reaktion mellem NO_x og HC under indflydelse af sollys. Da bilerne er væsentlige bidragydere til emissionen af NO_x og HC, vil en reduktion af disse stoffer være en forudsætning for nedbringelse af ozonforureningen. Som det fremgår af figur 3 sker overskridelser af grænseværdier for ozon primært i de sydlige lande og høje sommertemperaturer forværrer problemet. Der forekommer imidlertid en betydelig langtransport af ozon.



Figur 3. Overskridelser af 180 µg/m³ (informationsforpligtelse) i sommer 2003, og udvikling i antal overskridelser.

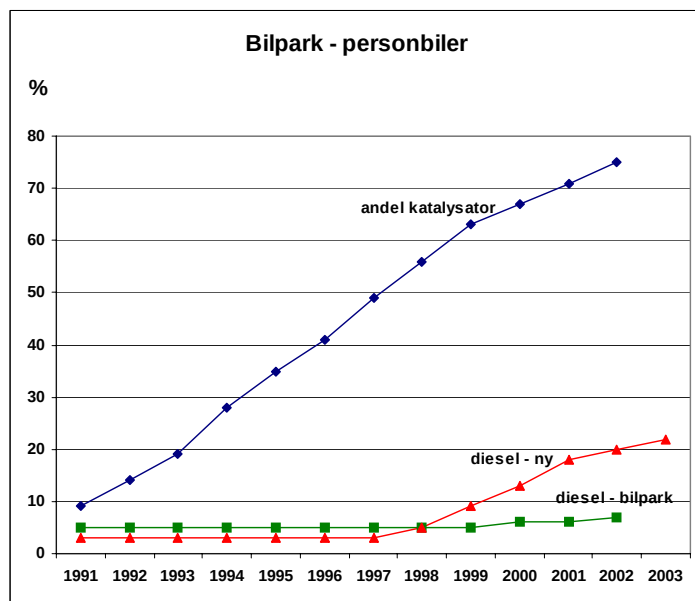
2.2. NO_x

NO_x angiver summen af NO og NO₂. NO udgør ca. 90% af det direkte NO_x-udslip fra biler. Som det fremgår af figur 4 er luftens indhold af NO faldet i takt med reduktionen i udstødningsgassen.



Figur 4. Udvikling i luftens indhold af NO.

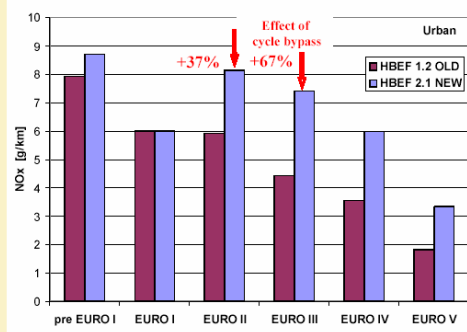
Mod forventning ser det imidlertid ud til at udviklingen er vendt i de seneste år. Der kan være flere årsager hertil. For det første kan forskelle årene imellem i klimatiske forhold (vindretning) påvirke resultatet som følge af målestationens placering i gaden. Men det kan også spille ind, at der i de seneste år er sket en væsentlig stigning i udbredelsen af diesel personbiler (figur 5), som udsender mere NO_x end benzinbiler. Udviklingen i udbredelsen af dieselmotorer er mere markant i resten af EU, hvor gennemsnittet nu er over 40%, og hvor man regner med, at der i løbet af få år vil være flere dieselmotorer i bilparken end benzinbiler.



Figur 5. Udvikling i Danmark i andel dieselmotorer og andel benzindrevne biler med katalysator

Det kan også spille ind, at de skærpede krav måske ikke har haft den forventede effekt. I Tyskland har man således konstateret, at både Euro 2- og Euro 3- lastbiler og busser under aktuelle kørselsforhold giver højere forurening end Euro 1-lastbilerne, selv om typegodkendelsesværdierne ligger lavere. Det skyldes formentlig, at moderne elektronik gør det muligt at konstruere motorernes styresystemer således, at motorerne uden for de forhold der er gældende ved typegodkendelse, optimeres med hensyn til brændstofforbrug på bekostning af øget udslip af NO_x ("cycle beating"). Aktuelt har det ført til, at man i Tyskland har ændret de officielle emissionsfaktorer for NO_x fra tunge køretøjer (figur 6).

