

Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek.
Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

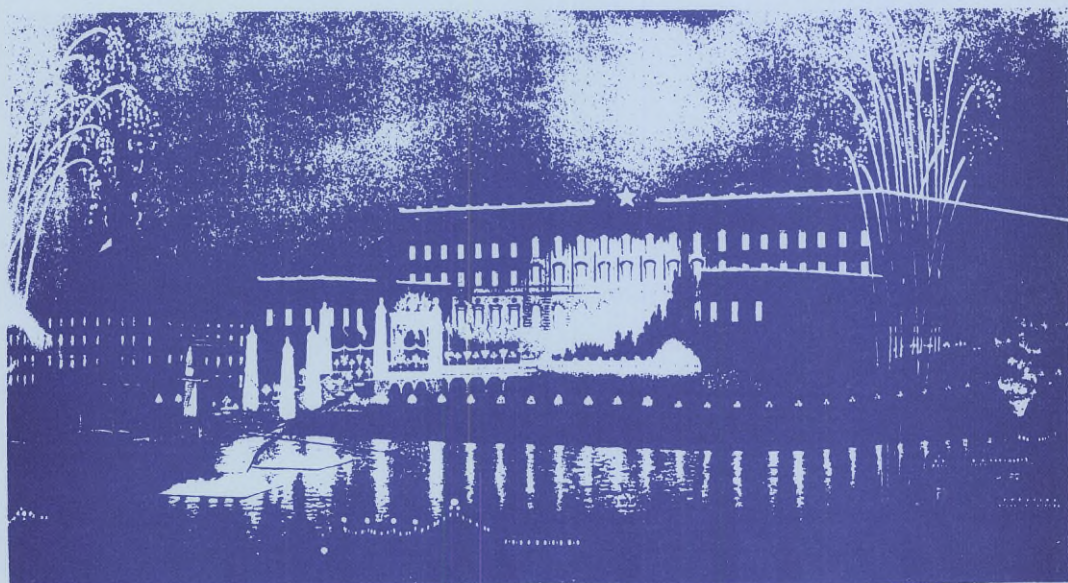
This work has been digitised at Gothenburg University Library.
All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text.
This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.





POLHEM

TIDSKRIFT FÖR TEKNIKHISTORIA



1989/2

Årgång 7

POLHEM

Tidskrift för teknikhistoria

Utgiven av Svenska Nationalkommittén för teknikhistoria (SNT),
Chalmers Tekniska Högskola, Biblioteket, 412 96 GÖTEBORG
med stöd av Humanistisk-samhällsvetenskapliga forskningsrådet
och Statens kulturråd

ISSN 0281-2142

Redaktör och ansvarig utgivare

Jan Hult

Redaktionskommitté

Henrik Björck

Svante Lindqvist

Wilhelm Odelberg

Sven Rydberg

Tryck

Vasastadens Bokbinderi AB, 414 59 GÖTEBORG

Omslag och rubriker: Svensk Typografi, Gudmund Nyström AB,
178 00 EKERÖ

Prenumeration

100 kr/år (4 häften)

Beställes genom inbetalning på postgirokonto nr 441 65 94 - 2

Lösnummer

30 kr/st

Beställes som ovan

INNEHÅLL

	Sid
Uppsatser:	
Svante Lindqvist: Teknikvärdering i ett historiskt perspektiv: Exemplet raketteknikens utveckling	80
Maria Thilander: Färg och lack i Sverige efter andra världskriget	121
Recensioner:	
Anders L Johansson: <i>Tillväxt och klassarbete - en studie av den svenska modellens uppkomst</i> (rec. av Lennart Olausson)	143
Olle Edqvist: <i>Guld och gröna skogar. Sågverks-epoken i västra Jämtland 1880 - 1914. En studie av teknik och regional utveckling</i> (rec. av Jan Hult)	146
ICOHTEC:	
Symposium i Hamburg 1989	149
Symposium i Paris 1990	149
Notiser:	
Nyutkommen litteratur	150
Dædalus - över en hyllmeter svensk teknikhistoria	152
Ämnesregister över artiklar i Dædalus 1982 - 1988	153
Författare i detta häfte	161
Omslagsbild:	
Fyrverkeriet på Stockholms ström den 24 april 1880, då Vega återvänt efter upptäckandet av Nordostpassagen (till uppsats av Svante Lindqvist, sid 80)	

Teknikvärdering i ett historiskt perspektiv: Exemplet raketternas utveckling

av Svante Lindqvist

Inledning

Teknikvärdering (technology assessment) är ett begrepp som myntades i USA i början av 1970-talet. Bakgrunden var de negativa konsekvenser av tekniska förändringar som uppmärksammats under 1960-talet, främst genom miljödebatten. Teknikens samhällsroll kom att uppmärksammas allt mer, och det restes krav på att ekonomisk lönsamhet och teknisk effektivitet inte fick vara de enda kriterierna vid beslut om en ny teknik skulle införas eller ej. Man hade också blivit medveten om att tekniska förändringar ofta ger oväntade effekter inom andra områden än avsett, t ex effekterna av DDT.

Nu väcktes tanken att man skulle utarbeta en metodologi för att systematiskt och fullständigt studera de tänkbara konsekvenserna av införandet av en ny teknik. I detta låg dels ett moment av framtidsstudier, eftersom man ville försöka förutse omfattningen och spridningen av effekter när en ny teknik introduceras, och dels ett moment av värdering, eftersom man ville bedöma en ny teknik och dess konsekvenser. Avsikten var att dessa studier skulle ge underlag vid beslutsfattande om införandet av ny teknik, och leda till mer framsynta bedömningar.¹

¹ En skildring av teknikvärderingens framväxt i USA -- och en optimistisk syn på dess möjligheter -- gav Melvin Kranzberg vid

Förutsägelser och bedömningar är alltså två huvudkomponenter i teknikvärderingens grundläggande strategi. Vad kan vi lära av historien om våra möjligheter att förutse och bedöma konsekvenserna av den tekniska utvecklingen?² Bland mångfalden av historiska exempel skall vi välja ett som berör oss själva. Vi lever

Tekniska museets första internationella teknikhistoriska symposium 1977, se densammes "Technology Assessment in America", i: Sigvard Strandh, ed., Technology and its Impact on Society, Tekniska Museet Symposia, No. 1, 1977 (Stockholm: Tekniska museet, 1979), 235-254. -- En fundamental kritik av teknikvärderingen som politiskt instrument gav en annan välkänd teknikhistoriker i en mycket läsvärd och tankeväckande artikel, se Lynn White, Jr., "Technology Assessment from the Stance of a Medieval Historian", i: densammes, Medieval Religion and Technology (Berkeley: University of California Press, 1978), 261-277. Ursprungligen publicerad i American Historical Review 79 (1974), 1-13. -- Till Sverige kom idén om "technology assessment" i mitten av 1970-talet. Bland de svenska översättningar av begreppet som diskuterades var bl a "konsekvensanalys" och "teknikbedömning" innan man slutligen stannade för det mer normativa "teknikvärdering". Under ett par år i slutet av 1970-talet diskuterades teknikvärderingens möjligheter livligt i Sverige, se t ex: Teknikbedömning: En lägesrapport och några förslag rörande studiet av teknikens roll i samhället, Justitiedepartementet Ds Ju 1975:12 (Stockholm: Sekretariatet för framtidsstudier & Statsrådsberedningen, 1979); Att upptäcka konsekvenser: Föredrag och diskussioner vid ett seminarium om teknikbedömning (Stockholm: Sekretariatet för framtidsstudier & Forskningsrådsutredningen, 1976); Mål och metoder i teknikvärdering, IVA-rapport 142 (Stockholm: Ingenjörsvetenskapsakademien, 1978); Per Jakobsson, red., Teknikvärdering: Föredrag våren 1980 vid Tekniska Högskolan i Stockholm (Stockholm: KTH, 1980).

² Teknikhistoriens instrumentella möjligheter i detta sammanhang gav upphov till en livlig aktivitet inom området "retrospective technology assessment" under 1970-talet. Det mest kända arbetet är Joel A. Tarr, ed., Retrospective Technology Assessment - 1976 (San Francisco: San Francisco Press, 1977). För kritiska synpunkter på de grundläggande antagandena, se White 1978. Influerad av White har jag själv kritiserat begreppet, se Svante Lindqvist, "Retrospektiv teknikvärdering - kan vi lära av historien?", i: Jakobsson 1980.

idag alla med medvetandet om att det när som helst kan avfyras en kärnvapenbestyckad raket från andra sidan jordklotet som når oss med god precision efter bara några minuter. Detta är "the unspeakable truth" som vi lärt oss att förtränga så till den grad att jag riskerar att betraktas som mindre seriös därför att jag valt det som exempel.

Men det är i själva verket ett mycket bra exempel eftersom det illustrerar flera allmängiltiga drag i den tekniska utvecklingen. Teoribildningen för teknisk förändring måste ta sin utgångspunkt i teknologins särart, och därmed också kunna hantera "stora frågor" som denna.

Exempel: Raketteknikens utveckling

Innan vi övergår till att studera raketteknikens utveckling måste vi i korthet presentera de grundläggande tekniska problemen. Den maximala höjden eller räckvidden för en raket är beroende av dess sluthastighet, v_x , när drivmedlet förbrukats. Den ideala sluthastigheten bestäms av två faktorer. Den ena är förbränningsgasernas utströmningshastighet, v_g , och den andra är förhållandet mellan raketens startvikt, m , och dess tomvikt, m_0 . Förhållandet m/m_0 brukar man kalla raketens masskvot. Den ideala sluthastigheten kan uttryckas som:

$$v_x = v_g \ln m/m_0$$

Det gäller alltså att få så hög utströmningshastighet och så stor masskvot som möjligt. Den första är en fråga om vilket bränsle man

väljer och hur förbränningsdysan utformas. Det andra är en fråga om att konstruera raketerna så att de har så låg tomvikt som möjligt, dvs så att dess vikt vid starten till största delen utgörs av bränslets vikt. Därtill kommer ett tredje problem, nämligen stabilisation av raketerna så att de kan avfyra i önskad riktning och behåller sin kurs. På äldre raketer och dagens fyrverkeriraketer är det problemet löst med en styrpinne, som genom sin vikt förskjuter raketens tyngdpunkt så att den kommer att ligga under utströmningsdysan. Men en styrpinne eller stora fenor ökar raketens tomvikt och sänker därmed masskvoten vilket begränsar dess sluthastighet. Dessa är de tre grundläggande problemen inom raketekniken: hög utströmningshastighet, stor masskvot och stabilisation.

Min historiska tolkning av raketeknikens utveckling skiljer sig från den som vanligen ges i den omfattande populärlitteraturen inom ämnet.³ Denna litteratur är ofta positivistisk eftersom författarna

³ En bok som jag använt mycket är Heinz Gattman, Drömmare, forskare, konstruktörer: En bok om rymdfärdsäventyret (Stockholm: Berghs, 1955). Bland andra svenska översättningar av populära skildringar som jag använt kan nämnas Otto Willi Gail, Med raket genom världsrymden (Stockholm: Natur och kultur, 1928), samt densammes, Trafik i världsrymden (Stockholm: Natur och kultur, 1950). Av den stora utländska litteraturen har jag använt följande: Kenneth Gatland, ed., The Illustrated Encyclopedia of Space Technology: A Comprehensive History of Space Exploration (London: Salamander Books, 1981); Wernher von Braun & Frederick I. Ordway III, History of Rocketry & Space Travel (New York: Thomas Y. Crowell, 1966); David Baker, The Rocket: The History and Development of Rocket & Missile Technology (London: New Cavendish Books, 1978); Werner Buedeler, Geschichte der Raumfahrt (Künzelsau: Sigloch, 1979). -- En mer kritisk och väldokumenterad historik för den senare utvecklingen är Frederick I. Ordway III & Mitchell R. Sharpe, The Rocket Team (Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1982).

som regel undviker att tala om de militära behoven som drivkrafter bakom utvecklingen. De har löst denna svårighet genom att i stället framställa raketternas utveckling som ett slags internationellt lagarbete mellan osjälviska "vetenskapsmän" som offerar allt för att nå ut i rymden och öka den mänskliga kunskapen. Författarna har varit förvånansvärt framgångsrika i denna sin mytbildning, och de navigerar skickligt förbi betydelsen av det militära inflytandet vid de avgörande stegen i utvecklingen. Den myt de skapat är falsk, och farlig därför att den är så allmänt spridd. Deras ambivalenta inställning till Wernher von Brauns insatser -- något som genomgående karakteriserar litteraturen -- visar dock att de haft vissa svårigheter att förena sin myt med verkligheten.

Fördelarna med raketternas tillämpningar har aldrig kunnat värderas i ekonomiska termer. Man har aldrig kunnat säga att vinsten av dess användning varit så eller så många kronor. Det är en teknik som alltid varit utan direkt ekonomisk betydelse, men ändå är det en teknik som under de senaste hundra åren utvecklats snabbare än de flesta andra teknikområden. Det här kan tyckas som en paradox om vi tror att tekniska förändringar alltid är betingade av ekonomiska förhållanden. Vi måste därför fråga oss:

- Vilka utvecklade tekniken?
- Vilka finansierade utvecklingen?
- Vilka var motiven för utvecklingen?
- Vilka tillämpningar hade tekniken?

Ställer vi dessa frågor till det historiska materialet visar det sig att raketternas utveckling sönderfaller i sju perioder. Under

dessa perioder har tekniken utvecklats och finansierats av olika grupper, med olika motiv, och haft olika tillämpningar.

1. Pyrotekniker, ca. 1250 - 1800

Raketen, liksom så många andra uppfinningar, hade sitt ursprung i Kina och på 1200-talet nådde kunskapen om denna teknik Europa. Här hade raketen ingen egentlig militär betydelse före 1800-talet, och orsaken var den ojämna kvaliteten på svartkrut. Det var en mekanisk blandning av salpeter, kol och svavel, och därför varierade förbränningsgasernas utströmningshastighet med råämnenas kvalitet. Därmed varierade också räckvidden för en raket, och den kunde inte avfyras med tillräcklig precision mot ett mål för att ha någon militär betydelse. Någon gång kunde den visserligen fylla ett psykologiskt syfte genom att skrämma fienden, eller för att sätta eld på seglen och den tjärade fartygsriggen på segelfartyg (vilka utgjorde ett tillräckligt stort mål för de nyckfulla raketerna). Men under denna period fyllde rakettekniken en annan funktion: fyrverkerier.⁴ Professionella fyrverkerimästare, och då särskilt italienska sådana, var eftersökta konstmakare vid de europeiska furstehoven under 1600- och 1700-talet. För fyrverkerier var osäkerheten i raketens räckvidd utan betydelse, eftersom de bara användes som ett hjälpmedel för att skjuta upp kaskader och fontäner i olika färger eller för att driva runt roterande solar. Kungliga högtidsdagar och andra festligheter markerades genom storslagna fyrverkerier med omväxlande ljuseffekter. Fyrverkerierna avsåg att roa, överraska och imponera men tjänade ytterst ett politiskt syfte. De var en symbol för den centrala politiska makten:

⁴ En intressant och praktfull bok om fyrverkeriets historia är George Plimpton, Fireworks (Garden City, NY: Doubleday & Company, 1984).

Imponerande i sin lyskraft och sitt överdåd, men också låsta i tid och rum till de furstliga hovens fester. Som t ex när man vid det engelska hovet år 1749 firade undertecknandet av fredsfördraget i Aachen med ett väldigt fyrverkeri, till vilket Händel komponerade ett av sina idag mest berömda instrumentalverk, Music for the Royal Fireworks.

Rakettekniken fyllde alltså främst en symbolisk funktion under denna period. Tekniken behärskades av enskilda fyrverkerimästare som avlönades av furstehoven. Men nivån på den kemiska industrin -- dvs svartkrutet -- begränsade deras möjligheter att utveckla raketerna, och de arbetade därför främst på att finna nya blandningar av metallsalter som kunde ge ännu mer imponerande färg effekter eller hur man t ex på bästa sätt skulle bilda konungens namnchiffer i eldskrift.⁵

2. Militärer I, 1800 - 1870

På 1790-talet låg det Brittiska Indien i krig med den självständiga furstestaten Mysore. Vid striderna om Seringapatam år 1799 orsakades engelsmännen svåra och oväntade förluster av indiernas brandraketer. Prins Tippo Sahib hade en kår av inte mindre än 5.000 raketskyttar. Deras raketer var en utveckling av den kinesiska rakekten. De vägde 3-5 kg och hade en räckvidd på ca. 1.500 m. Trots att de stabiliserades av en 10 fot lång bambustav var de inte särskilt träffsäkra, men när ett stort antal avlossades samtidigt var

⁵ I KTH Biblioteks äldre samlingar finns på signum X ("Pyroteknik") en del av den omfattande litteraturen inom området, t ex den andra upplagan av Frezier, Traité des feux d'Artifice pour le Spectacle (Paris, 1747) med många praktfulla kopparstick av sinnrika fyrverkeripjäser och spektakulära fyrkerverkerier.

de mycket effektiva mot kavalleri. Under 1700-talet hade kavalleriet utvecklats till det främsta offensiva vapnet bland de europeiska landstridskrafterna, och engelsmännen såg därför genast en användning för de indiska brandraketerna.

