

INDUSTRIENS UTREDNINGSSINSTITUT



Peter Fitger .

## **Petrokemiska utvecklingslinjer**

ALMQVIST & WIKSELL  
Stockholm · Göteborg · Uppsala

## Innehåll

Förord . . . . .	7
Inledning . . . . .	9
Syntesgas . . . . .	13
Acetylen . . . . .	16
Etylen . . . . .	17
Propylen . . . . .	29
Aromatiska kolväten . . . . .	32
Andra petrokemiska produkter . . . . .	34
Allmänna synpunkter . . . . .	36
Bilaga. Några grundläggande kemiska fakta . . . . .	41

## Förord

År 1955 utgav Industriens Utredningsinstitut boken "Kemisk industri", som behandlade struktur och utvecklingstendenser inom vårt lands kemiska industri. Vid den tid då boken skrevs var världens petrokemiska industri ännu relativt ung och någon sådan industri existerade då inte i vårt land. Det var mot denna bakgrund naturligt att författarna vid sin analys av den petrokemiska industrin höll sig på ett mycket allmänt plan och inte gick närmare in på branschens olika produkter.

Med föreliggande skrift vill institutet presentera en mera ingående redogörelse för utvecklingen på det petrokemiska området. Författaren, fil. dr Peter Fitger — tidigare verkställande direktör för Sveriges Kemiska Industrikontor — behandlar här några viktiga drag i branschens historiska utveckling, ger en översikt över de olika produkternas mångskiftande användningsområden samt diskuterar de framtida utvecklingslinjerna inom de grenar som redan är eller kan förväntas bli av särskilt intresse ur svensk synvinkel. Då den svenska petrokemiska industrin för närvarande kan sägas befinna sig i ett uppbyggnadsskede, har ämnet stor aktualitet. Det är institutets förhoppning att denna skrift skall få en mångsidig användning som en orientering inom det för lekmannen ofta svåröverskådliga petrokemiska ämnesområdet.

Stockholm i juni 1966.

*Ragnar Bentzel*

## Inledning

Redan för 100 år sedan började en på intensiv forskning baserad tillverkning av organiska kemikalier för färgämnestillverkning växa upp i stor skala i Tyskland och senare bl. a. i Schweiz. Råvarorna hämtades från stenkoltjära, som huvudsakligen består av s. k. aromatiska kol-föreningar med en i förhållande till flertalet petroleumkolväten ganska komplicerad struktur. Senare utvidgades forskningen till bl. a. läkemedelssubstanser, vilka liksom färgämnen kan betecknas som *finkemikalier* på grund av deras höga värde per viktenhet. Läkemedelsindustrin kan i dag framställa de mest komplicerade kemiska föreningar och målet för dess omfattande forskningsverksamhet är framför allt att finna sådana substanser som har stort medicinskt värde.

I motsats till finkemikalierna uppstod i Tyskland begreppet "Schwerchemikalien", dvs. *tunga kemikalier* med ett relativt lågt värde per viktenhet. Ända fram till uppkomsten av den petrokemiska industrin har därmed huvudsakligen avsetts oorganiska kemikalier, t. ex. soda, svavelsyra och klor. Produktionen av enklare organiska kemikalier, vilka till skillnad från oorganiska sådana innehåller kol och väte som huvudbeståndsdelar, begränsades länge till i huvudsak biprodukter från annan industri — såsom metanol och ättiksyra från träkolning, bensenkolväten från gas- och koksverk, glycerin från ljusstillverkning — och produkter framställda genom jäsning av kolhydrater, i första hand sprit.

Ett stort steg framåt togs i slutet av 1800-talet med tillverkningen av *kalciumpkarbid* på elektrotermisk väg ur koks och kalksten. Denna

oorganiska produkt blev så småningom — via acetylen — basen för framställning av bl. a. acetaldehyd (som kemiskt sett intar en mellanställning i förhållande till sprit och ättiksyra) och dess förädlingsprodukter samt klorhaltiga lösningsmedel. Karbid blev även råvara för tillverkning av kalkkväve, ett viktigt kvävegödselmedel som dock numera förlorat i betydelse. Kalkkväve var även under vissa år i Sverige ända fram till 1920-talet — råvara för framställning av *ammoniak*, som tidigare endast erhöles som biprodukt vid gas- och koksverken. Ammoniak är med hänsyn till sina beståndsdelar — väte och kväve — en rent oorganisk kemikalie, men i tillverkningshänseende står den numera nära den organiska kemikalien metanol. Det kan betecknas som alla tiders största framsteg inom kemisk teknik. — särskilt i apparathänseende — när *Haber* och *Bosch*\* år 1913 lyckades framställa ammoniak på syntetisk väg genom förening av de båda gasformiga beståndsdelarna vid mycket högt tryck och hög temperatur. År 1923 började metanol tillverkas på liknande sätt ur samma råvara, nämligen av koks framställd syntesgas som nedan skall utförligt behandlas. I början av 1920-talet hade emellertid redan i USA på petrokemisk väg börjat tillverkas organiska kemikalier, delvis av helt nya slag.

I begreppet *petrokemisk industri* skulle man kunna inräkna alla de kemiska förädlingsindustrier som ytterst baserar sig på petroleum — däri inräknat naturgas — som råvara. När det gäller de senare leden i produktionskedjan har det emellertid i princip föga betydelse om ursprungsråvaran är petroleum, koks, sprit eller dylikt; stundom känner fabrikanten kanske icke ens till ursprunget. Ur produktionsstatistisk synvinkel begränsas därför begreppet petrokemisk industri till det förs-

---

\* *Haber* fick Nobelpriset i kemi 1918 medan *Bosch* — som på sin tid var Tysklands störste företagsledare inom kemisk industri — delade 1931 års kemipris med *Bergius* "för sina förtjänster om kemiska högtrycksmetoders uppkomst och utveckling". Det stora problemet gällde då att hydrera kol till flytande bränslen med tanke på en befarad brist på petroleum.

ta förädlingsstadiet, som består i framställningen av kemiska byggnadselement. Särskilt i den mån dessa är gasformiga vid vanlig temperatur — såsom fallet är med syntesgas, etylen och propylen — synes det emellertid naturligt att till petrokemisk industri även räkna det därpå följande steget i produktionskedjan och i varje fall behandla de därvid framställda produkterna i anslutning till de ur petroleum tillverkade byggnadselementen.

I fråga om det första ledet i produktionskedjan kan den petrokemiska industrins produkter uppdelas på följande sätt:

1. Syntesgas
2. Acetylen
3. Etylen och propylen
4. Aromatiska kolväten
5. Andra petrokemiska produkter.

Det må inledningsvis framhållas att det är område nr 3 som från internationell och även från svensk synpunkt tilldrar sig det ojämförligt största intresset. Område nr 1 är från kvantitetssynpunkt mycket betydande men till skillnad från övriga områden har syntesgas tillverkats långt tidigare av stenkol och annat kolhaltigt material. Att dessa nu i huvudsak ersatts med petroleumprodukter har haft stor betydelse från kostnadssynpunkt men har icke alls inneburit en sådan revolution av utvecklingslinjerna inom kemisk industri som när petroleumbaserad etylen och propylen började uppträda som byggnadselement för organiska kemikalier. I USA skedde detta redan på 1920-talet och tillverkningen hade nått stor industriell betydelse redan före utbrottet av andra världskriget.\* I England uppstod liknande petrokemiska till-

---

\* Union Carbide tillverkade år 1926 5 kemikalier ur etylen, vilket antal år 1934 stigit till 35 och år 1939 till 41. För kemikalier ur propylen var motsvarande siffror 2, 15 och 27.

verkningar i relativt stor skala åren närmast efter krigets slut, i övriga västeuropeiska industriländer vanligen i början av 1950-talet och i Sverige 1963.

I en särskild bilaga har sammanställts några grundläggande kemiska fakta, framför allt avsedda för läsare utan kemisk utbildning, i avsikt att underlätta och öka förståelsen av de nedan behandlade petrokemiska produkter, vilkas tillverkning redan är eller kan tänkas bli aktuell i vårt land inom överskådlig framtid. Tekniken går emellertid så hastigt framåt, att man nästan kan räkna med att om ett decennium åtminstone någon petrokemisk tillverkning blir aktuell även för Sverige, vilken man i dag ej alls kan förutse. Sådana innovationer kan betecknas som en normal företeelse inom petrokemisk industri.