Average NO_x Emission Factors of HDV in Germany:
Handbook of Emission Factors (HBEF), Comparison NEW versus OLD



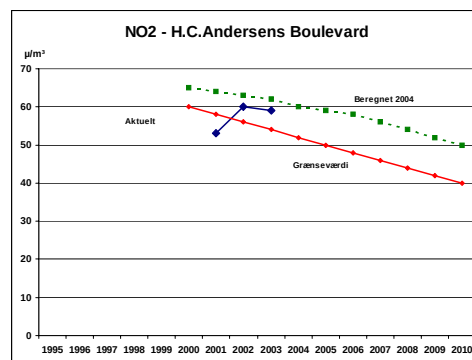
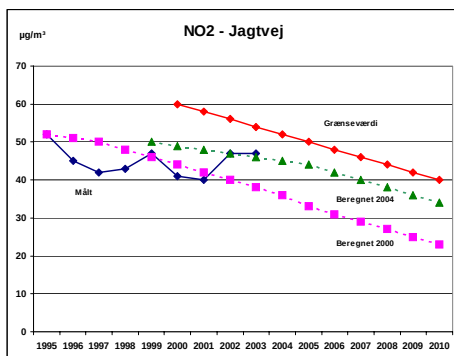
GRPE-WG Off-cycle Emissions, London, 22nd March 2004

Fig. 3

Figur 6. NO_x-emissionsfaktorer fra lastbiler i Tyskland

2.3. NO₂

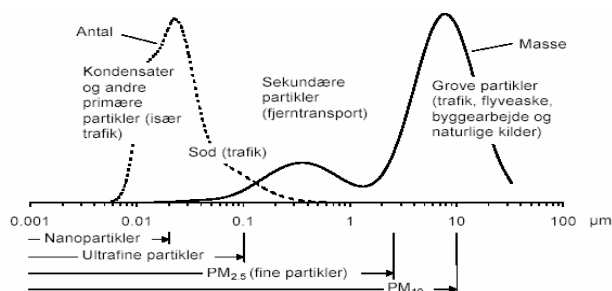
NO₂ udgør kun 5-10% af det samlede NO_x-udslip fra motorkøretøjer. Andelen er størst ved dieslbiler, og oxiderende katalysatorer, som er standard på nye dieslbiler, forøger udslippet. En væsentlig del af den forekommende NO₂ dannes ved reaktion mellem NO og ozon. Skal NO₂ derfor reduceres, vil det være nødvendigt at begrænse forekomsten af ozon (HC og NO_x). Som det ses på fig. 7 overskrides gældende EU-grænseværdi på H.C.A. Boulevard.



Figur 7. Udvikling i NO₂-koncentration på københavnske målestationer

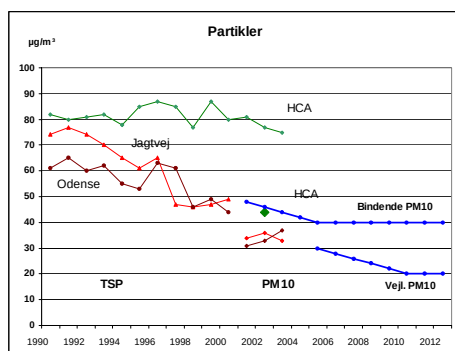
2.4. Partikler

Regulering af partikler indeholder en række forskellige problemstillinger. For det første er gældende Euro-normer og luftkvalitetsstandarder rettet mod massen af partikler. De allermindste partikler, som er de mest sundhedsskadelige, giver kun et beskedent bidrag til massen (figur 8).



