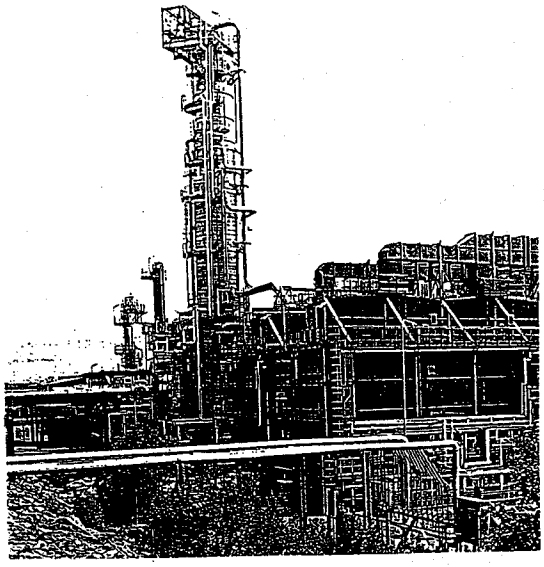
D26

DIESELKVALITETER och AVGASEMISSIONER

Britt Marie Bertilsson
Åke Brandberg
Anders Laveskog



till driftstopp. Dieseloljans sammansättning av olika kolväten och dess kokpunktsintervall bestämmer egenskaperna vid låga temperaturer. Praktiskt bestämmes dessa på laboratoriet genom ett filtreringsprov, den s.k. "cold filter plugging point" (CFPP). Denna kan relateras till funktionen i fordonens bränslefilter. Tillsatser, som motverkar bildning av stora kristaller användes för att öka köldtåligheten ("flow improvers").

Densiteten, som har samband med bränslets energiinnehåll, är avgörande för energitillförseln till motorn via bränsleinsprutningspumpen, som är volymdoserande. För stor variation i densiteten påverkar motoreffekt och avgasemissionernas sammansättning. Bränslets energiinnehåll och densitet påverkas av kolväteşammansättning och kokpunktsintervall.

Önskad förbränningskarakteristik för bästa arbetscykel erhålls genom reglering av volymflödet per tidsenhet och bränslefördelningen. Flödet styrs via bränslepumpen medan insprutningstryck, strålbild och droppstorlek är funktioner av spridarmunstyckets utformning och bränslets egenskaper.

2.3 Dieselframställning

Dieseloljeframställningen[2,3] sker vid raffinaderierna genom blandning av olika sidoströmmar från destillationstornet för råoljan ("virgin distillates") och av motsvarande strömmar från krackningsoperationer. I "hydroskimming"-raffinaderierna (fig 2.1) finns enbart de förra och råoljekvaliteten har då avgörande betydelse för dieselkvaliteten. I "conversion"-raffinaderierna (fig 2.2), som nu dominerar alltmer, påverkar krackningsprodukterna dieselkvaliteten i hög grad. Råoljor av olika ursprung har olika karaktär avseende sammansättningen (paraffiniska, nafteniska, aromatiska) och detta

