

STUDIER & DEBATT

STRÖVTÅG I HÖGTEKNIKENS LUSTGÅRD

Gunnar Hambræus



STRÖVTÅG I HÖGTEKNIKENS LUSTGÅRD

Gunnar Hambræus



SNS FÖRLAG
Sköldungagatan 2, 114 27 Stockholm
Telefon 08-23 25 20

SNS Studieförbundet Näringsliv och Samhälle
(SNS — Center for Business and Policy Studies)

SNS vill sprida kunskap om ekonomiska och sociala förhållanden
samt vara ett obundet forum för öppet utbyte av idéer i ekonomiska och sociala
frågor mellan personer i näringsliv, politik och offentlig förvaltning,
intresseorganisationer, media, universitet och högskolor.

SNS verkar genom forskning och utredningar, bokutgivning, seminarier
och konferenser samt möten i lokala grupper i Sverige och utlandet. Verksamheten
finansieras genom medlemsavgifter, företagsabonnemang,
forskningsanslag, uppdragsarvode och bokförsäljning.

SNS är fristående i förhållande till politiska partier och intressegrupper,
men har nära kontakt med universitet och högskolor samt motsvarande
forskningsorganisationer i andra länder.

SNS grundades 1948 som en oberoende sammanslutning av personer
i näringslivet med intresse för samhällsfrågor. Organisationen har för närvarande
4 000 individuella medlemmar i 37 lokalgrupper (varav 6 i utlandet) samt ca 120
företagsabonnenter, däribland svenska börsbolag och banker, utlandsägda
och kooperativa företag samt statliga företag och myndigheter

Gunnar Hambræus
Strövtåg i högteknikens lustgård
1:a upplagan
1:a tryckningen
ISBN 91-7150-324-2

Omslagsbild: © STORM P.-MUSEET, Köpenhamn
Omslag och typografi: Finn Nyebølle

© 1988 Gunnar Hambræus och SNS Förlag
Sättning: Gyllene Snittet AB
Tryck: Kristianstads Boktryckeri AB 1988

Innehåll

Materialen

— sid 6 —

Infoteknik

—sid 10—

Fysiska transporter

—— sid 16 ——

Biologisk teknik

—— sid 22 ——

De mogna industrierna

——— sid 25 ———

Högteknik i världen

——— sid 27 ——

Sverige och högtekniken

——— sid 30 ——

Förord

Högteknikens lustgård frodas friskare än någonsin. Vid pass två biljoner kronor — och jag menar då europeiska biljoner, varpå det går ett tusen amerikanska — satsar världen varje år på forskning och utveckling. Varje sekund året runt publiceras nya resultat och det är bara hälften av vad som produceras. Resten hemlighålls i industrier och militära förvaltningar. Bara den ytligaste skumning av det viktigaste som just nu händer inom tekniken skulle kräva volymer. Jag är övertygad om att de flesta som tar denna skrift i sin hand gärna skulle vilja fördjupa sig i ett sådant bokverk. Men tyvärr har få nu för tiden möjlighet att avsätta den tid som detta studium skulle kräva. Alltså får jag inskränka mig till att ta mina läsare med på en förströdd, slumpmässig vandring förbi några rabatter i min tekniska trädgård. American Physical Society publicerade för några år sedan en underbar bok med namnet "A Random Walk in Science". Jag skall försöka ta Er med på en "random walk in hightech".

Stockholm i januari 1988

Gunnar Hambræus

Materialen

Materialen är teknikens primära objekt. Med nya material öppnas nya möjligheter. Jag fann nyss en notis om en ny bränslecell från Argonne National Laboratory. Bränslecellen är en hundraårig idé att ordna en kall förbränning i ett elektriskt batteri. Därmed kan man direkt omvandla kemisk energi till elkraft utan att gå omvägen över eld och mekanisk rörelse. Jag skulle alls inte ha brytt mig om den — det var en av säkert mer än hundra notiser om bränsleceller som jag har sett — om det inte där hade stått en siffra på investeringen — en mycket låg siffra, bara 20 kr per kW. Om det nya materialet — yttriumstabiliserad zirkon — medger så billiga kraftverk då skulle bränslecellen äntligen bli ett verkligt alternativ till kol-, vatten- och kärnkraft.

En annan notis handlade om glas, ett nytt laserglas. När lasern först kom, för cirka trettio år sedan, var den en fysikalisk kuriositet som sökte sin tillämpning. Nu bär den en miljardindustri. Den används för telekommunikation, vid metallbearbetning och i vapen. Kanske kommer jag senare i min presentation att återvända till den medicinska tekniken. Men låt mig bara nämna, innan jag glömmer det, att lasern håller på att bli ett av kärlkirurgens bästa verktyg. I stället för att skära upp bröstorg och hjärta kan kirurgen gå in med ett böjligt glasfiberknippe via en artär eller ven in till hjärtats inre. Därmed kan han inte bara se hur där står till utan även operera med hjälp av kraftiga ljuspulser från lasern.

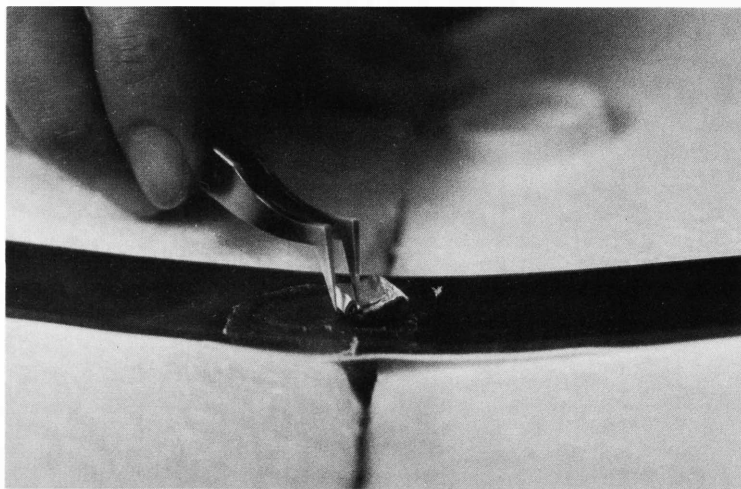
Men åter till notisen. Det nya laserglaset klarar väsentligt bättre än tidigare typer den kraftiga upphettningen vid höga effekter. Därmed vidgas arbetsområdet, skärverktygen blir snabbare, laserfusionen rycker ett steg närmare och ögonen hos stjärnornas krigare får ny glans.

Ett smörjmedel som tål nästan 900 graders temperatur väcker min uppmärksamhet. I avsikt att bygga lättare och mer bränslesnåla bilar vill industrin utveckla vad man kallar adiabatiska förbränningsmotorer. Sådana kylv inte. Cylinder och kolvar arbetar rödglödande. Men smörj-

ningen är ett problem, vanliga oljor bryts ned under 200 grader, grafit stoppar inte för mer än 500 grader. Det nya smörjmedlet, som består av kromkarbid, silver och en fluorid, tål ytterligare 400 grader högre temperatur. Det motsvarar en höjning av verkningsgraden i motorn med cirka 10 procent.

Med de här exemplen har jag velat belysa materialforskningens betydelse. Den arbetar i det tysta, föga uppmärksammas i skuggan av mera spektakulära framgångar inom info- och biotekniken. Men i år har åtminstone ett materialfysikaliskt genombrott fått plats på dagstidningarnas löpsedlar, supraleidarna. Supraledning, det är frånvaron av elektriskt motstånd. Fenomenet upptäcktes av den holländske fysikern Kammerling Onnes för exakt 70 år sedan. Vid temperaturer nära den absoluta nollpunkten, det är -273 grader på vår temperaturskala, förlorar vissa metaller sitt motstånd. En elström i en kopparring fortsätter att snurra runt i evighet, om bara dess temperatur ligger under en kritisk gräns.

Supraledning utnyttjas tekniskt i mycket starka elektromagneter, t ex i medicinska tomografer och de stora kärnfysikaliska atomkrossarna. Men det har varit en dyr teknik. Materialet måste kylas med flytande helium och det kostar ungefär lika mycket som en fin gammal champagne. I slutet av förra året fann två forskare vid IBM i Zürich ett material som blir supraledande i flytande kväve. Den vätskan, som har en temperatur av -196 grader, är inte mycket dyrare än sodavatten.