## Syntesgas

Framställningen av syntesgas innebär att kolvätena i petroleumprodukter sprängs sönder i dels vätgas, dels kol i form av koloxid. En sådan blandning av koloxid och väte kan bli utgångsmaterialet för inhemsk framställning av metanol. Syntesgas erfordras även för den s. k. oxo-processen, som nedan närmare behandlas.\* Av betydelse är emellertid framför allt, att man med vattenånga kan konvertera koloxid till väte och kolsyra (koldioxid), vilken senare tvättas bort, så att man får syntesgasen helt överförd till vätgas, eventuellt i blandning med från luft härstammande kväve.

Såsom redan ovan omnämnts utgör väte och kväve råvarorna för framställning av den synnerligen betydelsefulla produkten *ammoniak*, som i sin tur är basråvara för tillverkningen av bl. a. kvävegödselmedel och sprängämnen. Av ammoniak och kolsyra tillverkas den organiska kemikalien *urea* som är dels en plastråvara, dels ett mycket högkoncentrerat kvävegödselmedel, som lättare än andra sådana medel ekonomiskt tål transoceaniska transporter. Enligt en ny process är det möjligt att överföra urea till en annan plastråvara, *melamin*, som tidigare endast tillverkats med på karbid baserat kalkkväve som utgångsmate-

---

\* Ur syntesgas kan också framställas mycket mer komplicerade produkter; Tyskland täckte under kriget en del av sitt behov av flytande bränsle på basis av syntesgas, som framställdes av kol. Efter kriget har en liknande fabrik byggts i Sydafrika på basis av egen brytning av billigt kol; tillverkningen omfattar där även flera organiska kemikalier. Någon liknande tillverkning i andra länder kan emellertid icke förväntas så länge billiga petroleumråvaror står till förfogande.



rial. Två dylika fabriker är redan i drift och flera planeras.

Sverige har i dag två på petroleumprodukter baserade ammoniakfabriker — i de närbelägna orterna Kvarntorp och Köping — med en kapacitet av 60 000 respektive 50 000 ton ammoniak per år. Båda anläggningarna ägs av AB Svenska Salpeterverken och använder numera tung eldningsolja som råvara för syntesgasproduktion. Kapaciteten kan betecknas som endast medelmåttig om man jämför med de stora ammoniakfabriker som nu byggs i utlandet. Man kan räkna med att kapaciteten kommer att successivt höjas något genom utbyggnad av trånga sektioner, men bolaget torde icke ha några planer på en mera väsentlig utökning av produktionskapaciteten för ammoniak. En del av denna kapacitet används för tillverkning av urea, för vilken vara även en exportmarknad upparbetats.

En mycket stor del av världens ammoniakproduktion baseras på naturgas eller på väte- och metanrika avfallsgaser från t. ex. krackeranläggningar. Om sådana råvarutillgångar ej står till förfogande, kunde man till för ett par år sedan från ekonomisk synpunkt välja mellan tung eldningsolja och nafta. Senare har emellertid stora tekniska framsteg gjorts som medfört att anläggningskostnaden per ton ammoniak vid användning av nafta som råvara nu är betydligt lägre än vad man tidigare räknat med. I dag har nafta därför påtagliga företräden framför eldningsolja som råvara för ammoniak tillverkning. Norsk Hydro, som 1965 startat en på eldningsolja baserad ammoniakfabrik, kommer att övergå till nafta i en ny fabrik som får en kapacitet på icke mindre än 350 000 ton ammoniak per år.

I Landskrona-området har Sverige nu börjat få två betydande konsumenter av ammoniak, nämligen dels Fosfatbolaget (Stockholms Superfosfat Fabriks AB) — som dit överflyttar större delen av bolagets tidigare på ammoniak baserade förädlingsindustri i Ljungaverk — dels AB Förenade Superfosfatfabriker, som börjat tillverka även kvävehal-

tiga fosforgödselmedel. Sverige får därför en ganska betydande import av ammoniak. Det är för närvarande icke möjligt att avgöra om — och i så fall när — konsumtionen av kvävegödselmedel och tekniska kväveprodukter i vårt land kommer upp till den nivå som vid ifrågasvarande tidpunkt anses erforderlig för byggandet av en ny ammoniakfabrik av ekonomisk storleksordning. Minimistorleken brukar inom petrokemisk industri stiga relativt snabbt med utvecklingen. Uppenbart är emellertid att minimistorleken kan sättas lägre om tillverkaren själv är konsument av ammoniak än om varan skall behöva försäljas på världsmarknaden med den hårda konkurrens som där ofta förekommer.

I detta sammanhang må framhållas att tillverkning av den alltmer betydelsefulla förädlingsprodukten urea ur ammoniak i praktiken icke är tänkbar utan anslutning till ammoniaktillverkning. Som biprodukt erhålls nämligen vid sistnämnda tillverkning kolsyra, som är en nödvändig råvara vid ureatillverkning.

*Metanol* kan tillverkas i till större delen samma apparatur som används för ammoniakframställning. Sverige har redan i dag en betydande konsumtion av metanol — drygt 40 000 ton — för tillverkning av oxidationsprodukten formalin, som används för framställning av andra organiska kemikalier och framför allt av flera olika kondensationsplaster, vilka bl. a. ingår i Perstorpsplattan. Svenska Salpeterverken har länge haft planer på att uppta tillverkning av metanol, men sedan man i Norge fattat beslut om att bygga en metanolfabrik med en kapacitet av 60 000 ton, förefaller det dock mindre sannolikt att Sverige inom överskådlig tid får en egen metanoltillverkning.

## Acetylen

Acetylen är alltjämt ur internationell synvinkel ett viktigt byggnads-element för andra kemiska föreningar. Nya stora acetylenfabriker byggs i andra länder, varvid råvaran icke utgörs av karbid utan vanligen antingen av naturgas — i de fall billig sådan står till förfogande — eller av relativt lätta petroleumfraktioner såsom nafta; tekniken har även på detta område gjort stora framsteg under de senaste åren. Relativt sett förlorar emellertid acetylen i betydelse även internationellt sett, om man jämför med den mycket kraftigt stigande förbrukningen av etylen. I Sverige blir detta förhållande särskilt markant genom att beslut fattats att i fråga om det hittillsvarande största användningsområdet för acetylen inom svensk kemisk industri — för tillverkning av vinylklorid — övergå till etylen som råvara.

I övrigt användes acetylen inom svensk kemisk industri huvudsakligen av Uddeholms AB för tillverkning av trikloretylen och perkloretylen. På lång sikt strävar man sannolikt i Sverige efter att även för dessa kemikalier övergå från på karbid baserad acetylen till petrokemiska råvaror.

## Etylen (eten)

Numera kan man på basis av etylen bygga upp det stora flertalet av de kemiska föreningar, för vilkas framställning acetylen — eller etylalkohol — tidigare var en nödvändig råvara. Av etylen kan också framställas föreningar som icke kan tillverkas på annat sätt — t. ex. polyetylen — vilket förklarar att man i Tyskland ännu på 1950-talet tillverkade etylen ur acetylen — framställd av karbid — samt vätgas som komplement till de begränsade kvantiteter etylen som alltjämt tillvaratas ur koksugngaser.

I USA är råvaran för etylen vanligen etan eller propan, som till ungefär lika delar härstammar från petroleumraffinaderier och naturgas. Dessa råvaror stod inte till förfogande i tillräckligt tillräckliga kvantiteter i Europa, men där uppstod i stället efter världskriget en kraftigt stigande produktion av etylen på basis av flytande petroleumprodukter. Den huvudsakliga råvaran är nafta, som vid de europeiska raffinaderierna uppstår som en biprodukt på grund av att man vid dessa icke inriktar sig på att av råolja få fram så mycket bensin som möjligt, vilket däremot är fallet i USA. I en "steam cracker" överföres naftan till ungefär 50 % i etylen och andra omättade kolväten (propylen, butadien och butylener). Omkring 20 % av naftans kaloriinnehåll går åt för värmeändamål inom anläggningen. I övrigt erhålls något eldningsolja och — framför allt — s. k. krackbensin, som är rik på aromatiska kolväten och därför används för uppblandning med andra bensinkvaliteter.