Fig. 2.1 SIMPLIFIED HYDROSKIMMING REFINERY

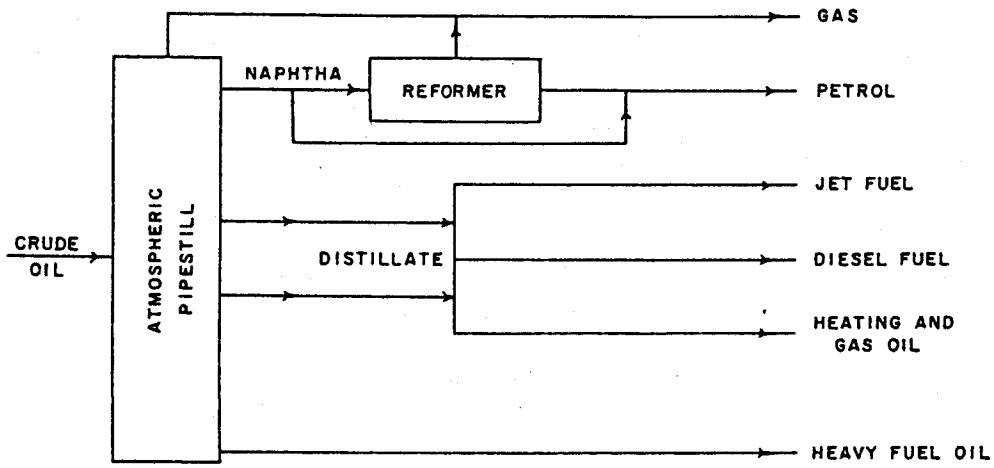
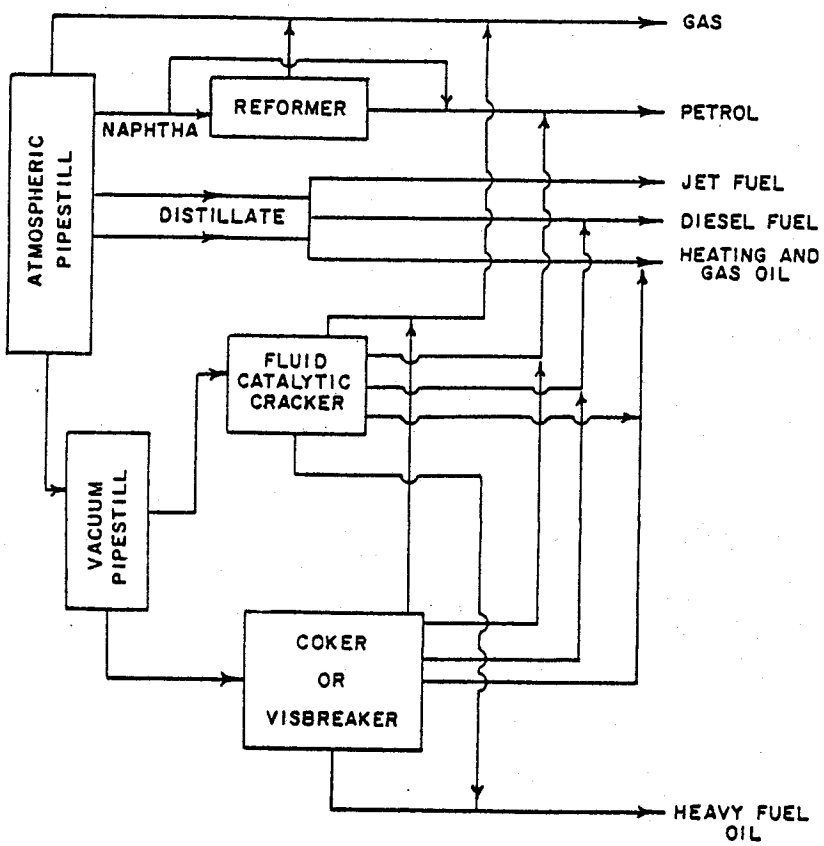


Fig. 2.2 SIMPLIFIED HIGH CONVERSION REFINERY



sätter spår i "virgin"-destillatens egenskaper, som exemplifieras betr. cetantalen i tabell 2.2. Denna visar också krackningsprodukternas mycket låga cetantal. Detta beror på den olika sammansättningen av skilda kolvätetyper. Normal-paraffiner (raka kolkedjor) har hög tändvil-

Tabell 2.2 Typiska cetantal för destillat från några råoljor

Produkt	Cetantal
Destillat från Mellanöstern-råolja	55 - 60
" " Nordsjö- "	50 - 55
" " Nigeria- "	39 - 43
" " termisk krackning	30 - 45
" " katalytisk "	10 - 30

lighet (= högt cetantal), som ökar med ökande kedjelängd, d.v.s. stigande kokpunkt. De bildar dock lätt paraffinkristaller, d.v.s har hög CFPP-temperatur. Iso-paraffiner (grenade kolkedjor) har lägre cetantal än normalparaffinerna och lägre ju mer grenad kolkedjan är. Olefiner har något lägre cetantal motsvarande paraffinkolväte. Naftener (mättade kolväteringar) har lägre cetantal än n-paraffiner med samma antal kolatomer.