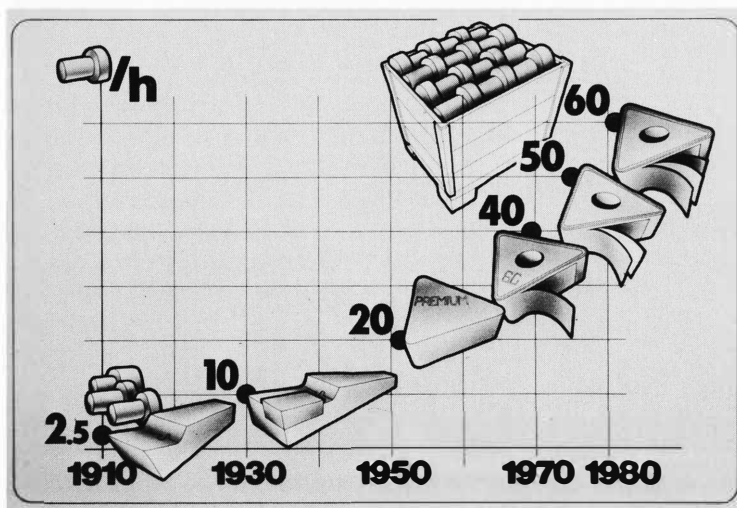
Supraledning, det är frånvaron av elektriskt motstånd.

Plötsligt öppnas en rad tillämpningar av supraledning vilka förut har varit prohibitivt kostsamma. Svävtåg skulle inte rulla på hjul. De skulle bäras fram på en magnetisk kudde utan att beröra rälsen. Maskinindu-

strins axlar skulle sväva fritt i lagringen utan kulor, rullar eller smörjmedel. Mikroelektronikens chips skulle bli än mindre och snabbare. På längre sikt skulle elgeneratorerna bli mer kompakta och energiförlusterna i kraftledningarna skulle elimineras. Därmed skulle vi kunna spara in ett kraftverk av tio.

Än mer fantasieggande är tanken att man skulle kunna hitta material som vore supraledande vid rumstemperatur. Ingen teori förbjuder ännu detta. Men det beror kanske mest på att vi ännu inte kan förklara supraledning teoretiskt över huvud taget. Upptäckten i IBM:s laboratorium, gjord av Georg Bednorz och Alex Mueller, har utlöst en febril kapplöpning världen över, dels för att finna material med ännu högre kritisk temperatur, dels för att utnyttja fenomenet praktiskt. Materialet är till sin natur keramiskt och alltså hårt, skört och svårt att forma och bruka. Men man har lyckats göra långa böjliga trådar av det och man har lärt sig att lägga tunna supraledande skikt på chips för datorer. Ett helt nytt teknikområde håller på att öppnas.

Men vad stort sker sker tyst. Skulle man klassa framstegen efter deras ekonomiska betydelse är alla dessa exotiska företeelser av underordnad betydelse. Superplastiska material, metallglas, elektriskt ledande plaster, keramer och kompositer är än så länge ekonomiska småpotatisar jämfört med den odramatiska utvecklingen, steg för steg, av konstruktionsstählen eller de hårda skärande materialen. Nyligen besökte jag Sandvik och såg hur man i en numeriskt styrd fleroperationsmaskin, för-



Det går åt färre mantimmar, mindre kapitalinsats, lägre energimängder och kortare informationstid för att producera en viss vara eller tjänst eftersom effektiviteten i utnyttjandet av produktionsmetoderna har vuxit kraftigt.

sedd med de senaste hårdmetallskären, på tio minuter formade maskindelar som för några decennier sedan hade tagit en skicklig verkstadsarbetare mer än hundra timmar att framställa. Det är en produktivitetsökning med en faktor 600. Den är ingalunda unik. Avverkningsförmågan vid svarvning, bormning och fräsning av stål har tusenfaldigats sedan 1900-talets början. Räknehastigheten i normalt konstruktionsarbete, utförd med datorns hjälp, är genomsnittligt minst tusen gånger och, i extrema fall, en miljon gånger högre än på räknesnurrans tid. Via glasfiberlänkarna överförs informationsmängder motsvarande Nordisk Familjebok på en sekund. Med genetiskt anpassade mikroorganismer kan vi framställa kemiska substanser som över huvud taget ej låter sig syntetisera med den klassiska kemins metoder.

Generellt vill jag hävda att effektiviteten i utnyttjandet av alla de primära produktionsmetoderna har vuxit kraftigt och fortsätter att öka. Det går åt färre mantimmar, mindre kapitalinsats, lägre energimängder och kortare informationstid för att producera en viss vara eller tjänst. Utvecklingen går ryckvis, minskad insats av mänskligt arbete måste kanske till en tid köpas till priset av större investeringar och en ökad energiförbrukning. Men då koncentreras vår tekniska uppmärksamhet på dessa faktorer och deras effektivisering.

En av mekanikens huvudregler säger att vad som vinnes i kraft förloras i väg och att en hastighetsökning måste betalas med en uppoffring av energi. Men detta gäller inte i de system där mänskligt intellekt ingår som en länk i kedjan. På samma sätt som biologiskt liv skapar ordning i ett universum som enligt termodynamikens lagar obönhörligen går mot kaos, på samma sätt gäcker mänsklig skaparkraft de ekonomiska grundsatserna. Naturvetenskap och teknik bringar ständigt domedagsprofetiorna på skam.

Infoteknik

Det som händer i datorernas och telekommunikationens värld överskuggar fortfarande all annan högteknologi. Och ändå har vi ännu bara sett början på den utvecklingen. All teknik, all industri och service, alla grenar av vetenskapen — naturvetenskap lika väl som humaniora, medicin och juridik — berörs av den. Den mångfaldigar produktiviteten i forskning och utveckling och möjliggör en effektivisering, inte bara i tillverkande företag utan även i jordbruk, i bank och försäkringsväsen,



Förhoppningsvis ger infotekniken oss ökade möjligheter att förutse följderna av vårt handlande. Det är ju slutligen människorna som fattar besluten. Inte datorn.

i sjukvården, undervisningen och samfärdseln. Den nya infotekniken ger oss starkt ökade möjligheter att behärska komplicerade sammanhang, den höjer flexibiliteten och ökar utvecklingstakten framför allt i näringslivet men även i samhället i stort.

Naturligtvis är infotekniken, liksom äpplet i Edens lustgård, en frukt på gott och ont. Förhoppningsvis ger den oss samtidigt ökade möjligheter att förutse följderna av vårt handlande och att därmed ta vara på möjligheterna och att undvika hoten och farorna. Det är ju slutligen människan som fattar besluten och inte datorn — än så länge. Denna sista reservation lägger jag till, eftersom jag minns att min gamle lärare Hannes Alfvén i en av sina böcker har hävdade att det biologiska livet egentligen bara är en övergångsform till ett mera fulländat liv, nämligen det elektroniska.

Men en företeelse i infotekniken har ökat i betydelse de senaste åren. Världens största maskin, det globala telenätet, revolutioneras av den minsta, datachipset. Under i stort sett ett decennium, från 1984 till 1995, kommer telesystemen att byggas om i USA, Japan och Europa plus ett antal spridda, andra länder. Med digitala växlar och optiska fibrer förenar man i samma nät röst-, data-, text- och bildkommunikation. Detta är världens hittills största investeringsprogram. Televerket, som tillhör de små i detta sammanhang, är, med 10 miljarder kr per år, Sveriges största investerare.

Samtidigt pågår en radikal ändring av televäsendets struktur. De gamla monopolen bryts upp, marknaderna öppnas för konkurrens, även internationellt, statliga eller statliknande förvaltningar privatiseras, företag fusioneras och stora samarbetande block skapas. För att ha en chans att överleva som producent av teleutrustningar i denna turbulenta miljö måste man ha minst 10—15 procent av världsmarknaden, som är av storleksordningen 50 miljarder kronor årligen, enbart för telefonväxlar. Cirka 10 procent av omsättningen måste satsas på forskning och utveckling, framför allt på programvara. Det betyder t ex för Ericssons del en halv miljard.

I de nya integrerade näten blir växeljänster och långdistansförbindelser allt billigare. Den tendensen förstärks av konkurrensen. Man bygger nu så många kraftfulla, konkurrerande förbindelser över och under Atlanten att tillgången fram på 90-talet torde bli tio gånger efterfrågan. Samtidigt blir lokalnäten både relativt och absolut sett dyrare. Under den lyckliga monopoltiden kunde teleförvaltningarna tjäna på gungorna vad man förlorade på karusellerna. Man lät långdistanspratarna subventionera lokalsamtalen. Nu går inte det längre. Skulle Televerket ta för mycket betalt för ett samtal till New York finns det genast konkurrenter som erbjuder de stora telekonsumenterna billigare alternativ. Det är inte bara Sverige som blir rundare utan hela jordklotet.