AB Svenska Essos krackningsanläggning i Stenungsund, som togs

i bruk 1963, har en produktionskapacitet av omkring 55 000 ton etylen per år och därjämte 45 000 ton propylen och 12 000 ton butadien. Esso har nu beslutat att produktionskapaciteten för etylen skall minska och fördubblas och det förefaller troligt att man på en gång bygger en mycket större anläggning. Bolaget kommer därvid att mycket mer än tidigare inrikta sig på ett högt utbyte av etylen med åtföljande minskning av propylenutbytet. Det är möjligt att Esso i framtiden som regel vara kommer att använda en annan petroleumfraktion än nafta. Den synnerligen kraftiga utvecklingen av Europas petrokemiska industri som baseras härpå, kan medföra att det hittillsvarande överskottet på nafta i framtiden ingalunda blir så utpräglat som tidigare.

Esso kommer att under en övergångstid — innan den beslutade men ännu icke slutplanerade nya krackern i Stenungsund kan tas i bruk vilket kan dröja åtskillig tid — att importera *etylen i flytande form* vid en temperatur av omkring  $-100^{\circ}\text{C}$ . Leveranserna skall komma från Esso-koncernens nya franska krackeranläggning som skall stå färdig i början av år 1967. För ändamålet måste speciella lastnings- och mottagningsanordningar med tillhörande lagerutrymmen byggas och särskilda transportfartyg anskaffas. Bakgrunden till Essos beslut torde vara att en kracker numera bör ur ekonomisk synvinkel byggas med så betydande kapacitet, att man icke kan förvänta att under närmaste tiden efter igångsättandet få avsättning för hela kapaciteten inom de egna landen. När den nya svenska krackern kommer i gång kan kanske denna under en övergångsperiod bli exportör av etylen till dess att den inhemska avsättningen stigit tillräckligt.

I alla de stora industriländerna befinner sig *etylenkonsumtionen* stark stegring. Tidigare upprättade prognoser har nästan alltid efter ett par år visat sig vara för låga. I USA har konsumtionen stigit från 1,4 miljoner ton år 1955 till 3,1 miljoner ton år 1963. För år 1970 beräknades konsumtionen för något år sedan till mindre än 5 miljoner

ton men i en färsk prognos har siffran höjts till 6 miljoner ton. Detta innebär en stegring med över 50 % i förhållande till den officiella Paleyrapportens medeluppskattning, som avsåg läget 1975 — alltså fem år senare — och som när den framlades ansågs synnerligen optimistisk i vida kretsar. I England och Japan kommer produktionskapaciteten redan om ett par år att överstiga 1,5 miljoner ton och snart därefter torde även Västtyskland komma upp till denna siffra.

Med nafta som råvara torde i de senast planerade anläggningarna *etylenutbytet* stiga till 25—30 % och även sistnämnda siffra torde snart komma att överskridas. Särskilt skulle detta bli fallet om det visar sig ekonomiskt genomförbart att enligt den nya Triolprocessen tillverka etylen — och samtidigt butylen — ur den propylen som alltid erhålls som biprodukt vid krackning av nafta, ehuru mängden minskas med stigande etylenutbyte. Det må tilläggas att man vid krackning av de i USA vanligen använda råvarorna för etylenframställning — etan respektive propan — icke får några biprodukter som kan sakna avsättning inom kemisk industri.

#### Andvändningen av etylen

Så sent som 1954 användes såväl i USA som i England 70 % av etylenproduktionen för framställning av etylalkohol och etylenoxid, vilka produkter förädlas vidare huvudsakligen till lösningsmedel, kylarvätska och andra flytande organiska kemikalier. Inom kort blir förhållandet närmast omvänt i det att åtminstone 60 respektive 70 % kommer att användas för framställning av högpolymera produkter — plaster, inklusive syntetiskt gummi — i första hand plasten polyetylen samt monomererna vinylklorid och styren, vilka i nästa förädlingsstadium polymeriseras till plasterna polyvinylklorid (PVC) och polystyren respektive SBR-gummi. Enbart polyetylen väntas i alla de stora industrilän-

derna svara för minst 40 % av etylenkonsumtionen; för England är andelen nära 60 %.

#### Polyetylen (polyeten)

Medan vinylklorid och styren relativt lätt polymeriseras till motsvarande plaster, kan polymeriseringen av etylen till polyetylen endast ske under mycket speciella förhållanden. Framställningen av vanligt polyetylen — som betecknas med LD på grund av att dess specifika vikt är relativt låg (*low density*) till följd av att de mycket långa kolkedjor som bildas vid polymeriseringen är något förgrenade — sker vid hög temperatur och mycket högt tryck (2 500 atmosfärer). Utbytet ligger mellan 90 och 95 %. HD-polyetylen tillverkas under mera normala tryck- och temperaturförhållanden, men den härför nödvändiga katalysatorn är av mycket speciell karaktär\* och reaktionen sker under användande av stora kvantiteter lösningsmedel, varför HD-varan särskilt tidigare varit åtskilligt dyrare att framställa än vanligt polyetylen. LD-varan har sin mycket stora användning främst för tillverkning av film men även för rörframställning och inom bl. a. kabelindustrin, medan HD-polyetylen främst används för tillverkning av flaskor, hushållsartiklar o. d.

År 1963 tillverkades i USA 1 miljon ton polyetylen, varav 23 % HD. För 1970 beräknas produktionen till 2,4 miljoner ton, varav 28 % HD; för något år sedan slutade en liknande prognos på endast 1,9 mil-

\* Tysken Ziegler öppnade ett helt nytt utvecklingsområde inom petrokemin genom införandet av metallorganiska föreningar av typen aluminiumtrietyl som katalysator i kombination med t. ex. titantetraklorid. Hans epokgörande uppfinningar har genom utomordentliga insatser av italienaren *Natta* — båda fick Nobelpriset i kemi år 1963 — lett till framställning av stereospecifika polymerer, framför allt på gummiområdet, där atomerna kring de långa kolkedjorna är ordnade på ett regelbundet sätt. Philips petroleum framställer HD-polyetylen enligt annat förfarande med rent oorganiska katalysatorer.

joner ton. I Norden väntas konsumtionen stiga snarast hastigare än i USA. En nyligen vid Finska Plastföreningens jubileum framlagd prognos anger en stegring från 83 000 ton år 1964 till 325 000 ton år 1975.

I Danmark tillverkas polyetylen — liksom även sprit — ur etylen som erhålls i samband med framställning ur nafta av stadsgas för huvudstadens behov. Det förefaller sannolikt att produktionskapaciteten för polyetylen icke kan höjas mycket utöver nu planerade 25 000 ton, om man ej är beredd att ta steget till att bygga en ny kracker för etylenframställning utan den ovannämnda kombinationen med stadsgas.

I Sverige byggde Unifos Kemi AB i samband med tillkomsten av Essos kracker en anläggning i Stenungsund med en kapacitet av 15 000 ton LD-polyetylen. Kapaciteten är redan nu uppe i 30 000 ton och beslut har fattats om en ytterligare utbyggnad till 50 000 ton per år, som beräknas kunna tas i bruk under sista kvartalet 1966. Allt talar för att produktionen av LD-polyetylen även i fortsättningen kommer att stiga i rask takt och det förefaller sannolikt att förr eller senare även tillverkning av HD-polyetylen kommer att tas upp inom landet.

#### Vinylklorid och polyvinylklorid

Vinylklorid är ett typiskt exempel på att en organisk kemikalie i praktiken framställs på skilda vägar med olika råvaror. När polymerisationsprodukten började föras i marknaden på 1930-talet av pionjärerna på området, fanns redan en mycket stor produktion av kalciumkarbid, som utgjorde en mycket lämplig råvarubas. Av karbid framställd acetylen kan nämligen relativt lätt förenas med klorväte — framställt av klor — till vinylklorid. I Sverige kom en sådan produktion till stånd år 1945, i Norge åtskilliga år senare. Alltjämt tillverkas särskilt i Tyskland stora kvantiteter vinylklorid på karbidbas men såsom ovan fram-



hållits börjar man alltmer övergå till att framställa acetylen på petroleumbas, vilket dock icke medför någon förändring i fråga om den tidigare framställningen av vinylklorid ur acetylen.