En engelsk artilleriofficer, William Congreve, fick i uppdrag av engelska krigsministeriet att utveckla en liknande raket. Han utgick från några indiska raketer som fraktats hem till England, och förbättrade dem till en räckvidd på 2.700 m och med en vikt på 14,5 kg. Första gången som engelsmännen använde Congreve-raketer i stor skala var vid en attack mot Köpenhamn år 1807. Brittiska flottan som låg utanför Köpenhamn avlossade ca. 30.000 brandraketer, och stora delar av staden stacks i brand.

Mellan striderna om Seringapatam 1799 och Köpenhamns förstörelse 1807 låg bara åtta år. Det här säger oss något om hastigheten och storleksordningen på teknisk utveckling när drivkrafterna är militära behov.⁶ Från att ha varit en oskyldig leksak -- om än med politiska övertoner -- vid de europeiska furstehoven utvecklades nu raketens räckvidd med en faktor 10, massproducerades i 10.000-tals exemplar och integrerades med de konventionella vapenslagen till ett effektivt förstörelsevapen -- och allt detta på mindre än 10 år!

Efter Napoleonkrigens slut skaffade sig arméerna i alla Europas länder och USA särskilda raketkårer. I Sverige hade t ex ingen mindre

⁶ Den militärtekniska utvecklingen är ett länge försummat område i den allmänna teknikhistorien. En viktig bok är därför William H. McNeill, The Pursuit of Power: Technology, Armed Forces, and Society since A.D. 1000 (Oxford: Basil Blackwell, 1983).

än Jöns Jacob Berzelius åkt till Köpenhamn efter engelsmännens attack för att studera ett par Congreve raketer som inte briserat och författat en rapport till den svenska regeringen. Den s k brandraketkommittén tillsattes, och 1832 inrättades Kongl. Raketcorpsen.⁷

Raketen blev nu en del av det allmänna medvetandet i västerlandet, men inte som fyrverkeripjäas utan som en symbol för snabbhet och räckvidd. Ett exempel på det är att George Stephenson 1829 döpte sitt första lokomotiv till "Rocket".

Vid mitten av 1800-talet började man experimentera med att öka raketens räckvidd genom att minska dess tomvikt. Styrpinnen slopades, och istället åstadkoms banstabilitet genom att raketen tvingades att rotera kring sin längdaxel genom styrskenor av metall i raketens utblåsningsmunstycke. I Sverige utvecklade Wilhelm Unge (1845-1915), en artilleriofficer som genomgått Teknologiska Institutet (nuvarande KTH), en s k lufttorped.⁸ Det var en 2,5 m lång raket som rotationsstabiliserades genom en tryckturbin i utblåsningsmunstycket. Men de försök som gjordes att utveckla raketen under senare delen av 1800-talet mötte ett allt svalare

⁷ Å. Ingemar Skoog, "The Swedish Rocket Corps, 1833-1845", i: Essays on the History of Rocketry and Astronautics: Proceedings of the Third Through the Sixth History Symposia of the International Academy of Astronautics, Vol. 1, NASA Conference Publications 2014 (Washington, D.C.: NASA, 1977), 9-22.

⁸ Sigvard Strandh, "Wilhelm Theodor Unge - A Swedish Pioneer in Rocketry", Tekniska museets årsbok Daedalus 1964, 87-108; Å. Ingemar Skoog, "Wilhelm Theodor Unge: An Evaluation of His Contributions", Smithsonian Annals of Flight, No. 10 (särtryck i KTHB, avd. för teknik- och vetenskapshistoria, småtryck 8.3).

intresse från militärt håll, och i slutet av århundradet hade de flesta länder sedan länge avskaffat sina raketkårer. I Sverige upplöstes Fyrverkarecorpsen, som den då hette, år 1877. Raketkårerna som i början av 1800-talet hade betraktats som sin tids mest moderna vapenslag hade nu blivit omoderna. Varför? Orsaken var artilleriteknikens utveckling.

De slätborrade kanoner som användes under början av 1800-talet var överlägsna de slätborrade gevären, och detta var en förutsättning för hela den defensiva taktiken. Det var bakgrunden till den försvarsdoktrin som motiverat byggandet av alla fort och befästningsverk (t ex Karlsborgs fästning som började byggas 1819). Men den mekaniska verkstadsteknikens utveckling under första delen av 1800-talet gjorde det möjligt att massproducera räfflade gevär. När arméerna började utrustas med de nya gevären måste också kanonerna utvecklas om de skulle kunna behålla sin överlägsenhet. I Frankrike och Preussen utvecklades två olika system för räfflade kanoner, och i Fransk-Tyska kriget 1870-1871 visade sig den preussiska bakladdningskanonen överlägsen det franska systemet i skottvidd och träffsäkerhet. Efter Fransk-Tyska kriget infördes räfflade bakladdningskanoner i de flesta västerländska länder, och därmed hade också raketekniken spelat ut sin militära roll för tillfället.

3. Visionärer, ca. 1860 - 1920

I början av 1860-talet utkom ett flertal böcker av olika europeiska författare som alla spekulerade i tanken att månen och planeterna skulle vara bebodda, och att det skulle vara möjligt för människan att nå dem. De mest kända av dessa böcker idag är Jules Vernes De la

Terre a la Lune (1865) och Autour de la Lune (1867) och Camille Flammarions Mondes imaginaires et mondes réels (1862), men det fanns många fler t ex Alexandre Dumas d.y. Voyage a la Lune, Achille Eyrauds Voyage a Venus och Henri de Parvilles Un habitant de la planete Mars. Vernes och Flammarions böcker väckte särskilt stort uppseende, och översattes till de flesta språk. I Sverige utgavs t ex Flammarion 1868 ("Bebodda världar") och Verne 1871 ("Från jorden till månen").

Varför uppstod denna litteratur -- och idén att andra himlakroppar kan vara bebodda och därför vore värda att besöka -- just i början av 1860-talet? Orsaken var sannolikt ett genombrott inom astronomin år 1859.

År 1815 hade Fraunhofer upptäckt att det i spektret från solljuset uppträdde mörka linjer som skar det regnbågsfärgade bandet vertikalt, men betydelsen av dessa linjer var länge oklar. En av dem som arbetade på att lösa problemet var Anders Ångström, professor i fysik i Uppsala, som var nära en lösning i början av 1850-talet. Först 1859 kunde den tyske fysikern Kirchoff förklara de mörka linjerna: De är absorptionslinjer som ligger på samma ställen på spektret som gasspektrets ljusa linjer. Eftersom varje ämne har sitt eget karakteristiska spektrum kan man genom uppmätning av de mörka linjerna bestämma vilka gaser som gett upphov till dem. Det här fick inte bara stor betydelse för den kemiska laboratorieanalysen, utan innebar också ett genombrott för astronomin och skapade ett nytt ämnesområde: astrofysiken.

Genom att montera en spektrograf på okularet till ett teleskop kunde man analysera himlakropparnas kemiska sammansättning. Vetenskapligt var det här ett stort framsteg, men det hade också en idéhistorisk betydelse. Tidigare hade man bara kunnat studera himlakropparnas form och rörelse, men nu avslöjade de med ens sin sammansättning. Det var som om de tidigare varit stumma, men nu plötsligt började att tala.

Spekulationerna kring möjligheten till liv på andra himlakroppar hämtade näring ur debatten kring Darwins bok On the Origin of Species som utkom samma år som Fraunhofer gjorde sin upptäckt. När nu astrofysiken visade att andra himlakroppar har en likartad sammansättning som vår egen planet, och när nu Darwin menade att högre former av liv utvecklades ur lägre beroende på de yttre omständigheterna -- vore det då inte rimligt att det uppstått intelligent liv också på andra himlakroppar?⁹ Fantasierna om liv på planeterna i vårt eget solsystem tycktes få vetenskapligt stöd i den italienska astronomen Giovanni Schiaparellis upptäckt av kanaler på Mars 1877. (Det baserades dock på en misstolkning av Schiaparellis påstående att han iakttagit canali, vilket på italienska också betyder fåror men tolkades som att han menat kanaler, dvs konstgjorda vattenleder.)

H.G. Wells anses idag som en föregångare i science-fiction genren genom sina romaner The War of the Worlds (1898), berättelsen om hur jorden invaderas av grymma marsinnevånare, och The First Men on the Moon (1901). Men vi bör snarare se dessa böcker, och det stora

⁹ Ett uttryck i Sverige för dessa tankegångar är Svante Arrhenius, Världarnas utveckling (Stockholm: Hugo Gebers, 1906), esp. 167-182.

intresse de väckte, som ett uttryck för i vilken hög grad tanken på världsrymden och interplanetär kommunikation fångat det allmänna medvetandet under senare delen av 1800-talet.

Men hur skulle denna kommunikation äga rum? H. G. Wells hade i The First Men on the Moon låtit sina resenärer fara i en kula täckt med ett material, "cavorite", som upphävde gravitationen, och många andra författare tillgrip liknande konstgrepp i brist på bättre. Jules Verne däremot hade låtit skjuta iväg sina passagerare inneslutna i en projektil ur en jättelik kanon. När boken kom ut i Sverige skrev en recensent i Göteborgsposten:

"Den glänsande stilen och det humoristiska vetenskapliga allvar som hvilar öfver framställningen förlänar åt densamma en komisk kraft, som skjuter orimligheten i bakgrunden."

Men var det verkligen orimligt? I Tyskland spekulerade Hermann Ganswindt, en fantasifull uppfinnare, kring möjligheterna till rymdfart. Mer seriösa beräkningar gjordes av en rysk skollärare, Konstantin Eduardovich Tsiolkovskij (1857-1935) som idag räknas som rymdflygets fader i Ryssland. Han skrev flera böcker om möjligheten att nå ut i världsrymden, och för honom -- liksom för många andra vid denna tid -- stod det klart att det var endast med en raket som man skulle kunna uppnå den hastighet som var nödvändig för att övervinna jordens dragningskraft.

4. Pionjärer, ca. 1920 - 1935

Under 1920-talet experimenterades det med stor entusiasm med raketer i många länder.¹⁰ De som utvecklade tekniken var privatpersoner: Entusiastiska tekniker som fångslats av tanken att nå ut i rymden, och som insett att detta skulle kunna vara möjligt med hjälp av raketer. Under den här perioden lade de grunden till utvecklingen av vätskeraketen, dvs en raket framdriven genom förbränning av flytande bränslen i en förbränningskammare. De arbetade på eget initiativ, och sökte finansiärer på de mest skilda håll. Samma tekniska utveckling ägde rum i flera länder -- parallellt men sinsemellan oberoende. Viktigast blev den i USA och Tyskland, och vi skall börja med att följa utvecklingen i USA.

Robert H. Goddard (1882-1945), professor i fysik vid ett mindre universitet, hade börjat arbeta med att försöka förbättra krutraketerna 1912. Han arbetade på eget initiativ och med små anslag från Smithsonian Institution, en privat forskningsorganisation. År 1919 publicerade han en tunn rapport i Smithsonian Institutions skriftserie, A Method of Reaching Extreme Altitudes, där han visade att det var teoretiskt möjligt att nå månen med en krutraket. Han hade dock räknat på värmevärdet på olika kemiska bränslen, och han konstaterade att en blandning av flytande syre och väte skulle ge mycket högre effekt. Från 1920 experimenterade han enbart med flytande bränslen, och stannade snart för en blandning av

¹⁰ En omfattande historik över alla dessa samtida raketsällskap i Tyskland, Sovjet, USA, England, Argentina, Holland, Frankrike och Japan ges i Frank H. Winter, Prelude to the Space Age: The Rocket Societies, 1924-1940 (Washington, D.C.: Smithsonian Institution, 1983).

bensin och flytande syre.¹¹ Problemet var att utveckla en vätskeraketmotor för kontinuerlig drift. År 1923 kunde han testa sin första motor, och 1926 provsköt han den första vätskeraketten. Genom anslag från Guggenheimstiftelsen kunde han fortsätta sina experiment i New Mexico. Goddard arbetade fortfarande med små medel. Depressionen tvingade honom att avbryta arbetet under ett par år, men 1935 kunde han sända upp en vätskeraket som nådde 2.000 m högt och hade en räckvidd på 4.000 m. Raketen stabiliserades genom ett gyro och roderfenor i gasstrålen. År 1936 publicerade han sin andra och sista rapport där han beskrev sina försök med vätskeraketten, Liquid-Propellant Rocket Development.¹² Sedan dess var det helt tyst kring honom. Nu hade amerikanska försvaret blivit intresserat, och hans arbete var inte längre offentligt.

Goddards arbete tilldrog sig stort intresse från pressen, som under hela 1920- och 30-talet försåg allmänheten med lögnaktiga historier om hur han arbetade på allt större, och med tiden också bemannade, månraketer. Precis som i Tyskland (som vi strax skall se) fick hans verksamhet tjäna syftet att tillfredsställa allmänhetens intresse för rymdfärder och interplanetär kommunikation.

¹¹ Efter kriget utgav Goddards änka hans anteckningar från experimenten med vätskeraketer, se Robert H. Goddard, Rocket Development: Liquid-Fuel Rocket Research 1929-1941, ed. by Esther C. Goddard and G. Edward Pendray (New York: Prentice-Hall, 1948). KTH Bibliotek signum Rc-501.

¹² Goddards båda arbeten från 1919 och 1936 återutgavs efter kriget av American Rocket Society i en volym, se Robert H. Goddard, Rockets (New York: American Rocket Society, 1946). KTH Bibliotek signum Rc-421.

En tysk som gjorde demonstrationer i publikens smak var Reinhold Tiling. Han hade 1928 börjat experimentera med krutraketer, och finansierade också sitt arbete genom privata donatorer och offentliga demonstrationer. Han hade löst stabiliseringsproblemet genom att förse sina raketer med långa fenor, och hans raketer steg därför alltid rakt till väders. Genom utfällbara bärytor glidflög raketerna ner och landade oskadda. År 1931 nådde han en räckvidd på 7 kilometer, och började skissa på en raket som skulle kunna nå över engelska kanalen. Krutet till raketerna pressades samman till kompakta block i en gjutjärnspress, och 1933 exploderade pressen. Tiling och två av hans medarbetare dog.

Hermann Oberth var en läroverkslärare i matematik och fysik som 1922 hade publicerat boken Die Rakete zu den Planetenräumen.¹³ Det var en matematisk behandling av hela raketproblematiken som väckte stor debatt. Oberth var övertygad om att endast en vätskeraket med en blandning av t ex bensin och flytande syre skulle kunna ge tillräckligt hög utströmningshastighet för att man skulle kunna bygga en rymdraket. Men vem skulle finansiera experimentarbetet?

Den tyske regissören Fritz Lang på filmbolaget UFA, som 1926 gjort den utopiska filmen "Metropolis", började 1928 att göra en film om en månfärd, "Frau im Mond". Hermann Oberth knöts till UFA som vetenskaplig rådgivare, och väl där lyckades han övertala Fritz Lang

¹³ I KTH Bibliotek finns 3:e upplagan (med annan titel), se Herman Oberth, Wege zur Raumschiffahrt (München: R. Oldenbourg, 1929). KTH Bibliotek signum Rc-290.

att det skulle vara god reklam om den första vätskeraketten -- den första riktiga raketten -- skulle kunna skjutas upp på premiärdagen. UFAs reklamkontor ville ha en 15 m lång raket, men Oberth ville bygga en liten experimentmodell. Man enades om en 2 m lång experimentmodell med 16 liter drivmedel. Oberth räknade ut att den teoretiskt skulle kunna stiga till 40 km höjd, varpå filmbolagets reklamkontor tillkännagav att raketten skulle stiga till 70 km höjd. Oberth hade bara 3 månader på sig att göra raketten färdig. Han experimenterade med olika blandningsförhållanden mellan bensin och flytande syre, och höll på att förlora synen och spräckte en trumhinna. Några enkla aerodynamiska prov gjordes genom att fotografera en trämodell som släpptes från en stega. Reklamkontoret vände upp och ned på bilden, och publicerade den som "Oberthraketen första start". År 1929 var det premiär på "Frau im Mond" -- men utan raketstart. Oberth fick lämna UFAs verkstäder och söka sig en ny finansiär.