Det är inte de dramatiska, vetenskapliga genombrotten som starkast

har påverkat världen. Den kinesiska maximen om de tusen små myrornas storverk gäller i hög grad inom tekniken. Vad man inom nationalekonomien kallar teknikfaktorn spelar en större roll för välbästandsutvecklingen än någon av de traditionella produktionsfaktorerna. Den innebär att traditionella material och metoder genom ett ihärdigt, tålmodigt idogt arbete förbättras i små, små steg. Det blir några promille verkningsgrad här, en grad Celsius där, en enhet högre Brinell-hårdhet eller någon watt sparad energi. Men sammantaget har dieselmotorns effektivitet ökat med 7 % på tio år. Mängden kol som behövs för att producera ett ton stål har halverats på tjugo år.

Spelet mellan myrorna och de högtflygande innovationssländorna pågår ständigt. Ett exempel från datorområdet är tätpackade minneschips. För tio år sedan var teknikerna i Silicon Valley övertygade om att ledningsbredder kring några eller möjligen en mikrometer representerade gränsen för vad man skulle kunna tillverka med optisk litografi. Miljoner dollar satsades på utveckling av elektronstrålelitografi och röntgenresister.

Japanerna å sin sida putsade, filade och finslipade de traditionella metoderna — som de förresten hade lärt sig från amerikanerna. Gradvis, steg för steg, kunde de öka mönstertätheten på sina chips. Man nådde etappmålet, megachipset, med stort försprång. Chefen för USAs National Science Council, Erich Bloch, tror inte att USA eller Europa har en chans att återta ledningen, trots att tex Siemens och Philips nu har investerat miljardbelopp i nya chipsgjuterier. Möjligen kan man med opto- eller biochips hoppa bock över japanerna. En storskalig tillämpning ligger dock i bästa fall ett tiotal år framåt i tiden.

Opto- och biochips är tekniker som på något eller några decenniersikt skulle kunna få genomgripande teknisk betydelse. Allmänt kan man säga att opto-infotekniken nu befinner sig på ett stadium som motsvarar transistorerna i början av 1950-talet. Det var alltså den tid då varje enskilt element var av en ärtas storlek och då programmen kopplades upp med stickproppar och sladdar. Men de optiska elementens operation- och transmissionstider är fullt i höjd med, eller bättre än, de elektroniska elementens.

En biologisk informationsteknik ligger mycket längre bort. Man har funnit molekyler som ändrar form och aktivitet när de påverkas av elektriska och magnetiska fält inklusive ljus av olika våglängd. Nervsystemet arbetar ju med membraner som är känsliga för de mycket låga spänningar som kommer från joniserade molekyler. De är i princip bipolära vippor. Här är emellertid tidskonstanterna, tex omslagstiderna, omkring en miljard gånger så långa som hos en grind på ett chip. Vad man förlorar i tid det vinner man emellertid i mängd. Medan vi än så länge i datatekniken mest arbetar med logiska kedjor, dvs konsekutivt, operation efter operation, så bygger biologisk informationsbehandling på pa-

ralllellbearbetning. Varje neuron har ett stort antal parallella utgångar. De är sammanvävda i nät på ett sätt som vi ännu så länge vet ganska litet om. Vi börjar så smått i vektor- eller ralllellmaskiner att röra oss i denna riktning.

Skillnaden kan bäst illustreras genom att man jämför elektronisk och optisk bildbehandling. Skall en dator känna igen en bokstav, t ex ett A, så avsöker den bilden på ett sk CCD, dvs charge-coupled device, punkt för punkt, rad för rad. A-et förvandlas till en lång följd av binära tal som maskinen sedan jämför med talföljder som finns lagrade i ett referensbibliotek i datorns minne.

Ögat, däremot, tar emot tusentals pulser från bildens hela yta samtidigt. De matchas ögonblickligen mot vårt minnes databank. Trots att varje element reagerar rätt långsamt jämfört med transistorerna på chipset så blir den totala tiden för ett igenkännande minst lika kort som i våra bästa datorbaserade bildläsare. Dessutom är ögats bildtydning avsevärt mer flexibel. Datorseendet är fortfarande outvecklat, åtminstone så långt vi vet. Det mesta som sker i t ex USA på detta område är sekretessbelagt.

Vad som mest har stimulerat forskningen inom biologisk informationsbehandling är den oerhörda lagringstätheten. Megachipset, som rymmer en eller några fåtal miljoner bitar, är elektronikens toppretation just nu. Optisk informationslagring, representerad i CD-, alltså compact disk, format har ungefär 100 gånger så stor kapacitet. Kärnan i en mänsklig könszell har en diameter av ungefär en tiondels millimeter. Den rymmer ca 30 terabyte, dvs omkring 300 miljoner megachips. Detta är till storleksordningen etthundra gånger så många instruktioner som datorerna i president Reagans strategiska försvarsinitiativ, det som populärt kallas stjärnornas krig, skulle behöva få sig förelagda. Kritikererna säger att ett sådant jätteprogram aldrig kan fås att fungera.

Liv har funnits på jorden i ungefär en miljard år. I genomsnitt har naturens stora bioprogram alltså vuxit med ungefär etthundra instruktioner per dygn. Tidvis har utvecklingen gått betydligt snabbare, kanske med en faktor hundra.

Vetenskapligt har molekylärbiologin och gentekniken gjort oerhörda framsteg de senaste decennierna. För ca 20 år sedan kunde man ännu icke skilja de 46 kromosomerna i den mänskliga cellen åt. Nu kan vi identifiera enstaka delar i de omkring 100 000 gener som finns i dessa kromosomer. Man har funnit entydiga samband mellan specifika sekvenser av baspar och ett tusental sjukdomar. Vissa av dessa kan nu diagnostiseras på fosterstadiet genom att man tar prov på fostervattnet. I detta finns fritt kringflytande celler från den nya varelsen i livmodern och var och en av dessa innehåller det ofödda barnets hela arvsmassa.

Kartläggningen av människans genetiska informationsbank pågår med stor intensitet. Två stora projekt, ett i England och ett i USA, tävlar

om att göra en fullständig katalog över de 30 miljoner baspar som finns i människans DNA-molekyler. Man vill också relatera de genetiska strukturerna till deras uttryck i den färdiga människans egenskaper. Arbetet beräknas sträcka sig en bit in i nästa århundrade. Nu behövs inte det resultatet för att göra biochips men dessa torde ändå låta vänta på sig.

Då har optoelektroniken hunnit längre. Det mest närliggande målet är att finna effektiva och billiga ljusförstärkare. Glasfibern håller snabbt på att ta över från koppartråden i alla teleledningar, främst de långa men succesivt även i de korta, i lokalnäten. Glaset i dessa fibrer är så optiskt klart och genomsynligt att man skulle kunna se lika bra genom ett många tusen meter tjockt block av sådant glas som genom en vanlig fönsterruta. Men hur bra det än är så måste signalerna som går genom fibern, tex under Atlanten med jämna mellanrum förstärkas och skärpas. Det sker nu i vad teleteknikerna kallar överdrag. Eftersom det ännu inte finns några bra ljusförstärkare så omvandlar överdragen de optiska signalerna till elektriska. De förstärks med traditionell teknik och omvandlas i sin tur åter till ljus för vidarebefordran i nästa fiberlängd. Detta är ju tekniskt oellegant. Ett intensivt arbete med att utveckla rent optiska överdrag pågår.

Ljus har emellertid en rad fördelar, som utnyttjade i datortekniken, skulle lyfta den till nya höjder. En sådan är snabbheten. Ljus i en glasfiber rör sig tio gånger så snabbt som en elektrisk signal i en metallisk ledare. Optiska vippor skulle kunna slå om på bråkdelar av den tid som de bästa portar som vi har på våra elektroniska chips. Man har på Bell Laboratories nått omslagstider på 60 pikosekunder, alltså miljondels miljondels sekunder, och hoppas kunna nå ytterligare en faktor hundra kortare tid. Detta skulle öka räknehastigheten jämfört med de nu snabbaste maskinerna cirka tusen gånger.

Andra fördelar är att man inte behöver isolera ljusledare från varandra. Ljusstrålar kan löpa tätt, sida vid sida eller korsa varandra utan att den ena stör den andra. Antalet anslutningar som man kan få rum med längs kanten på ett elektroniskt chip är också begränsat. Oavsett kapacitet är det som mest några hundra. Ljus, däremot, skulle kunna matas in och ut vinkelrätt mot chipsets yta och antalet möjliga anslutningar skulle därmed öka hundrafalt. Ytterligare anser man att energiförbrukningen skulle kunna nedbringas till en bråkdel av den nuvarande. Därmed skulle kylningen av stora och snabba datorer, vilket nu är ett svårt tekniskt problem, kunna förenklas avsevärt.