I och med att etylen började tillverkas i stor skala fick man tillgång till en annan råvara för vinylklorid. Etylen kan lätt förenas med klor till etylendiklorid och genom krackning av denna mellanprodukt erhålls vinylklorid och klorväte. Det har blivit allt vanligare — särskilt i USA — att man kombinerar denna metod med den förut nämnda genom att vid den på acetylen baserade metoden använda det klorväte som erhålls som biprodukt vid den på etylen baserade metoden. Den organiska råvarudelen för vinylklorid kommer därigenom att fördelas med hälften vardera på etylen och acetylen.

Man kan emellertid utnyttja det vid krackning av etylendiklorid bildade klorvätet även på annat sätt, nämligen genom att i en särskild anläggning oxidera klorvätet till klor, som sedan förenas med etylen till nya kvantiteter etylendiklorid. Man kan således enligt denna metod, som dock ännu icke tillämpas i kommersiell driftskala, framställa vinylklorid av enbart etylen och klor.

I USA har man sedan några år uppnått samma resultat enligt den process för tillvaratagande av klorväte som kallas oxiklorering. Enligt detta förfarande oxideras det vid krackning av etylendiklorid avspaltade klorvätet med luft eller syrgas under samtidig tillförsel av etylen, varvid nya kvantiteter etylendiklorid bildas.

Fosfatbolaget ämnar övergå till sådan oxiklorering av etylen i stället för att såsom hittills använda karbidbaserad acetylen som råvara. Beslut har fattats att i Stenungsund uppföra en anläggning för tillverkning av 75 000 ton vinylklorid per år. Per ton kommer att åtgå omkring 700 kg etylen och 500 kg klor. Fabriken beräknas kunna tas i drift i slutet av 1967.

Den i Stenungsund framställda vinylkloriden kommer att polymeri-

seras till polyvinylklorid (PVC) i bolagets hittillsvarande anläggningar i Norrland, vilka samtidigt utbyggs.

I Norden tillverkas PVC även av Norsk Hydro. Nordens konsumtion av PVC utgjorde år 1964 omkring 70 000 ton och har beräknats stiga till 200 000 ton år 1975. USA:s produktion, som 1963 uppgick till 650 000 ton, beräknas ha fördubblats år 1970 och man väntar en ytterligare fördubbling under det därpå följande decenniet. I Europa och särskilt i Västtyskland är produktionen av PVC per capita ofta avsevärt större än i USA, vilket torde sammanhålla med att kalciumkarbid i Europa spelat en särskilt stor roll som råvarubas för tung organisk-kemisk industri. I Västtyskland, Frankrike och Italien liksom i Sverige är produktionen av PVC alltfjämt större än tillverkningen av polyetylen.

En del av PVC-konsumtionen avser tillverkning av "hårda" rör, plattor o. d., men huvuddelen sker i form av PVC som "mjukgjorts" genom tillsats av organiska vätskor — t. ex. oktlyftalat — med avsevärt högre kokpunkt än vanliga lösningsmedel. Mjukgjord PVC har sin största användning i vårt land inom kabelindustrin men stora kvantiteter förbrukas även för tillverkning av bl. a. folier, vävburen plast ("galon") och golvplattor.

#### Etylenoxid

Såsom namnet antyder är etylenoxid en förening av etylen och syre. Varan framställdes tidigare enligt det s. k. klorhydrinförfarandet med användning av klor och alkali som hjälpmedel. Det moderna förfarandet innebär emellertid en direktoxidation av etylen med luft eller syre. Mo och Domsjö AB har i Stenungsund en dylik anläggning för framställning av 15 000 ton etylenoxid per år, motsvarande en obetydligt större förbrukning av etylen. Större delen av produktionen används

för tillverkning av kylarvätskan etylenglykol och andra glykoler, men en stigande andel förbrukas för framställning av bl. a. ytaktiva kemikalier (tvättmedelsråvaror).

Utvecklingstrenden för etylenoxid är icke lika kraftigt stigande som för polyetylen och PVC men för närvarande torde dock etylenoxiden svara för 15 % av etylenkonsumtionen i såväl USA som Europa.

#### Etylalkohol — acetaldehyd

I vissa länder — däribland Sverige — har tidigare etylalkohol (sprit) varit råvaran för etylen och så är alltså fallet i Indien. Sedan länge tillverkas emellertid sprit — särskilt i USA — på petrokemisk väg med etylen som råvara. Den först använda "enkla" metoden, enligt vilken av etylen först bildas en förening med svavelsyra, har i moderna stora anläggningar ersatts med direkt hydratisering av etylen till etylalkohol. USA har en kapacitet på närmare 800 000 ton syntetisk etylalkohol, England över 60 000 ton, Västtyskland 40 000 ton och Danmark 10 000 ton. Även Frankrike har en fabrik under uppförande. Incitamentet för byggandet av nya fabriker kan dock sägas ha till stor del bortfallit därigenom att acetaldehyd, den viktigaste kemiska förädlingsprodukten av alkohol, numera kan tillverkas direkt av etylen enligt den s. k. Wacker-processen. Fabriker enligt detta förfarande finns redan i Västtyskland, Frankrike och USA samt byggs i bl. a. Italien och Spanien.

Alltjämt bibehålls emellertid tillverkning av acetaldehyd ur andra råvaror än etylen. I USA används delvis en blandning av butan och propan, som vid oxidation ger acetaldehyd tillika med andra organiska kemikalier. I Europa är acetylen fortfarande råvaran för acetyldehyd i många fabriker. Därjämte förekommer sedan gammalt jäsningssprit som råvara i vissa länder som ej framställer spriten syntetiskt. Så är fallet i bl. a. Frankrike, Sverige och Norge. I Sverige och i viss mån

även Norge finns sulfitsprit som råvara, men kvantiteterna räcker inte alls till, varför dessa båda länder — och speciellt Sverige — intar en ganska dominerande ställning som köpare på världsmarknaden för industrisprit. Delvis sammanhänger detta med att lagstiftningen i fråga om industrisprit i många andra länder ännu är mycket restriktiv.

Det tillgängliga överskottet av jäsnings-sprit på världsmarknaden är i regel framställt av melass, men även andra kolhydratiska jordbruksråvaror kan förekomma. När detta skrivs torde t. o. m. råsocker vara så billigt, att det skulle kunna konkurrera med petrokemiska råvaror för framställning av acetaldehyd och de produkter, som därav tillverkas av Mo och Domsjö i Sverige, nämligen i första hand butanol och oktanol. Det må framhållas att dessa två produkter kan framställas på petrokemisk väg även på annat sätt än över acetaldehyd. I Stenungsund finns redan en annan potentiell råvara, nämligen propylen. Med samtidig användning av syntesgas kan propylen, vars molekyl består av tre kolatomer, enligt det s. k. oxoförfarandet omvandlas till butanol med fyra kolatomer, varefter oktanol kan framställas på sedvanligt sätt. Sådan tillverkning förekommer redan i USA, England, Tyskland och Italien. Även i Frankrike skall en dylik fabrik byggas med två tyska och två franska kemiföretag som delägare.

#### Vinylacetat

I motsats till förut nämnda produkter förekommer i Sverige ännu icke någon tillverkning av vinylacetat, som importeras för framställning av plasten polyvinylacetat. Den mest kända användningen är för tillverkning av latexfärger, men även för flera andra ändamål kan en stark konsumtionsstegring förväntas. I USA räknar man med en stegring av produktionen från 165 000 ton vinylacetat år 1963 till 275 000 ton år 1970 och 530 000 ton år 1980. Sedan gammalt har mo-

numeren tillverkats av acetylen och ättiksyra (liksom vinylklorid av acetylen och klorväte). Norge har en i förhållande till hittillsvarande konsumtion avsevärd produktionskapacitet, baserad på av sprit tillverkad acetaldehyd. Såsom tidigare nämnts kan denna mellanprodukt även erhållas genom oxidation av etylen och enligt en ny process kan vinylacetat erhållas direkt ur råvaran etylen. Det förefaller på längre sikt ingalunda uteslutet att en sådan process kan komma till användning även i Sverige.