Han lyckades få disponera verkstaden på den kemisk-tekniska riksanstalten utanför Berlin för att förbereda en demonstration. Vid ett försök 1929 uppmättes en dragkraft på 7 kp på raketmotorn, och en utströmningshastighet på 756 m/s -- dvs bara hälften mot en vanlig krutraket. Därefter lyckades Oberth inte hitta några nya finansiärer, och tvingades överge det praktiska arbetet.

En annan av de som vid samma tid experimenterade med raketer var den österrikiske ingenjören Max Valier. Han hade 1928 publicerat boken Vorstoss in den Weltraum. Han sökte finansiellt stöd hos bilmagnaten Fritz von Opel, och presenterade ett projekt som kunde ge god reklam för Opels bilar. En helsidesannons kostade Opel

tusentals mark, men om Opel själv framförde en raketbil skulle hans namn komma på alla förstasidor utan att det kostade honom mer än en bråkdel av motsvarande annonsplats.

År 1928 kunde Opel ta plats i raketbilen Opet Rak II inför 2.000 inbjudna åskådare, journalister och fotografer. Han kom upp i 230 km/tim i en bil driven av vanliga fyrverkeriraketer. Nu behövde han inte Valier längre, utan fortsatte på egen hand med nya publikdragande evenemang. År 1929 startade han i Frankfurt i ett flygplan drivet av krutraketer. Planet kom upp i en hastighet av 150 km/tim, men kraschlandade. Opel kom undan med blotta förskräckelsen och övergav alla vidare raketförsök, men han hade fått den reklam han önskade.

Valier hade nu lierat sig med en fyrverkerifirma, och byggde en raketsläde. Men samma sak igen: Efter de första försöken fortsatte firman på egen hand. De ville ha reklam, inte finansiera grundläggande utvecklingsarbete. Valier fortsatte nu på egen hand, och vintern 1928-29 byggde han Valier Rak Bob som nådde en hastighet av 400 km/tim innan den ramponerades mot en strandmur (Den var obemannad, och hade en sandsäck på förarplatsen).

Våren 1929 inriktade han sig på vätskeraketer. En firma som tillverkade utrustning för framställning av flytande syre intresserades att finansiera försöken i reklam syfte. Men Valier behövde mer pengar, och ordnade därför en offentlig visning för berlinarna på en motorbana. Denna gång drevs bilen helt enkelt genom reaktionskraften från komprimerad kolsyra. Bilen gick fort, och lämnade ett imponerande kondensmoln efter sig. Ytterligare bidrag

till sina försök med en riktig vätskeraketmotor fick han från Shell genom att lova att bara använda bolagets fotogen som bränsle. I sina försök med vätskeraketmotorer mätte Valier dragkraften på en vanlig lagervåg. Utströmningsdysan riktades mot taket, och dragkraften mättes med vikter. År 1930 exploderade en brännkammare, och Valier fick ett splitter i lungpulsådern och dog.

Tiling, Oberth och Valier var dock bara några av dem i Tyskland som experimenterade med raketer vid denna tid. År 1927 hade "Verein für Raumschiffart" bildats och fick snart flera hundra medlemmar. På en övergiven skjutbana utanför Berlin inrättade man "Raketenflugplats Berlin". Genom tiggarebrev fick man företag att donera material, verktyg och maskiner. Snart hade man kommit så långt att man kunde bjuda in tekniska föreningar för uppvisningar av brännkammарprov. Föreningarna betalade 200 mark per visning, och det var tillräckligt för att hålla verksamheten igång. År 1931 kunde Johannes Winkler skicka upp en vätskeraket som nådde 100 meter högt och 200 m långt. Ett avgörande tekniskt problem som löstes i början av 1930-talet var kylningen av brännkammaren. Temperaturen i brännkammaren var för hög för att avkylas genom en yttre kylmantel, men genom att överge bensin som bränsle och istället använda en blandning av alkohol och vatten erhöles en bränslekylning.

Läget i Tyskland i början av 1930-talet var alltså att ett stort antal privatpersoner på eget initiativ, och genom att utnyttja reklambehovet hos filmbolag, bilindustrin och andra industrier hade lyckats lösa de grundläggande tekniska problemen med vätskeraketmotorn. Filmindustrin som stödde Oberth och bilindustrin som stödde Valier var båda nya industrier på 1920-talet, och de hade

utnyttjat raketens symbolvärde i reklamsyfte. Mekanismen bakom denna utveckling var en växelverkan mellan olika faktorer. Raketpionjärerna hade gripits av det allmänna intresset för raketer och rymdflyg, och försökte förverkliga dem med de möjligheter som den tekniska utvecklingen inom den kemiska industrin erbjöd (dvs flytande bränsle). Deras försök bidrog till att öka det allmänna intresse som fångslat dem själva, och tack vare det intresse de väckte kunde de finansiera sin verksamhet. De betraktas ofta som pionjärer, men vi kan också se dem som ett redskap som förverkligade det allmänna intresse som skapats av de visionära författarna under den föregående perioden.

5. Militärer II, ca. 1935 - 1960

Efter nazisternas maktövertagande 1933 gjorde de tyska raketentusiasterna allt för att övertyga de nya makthavarna om raketens militära användbarhet. De hoppades på stora anslag för att kunna fortsätta sina experiment. Men Krigsmaterielverket i Berlin bestämde att driva det hela i egen regi. Medlemmarna i de olika privata grupperna inlemmades i det nya programmet, eller häktades och fick sina anteckningar beslagtagna.

Wernher von Braun (1912-1977) var en ung teknolog som sällat sig till entusiasterna på "Raketenflugplatz Berlin". Han uppmärksammades tidigt av Krigsministeriet som uppmanade honom att skriva en avhandling över vätskeraketen vid Berlinuniversitetets krigsvetenskapliga fakultet. År 1934 disputerade von Braun på avhandlingen Theoretische und experimentelle Beiträge zum Problem der Flüssigrakete. Han blev teknisk chef för det tyska raket-

forskningsprogrammet, som 1937 förlades till Peenemünde på nordsjökusten.

Det tyska raketprogrammet resulterade 1942 i att den första stora vätskeraketen, A4, kunde lyfta. Jämfört med de blygsamma försök som Oberth, Valier och Winkler utfört ett 10-tal år tidigare var det här en gigantisk konstruktion. Turbopumpar pressade in 125 liter flytande syre och alkohol per sekund i raketens brännkammare som utvecklade en dragkraft på 25.000 kp (vilket kan jämföras med Oberths försök 1929 där han uppnådde 7 kp). A4-raketen nådde 9.000 m höjd och hade en räckvidd på nära 300 km. Raketen hade en vikt på 12,5 ton, varav 8,6 ton var drivmedel och den kunde medföra en sprängladdning på 1.000 kg. Den stabiliserades genom gyrostyrda grafitroder i eldstrålen. Vid provskjutningar i Polen visade sig dock raketen ha dålig precision, och den kunde därför bara sättas in mot större mål som städer.

Sommaren 1943 tog Hitler emot Wernher von Braun. Hitler blev övertygad om att raketprojektet måste ges högsta prioritet för att man skulle kunna massproducera raketer och få fram drivmedel i tillräckliga mängder. Von Braun utnämndes till professor.

Engelska underrättelsetjänsten hade följt verksamheten i Peenemünde under flera år, och också skaffat sig detaljerade uppgifter om provskjutningarna i Polen.¹⁴ Tack vare en A4 raket som

¹⁴ Hur det brittiska underättelseväsendet följde utvecklingen i Penemünde skildras i R. V. Jones, Most Secret War (London: Hamish Hamilton, 1978). Boken beskriver "the rise of Scientific Intelligence" i England och är en intressant skildring av den vetenskapliga forskningens ökade betydelse för krigföringen.

kom ur kurs och landade i Sverige hade man också kunnat studera själva raketerna.¹⁵ En månad efter det att Hitler givit projektet högsta prioritet bombade engelsmännen Peenemünde. Stora delar av anläggningen förstördes och 750 personer omkom, men trots detta försenades produktionen bara två månader. Det var dock en betydelsefull tidsfrist eftersom tyskarna vid denna tid fortfarande besatt Belgien och norra Frankrike och hade kunnat beskjuta England från nära håll.

Den tyska propagandan gav A4-raketerna namnet V2, där V var en förkortning av "Vergeltungswaffe" (vedergällningsvapen). Under hösten 1944, i krigets slutskede, började beskjutningen av England. Totalt skickades 1.190 V2 raketer över engelska kanalen av vilka 501 slog ned i London. (Tyskarna sände dock fler V2-raketer mot Antwerpen, hela 1.610 stycken.) Det som begränsade antalet raketer var inte svårigheten att massproducera dem. (På senare år har bevis framlagts för att det var koncentrationslägerfångar som byggde raketerna.) Industrin kunde tillverka 2.000 i månaden, men alkoholproduktionen räckte bara till att avfyra 900 i månaden -- om potatisskörden slog väl ut.

Det märkliga är att V2-raketerna inte var något särskilt effektivt vapen. Sprängkraften var jämförelsevis måttlig, och precisionen mycket dålig. Det erkände också den tyske rustningsministern Albert Speer långt senare i sina memoarer Inside the Third Reich. Där

¹⁵ Här gjorde Gustav Boestad, professor i maskinelement vid KTH 1943-1966, en häpnadsväckande korrekt uppskattning av raketens storlek, bränslemängd, räckvidd och "pay load" med hjälp av vrakdelarna. Jag avser att skildra hans insats i en kommande uppsats.

jämförde han de ca. 500 ton sprängämnen som V2 raketerna fällde över London under hela kriget med de ca. 8.000 ton sprängämnen som de brittiska och amerikanska bombplanen kunde fälla tillsammans över Tyskland under en enda nattlig raid. (Bombplanen uträttade alltså varje natt ca. 15 gånger mer än vad V2-raketerna förmådde utföra under hela kriget.) V2-raketerna föll också på måfå över hela Londonområdet, medan däremot bombplanen kunde precisionsbomba industrier och försvarsanläggningar. Varför utvecklades då dessa raketer?

Engelska underrättelsetjänsten ställde sig samma fråga hösten 1944 när de första V2 raketerna började falla över London. Varför hade tyskarna lagt ner ett så omfattande utvecklingsarbete på att ta fram en komplicerad och dyrbar vapenbärare som hade en så begränsad effekt? Raketen krävde ju nära 9 ton bränsle för att frakta ett ton sprängämnen till ett mål som inte kunde förutbestämmas. R.V. Jones, chef för den militära vetenskapliga underrättelsetjänsten, skrev i en hemlig rapport till krigskabinetet att man måste söka orsaken i romantiska fantasier snarare än i rationella, ekonomiska bedömningar. Den 12 ton tunga raketen -- som dåande steg till väders, som nådde högre än människan någonsin tidigare nått, och som slog ned från himlen med en hittills oanad hastighet mot den försvarslösa och oförberedda fienden -- utövade en sorts omvänd "romantic appeal" för tyskarna.¹⁶

Våren 1945 var det bara en tidsfråga om det skulle bli ryssarna eller de allierade som hann först till Peenemünde. Wernher von Braun och

¹⁶ Jones, 455ff.

hans medarbetare valde att låta sig tillfångatas av de allierade, och evakuerade söderut och avvaktade amerikanarnas ankomst på ett hotell nära schweiziska gränsen. Von Braun tog själv kontakt med segrarna, och han och hans medarbetare internerades i ett läger i Garmisch-Partenkirchen som ingick i "Operation Paperclip" -- en noga förberedd aktion som avsåg att knyta tyska experter till USA vid krigsslutet. Von Braun flögs via London till USA för överläggningar i Pentagon -- och snart befann sig von Braun på provfältet i New Mexico, i färd med att fortsätta samma arbete som tidigare tillsammans med många av sina gamla arbetskamrater från Peenemünde. De tyska raketteknikernas uppgift var att lära personal ur den amerikanska armén och från General Electric att sköta de V2 raketer som amerikanerna erövrat och fraktat till New Mexico.

Redan den 15 mars 1946 dånade den första V2 raketen på en provbädd i USA, och en månad senare sköts den första upp. Det amerikanska V2 programmet löpte från 1946 till 1952, och raketerna utvecklades under denna tid till att nå en höjd av 213 km. Samtidigt pågick en fortsättning av den utveckling som Goddard hade påbörjat i USA redan på 1920-talet. År 1945 kunde man från provfältet i New Mexico skicka upp den amerikanska arméns raket WAC Corporal som nådde en höjd av 70 km. År 1949 genomfördes ett märkligt experiment, "Operation Bumper". Märkligt därför att man nu nådde högre än någonsin tidigare, och märkligt därför att här förenades de två utvecklingslinjerna från USA och Tyskland. Då uppsköts nämligen en tvåstegsraket bestående av en V2 raket som första steg och en WAC Corporal som andra steg, och raketerna nådde hela 403 km upp.

År 1950 blev Wernher von Braun chef för Guided Missile Division vid den amerikanska arméns raketforskningscentral. Bland hans medarbetare hade de flesta varit med redan i Peenemünde. Walter Dornberger t ex, som varit en av dem som engagerat von Braun till det tyska Krigsmaterielverket i början av 1930-talet och som hade avancerat till generalmajor i V2 projektet, hörde till dem som flyttat med. Han blev rådgivare vid utvecklingen av fjärrstyrda raketvapen.

Under år 1952-1955 lade USA ut 4,7 miljarder dollar på raketutveckling -- och det kan jämföras med när man på "Raketenflugplatz Berlin" 15-20 år tidigare var glad om man kunde ordna en demonstration för en teknisk förening för 200 mark. Under 1950-talet växte det fram en ny industri i USA. Amerikanska storföretag som Chrysler och General Electric började serietillverka flerstegsraketer. Den här utvecklingen siktade mot strategiska vapen för interkontinentala distanser. I slutet av 1950-talet kunde de interkontinentala raketerna nå mål på 10.000 km avstånd, dvs en fjärdedel av jordens omkrets. Det kan jämföras med V2 raketerna 15 år tidigare som hade en räckvidd på 300 km. Det fanns också mindre raketer för taktiskt bruk. "Honest John" t ex hade bara en räckvidd på ca. 30 km, men den kunde avfyra från en transportvagn i vilken terräng som helst och den kunde även medföra atomvapen. Samtidigt som den togs i bruk tillkännagav den amerikanska armén att produktionen av deras 28-centimeters atombombskanon lagts ned.

Raketen var således återigen överlägsen de konventionella vapnen på samma sätt som den var det under en period under av 1800-talet. Nu var den överlägsen artilleri och bombflyg genom sin längre räckvidd

och osårbarhet. Den brist på precision som begränsat V2-raketens militära användning hade nämligen kunnat avhjälpas genom utvecklingen inom två andra teknikområden: elekttronik och reglerteknik. Det var nu möjligt att fjärrstyra raketerna under uppskjutningen och korrigera avvikelser från den avsedda banan. Den begränsade nyttolast som en raket kan medföra om masskvoten skall hållas tillräckligt hög hade tidigare också begränsat raketens militära användning. Congreveraketerna kunde t ex bara medföra en brandsats på ca 1 kg, och V2-raketernas 1.000 kg sprängämne var också en jämförelsevis liten sprängladdning. Därför var man tidigare tvungen att använda ett mycket stort antal för att nå någon militär effekt, som t ex vid bombingarna av Köpenhamn 1807, Stalingrad 1942 och London 1944. Men utvecklingen av atombomben under Andra Världskriget förändrade med ens raketens militära användbarhet. Nu behövde man inte längre använda ett stort antal raketer för att nå en stor militär effekt, masskvoten kunde hållas hög eftersom kärnvapen inte vägde mer än sprängladdningen i en V2-raket, och precisionen var inte längre en absolut nödvändighet. Sedan slutet av 1950-talet ingick också robotvapen i allt större utsträckning i stormakternas beväpning och de har sedan dess präglat deras militära strategi.