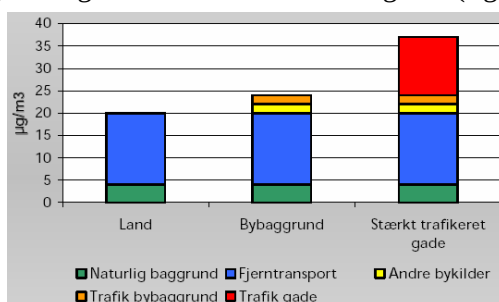
Figur 8. Partikelfordeling

Der er konstateret et fald i luftens indhold af partikler (PM10) i de senere år. Der kan dog forventes problemer visse steder med opfyldelsen af de bindende EU 2005-normer, og ikke mindst de vejledende EU-normer, som indføres fra 2010 (figur 9).



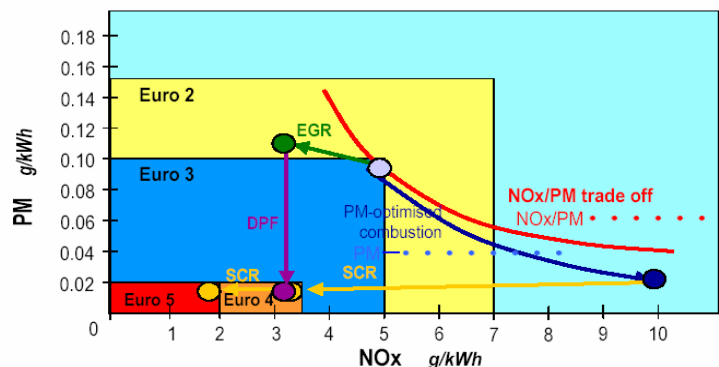
Figur 9. Aktuelle målinger af partikelkoncentrationer. Frem til år 2000 målt TSP. Fra 2001 er målt PM10 (bortset fra HCA, hvor der fortsat måles TSP).

I relation til overholdelse af PM10-grænseværdierne er det et problem, at fjerntransporterede partikler giver et væsentligt bidrag selv i stærkt trafikerede gader (figur 10).



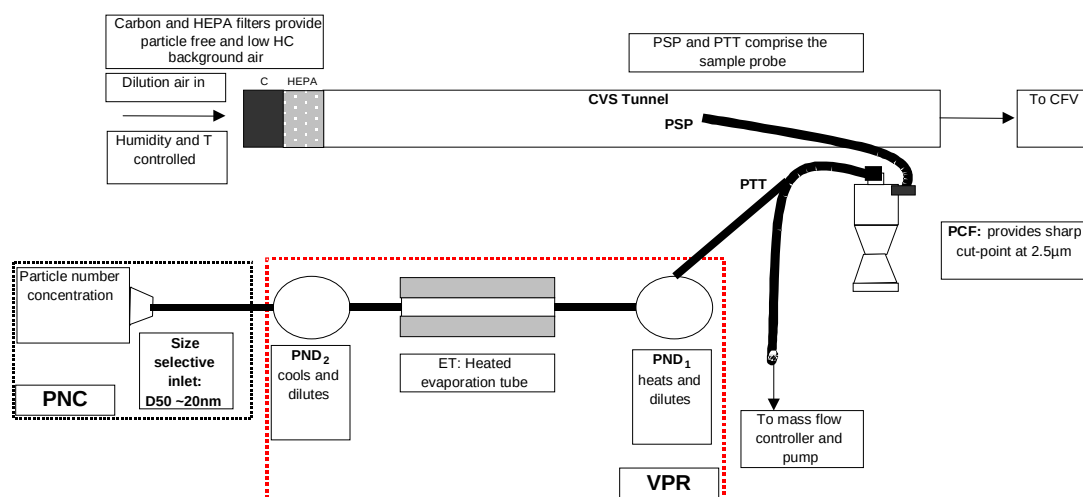
Figur 10. Trafikkens bidrag til PM10-forurening

Det er en almindelig opfattelse, at anvendelse af partikelfiltre på dieseldrevne køretøjer vil løse partikkelproblematikken, idet de vil fjerne både store og små partikler. Der har i flere år været kommercielt tilgængelige dieselpersonbiler med filtre, og danske forsøg i Odense har vist, at det er muligt at eftermontere effektive filtre på lastbiler og busser. Da EU's miljøminister i 1999 traf beslutning om Euro 4-normerne for tunge køretøjer (80% reduktion i forhold til Euro 3), var det en almindelig opfattelse, at det ville forudsætte anvendelse af filtre. I sommeren 2003 meldte bilfabrikanterne imidlertid ud, at man ville opfylde Euro 4 (fra 2006) ved brug af SCR (figur 11).