#### Syntetiska fettalkoholer

Huvudbeståndsdelen i de hittills mest använda syntetiska tvättmedlen — framställd på basis av tetrapropylen och bensen — nedbryts endast långsamt i avloppsvattnet, vilket medför avsevärda olägenheter. Orsaken ligger främst däri att tetrapropylen — en förening av fyra propylenmolekyler — har en starkt förgrenad kolkedja. Man eftersträvar därför en övergång till tvättmedelssubstanser med möjligast raka kolkedjor, som helst ej bör vara hopkopplade med bensenmolekyler. Fettalkoholer är idealiska i detta avseende och har också sedan länge använts i viss omfattning. De har tillverkats genom hydrering av från fett härstammande naturliga fettsyror.\* Med hänsyn till den starkt ökade efterfrågan på tvättmedelssubstanser med raka kolkedjor har fettalkoholer och liknande produkter numera börjat tillverkas även på syntetisk väg, varvid etylen åtminstone i vissa fall är den lämpliga råvaran.

\* Liljeholmens Stearinfabriks AB — ett dotterföretag till Fosfatbolaget — har tidigare framställt fettalkoholer i Sverige men inriktar sig nu alltmer på att genom hydrering omvandla fettsyror till fettaminer, som har speciell användning vid vägbeläggning. Bero! AB — ett dotterföretag till Mo och Domsjö — tillverkar i stor skala tvättmedelssubstanser på basis av importerade råvaror och koncernens egen produktion av etylenoxid. Flera molekyler av denna kemikalie kan sammanfogas till raka molekylkedjor, vilka är värdefulla med hänsyn till den biologiska nedbrytningen i avloppsvattnet.

Med hjälp av Ziegler-katalysatorn aluminiumtrietyl framställs sedan 1964 i Västtyskland av etylen alkoholer med samma sammansättning som de av naturfett tillverkade fettalkoholerna och även alkoholer med ett lägre antal kolatomer i molekylen, t. ex. oktanol. Produktionen vid nämnda fabrik är nu uppe i 50 000 ton per år. Tyvärr förbrukas katalysatorn vid processen med åtföljande belastning av ekonomin. Flera stora företag arbetar antingen med liknande processer med en väsentligt mindre katalysatorförbrukning eller med helt andra förfaranden för att framställa från tvättmedelssynpunkt lämpliga råvaror med huvudsakligen raka kolkedjor. En väg är att ur en lämplig fotogenfraktion genom s. k. molekylsilning skilja ut de kolväten, som har raka kolkedjor, men det är ett besvärligt kemiskt problem att omvandla sådana mättade kolväten till för vidare bearbetning till tvättmedelssubstanter lämpliga reaktionsbenägna föreningar.

#### Styren

Närmare 10 % av etylenkonsumtionen i USA och de västeuropeiska industriländerna används för tillverkning av styren, varvid samtidigt åtgår tre gånger mer bensen. Som mellanprodukt uppstår etylbensen, vilken i nästa led överförs till styren (vinylbensen). Styren har sin största användning för tillverkning av styrenplaster. Nordens konsumtion av sådana har beräknats stiga från 25 000 ton polystyren år 1964 till 70 000 ton år 1975. Svenska Polystyren Fabriken AB, som numera ägs gemensamt av A. Johnson & Co och det stora tyska kemiföretaget Hüls, har redan kommit upp i en årsproduktion av 10 000 ton polystyren, varav hälften exporteras. Tillverkningen är baserad på import av monomeren styren från Hüls, varför Sverige ännu icke kan sägas ha någon egentlig petrokemisk industri på området.

### Syntetiskt gummi

Styren är även en av råvarorna för tillverkning av SBR-gummi, varvid samtidigt erfordras tredubbla mängden butadien. Då båda dessa råvaror erhålls samtidigt vid ångkrackning av nafta — ytterligare kvantiteter butadien kan vid behov framställas ur butylen — var det naturligt att ett amerikanskt företag redan i samband med planerandet av Essos kracker i Stenungsund visade stort intresse av att där uppta tillverkning av SBR-gummi. Planen förföll dock, enär företaget icke hos den svenska gummiindustrin fann det väntade intresset för en inhemsk produktion av denna vara.

Stora SBR-fabriker finns förutom i USA i England och fyra av EEC-länderna. SBR-gummits andel i världens totala tillverkning av syntetiskt gummi, som alltså är mycket stor, kan visserligen beräknas sjunka i och med att stereospecifika gummipolymerer\* vinner ökad användning, men ännu så sent som 1980 väntas SBR-gummi svara för 60 % av USA:s produktion. Det är därför naturligt att strävandena att få till stånd en inhemsk produktion på området alltså inriktar sig på SBR-gummi.

Av de stereospecifika gummisorterna må nämnas *polyisopren*, som till sin molekylkonstruktion helt överensstämmer med naturgummi men är relativt dyrt att framställa, *polybutadien*, som framställs av butadien och har vissa fördelar framför SBR-gummi i fråga om slitstyrka, samt *EPT-gummi*, som framställs huvudsakligen av etylen och propylen. EPT är det nyaste tillskottet på området och har ansetts mest lovande; en prognos för 1980 visar en beräknad förbrukning i USA av 1,9 miljoner ton SBR, 0,7 miljoner ton EPT och endast ca 0,2 miljoner ton vardera för polybutadien och polyisopren. I fråga om stereospecifika gummisorter kommer emellertid patentfrågor in i bilden på ett helt annat sätt än vad fallet är beträffande SBR-gummi.

\* Se not å s. 20.

## Propylen (propen)

I Sverige har länge förefunnits en möjlighet att isolera icke obetydliga kvantiteter propylen ur Skifferbolagets tillverkning av gasol och numera står mycket stora kvantiteter till förfogande från krackern i Stenungsund. Inom svensk kemisk industri användes propylen i dag endast av Mo och Domsjö som råvara för *propylenoxid*, som förädlas vidare till polyetrar och polyglykoler. Möjligheten att använda propylen — jämte syntesgas — som råvara för *butanol* m. m. har redan ovan berörts som ett konkurrensförfarande till acetaldehyd-linjen med etylalkohol eller etylen som råvara.

*Polypropylen* är en ny typ av plast som tillverkas av propylen på liknande sätt som HD-polyetylen av etylen. Svenska Esso skaffade sig på ett tidigt stadium licens för tillverkning och försäljning av polypropylen i Sverige. Landets konsumtion härav har hittills icke ökat i den snabba takt som man haft anledning att förmoda, men utsikterna för en inhemsk produktion inom överskådlig framtid borde vara större i fråga om polypropylen än beträffande många andra i denna skrift behandlade produkter. Även i USA har konsumtionsstegringen gått långsammare än man tidigare väntat, men den steg 1964 med 45 % och väntas de närmaste åren fortsätta att stiga med mer än 30 % per år, så att man 1970 kommer upp till en konsumtion av mellan 350 000 och 450 000 ton mot mindre än 50 000 ton år 1962.

### Diverse propylenprodukter

För fullständighetens skull kommer här att beröras vissa kemikalier, som utomlands tillverkas i stor skala, varvid dock må förutskickas att någon inhemsk tillverkning av desamma knappast förefaller sannolik inom överskådlig tid. Den första användningen av propylen inom kemisk industri var för framställning av isopropylalkohol (isopropanol),



som till större delen används som råvara för acetone, varav i sin tur kan framställas andra lösningsmedel samt — med hjälp av cyanväte — *metylmetakrylat*, som Bofors använder i stigande omfattning för sin tillverkning av akrylplast, dvs. organiskt glas (Bonoplex). Än i dag utgör isopropylalkohol det största avsättningsområdet för propylen bl. a. USA och England. Numera erhålls emellertid acetone även som biprodukt vid framställning av *fenol*. Råvaran utgörs därvid av propylen och bensen, som i första hand sammanfogas till isopropylbensen. Bofors har i en bristsituation efter kriget tillverkat *fenol* på annat sätt av bensen men det nya förfarandet används i stor utsträckning i bl. a. USA, England och fyra EEC-länder. I dessa länder tillverkas i allmänhet också *tetrapropylen*, en råvara för syntetiska tvättmedel, vilken ovan berörts. I vissa länder tillverkas av propylen *allylchlorid*, varav framställs syntetiskt *glycerin* och *epiklorhydrin*, en numera viktig råvara för lackhartsframställning.