6. Rymdkapplöpningen, ca. 1960 - 1970

När Sovjet sköt upp sin första satellit år 1957 kom det som en fullständig överraskning för USA.¹⁷ Man hade inte haft en aning om att Sovjet låg så långt fram i utvecklingen. Det var ett uppvaknande

¹⁷ En relativt nyutkommen bok som skildrar rymdålderns politiska historia är den med 1986 års Pulitzer pris i historia belönade boken Walter A. McDougall, ...the Heavens and the Earth: A Political History of the Space Age (New York: Basic Books, 1985).

för USA, som sedan slutet av 1800-talet ansett sig vara världens ledande nation inom den tekniska utvecklingen. Det resulterade i en genomgripande förändring av hela det amerikanska utbildningsväsendet. Naturvetenskapliga ämnen fick större utrymme på schemat, och antalet utbildningsplatser på de tekniska högskolorna utökades. Nu började också den s k rymdkapplöpningen mellan USA och Sovjet, och i ett berömt tal till kongressen 1961 förklarade president Kennedy att "America shall put a man on the moon" före utgången av 1960-talet.

Men vilka var drivkrafterna bakom Apolloprojektet som resulterade i månlandningen 1969? Det byggde på politiska beslut som stöddes av en majoritet av amerikanska folket, men varför hade utvecklingen av rakettekniken plötsligt blivit en nationell angelägenhet -- denna teknik som alltsedan 1200-talet främst varit en angelägenhet för militärer och visionärer?

Apolloprojektet motiverades i första hand som ett vetenskapligt projekt: Det skulle öka mänsklighetens kunskap. Eller som Neil Armstrong sade när han steg ner på månen: "One small step for man, a giant step for mankind". Det var säkert inte en fras som han kom på i stundens ingivelse, utan något som ett team policymakers funderat ut vid ett sammanträde. (Vi kan se dem framför oss, i kortärmade vita skjortor grubblar de kring ett bord fyllt med tomma Coca Cola flaskor, askfat och kaffekoppar på en lämplig formulering.) Det fanns kritiker som menade att om det nu var så att man ville göra en gigantisk satsning inom naturvetenskapen till mänsklighetens fromma, så hade det varit bättre att i stället t ex försöka lösa cancers gåta.

För samma summa pengar skulle man nämligen, menade kritikerna, ha kunnat bygga ett forskningssjukhus med 10.000-tals läkare och världens mest moderna medicinska utrustning. Kanske hade en sådan satsning lyckats, och hade inte det varit bättre än att placera en människa på månen för att öka vår kunskap om dess sammansättning och de elektromagnetiska fälten i rymden? Ur ett nationellt perspektiv framhöll en annan kritiker att man för samma summa pengar som lagts ned bara på Apollo-projektet skulle ha kunnat bygga och finansiera ett stort antal universitet.

Nej, Apollo-projektet genomfördes inte för att öka den mänskliga kunskapen, även om det ofta var den motivering som framhölls. De uttryck som så ofta användes under 1960-talet, känns nu -- bara 20, 30 år senare -- svulstiga och otidsenliga.

De som försvarade satsningen på Apolloprojektet menade att den tekniska utvecklingen inom rymdtekniken höjde den allmänna tekniska nivån på ett ovärderligt sätt och gav oss en mängd nyttiga biprodukter, s k "spin-off". Det har hävdats att det enda konkreta resultat var teflonet i våra stekpannor, ett nytt värmebeständigt material som togs fram för att täcka utsidan av månsonden vid återinträdet i atmosfären. Men med tanke på Apolloprojektets kostnad av 40 miljarder dollar har kritikerna betecknat detta som "a modest spin-off".

Apolloprojektet var också ett tekniskt projekt som genomfördes av ideologiska skäl och det fick tjäna som nationell symbol. På samma sätt som fyrverkerierna vid furstehoven under 1700-talet tjänade

ett politiskt syfte som symbol för den politiska makten, så fick nu den amerikanska månlandningen tjäna som en nationell, politisk symbol. Bakom den amerikanska satsningen på rymdteknik under 1960-talet låg nämligen ett idékomplex som vi måste spåra långt tillbaks i det amerikanska samhällets historia.

Det var (1) uppfattningen om USA som världens främsta nation. Det är en idé som går tillbaks till nationens grundande år 1776 när invandrare från Europas alla länder beslöt sig att gemensamt skapa en ny nation i Nordamerika. Bakom sig hade de lämnat ett fattigt Europa, splittrat av ständiga krig och präglad av politiskt förtryck. Tillsammans skulle de bygga en ny och bättre nation. En republik fri från den fattigdom och ofrihet som präglade den Gamla Världen. Denna tro på "the Great Society" var stark och levande i USA under 1960-talet.

Därtill kom (2) övertygelsen om att den nya nationen byggts upp genom teknik. Förenta Staternas tillkomst sammanföll med början av den Industriella Revolutionen, ca. 1750-1830, dvs det komplex av innovationer som ledde till övergången från hantverksproduktion till industrialisering och som resulterade i kraftigt ökad ekonomisk tillväxt. Teknik var också nödvändig för att kunna kolonisera den amerikanska vildmarken. Det var t ex endast tack vare järnvägarna som hela kontinenten kunde knytas samman till en ekonomisk enhet.

Bristen på arbetskraft tvingade fram en mekanisering, som gjorde att industrialiseringen gick snabbare i USA än i Europa. Under senare delen av 1800-talet blev USA världens främsta industrination, och nu reste europeiska tekniker över Atlanten för att lära av

amerikansk teknik. Det teknisk-industriella övertaget blev också USAs främsta symbol för sin överlägsenhet också i allmänhet gentemot den gamla världen. Amerikansk uppfinningsrikedom, "Yankee Ingenuity", blev ett slagord och uppfinnare och tekniker som Edison och Ford blev nationens hjältar.

Till detta kom (3) en strävan att expandera allt vidare västerut, att kolonisera allt avlägsnare delar av vildmarken. Drömmen om "the Frontier", där nybyggarna lägger vildmarken under plogen och införlivar den med den växande nationen, har haft stor betydelse och lever än idag i det nationella medvetandet.¹⁸ I slutet av 1800-talet hade visserligen hela kontinenten koloniserats, och öst- och västkusten knutits samman av järnvägar. Drömmen om att expandera, att kolonisera vildmarken, tog sig därför andra uttryck under 1900-talet. Ett av dem var erövringen av luften, och bröderna Wilbur och Orville Wright och Charles Lindberg blev nya nationella hjältar. Ett annat och senare uttryck sedan också luften hade "erövrats" var alltså erövringen av rymden. National Air och Space Museum i Washington är idag den främsta nationella symbolen för dessa båda strävanden under 1900-talet att erövra "the new frontier". Det är ett museum som besöks av 30.000 personer per dag.

Dessa tre idéer är alltså fortfarande starka och levande inom den amerikanska kulturen, och de var också viktiga drivkrafter bakom

¹⁸ Denna s k "Turner thesis" är ett välbekant begrepp i amerikansk historieforskning. Den introducerades 1893 av historikern Frederick Jackson Turner i ett föredrag, "The Significance of the Frontier in American History", inför the American Historical Association. Se densammes The Frontier in American History (New York: Henry Holt and Company, 1920), esp. 1-38.

USAs väldiga satsning på rymdteknik under 1960-talet. Genom att nå först till månen kunde man visa att USA alltjämt var världens främsta nation. Med teknik kunde nationen fortfarande prestera vad inget land i den Gamla Världen förmådde. I rymden kunde man fortsätta kolonisationen av vildmarken, och komma "Vidare västerut".

Men en avgörande drivkraft bakom rymdkapplöpningen var självklart -- även om detta inte sades direkt -- de militära behoven. Maktbalansen krävde att Öst och Väst utvecklade sin teknik parallellt. Ett övertag i rymden skulle kunna ge ett övertag i ett Tredje Världskrig, på samma sätt som övertaget i luften var avgörande under Andra Världskriget och övertaget till sjöss var avgörande under Första Världskriget.

Bakom den amerikanska satsningen på rymdteknik under 1960-talet fanns det således sammanfattningsvis tre orsaker:

1. Militära, dvs hålla jämna steg med Sovjet inom ett område som hade viktiga militära tillämpningar
2. Ekonomiska, dvs höja den tekniska nivån inom ett expanderande område så att inte USA blev svagare ekonomiskt
3. Kulturella, dvs tjäna som en nationell politisk symbol

7. Militärer III. 1970 - Idag

Efter Apolloprojektet gick luften ur det amerikanska rymdprogrammet. Det hade fyllt ett av sina främsta syften, att tjäna

som en nationell symbol, och det gick inte längre att motivera och få politiskt stöd för en fortsatt utveckling av samma omfattning. Vi kommer ihåg namnen på de första männen på månen: Armstrong, Aldrin och Collins. Men kommer någon ihåg vad de som följde därefter hette? Under 1970-talet skars NASAs budget ner till en bråkdel av vad den varit tidigare, och 1000-tals tekniker blev arbetslösa.

Under 1970 och 80-talet har dock utvecklingen inom rymdteknik fortsatt, men den har främst gällt utvecklingen av satelliter för olika behov. Det finns idag hundratals satelliter i rymden ovanför oss, och jämförda med Sputnik I för 25 år sedan (som bara kunde sända ut sin enformiga "pip-pip" på kortvägen) så kan dessa t ex kartlägga och bestämma storleken av ett lands veteproduktion eller avslöja enstaka fordon i militära transporter. Hälften av alla satelliter idag är också militära satelliter, och som vi vet inriktas utvecklingen just nu mot laservapen för bekämpning av fientliga rymdfarkoster.

Men vad har hänt inom raketekniken sedan månlandningen? Ja, där har inte utvecklingen fortsatt mot de allt större rymdskepp som visionärerna drömde om i början av 1900-talet. Utvecklingen har inte gällt raketer med allt längre räckvidd som kan frakta allt tyngre nyttolast. Nej, vad vi istället har fått är nya typer av målsökande robotar, som t ex Exocet roboten som sänkte HMS Sheffield i Falklandskriget. Och vi har fått kryssningsrobotar som kan kryssa på låg höjd utan att upptäckas av radar och nå sina mål med hög precision. Vidare rymdfärjan, "the space shuttle", som är en delvis återanvändbar rymdraket avsedd att föra nyttolaster som t ex

kommunikationssatelliter upp i en bana kring jorden. Det senare är i första hand en amerikansk utveckling som efter "Challenger" katastrofen 1985 dock kom att resultera i ännu en omprövning av det amerikanska rymdforskningsprogrammet.

Slutsatser

Vilka slutsatser kan vi dra om teknisk utveckling ur detta exempel, och vilka konsekvenser har de för teknikvärdering? När och var i denna utveckling skulle man ha gått in och gjort en teknikvärdering enligt den filosofi och med den metodik som utvecklats sedan 1970-talet? Vad hade man vid olika tidpunkter kunnat förutsäga om dagens situation och i vilken mån hade man kunnat påverka den? Dvs att denna utveckling vid slutet av 1950-talet skulle resultera i raketer som på några minuter kan nå vilken punkt som helst på jorden och utplåna allt liv. Låt oss alltså till sist fråga oss hur en teknikvärderare skulle ha burit sig åt för att tidigt analysera och värdera den nya teknikens alla tänkbara möjligheter och konsekvenser för samhället och individen? Vi bortser från de metodologiska svårigheterna att tillämpa teknikvärderingens kodifierade arbetsprocedurer med checklistor på detta exempel, och frågar istället bara: När och var?

När i denna utveckling skulle teknikvärderaren ha stigit in och försökt analysera och värdera den nya teknikens möjligheter och konsekvenser för samhället och individen? På 1920-talet när Goddard och Oberth bevisade vätskeraketens möjligheter teoretiskt? I början av 1930-talet när raketpionjärerna löste de grundläggande tekniska problemen med vätskeraketten? Under senare delen av 1930-talet när V2-raketen utvecklades av tyska krigsmaterielverket? I

början av 1940-talet när raketerna började massproduceras och sattes in mot civila mål? Under senare delen av 1940-talet och 1950-talet när de interkontinentala robotvapnen utvecklades i Sovjet och USA?

Var i denna utveckling skulle teknikvärderaren ha stigit in och presenterat sitt underlag för förnuftiga beslut om den nya teknikens utveckling och användning? Hemma hos Oberth och Goddard? På "Raketenflugplatz Berlin" eller i New Mexico? I tyska krigsmaterielverket på 1930-talet? I Guided Missile Division, Huntsville, Alabama, eller i dess sovjetiska motsvarighet under Marsalk Moskalenko?

Den första slutsatsen är att tidsperspektivet på tekniska förändringar är mycket långt. Raketeknikens utveckling i Europa kan sägas ha börjat under 1790-talet när engelsmännen mötte de indiska brandraketerna i striderna om Seringapatam i Indien. I slutet av 1950-talet hade raketekniken utvecklats så att man kunde skicka upp satelliter och avfyra interkontinentala robotvapen. Det är alltså en utveckling på 150 år. Konsekvensen för teknikvärdering är att den tekniska utvecklingen måste studeras i ett historiskt perspektiv.

Den andra slutsatsen är att den tekniska utvecklingen är internationell. Raketeknikens utveckling, som vi har följt den här, rörde sig över världskartan. Från Kina till Europa på 1200-talet, från Indien till England under slutet av 1700-talet, och från England till hela västvärlden under 1800-talet. Visionärernas drömmar om att man skulle kunna nå ut i rymden med en raket var en idé som spreds internationellt genom romaner på alla språk till alla länder under senare delen av 1800-talet. Raketpionjärernas arbete under 1920-

och 30-talet var en utveckling som löpte parallellt i Tyskland och USA. Det var två separata utvecklingar som oberoende av varandra, och i skilda politiska system, ledde till samma resultat: utvecklingen av vätskeraketmotorn. Storraketen utvecklades i Tyskland under Andra Världskriget eftersom de på grund av sitt geografiska läge hade större nytta av den än USA. Betecknande är att det var armén som använde raketerna i Tyskland, men att det var flottan som intresserade sig, om än måttligt, för raketer i USA under kriget. Efter kriget förgrenades den raketekniska utvecklingen på nytt i två separata utvecklingar i skilda politiska system, denna gång i USA och Sovjet. Samma utveckling, dock något senare och långsammare har också skett i övriga industriländer: England, Frankrike och Japan. Och genom politiska allianser som omfattar teknikupphandling sprids den också till andra länder som t ex Kina och Indien.

Det flöde av teknisk kunskap, som man brukar kalla tekniköverföring eller "technology transfer", sker genom en mängd olika kanaler: studieresor, böcker, tidskrifter, utställningar och mässor, industrispionage, licensförvärv, maskininköp, emigrerande arbetare och tekniker, m fl. Detta flöde följer i stort de normala förbindelsevägar som upprättas mellan olika nationer genom politiska allianser och handelsutbyte. En enskild nation kan visserligen påverka användandet av en viss teknik inom det egna landet, men detta kommer inte att förändra den internationella utvecklingen. Krav som militär sårbarhet och ekonomisk konkurrenskraft gör också att få länder frivilligt bromsar den egna tekniska utvecklingen i förhållande till övriga länders. Våra möjligheter att påverka den tekniska utvecklingen i stort är därför

aldrig bättre än våra möjligheter att nå internationella politiska överenskommelser, t ex genom förhandlingar om en begränsning av de strategiska kärnvapnen, antalet medeldistansraketer av typerna Pershing II och SS-20 i Europa och utplaceringen av kryssningsrobotar. Detsamma gäller också våra möjligheter att påverka utvecklingen inom andra teknikområden, som t ex datatekniken. Konsekvensen för teknikvärdering är att den tekniska utvecklingen inte är begränsad till slutna politiska system, och att den därmed inte heller går att styra med nationellt begränsade politiska metoder i en enskild nation.

En tredje slutsats är att den tekniska utvecklingen till största delen sker inom den militära sektorn. I detta exempel har vi sett hur utvecklingen av raketekniken förlöpte relativt långsamt under de perioder som raketerna inte hade någon militär betydelse: från 1200-talet fram till slutet av 1700-talet, och under senare delen av 1800-talet fram till 1930-talet. Men vi har också sett med vilken hastighet och omfattning som utvecklingen sköt fart under de perioder då raketerna hade militär betydelse: dels under första delen av 1800-talet, dels under de senaste 50 åren. Konsekvensen för teknikvärdering är att den avgörande tekniska utvecklingen, även i ett demokratiskt system, ofta inte är föremål för insyn och därmed svår att värdera och påverka politiskt.