Figur 11. Opfyldelse af Euro 4 via SCR.

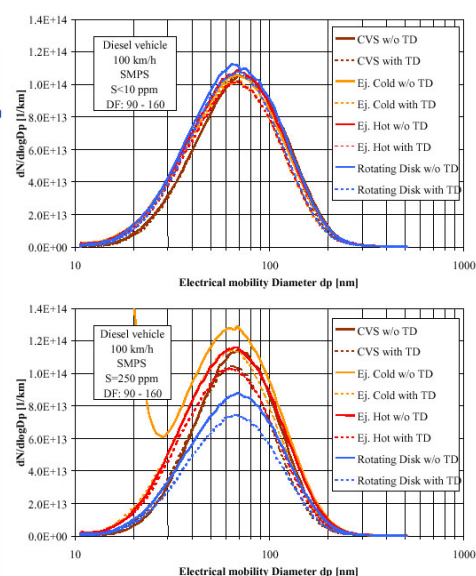
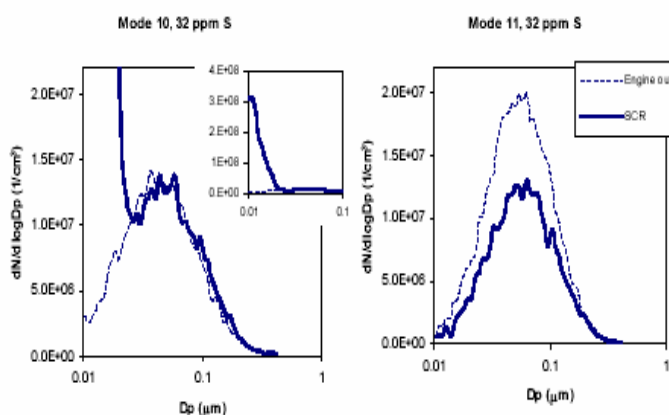
Det er under overvejelse, om de nuværende massebaserede normer skal erstattes af eller suppleres med normer for antallet af partikler. I den forbindelse skal der tages stilling til, om alle små partikler er lige sundhedsskadelige, eller om man bør skelne mellem faste partikler (sod) og flygtige partikler (væskedråber). De sidstnævnte partikler dannes i vid udstrækning ved fortynding og afkøling af udstødningsgassen. Der er i de sidste par år via internationalt samarbejde udviklet måleudstyr (figur 12), som gør det muligt at foretage reproducerbare målinger af faste partikler. Det forudsætter, at røggassen opvarmes til 3-400°C, hvorved de flygtige partikler fjernes. Udstyret er ved at blive testet på en række laboratorier i EU, og forventes at kunne anvendes i forbindelse med lovgivning i løbet af nogle få år, såfremt der er politisk ønske herom.



Figur 12. Udstyr til måling af partikelantal (kun faste partikler). De flygtige partikler fjernes i en Volatile Particle Remover (VPR), hvor gassen opvarmes til 3-400°C.

I figur 13 er givet et par eksempler på forekomst af flygtige nanopartikler, dels fra lastbil med SCR, dels fra dieselpersonbil.

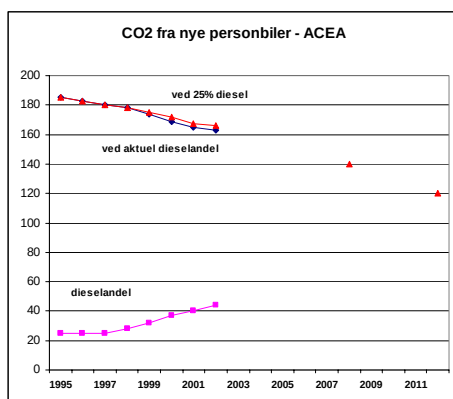
Results, Effect of SCR



Figur 13. Nanopartikler fra SCR og dieselpersonbiler.