#### Syntetfiber

Propylen är — jämte ammoniak — den moderna råvaran för framställning av *akrylnitril*, som väntas få en kraftigt stigande avsättning för fiberändamål. Det förtjänar erinras om att Fosfatbolaget tidigare nedlagt ett mycket omfattande och förnämligt utvecklingsarbete på detta område. Sålunda utvecklade man en ny polymerstruktur och en ny monomerkomposition för att uppnå färgbarhet hos fibern. Vidare utvecklades ett helt nytt koaguleringsförfarande för formning av fiber från polymeren. Genom detta utvecklingsarbete kom man fram till en syntetfiber som väckte stor uppmärksamhet och bl. a. var smuts- och fläckfri.

Att intresset för akrylnitrilområdet uppkom inom bolaget sammanhängande med att monomeren då vanligen tillverkades av karbidbasera

acetylen och cyanväte. Den ovannämnda nya petrokemiska råvarubasen gör i och för sig en inhemsk tillverkning av monomeren ännu naturligare än tidigare, men Fosfatbolaget har släppt sitt tidigare intresse på hela området. Detta anförs närmast för att visa hur svårt det är även för ett stort kemiskt företag i ett litet land som Sverige att fullfölja ett pionjärbete på det utomordentligt kapitalkrävande område som syntetfiber utgör.

I detta sammanhang må nämnas att två svenska företag är intresserade av inhemsk tillverkning av nylonfiber och att i båda fallen utländska fiberföretag redan tidigare varit respektive gått in som delägare i det svenska företaget. Man torde icke våga räkna med att dessa företag inom överskådlig tid blir intresserade av att uppta inhemsk tillverkning av kaprolaktam, som utgör monomeren för framställning av nylon 6 (perlon). Nämda kemikalie liksom även monomererna för nylon 6/6 tillverkas vanligen med bensen som utgångsmaterial. Det mycket stora engelska syntetfiberföretaget Courtaulds, som jämte Kooperativa Förbundet är delägare i Svenska Rayon AB, har självt ännu ej börjat tillverka några monomerer för nylon.

## Aromatiska kolväten

Bensen (bensol), toluen och xylener har redan under andra världskriget i stor skala tillverkats i USA på petrokemisk väg. I Europa har behoven fram till 1964 mer än väl kunnat täckas av biprodukterna från gas- och koksverken, men numera förekommer dylik tillverkning i stor skala även i Europa. Esso har en stor fabrik i drift i Rotterdam och därjämte byggs flera stora anläggningar; enbart I.C.I. i England får en kapacitet av nära 1 miljon ton. Råvaran utgörs vanligen av nafta, varvid särskilt halten av kolväten med ringformig molekylstruktur är av betydelse. En mycket stor del av bensenproduktionen väntas få avsättning för olika monomerer för tillverkning av nylon 6 och 6/6. Toluol (toluol) hade särskilt under andra världskriget stor avsättning för tillverkning av sprängämnen. Av de tre olika xylenerna, som vid behov kan skiljas åt, används en för framställning av ftalsyraanhydrid och en annan är — jämte etylenglykol — utgångsmaterialet för syntetfibern Terylene. Toluol och än mer xylen används i stor utsträckning som lösningsmedel, men man får vid krackningen av nafta fram så stora kvantiteter därav, att den huvudsakliga användningen är som råvara för bensen tillverkning eller som beståndsdel i högoktanig bensen.

De båda förfarandena för krackning av nafta till å ena sidan etylen o. d. — såsom sker i Stenungsund — och å andra sidan aromatiska kolväten har vissa beröringspunkter av ekonomisk betydelse. Den krackbensin, som erhålls såsom biprodukt vid etylenframställningen, är rik på aromatiska kolväten och därför lämplig som råvara för framställning av sådana kolväten i stället för vanlig nafta. Å andra sidan har

den bensinliknande vara, som i stor mängd erhålls som biprodukt vid aromatframställningen, till följd av sitt mycket låga oktantal knappast någon annan användning än som råvara för etylenframställning i stället för nafta.

Ftalsyraanhydrid har i Sverige hittills tillverkats av naftalin. En ny fabrik på 15 000 ton skall emellertid byggas gemensamt av SOAB, numera ett dotterbolag till Mo och Domsjö, och AB Syntes och man kan utgå från att denna kommer att basera sig på xylen som råvara. Bofors använder sedan gammalt toluen som råvarubas för sin i stark expansion befintliga tillverkning av vissa kemikalier, vilka står på gränsen till "finkemikalier" och till största delen avsätts på export. Toluén är därjämte råvara för sprängämnet trotyl, och har liksom xylen även användning såsom lösningsmedel. Sverige har i dag nästan ingen import av bensen. Förbrukningen därav skulle väsentligt stiga om landet fick en inhemsk tillverkning av styren — för polystyren och SBR-gummi — men i varje fall innan så blir fallet synes det uteslutet att en inhemsk syntetisk tillverkning av aromatiska kolväten kommer till stånd.

## Andra petrokemiska produkter

### Ättiksyra ur butan

Mättade kolväten är mycket mindre reaktionsbenägna än de omättade byggnadselement som ovan behandlats. De kan dock användas för tillverkning av vissa kemikalier, om kolvätena blir föremål för tillräckligt kraftig behandling, t. ex. med klor eller salpetersyra eller genom oxidation. Det mättade kolvätet butan\* har i USA sedan länge oxiderats i industriell skala, varvid ett flertal olika oxidationsprodukter erhålls som kan isoleras från varandra. Enligt en ny engelsk metod kan oxidationen göras så specifik att man med ett utbyte av 85—90 % får fram en enda produkt, nämligen *ättiksyra*. Denna syra tillverkas i vårt land dels i Perstorp i samband med kolning av bokved, dels ur av sprit tillverkad acetaldehyd, men det nämnda petrokemiska tillverkningsförfarandet kan möjligen i en framtid komma till användning även i vårt land.

### Kolsvavla

Elektrokemiska AB har sedan länge tillverkat kolsvavla med träkol som råvara men planerar att övergå till petroleumråvara, sannolikt i form av billig eldningsolja.

---

\* Butan kan liksom propan separeras ur gaserna vid destillation av råolja i oljeraffinaderierna och ingår i vanlig gasol (i Essos krackningsgaser ingår däremot mycket litet butan).

### Carbon black

En relativt tung petroleumfraktion kommer att utgöra basen för en inhemsk tillverkning av carbon black (kimrök). Vid starten beräknas den nya fabriken\* få en årlig kapacitet av 22 000 ton och kosta 40 miljoner kronor. För ändamålet har grundats Nordisk Philblack AB, i vilket som delägare ingår Philips Petroleum i USA och Rederiet AB Nordstjernen, som står såsom ägare till Johnsonkoncernens raffinaderier i Nynäshamn, Göteborg och Malmö. Svensk gummiindustri får härigenom inhemsk tillgång till en råvara, som anses så betydelsefull, att genom statens försorg avsevärda kvantiteter nu torde lagras från beredskapssynpunkt, vilket givetvis i än högre grad gäller gummi. Det vore glädjande om den svenska koncernen ville intressera sig även för tillverkning av SBR-gummi och därmed även för inhemsk framställning av styren, vilken monomer ingår med 25 % i SBR-gummi och med 100 % i polystyren. Såsom ovan nämnts är den svenska koncernen redan hälftendelägare i Svenska Polystyrenfabriken.

---

\* En annan, ehuru tills vidare sannolikt mindre, anläggning för tillverkning av carbon black inom landet är under byggnad i Norrköping av det BP närstående företaget Svenska Carbon Black AB. Anläggningen, som beräknas vara i drift under 1967, baseras på en i Sverige uppfunnen process, som kan använda bl. a. tung eldningsolja som råvara.