Den fjärde slutsatsen gäller själva begreppet "teknik". I detta exempel har vi valt att studera raketekniken som om detta skulle vara ett klart definierat teknikområde, skilt från övriga tekniska områden. Men exemplet har visat i vilken hög grad denna utveckling har varit beroende av utvecklingen inom andra teknikområden.

Den kemiska industrins oförmåga att framställa ett homogent svartkrut gjorde raketerna ointressant för militära ändamål ända fram till början av 1800-talet. Först då fyllde den en militär funktion under några decennier, men när den mekaniska verkstadstekniken möjliggjort utvecklingen av räfflade bakladdningskanoner avstannade utvecklingen inom raketekniken. Den kemiska industri som växte fram under 1800-talet, och som utvecklades till massproduktion under Första Världskriget, var en förutsättning för vätskeraketerna under 1920- och 1930-talet. Det var utvecklingen inom reglerteknik och elektronik efter Andra Världskriget som gjorde det möjligt att styra dessa raketer med tillräcklig precision. Nu fanns det alltså raketer som kunde nå andra kontinenter och precisionsbomba mål. Men det var först i kombination med kärnvapen som robotvapnen blev ett globalt hot, och det var först genom utvecklingen av elektronik och datateknik som satelliterna fick sin stora betydelse. Den kemiska industrin, den mekaniska verkstadstekniken, reglertekniken, elektroniken, kärnvapen och datateknik är alla teknikområden vilkas utveckling har påverkat utvecklingen av raketekniken. Eftersom dessa områden själva befunnit sig i utveckling -- i vissa fall oberoende av den raketekniska utvecklingen men många gånger i växelverkan med denna -- så har också raketeknikens prestanda, dvs räckvidd och precision, förändrats och nya användningsmöjligheter tillkommit. Den allra senaste utvecklingen mot en kombination av laserkanoner och styrbara satelliter visar vilka oväntade och dramatiska effekter dessa kopplingar kan ge upphov till. Tillkomsten och utvecklingen av nya teknikområden har alltså på ett avgörande sätt påverkat

utvecklingen och tillämpningarna av det teknikområde vi valde att studera.

Begreppet "teknikvärdering" implicerar en analys av en viss teknik, men vårt exempel har visat att sådana begränsningar är ofullständiga och missvisande. Hade vi bara sett till raketteknikens utveckling, och inte till den samtida tekniska utvecklingen, hade vi inte förstått vilka orsaker som låg bakom de olika stegen i denna utveckling. Konsekvensen för teknikvärdering är alltså att vi kan inte begränsa vår analys till ett teknikområde, eftersom utvecklingen inom andra teknikområden på ett avgörande sätt förändrar prestanda och användningsmöjligheter för den aktuella tekniken. Det finns i själva singularformen i begreppet teknik-värdering en begränsning av analysen som eliminerar den kanske viktigaste egenskapen hos den tekniska utvecklingen: dynamiken hos tekniska system, och de nya och oväntade systemegenskaper som uppstår när dessa system kopplas till varandra. Vi kan inte värdera en "teknik" som vore den en grönsak som vi kan lyfta upp ur disken -- vända och väga den i handen. Varje teknik måste studeras i förhållande till övriga tekniska system. Vi kan inte förutsäga konsekvenserna av enskilda teknikområden om vi inte studerar hela det dynamiska spektrum av kopplade tekniska system som utgör den tekniska utvecklingen.

Den femte slutsatsen gäller drivkrafterna bakom den tekniska utvecklingen. Exemplet raketteknikens utveckling har visat att den tekniska utvecklingen inte är rationell, utan att den till stor del styrs av värderingar som inte går att behandla i ekonomiska teorier. Ingen "cost-benefit" analys hade t ex kunnat motivera utvecklingen av V2-raketen under Andra Världskriget. Som militärt vapen var den

både oekonomisk och ineffektiv. Men den hade en symbolisk betydelse som utövade en märklig attraktion för sin samtid. Detsamma kan sägas om Apolloprojektet som fick tjäna en annan symbolisk funktion. Teknikens symboliska funktion är alltså en betydelsefull drivkraft bakom den tekniska utvecklingen. Exemplet visade dock att raketens symboliska innebörd har växlat genom tiderna.

På 1700-talet lyfte människorna sina ansikten mot himlen, och såg med beundran på de magnifika fyrverkerierna. Raketen var en symbol för makt och rikedom. I början av 1800-talet såg de med beundran på de nyinrättade raketkårerna. Raketen var en symbol för snabbhet och räckvidd. I slutet av 1800-talet läste de romaner om rymdfärder till andra planeter. Raketen var en symbol för den vetenskapliga utvecklingen. I början av 1900-talet kunde de följa pressens skildringar av raketpionjärernas försök med raketbilar, raketslädar och raketflygplan. Raketen var en symbol för det tekniska framåtskridandet. Under Andra Världskrigets slutskede levde de i skräck för de stora V2-raketerna som kom rakt ur skyn med sin dödsbringande last. Raketen var en symbol för politisk och militär terror. Under 1960-talet följde de med andlös spänning rapporteringen från Cape Canaveral om de första rymdflygningarna. Raketen var en symbol för vetenskapliga framsteg. På 1970-talet hörde de med växande ängslan och motstånd om utbyggnaden av de kärnvapenladdade robotsystemen. Idag protesterar de mot nya robotsystem, utplaceringen av kryssningsrobotar och "stjärnornas krig". Raketen är idag en symbol med dubbla betydelser: Dels som en symbol för militärt överläge, och dels som en symbol för teknikens destruktiva kraft. -- På foton från demonstrationer för nedrustning i Europa har vi under senare år kunnat se hur demonstranterna ofta bär

stora modeller av raketer över sina huvuden. Det är en symbol med ett helt annat innehåll än tidigare. Helt skild från t ex den "Raketost", en smältost i röda pappror, som var så populär i Sverige under 1960-talet men som nu -- helt naturligt -- har försvunnit från affärerna.

De grundläggande värderingarna bakom den tekniska utvecklingen av raketerna har alltså växlat genom tiderna. Den femte slutsatsen är därför att den tekniska utvecklingen styrs av värderingar som är kulturellt betingade. Det gör oss medvetna om relativiteten hos våra egna värderingar. Vi sitter också fast i en kulturell matris av värderingar, och varje försök att bedöma en ny teknik kan bara återspegla denna matris och inte någon objektiv sanning. För att bli medvetna om de värderingar som styr den tekniska utvecklingen måste vi studera teknik i ett kulturellt perspektiv.

Men teknik är ett kulturellt fenomen som förändras över tid. Inte bara tekniken i sig -- dess prestanda och möjliga tillämpningsområden -- utan också våra värderingar av teknik. Den sjätte och sammanfattande slutsatsen är därför att teknik måste studeras i ett kulturellt och historiskt perspektiv.

Den allmänna slutsatsen av hela detta resonemang blir därmed att drömmen om "teknikvärdering" som ett styrmedel för teknisk utveckling är direkt felaktig om denna inte grundas på ett medvetande om (1) det långa tidsperspektivet, (2) det internationella flödet av kunskaper och idéer, (3) betydelsen av den militärtekniska utvecklingen, (4) teknikens systemkaraktär, dvs det komplexa samspelet mellan olika teknikområden, samt (5) de icke-

kvantifierbara, kulturellt betingade faktorer som påverkar den tekniska utvecklingen.

Den dröm om enkla och kortsiktiga lösningar som den instrumentella teknikvärderingen många gånger ger uttryck för kan därmed bli direkt farlig. Den riskerar nämligen att befästa en felaktig uppfattning om den tekniska utvecklingens natur genom att förtiga dess tidsperspektiv, internationella natur, militära beroende, systemkaraktär och kulturella dimension.

FÄRG OCH LACK I SVERIGE EFTER ANDRA VÄRLDSKRIGET

SAMMANFATTNING

Under 40-, 50- och 60-talen dominerade de tekniska faktorerna utvecklingen av nya färger och nya applikationsmetoder. I slutet av 60-talet blev man medveten om riskerna med de organiska lösningsmedlen, vilket ställde arbetsmiljöfaktorerna i fokus för utvecklingsarbetet. Under 80-talet har kraven på minskade utsläpp till den yttre miljön ökat och under 90-talet kommer detta problem att prioriteras i utvecklingen av nya produkter och processer.

1. INLEDNING

Överallt i vårt moderna samhälle använder vi färger och lacker av olika slag. Färg används som dekoration och som skydd mot t.ex. väder och vind. Människan har använt färger i flera tusen år men färgområdet som vetenskap är ung, endast 40 - 45 år. 1943 startade den svenska färgindustrin ett eget branschforskningslaboratorium som var förlagt till Tekniska Högskolan i Stockholm. 1969 gick institutet upp i en nybildad organisation, Nordiska Institutet för Färgforskning, NIF. Institutet, förlagt till Köpenhamn, drevs av färgindustrin i Danmark och Sverige och med statliga anslag från bägge länderna.¹ 1977 blev den finska färgindustrin intressenter i NIF och Färgindustrin i Norge anslöt sig 1984.²

Utvecklingen inom färgområdet har givetvis också påverkats av andra vetenskaper. Den organiska kemi har spelat en stor roll och under 40- och 50-talen hade t.ex. utvecklingen av nya polymerer, som kunde användas som bindemedel i nya färgtyper, stor betydelse för utvecklingen inom färgområdet.

1. SAF (1977), del 1, sid 1.3
2. Sveff (1988)

Huvudkomponenterna i en färg är bindemedel, pigment och lösningsmedel. Dessutom kan olika typer av tillsatsmedel ingå, t.ex. antiskinnmedel, antimögelmedel, förtjockningsmedel, mjukningsmedel eller torkningsmedel. Bindemedel finns i alla färger, men däremot behöver vare sig pigment eller lösningsmedel ingå. Klarlack och fernissa är exempel på opigmenterade färger och pulverfärg är färg utan lösningsmedel.

Färger kan torka på olika sätt, genom oxidation som t.ex. gammaldags linoljefärger gör, genom avdunstning av lösningsmedlet som nitrocellulosalacker, genom kombination av avdunstning och kemisk reaktion som alkydfärger eller genom polymerisation. I vissa fall kräver torkningsprocessen värme (ugnsalacker), annan typ av strålning eller tillsats av en katalysator (2-komponentlacker).

Färgmarknaden kan grovt delas in i två delmarknader som skiljer sig åt på många sätt: byggnadsmåleriet (omfattar både konsument- och yrkesmåleriet) och industrimålning. De två segmenten förbrukar ungefär lika mycket färg. Andelen importerad färg är störst för industrimålningssegmentet. Inom industrisegmentet förbrukas ca 1/3 för målning på trä och ca 1/2 för målning på metall.

Färgindustrin har under relativt lång tid varit utsatt för en strukturomvandling. Genom att mindre företag köps upp av större och sammanslagningar av företag äger rum ökar koncentrationen i branschen. 1946 fanns i Sverige 65 arbetsställen inom färgindustrin.³ 1950 hade antalet sjunkit till 62,⁴ 1960 till 57, 1970 till 46, 1980 till 36 och 1985 till 35 arbetsställen.⁵

3. Nylén (1977), sid 13

4. Sveff (1988)

5. Siffrorna kommer från SCBs industristatistik för respektive år, SOS Industri del 1.

I Sverige dominerar idag två stora koncerner, AB Wilhelm Becker och Casco Nobel, som båda säljer färg och lack för alla olika användningsområden. Dessutom finns ett antal mindre företag som är specialiserade på vissa områden, t.ex. industrimålning på trä. AB Wilhelm Becker äger Alcro-Beckers, som är marknadsledande på detaljhandelsområdet. Beckers industridivision är marknadsledande inom industrimålning. Casco Nobels verksamhet omfattar färger för såväl industrimålning som byggnadsmålning. En av Casco Nobels divisioner, Nordsjödivisionen, är marknadsledande på yrkesmåleriområdet.

Både Beckers och Casco Nobel kan också tjäna som exempel på den strukturomvandling som skett i branschen: Alcro-Beckers uppstod 1986 genom sammanslagning av divisionerna för konsument- och yrkesmåleriprodukter hos AB Alfort & Cronholm (Alcro) och AB Wilhelm Beckers. I juni 1988 blev Alcro-Beckers ett helägt dotterbolag till Beckers. Nordsjö AB förvärvades 1982 av Casco Nobel och uppgick i moderbolaget 1988. Såväl Beckers som Casco Nobel har dessutom köpt företag i andra länder.

2. KONSUMENT- OCH YRKESMÅLERI

2.1. Bindemedel och färgtyper

Vid andra världskrigets slut var oljelackerna de vanligaste färgerna inom byggnadsmålning. En oljelack är baserad på en s.k. torkande olja, t.ex. linolja eller träolja. I lacken ingår också något organiskt lösningsmedel samt ett sickativ (ämne som påskyndar torkningen).

I mitten av 50-talet började de s.k. alkydfärgerna att sprida sig på den svenska marknaden, under det att oljelackerna minskade i betydelse. Alkydfärger är färger där bindemedlet, en alkyd, är löst i ett organiskt lösningsmedel, (alifatiska

och/eller aromatiska kolväten, t.ex. lacknafta). (Alkyder är polyesterar som framställs genom förestring av en flervärd alkohol med en två- eller flervärd karboxylsyra (eller dess anhydrid), oftast i blandning med fettsyra eller fettsyra-anhydrid. En alkydfärg torkar genom en kombination av avdunstning och kemisk reaktion.)⁶ Alkyder finns i många varianter och förekommer vanligen i modifierad form. Under 50-talet var sojaoljealkydena vanliga och under 60-talet började talloljealkydena att användas.

I slutet av 40-talet började de s.k. latexfärgerna sakta att spridas på marknaden. En latexfärg är en dispersion av ett bindemedel (en syntetisk polymer) i vatten som torkar genom avdunstning av lösningsmedlet. Dessutom ingår relativt små mängder av något lösningsmedel. De första latexfärgerna tillverkades redan på 30-talet men dessa hade en mycket begränsad användning. I Tyskland användes PVA-latex (polyvinylacetat-latex) redan under kriget. Den första latexfärgen i Sverige var också en PVA-latex. Under de första åren dominerade dock polystyrenbutadien (PSB) som bindemedel i latexfärgerna.⁷ Orsaken till detta finner man i USA där man efter andra världskrigets slut hade en stor överkapacitet för tillverkning av polystyrenbutadien och man sökte nu nya användningar för detta.⁸ Resultatet blev PSB-latexfärgen. 1952 lanserade Beckers en PSB-latex, Spred, som riktade sig framför allt mot gör-det-självmålarna. I slutet av 50-talet kom PVA-färgerna i kapp och blev med tiden de dominerande. 1953 introducerades i USA den första latexfärgen med akrylat som bindemedel och idag är det detta bindemedel som är vanligast i latexfärger. I dag finner man latexfärger av många olika slag. Förutom akrylatfärger finns ett mindre antal färger med PVA eller något sampolymeriserat som bindemedel.

6. Nylén (1977), sid 50

7. Meyer (1980), sid 148

8. Schurr (1981), sid 748

Latexfärgerna har under årens lopp blivit allt mer använda och har efter hand ersatt de lösningsmedelsburna färgerna. Från början användes latexfärger endast för målning av innerväggar, men 1956 kom i USA latexfärger som var möjliga att använda för utomhusbruk.⁹ 1957 var ca. 1/4 av all färg som producerades i Sverige för byggnadsmåleriet latexfärg. Motsvarande siffra för 1960 är ca. 40 % och för 1970 ca. 60 %.¹⁰

Vattenburna färger finns idag för så gott som alla ändamål och har idag fått en dominerande plats inom konsument- och yrkesmåleriet. Omkring 95 % av all färg som säljs till yrkesmåleriet är vattenburen. Siffran för konsumentsektorn är dock något lägre.¹¹ Den lösningsmedelsburna färgen finns alltså kvar, men står endast för några enstaka procent. De lösningsmedelsburna färger som används är framför allt oljemodifierade alkyder, men även andra typer av alkyder används.

2.2. Appliceringsmetoder

Traditionellt appliceras färg med pensel eller spackel. Omkring 1950 kom målningsrullen, som medförde att man på större ytor kunde påföra omkring 5 gånger så mycket färg per tidsenhet jämfört med pensel.