2.5. CO₂

EU-kommissionen og bilindustrien indgik i 1997 en aftale om begrænsning af CO₂-udslippet fra nye personbiler. I henhold til aftalen skulle det gennemsnitlige udslip fra nye biler i 2008 være reduceret med 25% i forhold til 1995 (fra 185 g/km til 140 g/km). Det indgik videre, at man herefter skulle vurdere muligheden for i perioden 2008-12 at opfylde EU's målsætning, som er 120 g/km. Udviklingen følges nøje med årlige rapporter. Det ser ud til, at man vil opfylde 2008-målsætningen, men industrien har her i 2004 meldt ud, at man ikke ser tekniske muligheder for at nå det næste trin (figur 14). Det indgik i aftalen, at målsætningen primært skulle nås ved tekniske forbedringer, herunder udvikling af benzinmotorer med direkte indsprøjtning. Denne udvikling er ikke forløbet som forventet. Derimod har man set en væsentlig stigning i andelen af dieselmotorer.



Figur 14. Udvikling i CO₂-udslip fra nye personbiler. Dieselandel er steget fra 25% i 1995 til 44% i 2002

3. Udestående Euro 4 punkter

Med Euro 3 og Euro 4-normerne blev der indført nye principper i reglerne for begrænsning af luftforurening fra motorkøretøjer. Hvor det tidligere alene var udstødningsnormer, der skulle demonstreres overholdt i forbindelse med typegodkendelse, indgår der i de nyere regler elementer, som har til formål at sikre, at køretøjerne - også efter at de er taget i brug - opfylder de gældende udstødningsnormer. Det gælder forhold som OBD (on board diagnostic) og in-use compliance. Euro 4 udstødningsnormerne blev fastlagt allerede i 1999, men udarbejdelsen af de endelige regler for OBD og in-use compliance er forsinket, således at de endelige regler formentlig først vil foreligge i løbet af et par år. Det betyder, at de første Euro 4-køretøjer i princippet alene skal opfylde kravene til udstødning. Det vil også være nødvendigt med supplerende regler i relation til anvendelse af SCR, idet korrekt funktion kræver tilsætning af urinstof. Såfremt urinstoftilætning ikke finder sted (f.eks. af økonomiske årsager), vil forurening med NO_x stige markant. Og biler kan sagtens køre uden tilsætning af urinstof.

4. Euro 5 og Euro 6

4.1. Grænseværdier

Selv om der er sket væsentlige fremskridt, når det gælder udslip af forurenende stoffer fra motorkøretøjer, så har udviklingen vist, at der fortsat er behov for at få skærpet kravene til nye køretøjer. Lige så vigtigt er det at få udformet reglerne, så der skabes sikkerhed for, at køretøjerne også efter at de er taget i brug, opfylder de gældende krav.

EU-kommissionen afholdt i december 2003 en større international konference i Milano, hvor man diskuterede behovet for at skærpe reglerne for motorkøretøjer. På baggrund af diskussionerne på

denne konference har EU-kommissionen udarbejdet forskellige scenarier, som efterfølgende er udsendt til bilfabrikanter og producenter af efterbehandlingsudstyr med henblik på at få belyst de tekniske muligheder for at opfylde scenarierne og de hermed forbundne omkostninger. Niveauerne for de forskellige scenarier fremgår af tabel 2 (personbiler) og tabel 3 (tunge køretøjer). I forslagene er medtaget partikeludslip fra benzindrevne personbiler. Efter Kommissionens opfattelse kan man først senere tage stilling til, om der skal indbygges krav til partikel antal. I tabellerne er også vist et forslag, som Tyskland har fremlagt.

	Euro 4	Euro 5-scenarier	Tysk forslag
<u>Benzin</u>			
HC	0,1	0,05-0,1	0,05
NO _x	0,08	0,024-0,08	0,08
Partikler	-	0,0025-0,006	-
<u>Diesel</u>			
NO _x	0,25	0,08-0,15	0,08
Partikler	0,025	0,0025-0,013	0,0025

Tabel 2. Euro 4-normer for personbiler og Euro 5-scenarier. Enhed g/km

	Euro 5	Euro 6-scenarier	Tysk Forslag
HC	0,55	0,16-0,55	0,55
NO _x	2,0	0,2-1	0,5
Partikler	0,03	0,01-0,025	0,003

Tabel 3. Euro 5-normer for tunge køretøjer og Euro 6-scenarier. Enhed g/kWh.