## Allmänna synpunkter

Svensk petrokemisk industri vill gärna betrakta hela Norden som en naturlig avsättningsmarknad, vilken därigenom kommer upp till betydande storlek. Då svensk export till andra länder ofta möter höga tullar, vore det till stor fördel om även hela den nordiska marknaden hade ett måttligt men enhetligt tullskydd utåt såsom skulle bli fallet om en nordisk tullunion skapades. Det skulle räcka med en harmonisering av tullarna å i första hand plaster men även vissa grundläggande kemikalier. Studerar man tulltaxan för plaster i Danmark, Norge och Sverige, finner man inga hinder för en sådan harmonisering på nuvarande svenska nivå, eftersom tullsatserna i de övriga länderna icke är lägre utan vad Norge beträffar högre. I såväl Danmark som Norge har emellertid tullarna i praktiken suspenderats beträffande sådana plaster, som ej tillverkas inom respektive land. I Sverige har en motsvarande anordning vidtagits endast för vissa organiska kemikalier. De polymera produkterna — plasterna — drager praktiskt taget alla en enhetlig tull av 10 % för att förhindra en snedvridning av konkurrensläget. Om det icke skulle visa sig möjligt att återuppliva de gamla planerna på en nordisk tullunion eller ens åstadkomma en harmonisering av ovan antytt slag, borde man åtminstone kunna genomföra den åtgärden, att suspendering av tullarna å plaster icke finge genomföras i något av de nordiska länderna om råvaran i fråga är föremål för tillverkning i Norden i väsentlig omfattning. För organiska kemikalier är tullskyddet i Norden mera splittrat. En harmonisering framstår här som högeligen önskvärd. Det skall villigt erkännas att de

här föreslagna åtgärderna på detta specialområde i dagens läge i första hand skulle gynna den petrokemiska industrin i Sverige, eftersom vi hunnit längst på detta område. Men åtgärden skulle även gynna utvecklingen av petrokemisk industri i grannländerna och omedelbart få vissa fördelaktiga konsekvenser för åtminstone norsk kemikalieproduktion. Det bör beaktas att tullarna mellan de nordiska länderna tack vare EFTA redan sänkts betydligt och kommer att vara helt avskaffade med utgången av år 1966.

För att skapa vidgade avsättningsmöjligheter för svensk petrokemisk industri och möjliggöra en utveckling av produktionsprogrammet är det vidare av stor betydelse att den plastbearbetande industrin och andra industrigrenar, som använder stora mängder plaster och därvid indirekt organiska kemikalier, utvecklas i snabb takt. De nordiska länderna med sin höga levnadsstandard bör ligga på toppen i denna utveckling, vilken bör uppmuntras av statsmakterna genom stöd åt forskningen på dessa områden. Till stor del måste emellertid forsknings- och utvecklingsarbetet beträffande användningen av plaster ligga på tillverkarna av dessa, vilka genom service åt kunderna för kunskaperna vidare. Det kan med tillfredsställelse konstateras att tillverkarna ägnar detta forsknings- och utvecklingsarbete stor uppmärksamhet, vilket är en nödvändig förutsättning för en gynnsam utveckling av vår petrokemiska industri.

I fråga om de första leden i produktionskedjan kan man på kortare sikt knappast förvänta sig att inhemska forskning kan leda till mera betydelsefulla resultat. En petrokemisk industri måste i vårt land huvudsakligen byggas upp på utländsk erfarenhet, även om anskaffandet av know-how och än mer licenser å patenterade nya förfaranden med stora utvecklingsmöjligheter ofta är förenat med stora kostnader och kanske även andra förpliktelser; stundom vägrar patentinnehavaren t. o. m. att lämna licens mer än till några få företag i hela världen.



I Sverige har problemet i vissa fall lösts genom att stora utländska företag ingått som delägare i de svenska tillverkningsbolagen. I Unifos AB ingår Union Carbide vid sidan av Fosfatbolaget som hälften-delägare och liknande är såsom ovan nämnts fallet beträffande det nya bolaget för tillverkning av carbon black. Krackningsanläggningen i Stenungsund ägs som bekant helt av ett dotterföretag till Standard Oil (New Jersey), varigenom svensk petrokemisk industri från början tillfördes icke endast riskvilligt kapital utan jämväl mycket stor erfarenhet på olika områden.

Det förtjänar framhållas att utvecklingen av den huvudsakligen på etylen baserade petrokemiska industrin åtminstone hittills försiggått mer planmässigt i vårt land än vad fallet varit i en del andra länder. Sverige är visserligen litet i förhållande till dessa länder, men vi har *en* anläggning för framställning av etylen mot åtminstone tio i Västtyskland (inklusive planerade). Detta land får minst sex anläggningar för polyetylen respektive polyvinylklorid. Produktionen per anläggning, som är avgörande för kostnaderna, ställer sig därför i Sverige ingalunda så ogynnsam i relation till andra länder som en jämförelse mellan de olika ländernas totala produktion av varan indicerar.

Inledningsvis har framhållits vilken betydande roll kalciumkarbid spelat som råvara för tunga organiska kemikalier. Med hänsyn till att framställning av karbid är kraftslukande, var det naturligt att Sverige och Norge tog upp tillverkning av denna råvara redan omkring 1900, endast några få år efter det att den första karbidfabriken byggts utomlands. I Norge gick tillverkningen fram med stormsteg icke minst under första världskriget, så att landet vid ett tillfälle hade icke mindre än 11 karbidfabriker, till stor del med utländska intressenter. Karbid blev emellertid i Norden icke någon stor råvara för tunga organiska kemikalier förrän tillverkning av polyvinylklorid ur acetylen upptogs vid andra världskrigets slut. Förutsättningarna försämrades genom att

Norden saknade tillgång på billig koks, som är den från ekonomisk synpunkt betydelsefullaste råvaran för karbid vid sidan av elenergi. Saknaden av inhemska tillgångar på billigt bränsle har över huvud taget haft ett hämmande inflytande på utvecklingen av den kemiska industrin i Norden.

Denna nackdel har emellertid i stort sett försvunnit i och med att petroleumprodukterna sjunkit i pris i jämförelse med annat bränsle och bättre än sådant kan utnyttjas som råvara inom kemisk industri. Priserna å desamma ligger i Sverige på i stort sett samma nivå som i de stora västeuropeiska industriländerna. Vi har därför från råvarusynpunkt bättre förutsättningar än någonsin tidigare att bedriva tillverkning av tunga organiska kemikalier. Svårigheterna att få sådan tillverkning räntabel ligger främst i att skaffa en så stor avsättning för produktionen att anläggningen kan byggas i en storlek som möjliggör ekonomisk drift. Det har ovan påpekats att denna minimikapacitet för en anläggning ständigt växer. Samtidigt ökar emellertid betydelsen av att såvitt möjligt alla de kemiska byggnadselement, som uppkommer vid krackning av nafta, får en tillfredsställande avsättning.

Även från samhällsekonomisk synpunkt måste det anses vara av intresse att utvecklingen inom den petrokemiska branschen i Sverige får tillfälle att hålla jämn takt med utlandet. I de större industriländerna har den varit ledande för hela den snabba expansion, som den kemiska industrin där genomgått.

Avslutningsvis kan det vara anledning erinra om hur den senaste långtidsutredningen (Svensk ekonomi 1966—1970) bedömde framtidsutsikterna för den kemiska industrin i vårt land:

”Att den kemiska industrin i vårt land är jämförelsevis liten samt att branschens expansionstakt under 1950-talet varit jämförelsevis låg — mätt med internationella mått — kan inte betraktas som ett tecken på att förutsättningarna för kemisk industri skulle vara sämre i vårt

land än i andra länder. Så är uppenbarligen inte fallet. Kemisk industri är tvärtom en bransch inom vilken ett högt utvecklat industriland som Sverige har speciellt goda förutsättningar att hävda sig internationellt. Branschen är extremt kapitalkrävande, vilket ger ett land med höga löner komparativa fördelar mot länder med lägre löner. Härtill kommer att den kemiska industrin fordrar, kanske mer än någon annan bransch, ett intensivt utvecklingsarbete, vilket också bör ge vårt land med dess höga nivå vad forskning och tekniskt kunnande beträffar ett gott utgångsläge i den internationella konkurrensen.”