Det finns några typer av optiska datorer som drar fördel av deras förmåga att arbeta simultant. En sådan inverterar stora matriser. Det är ett problem som uppträder tex när man vill göra väderleksprognoser på dator eller vill analysera spänningstillstånd i konstruktioner. Det uppträder också i bildanalys. Sådana beräkningar tar lång tid och mycket ut-

rymme i vanliga datorer. Man har i USA hunnit långt med sådana optiska matrisinverterare som bl a utnyttjas för att tyda satellitbilder. Utvecklingen omges med stor hemlighetsfullhet.

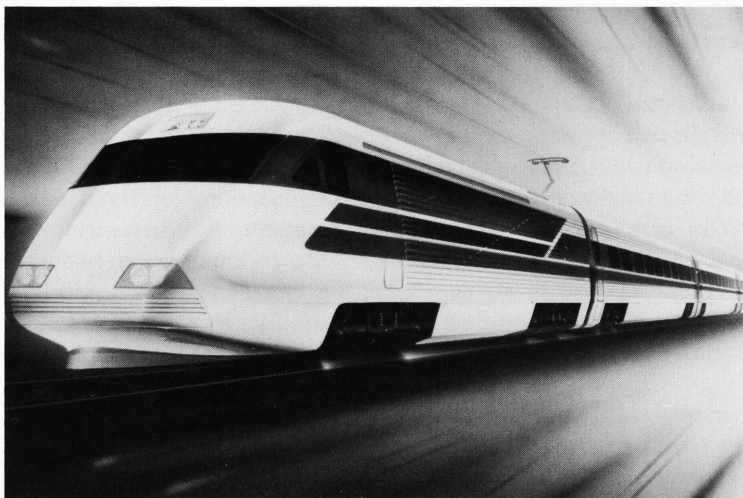
En annan utveckling som kan ge datatekniken nya dimensioner är de elektriskt ledande plasterna. Det väckte stor uppmärksamhet för några år sedan då man fann att nya typer av polymeriserad acetylen kunde leda ström lika bra som metaller. Optimisterna förutsåg att den tid snart skulle komma då kraftledningarna skulle göras i plast liksom elmotorerna och datorchipsen.

Utveckling av ny teknik tar lång tid. Polyacetylen, liksom några släktingar som man har funnit senare, har visat sig vara svåra att bearbeta. De är t ex olösliga i alla vanliga lösningsmedel och de mjuknar ej vid förhöjd temperatur. De leder ström bara i en riktning, vinkelrätt mot denna är de isolatorer. Dessutom är de instabila och sönderfaller efter en tid som för de första materialen var några timmar men som nu räknas i månader. Men man vill ju helst att kraftledningarna skall ha en större livslängd. Ledningsförmågan är det dock inga fel på. Det bästa materialet är i klass med silver. Man kan också genom dopning ändra ledningsförmågan efter önskan från god isolation till nästan supraleddning. Man har faktiskt ett teoretiskt underlag för att vänta sig att finna polymerer som skulle vara supraleddande.

Möjligen ligger stora möjligheter inom räckhåll för utvecklingen av elektriskt ledande plaster. Det kan gälla chips av plast, platta, tunna bildskärmar, strömbrytare och accumulatorer. Mycket lovande resultat har uppnåtts med batterier där elektroderna är av de nya plastmaterialen. Sådana skulle kunna få stor betydelse för elbilen som vi alla, och inte minst alla miljövänner väntar på.

Fysiska transporter

Många framtidsforskare har förutspått att telekommunikationerna skulle ersätta fysiska transporter. Men detta strider mot den mänskliga naturen på många sätt. Trots alla teletekniska framsteg reses det mer än någonsin. Det är t ex påfallande vilket intresse som ägnas järnvägarnas upprustning. Detta gäller framför allt stambanorna, de redan attraktiva och intensivt trafikerade huvudlinjerna mellan storstäderna. Mitt i alla problem med vikande passagerarunderlag och sviktande ekonomi har SJ ett pågående program för en miljardinvestering i snabbare förbindelser. ASEA har lanserat idén om Mälarpendeln och fått entusiastiskt stöd av de berörda kommunerna. Det finns tankar om en privatisering av den rullande materielen och av driften. Endast själva järnvägen skulle



Mälarpendeln, det svenskbyggda höghastighetståget.

ägas av det allmänna och finansieras med en järnvägsskatt ungefär motsvarande bilskatten.

Mycket stora program finns ute i Europa. Man bygger nya separata banor för höghastighetstågen efter förebild från den japanska Shinkan-sen. En, i Frankrike, är redan i bruk. Ytterligare tre är under byggnad där och i Västtyskland. Sammanlagt har fjorton länder i Västeuropa offentliggjort planer på nya superjärnvägar och liknande program finns inom Comecon. Genom förstärkning av äldre järnvägar och med ny rullande materiel ökas snabbhet och komfort även där. Genom forskning om hur rullande hjul, belastade med en vagnkorg, samverkar med rälsen, ett område där ASEA har varit vägledande, har man lyckats öka stabilitet och våghållning och minska skakningar och vibrationer. Miljövänner och progressiva politiker älskar järnvägar samtidigt som de avkräver bilismen allt större tribut för naturskyddet. Kan dessutom datorerna medverka till en förbättrad planering av godstransporterna på tåg så kan järnvägarna gå en intressant framtid till mötes.

Även biltekniken utvecklas. Branschen är konservativ och utvecklingen av nya fordonsgenerationer har tagit lång tid och kostat mycket pengar. Med nya planeringshjälpmedel förkortar man nu ledtiderna. Den moderna produktionsteknik, som Volvo och Saab var först med att införa och som nu successivt installeras i alla bilfabriker, ökar flexibiliteten avsevärt. Kortserieproduktion blir lönsam och variantfloran hos de flesta bilmärken växer. Nya koncept som fyrhjulsdrift, fyrhjulstyrning, slir- och låsningsfria bromsar, mångventilmotorer, individuell, elektronisk tändning på varje cylinder införs successivt med början i de mer exklusiva modellerna. Basmotorerna, de nu sekelgamla Otto- och Dieselmotorerna, står sig gott. Den enda allvarliga konkurrenten är gasturbinen, kanske i den form som Volvo United Turbine utvecklar. Dess genombrott torde dock vara flera år avlägsen.

För bilutvecklarna är miljöfrågorna och rotskyddet två stora frågor. Tillförlitlighet, säkerhet och livslängd tillmätts stor betydelse. Elsystemen ger problem, glappkontakt är det fel som ger upphov till det största antalet stilleståndsdagar i den yrkesmässiga trafiken. Kablaget är ett tungt, dyrt och arbetsdrygt undersystem i fordonet. Vi väntar att glasfibertechniken skall ge oss ett nytt, överlägset, störningsfritt, internt informations och kommandosystem för bilen.

Elektroniken accepteras nu motvilligt av bilteknikerna, ännu mest som påhängda leksaker. Våren 1987 fick jag i Kalifornien färdas i en bil som med stor fermitet lotsade mig genom Los Angeles spagettinät av vägar. Man laddade billotsen med en bandkassett och knappade in start och mål. På en display visades sedan kartbilder i lämplig skala med bilens läge markerad med en ljusfläck. Först fick man en detaljerad färdplan över påfarten till motorvägen och därefter en översikt. Datorn blinkade vänligt i god tid före lämplig avfart och i alltmer storskaliga projek-



Concept car. Framtidens bil bestämmer sin position genom död räkning.

tioner dirigerades man till sin slutliga destination. Bilen bestämmer sin position genom död räkning, dvs med avståndsmätare och kompass, på samma sätt som sjöfarare gjort i hundratals år. Stämmer inte bilens läge med vägens sträckning på kartan flyttar datorn upp bilpricken på vägen. Hur datorn reagerar för en verklig avkörmning prövade jag inte. Liknande system har japanerna demonstrerat på bilutställningar tidigare. De måste ju vara särskilt väl lämpade för ett Tokyo utan gatunamn. Men ett sådant skulle inte vara så dumt i någon av de svenska trafikplanernas lekstugor t ex på Östermalm i Stockholm eller i centrala Göteborg.

Bilen är ju bara en komponent i vägtrafiksystemet. En verklig effektivitetshöjning kräver en integration av fordon, väg- och informationssystem för ökad framkomlighet, större effektivitet, bättre säkerhet och ökad komfort. Detta är målet för ett av de mest ambitiösa samprojekten i Europa, det som har fått namnet Prometheus. Det är en del av Eureka, det 19-nationersprogram varmed Europa skall möta utmaningen i högteknologi från USA och Japan. Tidigare multinationella program inom Gemensamma Marknaden har tyngts av byråkrati och nationella motsättningar. Eureka och Prometheus skall drivas av industrin med hög verkningsgrad och med god fart.