Aromater, slutligen, har mycket låga cetantal och lägre ju fler ringar och fler korta sidogrenar de har. Deras CFPP-temperatur är å andra sidan den lägsta av nämnda kolvätetyper. Aromaterna är huvudorsaken till krackningsprodukternas låga cetantal (fig 2.3) även om riklig förekomst av grenade och olefiniska kolväten också bidrar. Den s.k. "light cycle oil" (LCO) från katalytisk krackning kan ha aromathalter på upp till 85% och ha hög densitet, upp till 960 kg/m^3.

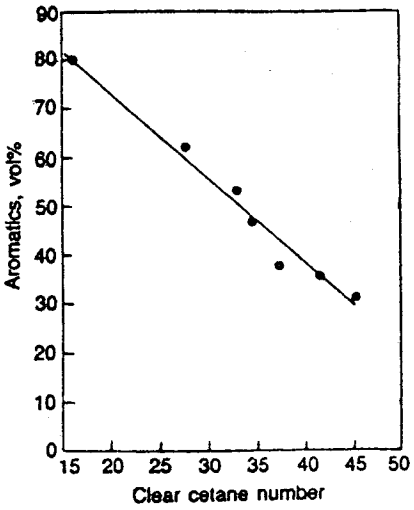


Fig. 2.3 Förhållandet mellan aromatinnehåll och cetantal. Ref. 4

Omorienteringen av råoljetillförseln till Västeuropa (i synnerhet Nordeuropa) för att minska det starka beroendet av Mellanöstern och utbyggnaden[3] av anläggningar (fig 2.4) för konvertering av tjocka oljor till drivmedel vid raffinaderierna har således lett till förändringar av dieselkvaliteten i försämrande riktning. Till detta bidrar också förskjutningar inom den s.k. mellandestillat-"poolen" genom att efterfrågan på jetbränsle och vägdiesel förväntas öka i förhållande till lätta eldningsoljor med höjda krav beträffande genomsnittskvalitet som följd [3,5]. Västeuropeiska biltillverkares satsningar på dieselmotorer i personbilar är bakgrund till detta[3]. Förväntat genomslag på marknaden är osäkert då det är tveksamt om det kan paras med skärpta krav på reduktion av utsläpp av kväveoxider, sot och partiklar.

Utbyggnaden av den termiska och katalytiska krackningen i Västeuropa har medfört att andelen krackade komponenter i mellandestillaten i det närmaste fördubblats, dock utan att komma upp på de nivåer som sedan länge nåtts i USA. Tendensen mot ökad andel krackprodukter förstärks på lång sikt genom att råoljorna successivt blir tyngre