## Bilaga. Några grundläggande Kemiska fakta

### Några kemiska grundämnen

*Väte* är det enklaste av grundämnena och ingår i vatten och alla kolväten. Framställningen av väte ur vatten med elkraft som energikälla har tidigare varit dominerande i vårt land, men den minskar väsentligt i betydelse. Svenska Salpeterverken arbetade under en tid med koks som energikälla men numera utgörs denna av petroleumprodukter. Det därav via *syntesgas* framställda vätet härstammar från såväl kolväten som vattenånga.

*Kol* är det typiska grundämnet i alla organiska kemikalier och som råvara för sådana har stenkol o. d. alltmer undanträngts av petroleumprodukter. Dessas halt av olika kolväten, som kan omvandlas till etylen och andra "byggnadselement", har givit den tunga organisk-kemiska industrin helt revolutionerande utvecklingsmöjligheter.

*Klor* framställs i mycket stor skala i Sverige genom elektrolys av koksalt. Främst används klor som blekningsmedel inom cellulosindustrin, men klor får en ökad användning som beståndsdel i vissa organiska kemikalier. Klorväte (i vattenlösning saltsyra) är en förening av 35 viktdelar klor och 1 del väte, motsvarande grundämnenas atomvikter. Kloratomen är tre gånger så tung som en atom kol, varför även i klorhaltiga organiska föreningar klorelementet ofta spelar en mycket stor roll.

### Ammoniak

Ammoniak framställs genom att vid högt tryck och hög temperatur förena väte med från luften härstammande kväve. Då ammoniak såle-

des icke innehåller något kol är ämnet att hänföra till oorganiska kemikalier liksom den med hjälp av luftens syre framställda oxidationsprodukten salpetersyra och ammoniumnitrat — en kombination av ammoniak och salpetersyra — som utgör den verksamma beståndsdelen i viktiga kvävegödselmedel; de här nämnda produkterna har därjämte teknisk användning inom bl. a. sprängämnesindustrin. Ammoniak skiljer sig emellertid numera från andra oorganiska kemikalier därigenom att vätet till allra största delen framställs av organiskt material, huvudsakligen petroleumprodukter. Ammoniak står även i ett nära samband med två organiska kemikalier, vilkas molekyler innehåller en kolatom.

#### Metan

Det dominerande kolvätet i all *natargas* är metan, vars molekyl innehåller endast en kolatom och därjämte fyra väteatomer. Om transportförhållandena i rörledningar från stora naturgasförekomster är någorlunda gynnsamma, är naturgas tvivelsutan den billigaste kalorikällan och därmed också den billigaste råvaran för syntesgas. Även om naturgasen t. o. m. i vissa fall kan bära de betydande kostnaderna för den kraftiga nedkylningen, som är erforderlig för transport i flytande form, kan naturgasen dock i vårt land väntas få större intresse som råvara för kemisk industri — i första hand för ammoniakstillverkning — endast för den händelse gynnsamma förekomster skulle upptäckas inom eller nära Sveriges gränser.

Naturgasens halt av metan har numera blivit en viktig råvara även för acetylen. Etylen kan däremot i praktiken ej framställas av metan. I USA framställs visserligen etylen i stor skala av naturgas men detta beror på att naturgasen där ofta förutom metan innehåller etan och propan i sådan mängd att det kan vara ekonomiskt lönande att separera dessa från metan och genom krackning av endera framställa ety-

len. De stora holländska naturgasfyndigheterna innehåller endast 3 % etan o. d. varför sådan separering torde medföra alltför höga kostnader.

De nyupptäckta engelska naturgasfyndigheterna i Nordsjön torde likaledes nästan helt bestå av metan och kväve.

#### Andra kolväten

Vid vanlig destillation av petroleum erhålls huvudsakligen mättade kolväten, delvis med ringformig struktur. Etanmolekylen består av två genom enkel bindning förenade kolatomer och har därjämte sex väteatomer. I propan finns tre kolatomer och åtta väteatomer och i butan fyra kolatomer och tio väteatomer. Sådana mättade kolväten är i regel stabila mot inverkan av kemikalier. Mycket reaktionsbenägna är däremot "omättade" kolväten, där vissa kolatomer är förenade med flera bindningar och vilka därför har motsvarande mindre vätehalt.

*Etylen* (eten) innehåller två med dubbelbindning förenade kolatomer och därjämte fyra väteatomer. I acetylen (etyn) är de två kolatomerna förenade genom trippelbindning så att endast två väteatomer får plats i molekylen. Acetylenmolekylen är därigenom ännu mer reaktionsbenägen än etylen.

*Propylen* (propen) står i samma förhållande till propan som etylen till etan och innehåller alltså tre kolatomer varav två är förenade med dubbelbindning. Butylen och isobutylen innehåller fyra kolatomer med en dubbelbindning, medan *butadien* har två dubbelbindningar.

Alla de här nämnda kolvätena är gasformiga vid vanlig temperatur. *Bensin* består till större delen av kolväten med 6—9 kolatomer. Om molekylerna har en långsträckt form — eller med andra ord om kolkedjan är "rak" — är oktantalet lågt medan det är högt om molekylstrukturen är mycket förgrenad. Sådana bensinkolväten kan framställas såväl ur de nyss nämnda bensinkolvätena med lågt oktantal som genom

förening av två eller flera gasformiga kolväten, varav åtminstone det ena måste innehålla en dubbelbindning i molekylen. Särskilt i USA är tillverkningen av högoktanig bensin av utpräglat kemisk natur, ehuru produkterna ej är enhetliga i motsats till vad fallet är inom petrokemisk industri i vanlig bemärkelse.

*Bensen* (bensol), toluen och xylener är s. k. *aromatiska kolväten*, vilkas molekyler alla innehåller en ringformad bensenkärna av sex kolatomer med dubbelbindningar. Dessa aromatiska kolväten framställs numera — särskilt i USA — på petrokemisk väg, framför allt ur motsvarande mättade, ringformiga kolväten — naftener — som i allmänhet förekommer i mycket större mängd i råoljan än aromatiska kolväten. Bensen, toluen och xylener är alla betydelsefulla råvaror för kemisk förädling, men de har en än större användning som beståndsdelar i högoktanig bensin o. d.

Med *nafta* förstås i denna skrift "virgin" nafta, i Sverige även kallad gasbensin. Varan skiljer sig väsentligt från s. k. lacknafta, enär den utgörs av lätta petroleumdestillat, vilka på grund av lågt oktantal icke är lämpade för inblandning i bensin utan föregående genomgripande kemiska operationer av ovan antydd art.

Komprimerad propan och/eller butan säljs i Sverige under namnet *gasol*. Däri kan ingå propylen respektive butylener.

#### Plaster

Det viktigaste avsättningsområdet för petrokemiska produkter är för tillverkning av plaster, däri inräknat lim, lackråvaror, syntetiskt gummi och syntetiska fibrer. Tillverkning av plaster innebär att tusentals molekyler av enkla ämnen sammanfogas till jättemolekyler. Man brukar skilja mellan duroplaster och termoplaster.

*Duroplaster* (hårdplaster) undergår vid temperaturförhöjning en

kemisk process (härdning), vilken leder till ett fast tillstånd, från vilket de icke genom förnyad eller fortsatt uppvärmning kan återföras. Duroplasterna bildas genom kondensation (varvid vatten vanligen avspaltas) av i regel två sinsemellan artskilda byggnadselement, t. ex. formalin och melamin, ftalsyraanhydrid och glycerin eller etylenglykol. De används antingen som lim eller lackhartser eller också som pressmassor — i blandning med t. ex. trämjöl eller cellulosa — för vidare bearbetning till formade varor.

*Termoplaster* karakteriseras av att de mjuknar vid uppvärmning och åter stelnar vid avsvälning. De bildas genom polymerisering av vanligen ett enda enkelt ämne med dubbelbindning — en s. k. monomer — t. ex. etylen, vinylklorid eller styren. I vissa fall ingår i sådana polymerisationsplaster dock två eller t. o. m. tre olika monomerer.

*Syntetiskt gummi* är att hänföra till polymerisationsplaster men har efter vulkning andra egenskaper än termoplaster. *Syntetiska fibrer* är ofta framställda genom kondensation av artskilda enkla ämnen (under avspaltning av vatten), men t. ex. nylon har även vidsträckt användning som gjutbar termoplast.