Målen för Prometheus är höga. Man skall spara energi och miljö, rädda minst 30 000 liv om året, stimulera ekonomi och tillväxt och stärka bil- och transportekonomin i Europa. Samarbetet skall ökas mellan bilkonstruktörer, vägbyggare, trafikplanerare, högskoleforskare och myndig-

heter. Man skall utnyttja högteknologins alla möjligheter och förhoppningsvis hitta på några nya finurligheter. Framför allt skall man försöka harmonisera lagar, förordningar, standarder och signaler. Jämfört med detta är tekniken en barnlek. Den som i dag reser med bil från Skandinavien genom Tyskland och Benelux till Frankrike måste ha tre olika biltelefoner om han önskar hålla kontakt med omvärlden inifrån bilen. Det är en stor framgång, och samtidigt mycket lovande för framtiden, att man inom Gemensamma Marknaden i september 1987 har lyckats ena sig om ett protokoll, dvs en gemensam standard, för ett enhetligt bilradiosystem.

Det mesta av tekniken för Prometheus finns i prototyper eller färdiga utrustningar. Varje fordon skall ha en färddator som övervakar fordons funktion och underlättar körningen. Datorn avkänner sin omgivning, varnar för hinder, oväder och halka och avläser skyltar. Den överför uppgifter om bilens läge, fart och riktning till omgivande fordon och ser till att föraren i god tid får uppgifter om trafiksituationen och om lämpligt vägval. Trafikinformationen samlas i stora system som skall kommunicera via satelliter.

Prometheus befinner sig ännu bara i början. På svensk sida deltar Saab, Volvo, KTH, Linköpings Universitet, Televerket, Vägverket och STU. Det är ett intressant fenomen på flera sätt. Det bevisar att den europeiska integrationen har gått in i en praktisk, teknisk fas. Det markerar en vilja att hävda en europeisk kompetens gentemot USA och Japan. Och det markerar det förtroende som europeiska politiker visar industrin. Det är hos företagsledarna och deras medarbetare som man väntar sig att finna handlingskraft, frihet från byråkrati, oräddhet inför en kortsynt opinion samt fantasi och innovationsförmåga. Det är ett gott tecken när EG vänder sig till Pehr G. Gyllenhammars Roundtable of European Industrialists för att få uppslag till ett framtidsprogram. Flera av de förslag som gruppen har kommit med är nu seriösa projekt. England och Frankrike har undertecknat tunnelkontraktet och Öresundsbroprojektet är en politisk realitet.

Utvecklingen inom flygtekniken är lika spännande. Störst intresse tilldrar sig kampen mellan de stora amerikanska tillverkarna av trafikflygplan, Mc Donald Douglas och Boeing å den ena sidan och Airbus å den andra. De nya europeiska modellerna A 320, A 330 och A 340 har rönt stort intresse, inte minst hos amerikanska flygbolag som till och med börjat teckna order. Detta uppfattas som i hög grad oamerikansk verksamhet på den amerikanska västkusten. Airbus har ju fått statliga pengar för sin utveckling och det har ju inte den amerikanska flygindustrin fått, åtminstone inte för civila flygplan.

Men de nya modellerna av Airbus är verkligen intressanta. De är de första stora trafikflygplanen som man flyger "per tråd". Det betyder att styrsignalerna från pilot till roder överförs elektroniskt och inte via me-



Saabs SF 340. Framtidens trafikflygplan flyger "per tråd".

kaniskt-hydrauliska länkar. All information till piloten presenteras också elektroniskt på bildskärmar. De tusen små klocktavloras tid i cockpiten är förbi. Aerodynamiken är också förbättrad och man överväger att förse senare modeller med vad man kallar hajhud. Det är ett skal med små, tätliggande rillor eller åsar, något som paradoxalt nog minskar friktionen mot luften och sänker energiförbrukningen. Hajhud var en av de tekniska finesser som hjälpte USA att återerövra America Cup. Varje golfspelare vet att de små groparna på bollen gör att den går längre. Det är ytterligare ett exempel på samma fenomen.

I flygets barndom hade man inga skevroder på flygplanen, man rollade flygmaskinerna genom att dra i linor så att formen på vingspetsarna ändrades. Nu kommer samma idé igen. För att snabba flygplan inte skall kräva farligt hög start- och landningshastighet så tänker man sig att kupa vingprofilen vid start och landning. Med en sådan föränderlig vinge skulle man slippa ifrån de tekniskt komplicerade och energikrävande lyftplan som man nu använder.

Från teknisk synpunkt är dock motor- och propellerutvecklingen mest intressant. Jetmotorn har länge dominerat som framdrivningssystem. Nu är propellern på väg tillbaka som en del av turbopropaggregaten. Egentligen är dessa en logisk vidareutveckling av jetmotorn i dess väg mot en förbättrad bränsleekonomi. Jetmotorns effekt ökar nämligen om man låter en del av den luft som suges in i framändan strömma förbi utanför brännkammaren och sedan ryckas med av jetstrålen. Detta kallas by-pass och gör jetmotorn både tystare och effektivare.

Nu låter man fläkten i framändan bli allt större så att den sveper med sig allt mer luft. Verkningsgraden ökar ytterligare. I de nya utförandena är man tillbaka till en drivande propeller — fast den kallas nu fläkt — kopplad till en mindre gasturbin vars huvudsakliga uppgift är att driva fläkten. Det finns två typer, en där fläkten fortfarande omges av en cylinder och en där den snurrar fritt. Man talar om "ducted" och "unducted fan". Men dessa fläktar ser inte ut som vanliga propellrar. De har många flera och besynnerligt tillvridna blad. Airbus hade hoppats att Rolls Royce skulle kunna få färdigt en sådan motor för A 330 och A 340. Men problemen visade sig svårare än vad man hade trott och introduktionen har skjutits fram ett par år. Motivet för en ny motorgeneration har också försvagats i och med att bränslepriset har sjunkit.

Av alla trafikflygplan är det bara Concorde som går med överljudsfart. Dess dagar är räknade. Ett efter ett slaktas flygplanen för att täcka behovet av reservdelar för de plan som fortfarande flyger. Man kallar detta för kannibalism. Tanken på ett nytt trafikflygplan för överljudsfart växer sig allt starkare. Med ny teknik torde man kunna bygga sådana plan som blir ekonomiska på transkontinentala rutten. En av president Reagan tillkallad expertgrupp rekommenderade en utveckling i tre steg.

Ett steg är den som jag redan har berättat om och som representeras av de nya Airbus-planen försedda med fläktnmotor. Steg två skulle vara ett flygplan för ca tre gånger ljudhastigheten. Men sedan skulle komma ett mellanting mellan flygplan och rymdfarkost som man har döpt till Orientexpressen. Det skulle ersätta den vertikalt startande rymdskyteln. Det skulle också bli ett överlägset färdmedel för den som har bråttom till en antipod. Militärt skulle det kunna innebära att USA kunde landsätta stormförband var som helst på jordklotet med några timmars varsel.

Detta plan skulle drivas av en motor som andas luft på låg höjd, men som medför eget syre för spurtan upp i kastbana i stratosfären. Den kallas scram-motor och utnyttjar fartvinden för att komprimera och värma luften till brännkammaren. Men för att motorn skall tända så måste flygplanet på annat sätt drivas upp i fyrfaldiga ljudhastigheten. Tekniker inom NASA menar att tekniken i stort sett finns färdig. Det behövs inga nya genombrott, säger man, bara pengar, mycket pengar naturligtvis och politisk vilja. President Reagan vill nog — han ser detta som ett viktigt led i sitt sk strategiska initiativ — men kongressen är inte övertygad.

Dock är nu världens kraftfullaste dator — en Cray 2 — i färd med att mala fram olika tänkbara konfigurationer för en Orientexpress. Toppfarten skall motsvara 25 gånger ljudhastigheten. Datorn som avverkar nära två miljarder multiplikationer per sekund har programmerats för att simulera prov i vindtunnel. Att NASA, mitt uppe i sina rymdliga sorger och bedrävelser tar på sig detta uppdrag visar att man tar projektet på allvar. Engelsmännen arbetar på ett liknande projekt som de kallar Hotol. Och vad engelsmännen gör måste fransmännen göra bättre.