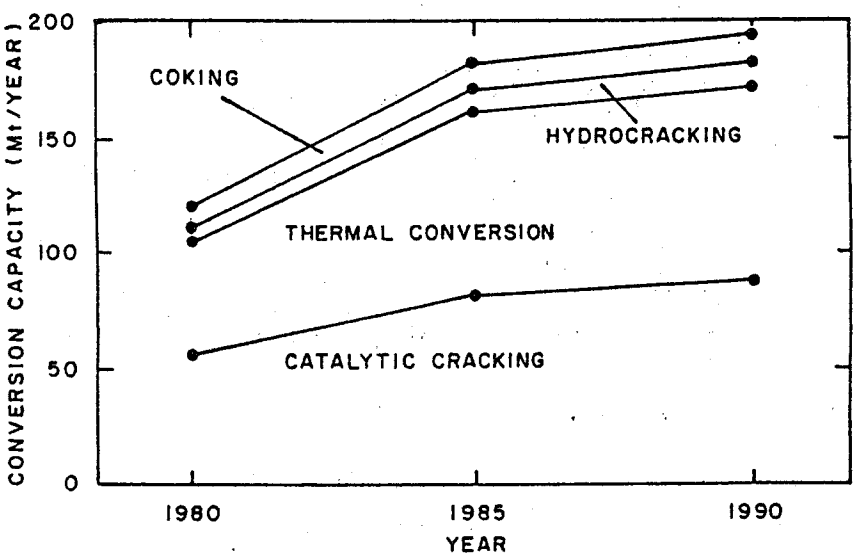


Fig. 2.4 Utvecklingen av konverteringskapacitet för raffinaderierna i Europa. Ref. 3.

då nuvarande överuttag av lätta råoljor ej längre är möjligt. Detta dröjer 1 à 2 decennier i Västeuropa men är redan märkbart i USA och särskilt påtagligt i Kanada genom det ökande inslaget av tunga nafteniska oljor av tjärsandsursprung. (De verkliga konsekvenserna av detta för dieselkvaliteten skall diskuteras nedan.) Fig. 2.5 visar en förutsägelse av utvecklingen.

Det finns en hel del åtgärder som kan vidtas i raffinaderierna för att möta tendens mot kvalitetsförsämring. Sådana kan vara

- skilja olika mellandestillat-flöden för att utnyttja de med höga cetantal för vägdiesel och övriga för

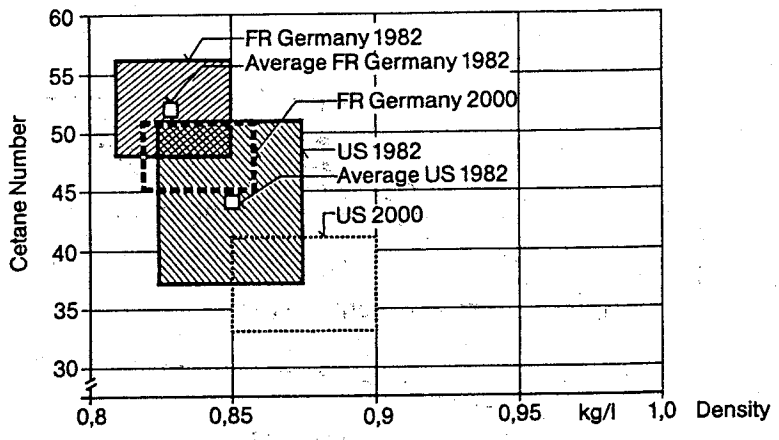


Fig. 2.5 Dieselbränslets kvalitet avseende cetantal och densitet i Europa och USA. Ref. 6

diesel med lägre krav (ex.vis stationära motorer) eller eldningsoljor; sådan segregering sker redan på en del håll,

- modifikation av krackningsbetingelser så att aromatbildningen minskas, vilket dock kolliderar med önskan att maximera produktionen av högklassiga bensinkomponenter,

- efterbehandling av krackat mellandestillat genom hydrering för att öka lagringsbarheten (mätta diolefiner och olefiner) och minska svavel- och kvävehalter; detta synes alltid ske i någon grad vid användning för diesel men betingelserna är sådana att aromaterna endast hydreras i ringa utsträckning och cetantalshöjningen blir därför måttlig, ett par enheter,

- extraktion av aromater med lösningsmedel (furfural); användes ännu inte kommersiellt,

- inblandning av tändförbättrande föreningar (organiska nitrater) för cetantalshöjning (Fig 2.6); användes f.n. i begränsad utsträckning,

- användande av hydrerande krackning, som ger mellandestillat likvärdiga med "virgin"-destillat; användes av kostnadsskäl i liten omfattning (i Norden finns bara en mindre enhet i Finland)[8],

- avvaxning av "virgin"-destillat för att minska paraffinkolvätenas kedjelängd och på så sätt öka köldtåligheten (sänka CFPP).