Färg kan också appliceras genom sprutning. Redan på 30-talet började sprutlackering att användas inom industrin, men fick

9. American Chemical Society (1973), sid 163

10. Enligt Meyer (1982) var 1957 12 % av all färg som producerades i Sverige vattenburen. I denna siffra ingår dock vattenlösliga färger och färger för industrimålning. Latexfärger för byggnadsmåleriet är dock den utan jämförelse största gruppen. Motsvarande siffra för 1960 är 20 % och för 1970 29 %. Eftersom den ojämförligt största delen av all vattenburen färg vid dessa tidpunkter utgordes av latexfärg och ungefär lika mycket färg användes inom byggnadsmåleriet som inom industrimålning innebär detta att latexfärgerna stod för omkring 24 % 1957, 40 % 1960 och 58 % 1970 av den totala färgproduktionen inom byggnadsmåleriet respektive år. I dessa siffror ligger en viss överskattning av latexfärgernas betydelse, men storleksordningen borde dock stämma relativt väl.

11. Malmvik (1989)

betydelse inom yrkesmåleriet först på 60-talet, i och med att högtryckssprutning utan spridarluft blev möjlig.¹²

2.3. Faktorer bakom utvecklingen

Efter andra världskrigets slut har oljelackerna i princip fullständigt ersatts av alkydfärger och latexfärger, även om intresset för oljelacker har ökat igen under 80-talet.

Orsaken till alkydernas framgång finner man i denna färgtyps överlägsna egenskaper (bl.a. mindre tendens till gulning, och bättre beständighet mot väder och andra påkänningar) samt stora modifieringsmöjligheter.

Under senare år har alkydfärgerna till stor del ersatts av latexfärger. Först spreds latexfärgerna p.g.a. av de tekniska fördelar de hade (och har) jämfört med alkydfärger: färgen luktade inte, torkade på 15-30 minuter och var mycket lättstruken.

Under senare år finner man en annan faktor bakom de vattenburna färgernas spridning inom byggnadsmåleriet: målarnas arbetsmiljö. På 40-talet var riskerna med lösningsmedel så gott som okända och inte heller på 50-talet var kunskaperna speciellt goda. Helge Meyer skriver i en tillbakablick till 1955:¹³

"1955 visste man att man skulle undvika bensen, och att svensk terpentin kunde ge eksem, men annars fanns det nästan inga hälsoproblem (som man kände till). ... Lacknafta ansågs närmast vara hälsosamt - bra mot förkylning - och om någon målare ansåg sig må illa av lacknafta, skakade man, åtminstone bildligt talat, på huvudet."

12. Sveff (1988)

13. Meyer (1980), sid 144

Idag vet man att organiska lösningsmedel ger skador på människan och att många målare har blivit skadade av lösningsmedel i färger och lacker.

I och med att sprutmålningen kom ökade antalet lösningsmedelsskadade kraftigt. Orsaken till detta är att man med denna metod sönderdelar färgen i mycket små droppar. Dessa droppar har en mycket stor sammanlagd yta vilket gör att avdunstningen blir många gånger större än vid t.ex. målning med pensel eller rulle. I och med att halterna lösningsmedel i inandningsluften ökade, ökade också antalet skadade kraftigt.

I början tog man inte dessa skadade målare på allvar och det var inte heller ovanligt att de klassades som alkoholister. Först i slutet på 60-talet blev man medveten om de risker som är förenade med organiska lösningsmedel och under 70-talet började detta område studeras av bl.a. Arbetarskyddsstyrelsen.

Medvetenheten om riskerna med lösningsmedel skyndade på övergången till vattenburna färger. För att kunna använda lösningsmedelsburna färger utvecklades också olika typer av personlig skyddsutrustning, t.ex. masker med filter eller friskluft. Skyddsutrustning löser dock endast delvis problemet. Arbetet försvåras nästan alltid och kan i praktiken bli omöjligt att utföra. Detta innebär att många målare slarvade med använda skyddsutrustningen och blev likväl exponerade för lösningsmedel. Detta ökade också behovet av vattenburna färger, speciellt för inomhusmålning.

Att arbetet med de vattenburna färgerna togs på allvar illustreras av att SVEFF (Sveriges Färgfabrikanters Riksförbund) 1974 beslutade att dess medlemmar skulle sluta tillverka lösningsmedelsburen färg för målning av invändiga väggar. 1987 beslutade Svenska Målareförbundet att de målare som

tillhörde detta fackförbund inte längre skulle använda lösningsmedelsburna färger för målning inomhus. För målning utomhus används dock fortfarande lösningsmedelsburna färger. De som idag använder lösningsmedelsburna färger för invändig målning är gör-det-själv-målare, det fåtal målare som inte följer fackets beslut (ofta ensamföretagare), och företag som arbetar med målning i kombination med någon specialbehandling, t.ex. golventreprenadföretag.

Under 50-talet utvecklades speciella färger för konsumentsidan. Beckers Spred är ett exempel på detta. 1954 lanserades tixotropa alkydfärger, vilket är en annan produkt med sikte på denna målgrupp.¹⁴ (Tixotropa färger har en sådan konsistens att en rörsticka står rakt upp och ned när man sätter ner den i burken men blir lättflytande så fort man börjar röra i den.) Latexfärgerna och de tixotropa färgerna innebar att målningsarbetet blev avsevärt enklare, vilket givetvis framför allt gynnade gör-det-själv-målarna. Idag är den produktutveckling som sker specifikt för denna målgrupp relativt begränsad, och det är i allmänhet så att de färger som utvecklas för yrkesmålerisektorn också säljs till konsumentsektorn.

3. DEN PRODUKTMÅLANDE INDUSTRIEN

Den produktmålade industrin är en grupp som är allt annat än homogen. Målning sker inom många olika industrigrenar och de objekt som målas är av mycket olika slag. Detta innebär att såväl produkter som appliceringsmetoder varierar mellan olika applikationer.

14. Mylén (1977), sid 17

3.1 Bindemedel

Många olika bindemedel har använts i industrifärger under detta sekel. I början av 1900-talet hade linoljan stor betydelse, men ersattes med tiden av andra bindemedel.

Efter första världskriget började nitrocellulosalack att användas i industrin. Grunden i nitrocellulosalack är celluloserivat, framställt genom substitution av en del av väteatomerna i cellulosans hydroxylgrupper mot nitratgrupper. I nitrocellulosalack kombineras celluloserivatet med bl.a. olika hartser eller mjukmedel. Nitrocellulosalack har låg torrhalt, dvs. de fyller dåligt, men ger poleringsmöjlighet och mycket vackra ytor.

1923 började GM, som första företag i bilindustrin, att använda nitrocellulosalack och snabbt blev nitrocellulosalack den dominerande lacken i bilindustrin.¹⁵ Ugnstorkande alkyder, modifierade med torkande oljor, började användas i den amerikanska bilindustrin i början av 30-talet och ersatte med tiden till stor del nitrocellulosalacken. Fram till slutet av 50-talet dominerade alkyderna, tillsammans med nitrocellulosalacken, marknaden för billack i USA.¹⁶ Enligt Nylén (1977) skedde övergången från nitrocellulosalack till alkydlack "på 40-talet och i synnerhet efter andra världskriget"¹⁷, men antagligen gäller denna tidsangivelse biltillverkning i Europa. Idag används nitrocellulosalack framför allt till billiga möbler.

Genom att använda alkydlack, istället för cellulosalack, slapp man polera lacken efter sista sprutningen och inte heller krävdes lika många sprutningar. Dessutom är alkydlacken mer väderbeständig och mindre ömtålig för stötar och slag. t.ex. stenskott. De lacker som användes i bilproduk-

15. American Chemical Society (1973), sid 156

16. American Chemical Society (1973), sid 160

17. Nylén (1977), sid 261

tionen var ugnslacker av alkydtyp med tillsats av aminharts som härdare. En kort period utgjordes aminhartset av karbamidharts men man övergick snart till aminharts av typen melamin.¹⁸

Den bindemedelsgrupp som haft störst betydelse efter andra världskriget är alkyderna.¹⁹ Orsaken till alkydfärgernas framgång finner man i möjligheten att modifiera färgernas egenskaper. Detta kan göras på olika sätt:

"Modifiering kan uppnås genom 1) variation av arten av de tre huvudkomponenterna, 2) variation av komponenternas inbördes viskositet, 3) det sätt på vilket reaktionen genomförs (inverkar bl.a. på molekylvikt, viskositet), 4) införandet av ytterligare komponenter utöver de tre huvudkomponenterna, t.ex. styren, fenolharts, silikon."²⁰

Alkydfärger finns alltså i ett mycket stort antal varianter med olika egenskaper. Vid andra världskrigets slut var linoljealkyderna bland de vanligaste alkyderna. Alkydbaserade färger är fortfarande de mest använda lösningsmedelsburna färgerna, men det är inte längre samma typer av alkyder som dominerar. Linoljealkyderna har kraftigt minskat i betydelse och de alkyder som används i dag är i stället bl.a. andra typer av oljemodifierade alkyder, silikonalkyder och melaminalkyder.

Sedan andra världskrigets slut har de ugnshärdande alkyderna varit de populäraste ytbeläggningarna för metall.²¹ Alkydbaserade färger är fortfarande de mest använda, men det är inte längre samma typer av alkyder som dominerar.²² Linolje-

18. Mylén (1977), sid 261

19. 1978 skrev Reuben & Burstall: "In spite of technological change, the paint industry is still based, as it was forty years ago, on the oil-modified alkyd resin." Volymässigt har alkyderna haft en stark ställning. Ett exempel på detta är att 1978 stod alkydharts för omkring hälften av de engelska färgtillverkarnas totala inköp (i ton) av bindemedel, på en nivå som då legat konstant i omkring 15 år.

20. Mylén (1977), sid 51

21. George (1981)

22. Meyer (1980), sid 144

alkydena har kraftigt minskat i betydelse och de alkyder som används i dag är andra typer av oljemodifierade alkyder och silikonalkyder. En speciell grupp av alkyder är de oljefria, även kallade mättade polyestrar, som används i vissa ugnslacker.²³ Dessa började användas 1968.²⁴

Alkydena är alltså en stor och betydelsefull bindemedelsgrupp, men långt ifrån den enda. Antalet bindemedel som används i mindre kvantiteter är mycket stort, och det är inte möjligt att i detta sammanhang behandla alla. Att välja ut de viktigaste är också svårt, eftersom detta till stor del beror vilken applikation man avser. Det urval, av akrylat, epoxi och isocyanat, som är gjort här kan därför säkert kritiseras.

1936 köpte Du Pont i USA rättigheter och teknik för att tillverka akrylater av ICI i England.²⁵ De första akrylaterna, som var termoplastiska, hade vissa nackdelar: de repades lätt och var också känsliga för vissa lösningsmedel, smörjmedel m.m.²⁶ I slutet av 40-talet började Du Pont forska för att utveckla en akrylat för billack. Det första kommersiella användningen kom 1956, då GM började sälja bilar lackerade med akrylatlack, och 1959 tillverkade Du Pont denna typ av akrylatlack i fullskala.²⁷ Dessa akrylater, som var värmehärdande i stället för termoplastiska, var utan de termoplastiska akrylaternas svagheter. Jämfört med alkydena ger akrylaterna bättre glans och är lättare att reparera i tillverkningen. Akrylater förekommer i många olika varianter. En variant är löslig i organiska lösningsmedel och det är alltså denna form som förekommer i billacker. Andra varianter är de vattenlösliga akrylaterna samt de man finner i latexfärger.

23. Wittcoff & Reuben (1980)

24. Sveff (1988)

25. American Chemical Society (1973), sid 163-164

26. Nylén (1977), sid 106

27. American Chemical Society (1973), sid 163-164

1947 lanserades epoxi.²⁸ Fördelarna med epoxilack är bl.a. att de har mycket god kemikalieresistens, vidhäftning, termisk stabilitet och hårdhet, samt att de går att kombinera och modifiera på många olika sätt. Epoxi används idag som bindemedel i lufttorkande lacker, kallhårdande lacker (2-komponentlack) och i ugnslacker.²⁹

De epoxilacker som först började användas var lufttorkande estrar.³⁰ Denna typ av epoxilack liknar alkydfärger, men har bättre kemikalieresistens. Idag används de bl.a. i golvlack och i grundfärg för stålkonstruktioner i kemiska fabriker.³¹

De kallhårdande lackerna, där polyamider kan fungera som härdare, kom i början av 50-talet. 1972 introducerades Dow Chemical en lösningsmedelsfri epoxilack.³² I lösningsmedelsfri epoxi används lågmolekylär epoxi, som är flytande vid rumstemperatur, och en flytande härdare. Lösningsmedelsfri lack låter ju ur arbetsmiljösynpunkt mycket bra, men tyvärr innebär denna typ av lack andra problem: aminerna i härdarna är frätande på huden och den lågmolekylära epoxin kan ge allergiskt eksem.³³

I slutet av 50-talet kom ugnslacker med epoxi som bindemedel.³⁴ I dessa används fenol-, karbamid- eller melaminharts som härdare. Denna typ av lack används bl.a. på insidan av konservburkar och andra behållare för livsmedel, insidan av containers, tankvagnar, tvättmaskiner.

Polyureatanlack började tillverkas i Tyskland omkring 1940, men tilldrog sig först under 50-talet större intresse. I denna typ av lack ingår isocyanat, som vid härdningen reage-

28. American Chemical Society (1973), sid 164-165

29. Nylén (1977), sid 73-74

30. Meyer (1980), sid 148

31. Nylén (1977), sid 79

32. American Chemical Society (1973), sid 165

33. Färg AB International (1978)

34. American Chemical Society (1973), sid 165

rar med något annat ämne och då bildar polyuretan. Polyuretanlack kan vara av olika slag: kallhärdande (2-komponent-lack), ugnslack, lack som härdar med hjälp av luftsyre eller luftfuktighet. Även polyuretanlack är möjlig att framställa som lösningsmedelsfri lack eftersom det finns isocyanater som är flytande vid rumstemperatur.³⁵ Isocyanater innebär dock vissa risker ur hälsosynpunkt: de kan ge hudskador vid kontakt och ångorna är irriterande för ögon, näsa, hals och lungor.³⁶

Epoxi och isocyanat är två exempel på bindemedel som kom under 40- och 50-talen. Under denna period kom flera nya bindemedel (bl.a. PVA 1942, silikonhartser och styrenalkyder 1947, PSB 1950)³⁷, men efter det har egentligen inte några nya bindemedel tagits fram. Vad som skett är att existerande bindemedel har modifierats, fram för allt till att passa nya appliceringsmetoder.³⁸

3.2 Produkttyper

Sedan andra världskriget har ett antal nya produkttyper kommit. Gemensamt för de flesta av dessa är att de, jämfört med tidigare lacker, har lägre lösningsmedelshalt.

En ny produkttyp är de s.k. lösningsmedelsfattiga färgerna (LF-lacker). Dessa färger har en torrhalt som är 50 % eller högre. (En konventionell lösningsmedelsburen alkydfärg som används för sprutning har normalt en torrhalt på ca 30 %.) Höjning av torrhalten har gått gradvis framåt. 1978 skrev Björsfält:³⁹

-
- 35. Nylén (1977), sid 79ff
 - 36. Färg AB International (1978)
 - 37. Sveff (1988)
 - 38. Meyer (1986)
 - 39. Björsfält (1978), sid 7

"Under de senaste fem åren har volymtorrhalten vid appliceringsviskositet kunnat höjas från 32 - 34 % som ofta gäller konventionella ugnslacker, till 40 - 45 % i första steget och 50 - 55 % i andra. För närvarande är det möjligt att tillverka färger med volymtorrhalt över 60 %."

Höjningen av torrhalt har inte skett utan problem eftersom LF-lacker har vissa nackdelar jämfört med konventionella lacker. De LF-lacker som förekommer idag är 2-komponentlacker och ugnslacker.

Vattenburna färg finns för industrianvändning, men här har de långt ifrån samma utbredning som inom byggnadsmåleriet. De färger som används är huvudsakligen olika typer av latexfärger, men det finns också vattenlösliga färger. Att införa vattenburna färger i industrin har inneburit större svårigheter än att införa dem inom byggnadsmåleriet. Orsakerna till detta är flera: de tidiga vattenburna färgerna uppfyllde inte de kvalitetskrav som ställdes, höga priser och krav på ombyggnad i produktionen. De tidiga vattenburna färgerna innehöll omkring 15-20 % lösningsmedel och 2 % amin. I senare generationer vattenburna färger sänktes dessa halter till 5 respektive 0,5 %.⁴⁰ Vattenburna färger används i relativt stora mängder inom tre områden: småhusindustrin (latexfärger), bilindustrin (grundfärger) och bandlackeringsindustrin (ugns-torkande latex).⁴¹ Helt klart är att mycket händer inom detta område och att man kan räkna med att vattenburna färg kommer att utvecklas för allt fler applikationer.