Biologisk teknik

Den biologiska tekniken har blivit mycket omskriven. Man kan dock konstatera att alla dessa glamorösa gentekniska företag som har sjösatts under det senaste decenniet ännu inte alls har frambringat särskilt många kommersiella produkter. En handfull medicinska preparat har introducerats på marknaden och något tjugotal befinner sig under klinisk prövning. Introduktionen av genetiskt manipulerade organismer i jordbruket har mött ett intensivt motstånd. Ett företag, Advanced Genetic Sciences i Kalifornien — det ägs förresten till stor del av svenska intressen — har dock efter mångåriga ansträngningar lyckats få tillstånd till försök med en antifrostbakterie på frilandsodlingar. Man har funnit att det är en speciell bakterie som initierar bildandet av iskristaller i växter när temperaturen går under noll. Om den bakterien inte är närvarande eller om den förändras, så att den isbildande genen saknas, fördröjs bildningen av iskristaller och frost med flera grader. Idén är att odla den snöpta bakterien i stora mängder och släppa ut den över odlingarna så att den tränger ut den naturliga frostbildaren. Om man på detta sätt kan skydda känsliga grödor under klara, kalla nätter, under blomningen eller fruktsättningen, kan mycket stora värden sparas. Nu har alltså äntligen försök på friodlingar kunnat genomföras, trots sabotage från rabiata motståndare, men fördröjningen har blivit dyr för företaget.

Det finns emellertid en rolig vändning av projektet. Ibland vill man gynna bildningen av is och snö. Det gäller t ex på vintersportorter där snöbrist i backar och spår också förorsakar stora ekonomiska förluster. AGS har alltså hittat på att man kan blanda in en odling av den naturliga frostbakterien i vattnet till snökanoner och få en utmärkt snöproduktion vid väsentligt högre temperatur än vad som hittills har varit möjligt. Därmed kan man förlänga skidsäsongen med flera dagar och tjäna mer pengar på hotell och i liftar. Försök påbörjades i Sverige redan vintern 1987.

Det är sannolikt att det är inom jordbruket som den gentekniska utvecklingen kan få sin största betydelse. I Sverige där diskussionen domineras av frågor som produktionsbegränsning, läggande av åkermark i träda, vattenförstöring från kväveöverskott och oacceptabel djurhållning kan ju behoven av ytterligare produktivitetssökningar förefalla något avlägsna. För världen i stort är dock måttandet av miljoner hungrande — en ständigt ökande skara — ett primärt problem. Den gröna revolutionen med nya, högavkastande sädesslag, riklig och riktig gödning och bevattning samt kemisk bekämpning av skadegörare har redan gjort underverk.

Bio- och gentekniken lovar nu en ytterligare kraftig ökning av världens livsmedelsproduktion. Mer naturligt resistent grödor med väsentligt ökad avkastning kan väntas. Insatsen av blint slående kemiska bekämpningsmedel kan minskas. Vi hoppas att kvävefixerande egenskaper skall kunna inympas på vanliga sädesslag och att vi därmed skulle slippa de överdrivna givor av gödselmedel som nu är ett av våra mer besvärande miljöhot. Nya genetiska varianter bör bli mer hårdiga mot torra och mot saltbemängda jordar. Med dessa nya nyttoväxter borde vi kunna erövra mycket stora, nu helt ofructbara marker för livsmedelsproduktion. Det behövs. Jordens befolkning passerade nyligen 5-miljarderstrecket. Vi synes oundvikligen gå mot en ytterligare fördubbling vid mitten av nästa århundrade. Detta kommer att medföra allvarliga påfrestningar även i vårt avlägsna och skyddade hörn av världen.

En remarkabel utveckling pågår inom den medicinska tekniken.



Rågve. Nya genetiska varianter av sädesslag blir mer hårdiga.

Gentekniken har alltså ännu inte avkastat så många nya läkemedel. Men den har skapat en helt ny förståelse för de levande cellernas funktion och försvar. Grunden är lagd för en ny, genetiskt baserad hälsovård. Det torde dock inte bli några snabba landvinningar. Mekanismerna, särskilt i högre stående varelser, har visat sig vara betydligt mer komplicerade än man har väntat sig. Det råder emellertid ingen tvekan om att det närmaste decenniet kommer att medföra en revolution inom stora delar av medicinen. Men människan kommer att få kämpa hårt mot de primitiva livsformerna. Dessa har haft årmiljarder på sig att anpassa sig till en hård natur under det att vi, människor, kom som inkräktare för någon miljon år sedan. Influenzaviruset ändrar ständigt sin struktur, snabbare än vi kan konstruera vaccin. Och även om vi hoppas att finna ett vaccin mot AIDS så är detta virus säkerligen inte det sista hotet från de första levande kolonisatörerna av vår jord mot senare livsformer.

En gren som har utvecklats snabbt, och där gentekniken har spelat en stor roll, är diagnostiken. Tomografin både med röntgen och magnetisk nukleär resonans, MNR, har gett oss oanade möjligheter att se in i människokroppen utan att plåga de stackars patienterna. Något av de mest spännande som nu pågår på gränsområdet elektronik, bioteknik och medicin är utvecklingen av biosensorer. Målet är att finna enkla givare som fungerar ungefär som våra lukt- och smakorgan, bara ändå mycket mer selektivt. Man vet att mycket av det som sker i biologiska system på molekylär nivå bygger på att molekylerna lägger ihop sig som pusselbitar. Man använder liknelser som "hand i hanske" eller "nyckel i lås". Passningen är oerhört noggrann. Det behövs bara att någon atom sitter fel eller har fel storlek för att reaktionen skall förhindras. Detta förhållande utnyttjar man nu i den nya, biotekniskt grundade medicinen liksom i biosensorerna.

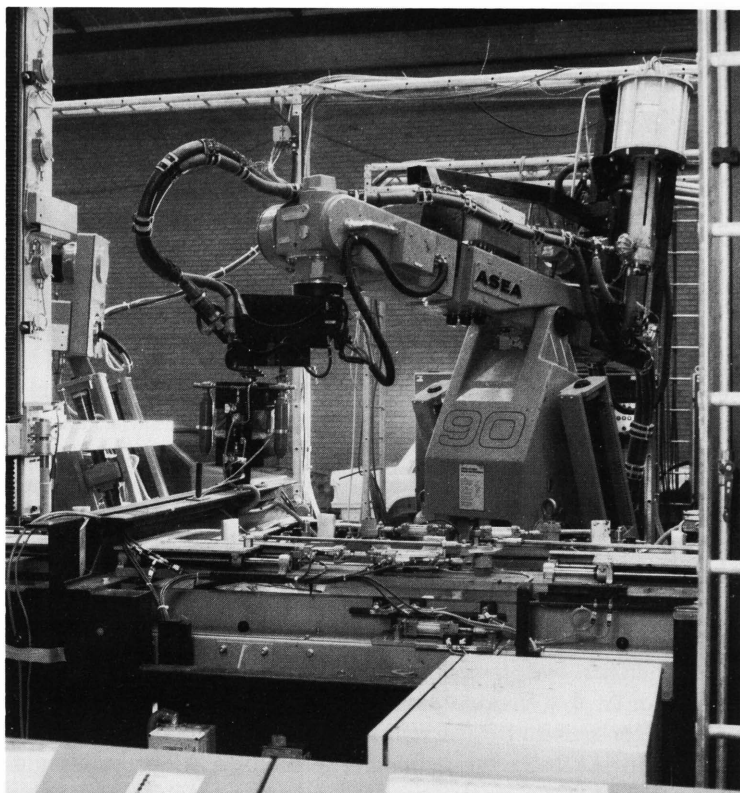
Fenomenet skall nu omsättas i mycket precisa analysmetoder. Man konstruerar sonder, som på sin yta är belagda med ett aktivt ämne vars molekyler selektivt binder till just en speciell substans, ett protein, en sockerart eller vad det nu är som man vill bestämma. När sonden fångar upp sådana molekyler utlöser den en mycket svag elektrisk impuls som sedan kan förstärkas och registreras. Tillämpningarna är legio. Man kan analysera blodprov och finna tecken på begynnande sjukliga förändringar på ett mycket tidigt stadium. Man kan löpande följa sockerhalten i blodet hos diabetiker och därmed styra en automatisk tillförsel av insulin. Inom livsmedelsindustrin skulle man, på ett mycket bättre sätt än nu, kunna övervaka och styra all bryggning, jäsning och bakning. Kontroll av livsmedel och miljö skulle förenklas och bli mer tillförlitlig. Liksom med all ny teknik på ett tidigt stadium saknar vi fantasi att föreställa oss de möjligheter som öppnas.

De mogna industrierna

Högteknologi har i många sammanhang uppfattats som synonymt med info- och bioteknik. Men, som jag har försökt berätta, är praktiskt taget all mänsklig verksamhet stadd i en snabb utveckling tack vare ny kunskap, nya hjälpmedel och okonventionellt tänkande. Detta ser jag som något av det mest hoppingivande som sker i vårt moderna samhälle. Även de basnäringar som vi något övermaga karakteriserar som mogna och stagnerande, även dessa industrier är under omstöpning. Jag talade nyss om jordbruket. Vi skulle på motsvarande sätt kunna gå igenom vad ny teknik ger stålindustrin, varven, beklädnadsbranschen och andra grenar av näringslivet som vi tid efter annan har dömt ut. I verkstadsindustrin har datoriserad planering och produktionsberedning samt styrning i förening med numeriska fleroperationsmaskiner och robotoriserad hanteringsutrustning plötsligt möjliggjort flexibel produktion i korta serier till kostnader som förut kunde nås bara i mycket kapitaltunga installationer för masstillverkning.