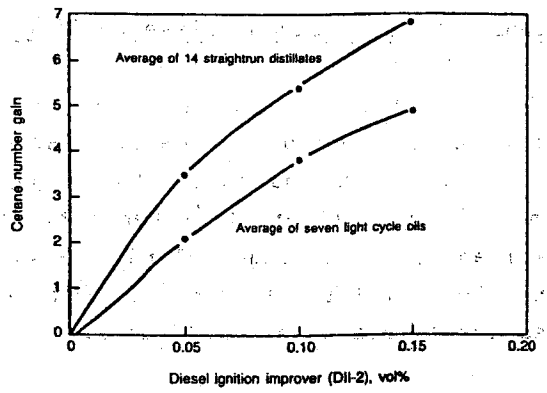


Fig. 2.6 Tändförbättrare och effekten på dieselbränslets cetantal. Ref. 4

Alla de nämnda åtgärderna är förenade med kostnader och raffinaderierna har intresse av att cetantalskraven sänks så att större kvantiteter dieselolja kan tillverkas till lägsta kostnad[3]. Detta vill raffinaderierna också göra genom att höja slutkokpunkten, d.v.s. göra dieseloljan tyngre. Mot detta står biltillverkarnas krav på att få goda dieselkvaliteter[9] särskilt för de nya mindre personbilarnas dieselmotorer och för att kunna möta skärpta krav på avgasemissionerna.

I dag är det med nuvarande förhållanden energimässigt gynnsammare att framställa diesel än bensin och till detta kommer dieselmotorns högre energiverkningsgrad. Ett stort uttag av diesel, som gör omfattande hydrerande krackning nödvändig, skulle emellertid vända detta förhållande och öka raffinaderiets energiförbrukning. Parat med framtida mindre skillnad i verkningsgrad mellan otto- och dieselmotorer skulle en dieselmaximering vid raffinaderiet kunna vara ett totalt sett ogynnsamt fall ur energisynpunkt. Det finns m.a.o. sannolikt ett optimalt bensin/diesel-förhållande. I Västeuropa är förhållandet mellan bensin och dieseloljeförbrukningen[5] ca 2:1 (hög dieselanvändning i tunga fordon) mot ca 5:1 i Nordamerika och ca 1:1 i "tredje världen".

2.4 Dagens och morgondagens dieselkvaliteter

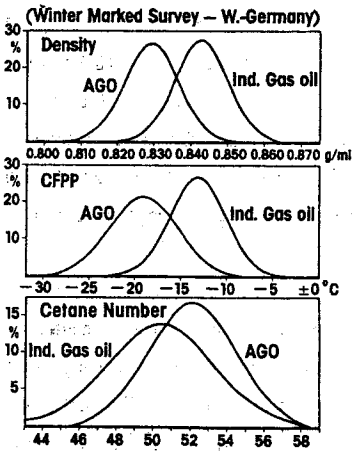
Standards för diesel i Västeuropa är ej enhetliga beträffande cetantalen, som dock ligger på en högre nivå (45-50) än i USA och Canada (40). Enhetliga krav vore önskvärda med hänsyn till att trafiken i högsta grad är gränsöverskridande. Utvecklingen på råolje- och raffinaderisidan har lett till förslag om att sänka standardens krav i vissa länder som tabell 2.3 visar.