En annan ny produkttyp är pulverlackerna. I Europa lanserades epoxipulver 1960, och därefter kom akrylater och polyesterar.⁴² I början av 70-talet trodde man att pulverlackerna inom 10 år skulle bli de dominerande inom området ugnslacker, men detta blev inte fallet, och fortfarande i dag utgör pul-

40. Persson (1981)

41. Arbetarskyddsfonden (1985), sid 12

42. Mylén (1977), sid 225ff

verlackerna en relativt blygsam del av ugnslackerna, även om en viss stadig ökning sker.⁴³ Orsakerna till den långsamma ökningen finner man antagligen bl.a. i att ny utrustning krävs, kulöröverensstämelsen mellan olika satser har varit sämre än för våtfärg och de risker för dammexplosioner föreligger.

Strålningshärdande lösningsmedelsfria lacker började användas 1971.⁴⁴ Än så länge har de dock en begränsad användning. Härdningen sker i detta fall med UV-ljus eller elektronstrålar. Denna typ av lack används framför allt inom spackling och lackering av plana trä- och pappersmaterial.⁴⁵ I tidiga strålningshärdande lacker förekom hälsovådliga monomerer, t.ex. akrylmonomerer som kan ge upphov till allergiskt kontakteksem, men i nyare lacker har man eliminerat dessa problem. Däremot återstår vissa tekniska problem att lösa.

3.3 Appliceringsmetoder

Efter andra världskriget introducerades färgsprutpistolen i Europa. Användningen av en sprutpistol innebär att lacken finfördelas med tryckluft. Under mellankrigsåren utvecklades den till ett effektivt verktyg, vikten på pistolen sänktes och färgmunstycken utvecklades i olika material som gav lång livslängd. Eftersom produktionskapaciteten i slutet av 30-talet blev för låg försökte man finna nya vägar att öka prestationsförmågan. En av dessa var att värma färgen, vilket medförde att torkningen gick snabbare.⁴⁶

Sprutning av färg blev snabbt den mest betydelsefulla applikationsmetoden inom industrin. Man räknar med att i USA i slutet av 40-talet applicerades hälften av all färg totalt med sprutpistol och att omkring 85-90 % av all industriell

43. Meyer (1984)

44. Sveff (1988)

45. Persson (1981)

46. Arbetarskyddsfonden (1985), sid 17

topplackering gjordes med hjälp av sprutning.⁴⁷ Senare utvecklades också en ny sprutmetod, högtryckssprutning, som ej fordrar tryckluft och som fick sitt genombrott i verkstadsindustrin under 60-talet. Fördelarna med högtryckssprutning jämfört med lågtryckssprutning är bl.a. att sprutför-lusterna är mindre, att färg med högre viskositet kan användas och kapaciteten är större.⁴⁸

Omkring 1945 introducerades elektrostatisk sprutning, som vann sin del av marknaden inom verkstadsindustrin under 50-talet. Med denna metod kan man alltså lackera metallföremål, men vid lackering av föremål som inte är elektriskt ledande uppstår problem. Elektrostatisk lackering av trä förekommer därför endast i liten omfattning. Jämfört med den konventionella sprutlackeringen ger denna metod mindre spill och mindre luftåtgång. Med denna metod kunde också lackeringen automatiseras. Såväl våt färg som pulverfärg kan appliceras med elektrostatisk sprutning.⁴⁹ Elektrostatisk pulversprutning introducerades i Frankrike 1962 och spred sig snabbt i Europa.⁵⁰

En annan metod att applicera färg med är dopplackering, som fick ett uppsving efter kriget.⁵¹ Dopplackering är en enkel, snabb och relativt vanlig metod, som idag är automatiserad p.g.a. arbetsshygienska synpunkter.⁵² 1963 kom elektrodoppning, en metod där endast vattenburna färger kan användas.⁵³ Inom bilindustrin används elektrodoppning för grundlackering och för färdiglackering av detaljer med begränsade utseendekrav.⁵⁴

-
47. Brunner (1978), sid 605
 48. Arbetarskyddsfonden (1985), sid 17
 49. Arbetarskyddsfonden (1985), sid 17ff
 50. Mylén (1977), sid 224
 51. Färg och Fernissa (1986), sid 27
 52. Arbetarskyddsfonden (1985), sid 30
 53. Meyer (1986)
 54. Arbetarskyddsfonden (1985), sid 31

Andra appliceringsmetoder som har kommit sedan andra världskriget är ridålackering och valslackering. 1955 demonstrerades den första ridåmaskinen i Sverige.⁵⁵ De första valslackeringanläggningarna installerades under 50-talet, men någon större tillverkning av lackerad bandplåt skedde i Europa inte förrän under 60-talet.⁵⁶

Kemifores, APS-förfarandet och torrt-i-vått-metoden är tre exempel på nya appliceringsmetoder som fortfarande är under utveckling. Kemifores, även kallad autofores, är en metod som är användbar för latexfärger. Metoden innebär att stålföremål doppas i en blandning av utspädd latexfärg, syra och oxidationsmedel. Syran löser järn från ytan och ett poröst färgskikt, som sedan inbrännes, fälls ut. Metoden kan även kombineras med elektrodoppning. APS-förfarandet (Aqueous Powder Suspension) innebär att vanlig pulverfärg dispergeras i vatten och därefter kan appliceras som vanlig färg, med sprutmålning eller valslackering. Torrt-i-vått-metoden innebär att en flytande färg först appliceras, varefter ett opigmenterat pulverskikt appliceras i det ännu våta färgskiktet, varefter de båda skikten inbränns samtidigt.⁵⁷

3.4 Faktorer bakom utvecklingen

En stor del av produktutvecklingen inom färgområdet har skett genom att olika företag har utvecklat produkter för andra applikationer som sedan också anpassats för användning i färg och lack. Alkyderna och epoxin är dock två undantag från detta.

Alkyderna utvecklades av General Electric i USA i en forskningssatsning med sikte på förbättrade lacker. Det första patentet tog GE 1914, men den första riktigt framgångsrika

55. Färg och Färg (1986), sid 28

56. Nylén (1977), sid 221

57. Arbetarskyddsfonden (1985), sid 36ff

alkyden, en alkyd modifierad med torkande olja, kom först 1921.⁵⁸

Forskningen, som ledde till att epoxihartserna utvecklades, började i Europa och USA strax före andra världskriget. I Europa sökte man nya och bättre råmaterial för löständer, under det att man i USA var direkt inriktad på att finna ett bindemedel med vissa egenskaper. Produktutvecklingen i USA av epoxi var alltså riktad just mot att finna ett nytt material för färg och lack.⁵⁹

En medveten strävan att finna råvaror som kan ge tekniskt bättre produkter är relativt sällsynt inom färgindustrin, även om såväl alkyderna som epoxin är exempel på detta. Däremot finns givetvis denna strävan vad gäller sammansättningen av färgen eller lacken, dvs. val av komponenter bland befintliga eller eventuellt modifierade råvaror. Tekniska faktorer har generellt haft stor betydelse för utvecklingen av färg och lack för industribruk, och även om de inte alltid är drivkraften bakom utvecklingen sätter de i princip alltid restriktioner som i många fall är svåra att ta sig förbi. (Bristande kvalitet har varit ett av de största hindren mot spridning av bl.a. vattenburna färger och pulverfärger.) I detta avseende finns det en skillnad mellan byggnadsmåleriet och industrimålningen: de tekniska kraven inom byggnadsmåleriet är avsevärt enklare att uppfylla, ofta kanske på grund av att påfrestningarna på de målade ytorna inte är lika stora.

De ekonomiska faktorerna har också haft stor betydelse. Ett exempel på detta är övergången från nitrocellulosalack till alkydfärg, som gav lägre tillverkningskostnad genom färre sprutningar och slopad polering.

58. American Chemical Society (1973), sid 159

59. American Chemical Society (1973), sid 164-165

Oljekrisen satte också sina spår i utvecklingen av nya färgtyper och nya appliceringsmetoder. I och med att priset på de organiska lösningsmedlen steg kraftigt, ökade drivkrafterna att tillverka färg med mindre mängd lösningsmedel (t.ex. vattenburen färg, LF-lacker och pulverlacker) för att minska råvarukostnaden. Ökad energikostnad innebär också att kostnaden att ventilera ut förångat lösningsmedel och att värma upp friskluft ökar, vilket ytterligare ökade behovet av produkter med liten mängd lösningsmedel (t.ex. LF-lacker och pulverlacker). Ökade energikostnader fungerar också som en drivkraft till utveckling av energisnåla applicerings- och torkmetoder: elektrostatisk sprutning och elektrodopp är appliceringsmetoder som innebär lägre färgspill och därmed lägre uppvärmnings- och ventilationskostnader, och strålningshärdande lacker innebär låg energiförbrukning jämfört med ugnslacker.

Även inom industrimålningen har kravet på förbättrad arbetsmiljö funnits sedan i början av 70-talet, men här finns också flera alternativa lösningar på problemen: bl.a. förbättrad ventilation, inbyggnad och robotisering. Trots detta innehåller de flesta nya färgtyper lägre halt organiska lösningsmedel än tidigare. Vissa av de nya produkterna innebär dock andra problem: lösningsmedelsfri epoxilack och polyuretanlack kan bl.a. ge eksem och hudskador.

Under 80-talet har kraven på minskade utsläpp till den yttre miljön ökat, men det är väl egentligen inte förrän nu på mitten av åttitalet som kraven har lyfts fram i den politiska debatten och blivit riktigt starka. Hittills har kraven på minskad utsläpp till den yttre miljön inte varit den starkaste drivkraften i utvecklingen av nya färger och lacker, men under 90-talet kommer denna faktor att vara den primära.

Kraven på förbättrad arbetsmiljö och minskade utsläpp, och ökade råvaru- och energipriser påverkar delvis utvecklingen

åt samma håll, som t.ex. en minskad användning av organiska lösningsmedel. I andra fall kan det finnas motsättningar mellan faktorerna. Ett exempel på detta är valet mellan lågmolekylär eller högmolekylär epoxi. Lågmolekylär epoxi kräver inte något organiskt lösningsmedel, vilket däremot högmolekylär epoxi gör. Ur utsläpps-, energi- och råvarusynpunkt är alltså lågmolekylär epoxi att föredra. Ur arbetsmiljösynpunkt innebär däremot lågmolekylär epoxi endast att man ersatt risken att andas in ett lösningsmedel med risken för kontaktallergier. Problemen är alltså i många fall komplexa och enkla lösningar saknas därför ofta.

4. AVSLUTNING

Att på några få sidor sammanfatta hela utvecklingen inom färgområdet sedan andra världskriget är givetvis inte möjligt eftersom antalet färgtyper, bindemedel och applikationsmetoder som har kommit under denna period är oerhört stort.

De viktigaste faktorerna bakom den utveckling som skett är relativt enkla att identifiera. Inom byggnadsmåleriet prioriterades fram till slutet av 60-talet utveckling av färger som vara lätta och snabba att applicera. I slutet av 60-talet blev man medveten om riskerna med organiska lösningsmedel och sedan dess är förbättring av arbetsmiljön den primära drivkraften bakom utvecklingen av färger och lacker för byggnadsmåleriet.

Inom industrimålningen har tekniska och ekonomiska faktorerna generellt större betydelse och har fortsatt att dominera produktutvecklingen, även arbetsmiljöfaktorer kom in även här under 70-talet. Det stora skillnaden mellan byggnadsmåleriet och industrimålning är dock att man inom industrin haft andra möjligheter att lösa problemen med de organiska lösningsmedlen. En annan faktor som motverkat ökad användning av nya

färgtyper och appliceringsmetoder är att i allmänhet krävs stora investeringar för att kunna använda de nya produkterna/processerna.

Minskade utsläpp till yttre miljön har inte varit en så betydelsefull faktor bakom utvecklingen av nya färger och lacker, men kommer att bli det i framtiden.

Sammanfattningsvis kan man säga, givetvis något förenklat, att under 40-, 50- och 60-talen dominerade tekniska faktorer utvecklingen av nya färger och applikationsmetoder, under 70- och 80-talen var arbetsmiljöfaktorerna de primära och under 90-talet kommer kraven på minskade utsläpp till den yttre miljön att ställas i fokus.

REFERENSER

- American Chemical Society (1973): *Chemistry In The Economy*, Washington: American Chemical Society
- Arbetsarkyddfonden (1985): *Färg, lack och lim*, Programrapport 1985:1, del 2, Stockholm: Arbetsmiljöfonden
- Björnsfält, Svenne (1978): För- och nackdelar hos nya färgkvaliteter, *Färg och Fernissa*, vol 42, nr 3, 6-9
- Brunner, Henry (1978): *Paint*, kap 23, sid 590-606, i Trevor I. Williams (red) (1978): *A History of Technology*, Volume VI, Part 1, Oxford: Clarendon Press
- Färg AB International (1989): *Rätt färg på rätt sätt*, Göteborg: Färg AB International
- Färg och Fernissa* (1986): De första femtio åren, nr 4, 26-36
- George, Henry W. (1981): *The Evolution of Paint, Modern Paint and Coatings*, (September), 56-58
- Malmvik, Carl Gustav (1989): *Färg och ytbehandling*, Anförande vid konferensen *Kemiindustrin inför 1990-talet* (Kemi '89), 19 april 1989, Svenska Mässan, Göteborg
- Meyer, Helge (1980), *Lite om 1955 och nu*, *Färg och Lack Scandinavia*, vol 26, (Augusti), 142-150

- Meyer, Helge (1982): Lösningsmedelfattiga färger. Anförande vid konferensen Lösningsmedel i arbetsmiljön, Djurs-holm, 17 mars 1982
- Meyer, Helge (1984): Lite om pulverfärg, Färg och Lack Scandinavia, vol 30, (April), 75
- Meyer, Helge (1986): Lite om utvecklingen, Färg och Lack Scandinavia, vol 32, (Juli/augusti), 127
- Nylén (1977): Färg- och Lackkemi, Stockholm: Teknisk högskolelitteratur
- Persson, Nils Erik (1981): Industriell ytbehandling med high solids och vattenbaserade system. Anförande vid SIFU-konferensen Organisk ytbehandling - nya metoder ger bättre ekonomi, 24 mars 1981
- Reuben, B.G. & M.L. Burstall (1978): The Chemical Economy, London: Longman
- SAF (1977): FAMILJ - Färgindustrins arbetsmiljö, Stockholm: Svenska Arbetsgivarförbundet Allmänna Grupp
- Schurr, G.G. (1981): Paint, sid 742-761 i Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 16, New York: John Wiley & Sons
- Sveff (1988): Den svenska färgindustrins historia, Stockholm: Sveff (Sveriges Färgfabrikanters förening)
- Wittcoff, Harold, A. & Bryan G. Reuben (1980): Industrial organic chemicals in perspective. Part two: technology, formulation, and use, New York: John Wiley & Sons

Recensioner

Anders L Johansson, *Tillväxt och klassarbete - en studie av den svenska modellens uppkomst*. Tiden, Stockholm 1989.

Under senare år har det blivit vanligt att diskutera den svenska modellens uppkomst och ofta också nedgång och fall. Det förefaller som om man i god hegelsk anda uttolkar innebörden i det svenska folkhemmet när skymningen lägger sig över det. I ett mycket omfattande arbete har Anders L Johansson lämnat sitt bidrag till denna diskussion genom sin doktorsavhandling **Tillväxt och klassarbete - en studie av den svenska modellens uppkomst**, framlagd vid Tema T, Linköpings universitet. Boken är i högsta grad präglad av att författaren har haft tillgång till ett omfattande empiriskt material som redovisas i kronologisk form. Johansson har fått möjlighet att gå igenom ett unikt internt material från både LO och SAF, vilket givit honom mycket goda möjligheter att följa hur de interna diskussionerna gått inom de båda organisationerna i anslutning till de mer offentliga ställningstagandena och uttalandena som vi känner bättre.

Johansson säger sig driva tesen om att den kanske viktigaste faktorn bakom den svenska modellen är de fördelar som de båda parterna på arbetsmarknaden knutit till den tekniska utvecklingen och rationaliseringen. Samtidigt som man har kunnat finna samarbetsformer för detta, har den produktionstekniska utvecklingen varit en ständig källa till konflikt mellan arbete och kapital. Men - och det är detta som är karakteristiskt för den svenska modellen - konflikterna har utspelat sig inom ramen för samarbetspolitiken.