Textilindustrin, som vi i Sverige ganska nyligen avskrev som hopplöst förlorad till utvecklingsländerna, upplever en renässans. Denna beror delvis på en specialisering på utvalda marknadssegment. Praktiska arbetskläder är ett fint exempel. Mycket framstående formgivare har skapat efterfrågade modevaror för en kräsen export. Men ny maskinell utrustning, databaserad planering och mönsterproduktion samt en distribution som utnyttjar allt vad de nya kommunikationsmedlen erbjuder har bidragit till utvecklingen.

Vår hårt drabbade stålindustri har måst bantas hårt. Men tack vare att vi i ett stort investeringsprogram tagit till oss de senaste produktionstekniska landvinningarna och tillämpat dem på utvalda specialområden har vi lyft oss i jämbredd med de japanska konkurrenterna. Svårigheterna i den amerikanska stålindustrin och dess krav på handelsskydd bottenar ytterst i att den ej vågat eller orkat ta på sig en motsvarande omställ-



Robot i anläggning för limning av bilglas. Station för rengöring av limpistol.

ning. Denna attityd återfinns för övrigt även i andra branscher i USA.

En återuppväckt livaktighet i mogna branscher är inte förbehållen Sverige. Trenden är tydlig i många andra delar av Europa. Framsynta entreprenörer utmanar USA och Japan inom data- och bilindustrin genom att ta ny teknik och okonventionella ledningsmetoder i bruk.

Inte minst gäller detta produktionstekniken. Vissa delar av svensk industri är underkapitaliserad och arbetar med en föråldrad maskinpark. Denna kan hållas igång med en skicklig och erfaren arbetarstam som dock nu närmar sig pensionsåldern och inte får efterträdare. De som i fabriker och verkstäder har haft ansvaret för processer samt bearbetnings- och transportutrustning, har rönt mindre uppmärksamhet och uppskattning än andra kategorier av tekniker. Investeringsförslagen trimmas hårt på vägen från verkstaden till styrelserummet. De nyanskaffningar som beviljas flyttar ofta bara en flaskhals från ett ställe i produktionskedjan till ett annat. En genomlysning av hela produktionsförloppet i ljuset av vad ny teknik har att erbjuda skulle ge goda vinster i många företag.

Högteknik i världen

Uttrycket högteknik kan tillämpas på många fält. Och det är ju tur för oss som predikar i ämnet. Vi möter ibland arga fabrikörer som känner sig nedvärderade och frågar om deras produkter och metoder är lågteknik. Jag brukar då hänvisa till den Vita Drottningen i Lewis Carrols Alice i Underlandet. Hon sade så här i en motsvarande situation: "När jag använder ett ord så betyder det just det som jag vill att det skall betyda, varken mer eller mindre." I det hänseendet är vi alla vita drottningar. Vanligen menar vi med högteknik informationstekniken, inklusive datorer, programvara, mikroelektronik, telekommunikationer och elektronisk underhållning. Biotekniken hör dit, liksom läkemedel, medicinsk teknik samt rymd- och flygteknik. Men jag menar att alla sektorer av näringsliv och samhälle tar till sig nya idéer, nya rön och erfarenheter och köper, lånar eller stjälar teknik från t ex informationsområdet. Gammal teknik blir som ny och får då status av högteknik. Det är denna infusion som nu driver världsekonomin.

Tre regioner dominerar: Europa, Japan och USA. De står tillsammans för 85 procent av alla FoU-investeringar och sysselsätter tre fjärdedelar av alla forskare och utvecklingstekniker. Sovjetunionen har mycket stora FoU-resurser men dess del i tekniskt nyskapande är låg. Oroande är den tredje världens situation. Den deltar ej alls i det vetenskapliga och tekniska nyskapandet och har inte den understruktur som gör det möjligt för den att ta till sig de moderna framstegen i den industriella processen. Trots låga löner, föga miljöhänsyn, billiga råvaror och fördelaktiga utvecklingslån kan dessa länder inte konkurrera med i-länderna och omsätta det tekniska framåtskridandet där i fördelar i form av ett stigande välbefinnande för sig själva. Redan bor tre fjärdedelar av alla människor i u-länder. I mitten av nästa århundrade kommer fem av sex världsmedborgare att vara u-länningar. Detta torde vara det största problem som den globala politiken står inför.

Men i-ländernas situation är inte helt enkel den heller. Alla ser industriell tillväxt som den enklaste och säkraste vägen till högre välbstånd och ökad livskvalitet. Tillväxten väntas väsentligen komma från ny teknik. FoU- och innovationspolitik är patentlösningen. De gamla produktionsfaktorerna, råvaror, arbetskraft och kapital, har detroniserats av information och intellektuell kapacitet.

Ser vi tillbaka i historien räcker det emellertid inte med vetenskapliga landvinningar och stor uppfinningsrikedom. Grekerna lade grunden till matematiken och naturvetenskapen men romare och araber drog de ekonomiska fördelarna. På 1700-talet gjorde fransmännen de stora uppfinningarna men engelsmännen tog över industrin och handeln. Under detta århundrade ledde England och Tyskland vetenskapligt och tekniskt. Tillämpningarna togs över och exploaterades av Amerika. Motsvarande händer nu mellan USA och Japan.

Forskning, utveckling och innovationer bär inte ensamma en industriell utveckling. Riskkapital, marknad och en politik som främjar initiativ och handlingskraft måste tillföras. Faktiskt har vikten av primär vetenskap och teknik minskat. Kunskaps- och teknikspridningen är så välorganiserad och snabb att upphovskällans försprång — individen, företaget eller nationen — blir kortare och kortare. Stora ansträngningar görs att med sekretess och intellektuell protektionism hindra eller fördröja idé- och tekniköverföring mellan företag eller nationer. Framgången är måttlig.

Sverige gynnas av detta förhållande. Vi lever — i en utsträckning som få föreställer sig — på kunskaps- och teknikimport. Även partiella teknikembargon — från framför allt USA, men även från EG — skulle få förödande effekter för vårt näringsliv. Vi har varit snabba och skickliga att ta tillvara det bästa som omvärlden har haft att erbjuda i form av ny teknik. Det är en av våra viktigaste framgångsfaktorer och en förmåga som vi skall vårda och utveckla.

Insikten om att tekniköverföring är viktig vinner insteg i Europa i stort. Visserligen fortsätter man att planera stora nationella och regionala projekt. Industrins investeringar i FoU ökar kraftigt. Inom OECD har det blivit en tävling att uppnå största möjliga FoU-insats per GNP-dollar. Men produktiviteten i europeisk forskning och utveckling är låg och väsentligt lägre än i USA och Japan. Detta beror på splittringen på ett stort antal, relativt sett mindre nationer och företag. Mycket dubbelarbete blir följden. Den industriella strukturen är föga flexibel och förståelsen hos politiker och fackföreningar för den industriella utvecklingens förutsättningar och arbetsvillkor är låg. Framför allt är marknaden splittrad med immateriella handelsbarriärer av de mest bisarra slag.

En tankegrupp i USA som kallar sig Advisory Group Project on European - American Relations publicerade nyligen en rapport om högteknikgapen mellan Europa, USA och Japan. Dess budskap är att Europa teknisk-industriellt håller på att förlora kontakten med ledningsparet i

högteknikloppet. Skälen är de som jag nyss nämnde: låg FoU-produktivitet, fragmenterad marknad samt instabilitet, såväl politiskt som fackligt. Slutsatserna i rapporten — den är författad av mycket framstående experter och har fått stor spridning — förefaller mig väl pessimistiska och faktiskt orättvis för Europa. Delar av vår industri förnyas och effektiviseras i snabb takt, det industriella samarbetet stärks och det finns en klar tendens inom EG till bättre harmonisering och ett förenhetligande av de nationella regelsystemen.

USA och Japan har heller inte medvind i alla segel. Förnyelsen av den amerikanska tillverkande industrin går trögt. Man flyttar ut mycken produktion utanför USA och får stora problem att utnyttja en välutbildad och effektiv arbetarstam. Förståelsen för vad som händer med industrin är bland amerikanska politiker snarare mindre än större än hos deras europeiska kolleger. Man söker en falsk trygghet i protektionism, både kommersiell och intellektuell. Den häpnadsväckande obalansen i handeln med industrivaror — såväl tjänstesektorn som jordbruket visar ju positiva siffror — tyder inte på någon industriell överlägsenhet hos USA gentemot Europa och naturligtvis än mindre mot Japan.