Tabell 2.3 Cetantals krav och förslag i vissa länder. Ref. 2

	Min. Gällande	Cetantal Förslag
UK	50	48
Frankrike	50	47
Västtyskland	45	-
Italien	48	47
Sverige	45	-
USA	40	-
Canada	40	-

I Norden finns fastställd standard för dieselbrännolja endast i Sverige, tabell 2.1. I övriga länder gäller oljeföretagens specifikationer. Den svenska standarden upptar inte alla de specifikationer, som oljeindustrin har för sin tillverkning, och detta framstår nu som en allt större brist p.g.a. pågående förändringar av dieseloljans sammansättning och egenskaper. Tabell 2.4 sammanfattar typiska industrispecifikationer i de olika länderna. (se sid 22)

Undersökningar av levererade dieseloljor genom provtagningar på fältet är sparsamt förekommande. Tabell 2.5 (sid 23) visar ett utdrag ur analysdata på prover som tagits under 1981-84 i Västeuropa av Ethyl S.A. (Bryssel) och i tabell 2.6 (sid 24) prover tagna av Naturvårdsverket (Sverige) och Volvo. Fig. 2.7 illustrerar en västtysk undersökning.



AGO = Automotive Gas Oil

Fig. 2.7 Jämförelse mellan dieselolja och eldningsolja. Ref. 3

Då antalet prover är få kan de inte med säkerhet sägas vara representativa för all dieselolja.

I USA synes mer systematiska fältundersökningar göras och publiceras. I ref. 11 finns resultat från 1960-1983 återgivna.

De europeiska undersökningarna indikerar att några större svårigheter att i genomsnitt hålla cetantalen inte finns men att variationerna kan vara avsevärda och att enstaka prover ligger under specifikationsvärdet. Densiteten uppvisar variationer på ca ±2,5% kring genomsnittsvärdet, vilket troligen är i högsta laget och över vad referensbränslen får ha. Någon särskild tendens beträffande förskjutningen av kokpunktsintervallet eller kolvätesammansättningen kan inte spåras i undersökningarna då provserien är för kort. Aromathalter omkring 20 à 25% får ses som normala i dagens läge och förhindrar inte upprätthållande av önskade cetantal. Däremot kan olefinhalter på ca 10% förefalla höga och tyda på att efterhydrering av krackningsprodukter inte utförs i behövlig grad. Relativt liberala gränser på lägsta svavelhalt kan bidra till detta.

Det amerikanska materialet visar klar sänkning av de genomsnittliga cetantalen från 50 à 51 till omkring 45 för både den lätta dieseloljan 1-D (avsedd för stadsbussar) och den normala kvaliteten 2-D (avsedd för tunga lastbilar, traktorer och ev. järnvägslokomotiv) med stora variationer. Någon förskjutning uppåt i kokpunktsintervallet kan också iakttas för normaldieseln. Densitetsvariationerna är för denna kvalitet mycket stora (±7%).

Länder med stora skillnader i klimatet mellan sommar och vinter får särskilt stort problem att hålla sommar- och vinter-(arktisk-)kvaliteterna så lika som är önskvärt ur motorfunktionssynpunkt. För att övervinna svårigheterna vintertid marknadsförs speciella kvaliteter med lägre och snävare kokpunktsintervall, som mera liknar fotogenens, och med slutkokpunkten på ca 275° eller lägre. Dessa kvaliteter är också liknande de, som i USA används för städernas bussar och som också används i Sverige på en del håll, s.k. "lättdiesel", för att möta krav på låga synliga rökutsläpp.

Dessa lätta dieseloljor får dock tendens till lägre cetantal och tändvillighet och framför allt lägre densitet, ca 0,81 eller lägre. Detta är en så stor avvikelse från de densiteter normala dieseloljor kan ha att en motor tappar effekt och bränsleförbrukningen påverkas uppåt. Omvänt kommer en dieselmotor, som är inställd för lättdiesel, att få högre rökutsläpp när den går på normal dieselolja.