4.2. Andre elementer

I andet regi er eksperter fra EU, USA og Japan kommet langt med udarbejdelse af globale regler for "cycle beating" (off-cycle emissioner) og kontrol af, at biler i brug opfylder gældende krav ("in-use compliance" test). Det skønnes, at resultatet af dette arbejde vil kunne indgå i Euro 5 og Euro 6.

Cycle-beating

Der er allerede i de amerikanske regler indbygget såkaldte NTE-grænseværdier ("not to exceed"). Det er emissionsværdier, som skal opfyldes et vilkårligt driftspunkt for motoren i modsætning til de almindelige emissionsgrænser, som er gennemsnitsværdier, der demonstreres overholdt ved gennemkørsel af en kørecyklus, som måske ikke er helt repræsentativ for de faktiske forhold, og som kan omgås med moderne elektronik. NTE-værdierne vil være højere end de almindelige grænseværdier, men vil skabe sikkerhed for, at der ikke forekommer ekstreme værdier.

In-use compliance

Når man i dag skal teste køretøjer i brug kræver det omfattende målinger i et laboratorium. For tunge køretøjer kræver det endvidere, at måling skal ske på selve motoren, som derfor først må fjernes fra køretøjet. Det er imidlertid forventningen, at man inden for de nærmeste år vil have udviklet transportabelt udstyr, som gør det muligt at foretage målinger på køretøjer i det virkelige liv (Portable Emission Measurement Strategy, PEMS).

4.3. Politisk proces

Det har hele tiden været Kommissionens opfattelse, at fastsættelsen af Euro 5 og Euro 6 skulle ske inden for rammerne af CAFE-programmet, således at man finder de mest omkostningseffektive løsninger. Kommissionen har fremlagt følgende tidsplan:

- | | |
|---------------------------------|-----------|
| ▪ beregninger inden for CAFE | 2004 |
| ▪ fremlæggelse af forslag | 2005 |
| ▪ behandling i Råd og Parlament | 2005-2007 |
| ▪ ikrafttrædelse Euro 5 | 2010 |
| ▪ ikrafttrædelse Euro 6 | 2012 |

Inden for de seneste par år har der imidlertid på miljøministtermøder været et stigende pres på Kommissionen for at fremlægge foreløbige forslag allerede nu, således at der åbnes mulighed for, at medlemslandene kan anvende økonomiske incitamenter til at fremme mere miljøvenlige biler. Presset har især været rettet mod partikeludslip fra dieseldrevne personbiler, idet der i flere år har været kommercielt tilgængelige biler på markedet. I første omgang var det Peugeot, men flere er kommet til.

Utålmodigheden hos medlemslandene er stor. I Tyskland er indgået aftale mellem kansler Schröder og bilindustrien om, at alle nye diesel personbiler inden udgangen af 2008 vil være forsynet med partikelfiltre. Regeringen overvejer en afgiftslettelse for disse køretøjer på 600 Euro. I Holland er der nu truffet beslutning om indførelse af en afgiftsrabat på 800 Euro for diesel personbiler med filter. Uden for EU har det schweiziske Parlament besluttet, at alle nye diesel personbiler fra 2006 skal være udstyret med partikelfiltre. Fra Schweiz oplyses, at beslutningen vil blive udmøntet i form af krav til både partikelmasse og partikelantal. Der er dog kommet stærke reaktioner fra EU over den trufne beslutning.

Kommissionen har på baggrund af det massive pres i juli 2004 tilkendegivet, at man overvejer, at fremlægge indikative grænseværdier for partikeludslip fra dieseldrevne personbiler, som vil kunne anvendes som basis for økonomiske incitamenter inden udgangen af 2004.

Det kan afslutningsvis anføres, at arbejde også er igangsat i relation til andre kategorier. Det gælder således Euro 4 for motorcykler og Euro 3 og 4 for knallerter.