Japan är å sin sida trängd mellan USA och NIC-staterna. Man har stora bekymmer med sin traditionella industri. Styrkan ligger fortfarande i landets enorma förmåga att snabbt utnyttja ny teknik från omvärlden och att öppna marknader för överlägsna högteknikprodukter, främst då elektronik. Vem i västvärlden kunde tänka sig att man kunde sätta mor-mor på motorcykel eller att man skulle lyckas övertyga decibelglada ungdomar om fördelen med hörlurar. Det gjorde japanerna.

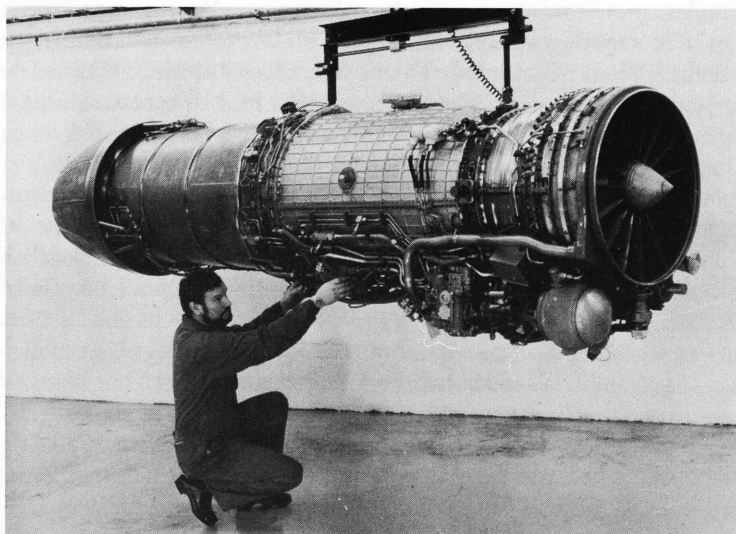
Det är intressant att Japan nu synes gå in i en epok av tekniskt nyskapande. För bara något år sedan hörde jag en framstående företagsledare säga ungefär följande: "Så länge vi ligger efter IBM i fråga om datorer så har vi en lätt uppgift. Men när vi har kört om IBM, hur vet vi då i vilken riktning vi skall gå?" Nu möter man ett helt annat självförtroende. Det tar sig någon gång uttryck i överlägsna yttranden om fattningsförmågan och kunskaperna hos ungdomarna i USA och Europa. Man är också fast besluten att bryta igenom teknikfronten på många områden. Det skall bli intressant att se vem som blir först med att utnyttja supraleddning i stor skala.

Det finns också klara indikationer på en ökad integration mellan blocken, framför allt industriellt. Fusioner, företagsköp och samarbetsavtal över gränserna och över haven blir allt vanligare. I den processen tar Sverige en glädjande del. Vår industri har köpt företag i USA och slagit sig samman med europeiska företag i en utsträckning som aldrig tillförr. Industrin har tröttnat på de politiska skrankorna och skapar sin egen internationella struktur. Våra tio största företag har sammanlagt en försäljning i utlandet om en kvarts biljon (fortfarande en europeisk biljon), dvs 250 tusen miljoner kronor varav hälften kommer från Sverige.

Sverige och högtekniken

Sverige är dock inte särskilt framträdande i fråga om export av högteknik. Under 1984 — det är den senaste statistik som nu finns — så utgjordes bara 12 procent av vår export av flygplan och delar till sådana, av kommunikationsutrustningar och datorer, av elektriska apparater, instrument och av läkemedel. Andelen har knappast ökat, skogs- och stålindustrin har haft en god konjunktur. Men statistiken är säkert missvisande i det hänseendet att man tar högtekniken i en alltför inskränkt betydelse.

Likafullt är det uppenbart att Sverige måste hänga med i utvecklingen. Sent omsider har statsmakterna insett detta och startat ett antal na-



Jas-motor. Ett exempel på hur svensk industri kan ta till vara och utveckla teknik från omvärlden.

tionella program för att stärka både undervisning och forskning. De är sannerligen inte stora internationellt sett och borde kompletteras med stora investeringar i t ex datorkraft och modern instrumentering. Effektiviteten i undervisningen borde även ökas bl a genom en höjning av lärartätheten. Vår industri har dock startat mycket tidigare och har redan åstadkommit imponerande resultat. Inom de tunga sektorerna har vi emellertid det problemet att även våra största enheter är små i förhållande till de uppgifter som måste klaras om vi skall vara med i leken. Jag belyste detta ovan apropå telekommunikationer och telefonväxlar. Samma gäller inom bil- och flygindustrin, för den elektrotekniska industrin och för läkemedelsföretagen. Investeringarna i FoU, produktionsförbättring, prototyper och prövning samt marknadsuppyggnad blir av en annan storleksordning än tidigare. Samtidigt blir produkternas livslängd kortare, generationsväxlingarna kommer snabbare, marknaden måste breddas för att medge de kortare återbetalningstiderna och kraven på flexibilitet och förändringsberedskap blir allt högre.

Mönstret är klart och innebär en ökad strukturering, arbetsfördelning och samverkan. Inom rymd-, flyg- och bilindustrin är detta en lång tradition. Man delar på utvecklingsprojekten, man lägger ut eller köper undersystem och komponenter. För delar av den nya industrin förekommer detta i en utsträckning som gör huvudföretaget till en i huvudsak planerande, organiserande, finansierande och marknadsledande organisation. Utveckling och produktion upphandlas när och där man behöver sådant. Det ligger något symptomatiskt i den observationen, som jag nyligen hörde från den italienske kärnkraftschefen, Umberto Colombo, att penninghandeln, enbart i eurodollar på London-börsen, omsätter 25 gånger totala värdet på världens hela varuhandel.

Mendetta kan vändas till en fördel för de relativt sett mindre företagen. En överlägsen specialkompetens på vissa nyckelområden är en väsentlig framgångsfaktor. Den utvecklas genom FoU-avspaning, teknikupphandling, egen kompletterande utveckling och framför allt genom samverkan med kompetenta kunder. Återkopplingen från marknaden till utvecklingsfunktionen måste öka. FoU-avdelningen har som främsta uppgift att tidigt identifiera rön och kunskaper som kan bli av intresse för företaget, att pröva den nya tekniken och att skapa en handlingsberedskap. Detta blir viktigare än att drömma fram egna underbara produkter och processer. Korsbefruktningen mellan traditionell industri och högteknikens verktyg och arbetsmetoder torde vara en av våra bästa framgångsstrategier.

Med detta menar jag inte att vi skall upphöra med egentlig FoU. Produktiviteten i svensk industriell utveckling är visserligen svår att mäta men många omdömesgilla betraktare bedömer den som mycket hög. I förhållande till en jämförelsevis måttlig investering av storleksordning en tio miljarder kronor per år får vi ut nya kvalificerade produkter väl i nivå med stora industriländer. Detta försprång måste vi hålla och här är

tillgången på väl utbildade, motiverade och erfarna medarbetare avgörande. I denna fråga måste vi utbilda våra politiker till en ökad förståelse.

Ett intressant inslag i vår FoU-struktur är de olika slag av utvecklingscentra och högteknikbyar som växer upp. Sådana finns nu inom eller intill varje svenskt universitet och varje högskola. Så gott som alla Sveriges kommuner har ambitioner att skapa något liknande för att därmed skapa nya industrier, sysselsättning och skatteintäkter och att därmed få bygden att blomstra. Jag fruktar — i likhet med Hamlet att "beslutsamhetens friska hy kan gå i eftertankens kränka blekhet över". Mycket kommer att gå bra men mer kommer att misslyckas. Samtidigt ser jag ständigt nya bevis på hur idérika och handlingskraftiga individer kan nå framgång även mot höga odds.

De individuella insatserna är till slut det avgörande. Vår omvärld är full av problem som väntar på sin lösning. Behoven är stora och möjligheterna är obegränsade. Det gäller bara att upptäcka dem. Högtekniken har satt nya verktyg i våra händer. Det är inte bara jättestora chipsgjuterier och trippelisolerade genlaboratorier. Det är bättre material för att täta läckande avloppsledningar, det är enzym som gör mjölken mer hållbar, det är datorstyrd svampodling, larmsystem som inte löser ut i otid och det är bättre råttfällor.

Omkring två biljoner kronor satsar världen varje år på forskning och utveckling. Varje sekund året runt publiceras nya resultat, och det är bara hälften av vad som produceras. Resten hemlighålls i industrier och militära förvaltningar.

Professor Gunnar Hambræus, IVA, ger här några intresseväckande inblickar i vad som händer inom högtekniken.



ISBN 91-7150-324-2