Det synes som om en stor del av de problem som finns idag med dieselbilar och -bränslen sammanhänger med alltför stora variationer i bränslet och mindre med den nivå på värdena som bränslet skall ha enligt specifikationer och standards. Visserligen förutsäges som nämnts utvecklingen medföra försämringar av vissa egenskaper (lägre cetantal, högre densitet) men hur långt dessa kommer att gå beror på vilket genomslag de många olika raffinaderitekniska åtgärder, som enligt ovan (avsnitt 2.3) är möjliga, kommer att få. Detta kommer i sin tur att bestämmas av hur framtida standards och specifikationer kommer att se ut.

Det är ställt utom allt tvivel att mer detaljerade specifikationer med snävare gränsvärden kommer att behövas, vilket dieselmotortillverkarna hävdar, för att möta högre krav på god motorfunktion under alla driftsförhållanden och krav på lägre emissioner. Från oljeindustrins sida antyds[3] att anpassning kan successivt behöva ske till något sämre kvalitetsdata beträffande tändvillighet, densitet och lågtemperaturegenskaper.

Det är angeläget att motor- och oljeindustrierna enas[5] om minimidata i en standard. Frågan studeras inom en gemensam grupp[13] från de västeuropeiska olje- och motorindustriernas samarbetsorgan, CONCAWE respektive C.C.M.C.

KAPITEL 2 - REFERENSER

1. Vogel, H et al.(BASF). Tillsatsmedel i motorbränslen. Föredrag vid SKR/SMR symposium i Stockholm, 28 oktober 1982.

2. Bernstein, LS (Esso Europe). Availability and Quality of Future European Fuels and Lubricants. Paper KP2 at Co-ordinating European Council (CEC) 2nd Int. Symp., Wolfsburg, 5th-7th June 1985.

3. Reglitzky, AA & Dabelstein, WEA (Deutsche Shell). Trends in Future Automotive Fuels on the German Market. Paper at the European G.F.C-Symposium 3.-4. Oct. 1984, Neuilly, France.

4. Collins, JM & Unzelman, GH (Ethyl). Alternatives available to meet diesel cetane quality challenge. Oil & Gas J. 52 (1983): May 30, p. 71 and ibid 51(1982): May 31, p. 87.

5. Fuels for motoring: Trends in automotive fuels. BRIEFING PAPER, July 1985, Ref. 1/85 from BP International, London.

6. Fiala, E (Volkswagenwerk). Impacts of Future Car and Engine Designs on Fuels and Lubricants.Co-ordinating European Council (CEC) 2nd Int. Symp., Wolfsbury, 5th - 7th June 1985.

7. Unzelman, GH (Ethyl). New cetane data reveal surprises, challenges. Oil & Gas J. 52 (1983): Nov. 14, p. 178.

8 Bertilsson, BM. Bilavgaser och framtida drivmedel i Norden. Nordisk Ministerråds miljörapport 1984:3 (Oslo 1984).

9. Gairing, M et al. Zu Qualitätsfragen bei Dieselkraftstoffen: "Verbesserung des Dieselmotors- Verschlechterung des Dieselkraftstoffes - ein Widerspruch". Vortrag auf der Technischen Arbeitstagung, Hohenheim, am 4. April 1984.

10. Dabelstein, WEA et al. (Shell). Der Fahrzeugmotor und sein Kraftstoff. Qualitäts- und Energieaspekte. Erdöl und Kohle - Erdgas 35(1982):7, p. 350.

11. Shelton, EM (Natl. Inst. Petroleum and Energy Research, Bartlesville, Oklahoma). Diesel Fuel Oils, 1983. NIPER-132 PPS. 83/5. DE 85 001685.

12. Le Breton, D (Total) & Pearson, JK (Shell Res.). The Design and Philosophy of the CEC Reference Fuels. Paper EF1 of Co-ordinating European Council (CEC) 2nd Int. Symp., Wolfsburg, 5th-7th June 1985.

13. Johnson, EW (BL Technology). Paper EL3 at Co-ordinating European Council (CEC) 2nd Int. Symp. Wolfsburg, 5th-7th June 1985.