Utifrån det material som författaren har haft tillgång till kan man urskilja tre olika faser i samarbetspolitikens framväxt. En **beredningsfas**, som sträcker sig från 1910 till 1931, en **formeringsfas** mellan 1936 och 1944 samt en **etableringsfas** från 1944 till 1948. De därpå följande decennierna tillämpade man helt enkelt det som man hade uppnått under dessa faser.

Jag skall här uppehålla mig vid den sistnämnda fasen, vilken jag tycker är särskilt intresseväckande. Under denna fas enades LO och SAF om ett förhållningssätt som markeras tydligast i Företagsnämndsavtalet från 1946 och Arbetsstudieavtalet två år senare. I diskussionerna som föregick dessa avtal kan vi finna exempel på hur man hanterade de motsättningar som fanns mellan de båda organisationerna alltifrån hur lönen skulle sättas till hur företagets fortsatta rationalisering skulle löpa vidare.

Här blir också bokens styrka och svagheter uppenbara. Den tonvikt som författaren valt att lägga vid den rena beskrivningen av materialet har den fördelen att boken lätt kan användas för vidare forskning. Det förefaller som om Johansson har givit goda och tillförlitliga referat av de viktigaste inläggen. Men det blir en påtaglig påfrestning att ta sig igenom alla de många sidorna, särskilt som framställningens prosa allt som oftast präglas av förhandlingsspråkets oformligheter. Även om boken är omfattande saknar man systematiska försök till jämförelser med andra länder. Detta är nödvändigt om man skall bli klar över de specifika dragen i den svenska modellen.

Från industriell demokrati till företagsnämndsval

Under andra världskriget slutskede förberedde sig den svenska socialdemokratin inför det svåra arbetet att forma välfärdsstaten. Man antog under år 1944 ett nytt partiprogram samtidigt med det så kallade efterkrigsprogrammet. LO:s dåvarande ordförande, August Lindberg, tog i detta sammanhang upp en diskussion om hur man skulle se på förhållandet mellan arbetarinflytande och den pågående rationaliseringen av industrin. Man var inom LO helt införstådd med att en ökad välfärd för dess medlemmar krävde en rationalisering på alla nivåer inom industrin. Men för att arbetarnas intresse för detta skulle bli än större krävdes någon form av ökat inflytande över industrins utveckling. Någon form av industriell demokrati måste genomföras.

Ungefär samtidigt tog SAF, genom sin ordförande Gustaf Söderlund, initiativ till diskussioner om hur arbetsstudiefrågan skulle lösas. Denna hade till och från, särskilt vid mitten av 1940-talet, lett till konflikter på arbetsmarknaden. Arbetarsidan hävdade att tidsstudiemännen var partiska och dåligt skickade att utföra sin uppgift.

Det fanns uppenbarligen ett påtagligt intressen från båda sidor att rationaliseringen inom industrin kunde fortgå. SAF ville dock inte acceptera att en demokratisering av industrins sätt att fungera var ett nödvändigt villkor för en fortsatt rationalisering. Båda parter var dock överens om att man skulle försöka lösa sina problem själva utan inblandning från regeringen. LO höll dock hela tiden dörren öppen för en eventuell lagstiftning, om man inte förhandlingsvägen kunde uppnå ett acceptabelt resultat.

Debatten om rationaliseringen av industrin och ett införande av industriell demokrati var självklart inte något som angick enbart dessa båda parter. På den politiska scenen fungerade Gunnar Myrdal och Axel Strand som pådrivare. De hävdade att det måste finnas ett samband mellan fackföreningsrörelsens vilja att ta ett samhällsekonomiskt ansvar och dess möjligheter till insyn i företagens skötsel och ekonomiska ställning.

Från socialdemokratisk sida sågs under en period den industriella demokratin som ett medel att öka makten inom företagen för arbetarsidan. Från LO:s sida markerades att denna form av demokrati var klart skild från den politiska. Man ville finna en organisationsform för denna, som kunde uttryckas i ett samarbetsavtal. Detta skulle som sin förutsättning ha trygghet för de anställda, arbetsfred och ökad produktionseffektivitet. Skulle arbetarsidan ta aktiv del i denna process skulle man också ha ett inflytande över inte bara den ekonomiska sidan i företagens skötsel utan även över den tekniska utvecklingen.

I den interna debatt som fördes inom SAF framgick att man kunde tänka sig en variant av industriell demokrati, som utvecklats till ett instrument för att öka produktiviteten inom industrin. Detta var ett perspektiv som förenade, vilket Johansson också påpekar, statsmaktens, fackföreningsrörelsens och arbetsgivarnas representanter.

Den "industriella demokratin" i fyrtiotalets form befann sig långt borta från den demokrati man hade tänkt sig när man debatterade denna 25 år tidigare. Då var den en del i strategin för införandet av socialismen, nu hade den blivit reducerad till ett medel att öka rationaliseringen inom industrin. År 1946 skrevs avtalet under och därmed hade rationaliserings- och produktionspolitiken infogats i samarbetspolitikens hägn, skriver författaren.

Men det skulle dröja ytterligare två år innan arbetsstudieavtalet blev klart. Här blev ett annat drag i diskussionen tydligt, som det hade varit spännande om Johansson utrett mer. Jag tänker på i vilken mån man kunde se tidsstudiemännen som en tredje neutral eller objektiv part mellan LO och SAF. Kunde man genom utbildning se till att denna grupp kunde inta en sådan plats? Här kan frågan enbart ställas. Den knyter an till den eviga frågan om den tekniska utvecklingen är neutral eller om den tenderar att gynna den ena eller andra klassens intressen. Hit hör också problemet med teknikernas och ingenjörernas position i samhället och vilken ideologi de tenderar att omfatta. Många spännande frågor återstår att besvara om den svenska modellens uppkomst och fortsatta utveckling. Ett bidrag har Johansson lämnat genom sin studie till ett angeläget forskningsområde, men ännu återstår mycket arbete att göra. Det är bara för den intresserade forskaren att gripa sig verket an.

Lennart Olausson

Olle Edqvist, *Guld och gröna skogar. Sågverksepoken i västra Jämtland 1880-1914. En studie av teknik och regional utveckling.* Jämtlands läns museum 1989. 113 sidor.

Med ångsågar ute vid kusten kunde man från mitten av 1800-talet börja exploatera stora orörda skogsområden längs älvdalarna i Norrland. Timret kunde flottas långa sträckor, och det färdigsågade virket kunde sedan lastas på fartyg direkt vid sågverkets egen kaj. Det var mycket skog som nu blev till guld på Norrlandskusten.

Västra Jämtland, på andra sidan Sverige, berördes nästan inte alls av detta uppsving. Sockarna Kall, Åre och Undersåker bildade gränsland mot Norge, och den naturliga kontakten med yttervärlden gick via Trondheim. Den största industrin i regionen var Huså bruk med en kopparhytta. Den nedlades 1881.

Samma år var järnväg färdigbyggd mellan Trondheim och Trångsviken. Ett halvår senare hade banan dragits fram till Östersund, som då redan hade förbindelse med Stockholm. En sågverksepok, som skulle komma att vara i knappt 25 år, tog sin början. Dess uppgång och fall skildras här av tekn dr Olle Edqvist, som är väl förtrogen med regionen men som också genom sin forskning om teknik i u-länder fått en fruktbar distans till ämnet.

På några få år etablerades i västra Jämtland ett femtontal större sågverk och en sulfittfabrik. Expansionen var våldsamt och stora områden med orörd timmerskog föröddes på något decennium. Det dröjde inte heller länge innan problemen började hopa sig: virkesbrist och vikande konjunkturer för trävaror med stort prisfall som följd. Detta ledde i sin tur till vidlyftiga spekulationer - och till en rad konkurser. När så unionskrisen 1905 försvårade exporten via Norge inställdes till slut driften i de få sågverk som ännu inte hunnit nedläggas.

Händelseförloppet är naturligtvis väl känt sedan tidigare, men Edqvist anlägger här en ny syn på den tekniska förändring som gick över regionen och som ledde till så stora förändringar, inte bara i skogsbruket utan även i jordbruket. Han söker kvantifiera olika företeelser för att kunna bedöma de olika "teknikbärare" som var aktiva under det studerade skedet.

Med teknikbärare menar han grupper eller sammanslutningar som väljer, inför och använder en viss teknik. Det är oftast ett företag men kan också vara enskilda individer, arbetslag, familjer, kooperativ eller andra sammanslutningar. För att betecknas teknikbärare måste en sådan enhet

- vara organiserad så att den kan hantera teknikspridningen vid etableringen
- ha tillräckligt inflytande och tillräckliga ekonomiska resurser för att skaffa maskiner, råvaror och energi för produktionen
- ha tillräckliga kunskaper för att sköta drift och underhåll av den nya tekniken

Edqvist gör nu uppskattningar av antal sysselsatta, investerat kapital, erforderlig effekt och även av teknikens komplexitet, allt sammanfattat i följande tabell:

	Teknikbärare		Teknik	
	Sysselsatta (antal)	Kapital (kr)	Effekt (Watt)	Komplexitet
Skogsbruk				
Flottarlag	10 ⁰ -10 ²	10 ¹	10 ²	handverktyg
Drivningslag	10 ⁰	10 ²	10 ³	hästredskap
Flottningsförening	-	10 ⁵	-	anläggning
Jordbruk				
Bondehushåll	10 ¹	10 ⁴	10 ³	hästredskap
Industri				
Små företag	10 ¹	10 ⁴	10 ³	maskin
Bondekooperativ	10 ¹	10 ⁴	10 ⁴	maskin
Industriföretag	10 ¹ -10 ²	10 ⁵ -10 ⁶	10 ⁴ -10 ⁶	maskinsystem
Statligt företag	10 ²	10 ⁷	10 ⁵	tekniskt system

Tabellen visar tydliga positiva samband mellan teknikbärarens skala (antal sysselsatta, investerat kapital) och teknikens (effekt, komplexitet). Det kan väl sägas att inget uppseendeväckande nytt kan utläsas ur denna sammanställning, men den framhäver på ett mycket tydligt sätt skillnaderna i storleksordning mellan de olika teknikområden som kom att förändra livet i den jämtländska regionen.

En traditionell beskrivning av händelseförloppet skulle ha koncentrerat sig på antalet sysselsatta och på det investerade kapitalet. Tekniken själv, dess effektbehov och dess komplexitet, skulle ha kommit i skymundan. Genom att ta in också dessa begrepp i sin undersökning har Edqvist vidgat synfältet utöver det rent ekonomiska. Det gör bilden av den dramatiska sågverksepoken i västra Jämtland mycket tydligare.

Studien visar till sist också varför en återgång till den tidigare ekonomin inte var möjlig efter sågverksindustrins kollaps. Nya bruksformer hade tagit över också i jordbruket, det gamla bondesamhället hade kommersialiserats. Det fanns ingen väg tillbaka. Här pekar Edqvist på likheter med problemen i många av dagens u-länder.

ICOHTEC-symposium i Hamburg 1989

Ämnen vid symposiet *Failed Innovations*, anordnat vid XVIIIth International Congress of History of Science, 2 augusti 1989:

A. Herlea, Paris: Problems of the concept of failed innovations.

R.A. Buchanan, Bath: The atmospheric railway of I.K. Brunel.

E.N. Todd, New Haven: Electric plows in Wilhelmine Germany: failure of an agricultural system.

W.D. Lewis, Auburn: The airmail pickup system of All American Aviation: a failed innovation?

A.S. Stranges, College Station, Texas: Farrington Daniels and the Wisconsin process for nitrogen fixation.

J.P. Collett & O. Wicken, Oslo: Science-based automation equipment in Norway 1953-1966. Failure of turning science into industry.

H.J. Braun, Hamburg: The Chrysler automotive gas turbine, 1950-1980.

B.C. Hacker, Oregon: The Gemini paraglider: a failure of scheduled innovation, 1961-1964.

J. Hult, Göteborg: The plastic bicycle *Itera*.

ICOHTEC-symposium i Paris 1990

Tema för detta symposium, som äger rum 8-13 juli 1990 vid Conservatoire National des Arts et Metiers, Paris, är *Science and Technology*. Avsikten är att diskutera kopplingen mellan den rena (ej tillämpade) naturvetenskapen och tekniken. Ordförande är Dr Alexandre Herlea, Paris.

Vidare upplysningar kan fås genom generalsekreteraren i ICOHTEC:

Dr R.A. Buchanan
Centre for the History of Technology, Science and Society
University of Bath
Claverton Down
BATH BA2 7AY
England

NYUTKOMMEN LITTERATUR

E. Börje Bergsman, *Arved von Vegesack och det rostfria rakbladsstålet (AEB) från Munkfors*. Jernkontorets Bergshistoriska utskott H 42, Stockholm 1988. 106 sidor.

Boel Berner, *Kunskapens vägar*. Arkiv förlag, Lund 1989. 239 sidor.

Charles Edquist, *Frihetens Rike i Moderna Tider? Ny teknik i teori, produktion och politik*. Tema T Rapport 17, Linköping 1989. 37 sidor.

Gustaf Forssell, *Östrand. Bygge i kristid*. Pappersindustriarbetarförbundet, avd. 167, Östrand.

Anders L. Johansson, *Tillväxt och klassarbete - en studie av den svenska modellens uppkomst*. Diss, Linköping. Tidens förlag 1989.

Janken Myrdal (red), *Gustaf Perssons liv och arbete. Ur en värmländsk bondedagbok 1809-1833*. Nordiska museet, Stockholm 1988. 84 sidor.

Sverker Sörlin, *Framtidslandet. Debatten om Norrland och naturresurserna under det industriella genombrottet*. Carlsson Bokförlag, Stockholm 1988. 362 sidor.

Peter W. Brooks, *Cierva Autogiros*. Smithsonian Institution Press, 1988. 416 sidor.

Richard P. Hallion, *Test Pilots. The Frontiersmen of Flight*. Smithsonian Institution Press, 1988. 472 sidor.

David A. Hounshell & John Kenly Smith, Jr. *Science and Corporate Strategy. Du Pont R&D, 1902-1980*. Cambridge University Press 1988.

Jack R. Kloppenberg, Jr., *First the Seed. The Political Economy of Plant Biotechnology, 1492-2000*. Cambridge University Press 1988.

Ole Knudsen, *Studier i elektromagnetismens historie*. Diss Aarhus 1989. 203 sider.

Bruno Latour, *Science in Action*. Harvard University Press 1988.

J. Rodney Millard, *The Master Spirit of the Age. Canadian Engineers and the Politics of Professionalism, 1887-1922*. University of Toronto Press 1988. 256 sider.

Daniel Nelson, *American Rubber Workers & Organized Labor, 1900-1941*. Princeton University Press 1988.

Geoffrey Parker, *The Military Revolution. Military Innovation and the West, 1500-1800*. Cambridge University Press 1988.

Harald Penrose, *An Ancient Air. A Biography of John Stringfellow of Chard*. Smithsonian Institution Press 1988. 176 sider.

Wolfgang Schivelbusch, *Disenchanted Night. The Industrialization of Light in the Nineteenth Century*. University of California Press 1988.

Tom Slattery & John Loprieno, *Civilization through Tools. An Enquiry into Human Technology*. Gregory Publishing Co, Wheaton, IL, USA.

George David Smith, *From Monopoly to Competition. The Transformations of Alcoa, 1888-1986*. Cambridge University Press 1988.

Raymond G. Stokes, *Divide and Prosper. The Heirs of I.G. Farben under Allied Authority*. University of California Press 1988.

Fred E. Weich & James R. Hansen, *From the Ground Up. The Autobiography of an Aeronautical Engineer*. Smithsonian Institution Press 1988. 556 sider.

DÆDALUS - ÖVER EN HYLLMETER SVENSK TEKNIKHISTORIA

Med årgång 1988 (rec i *Polhem* 1989 sid 67) påbörjade Tekniska museets årsbok *Dædalus* en ny hyllmeter i biblioteket. För alla som intresserar sig för svensk teknikhistoria är dessa 57 volymer en oskattbar tillgång. Det känns naturligt att först gå till *Dædalus*, när man vill veta vad som kan vara skrivet i ett teknikhistoriskt ämne som gäller Sverige.

I artikeln "*Dædalus* 1931 - 1973. Det som skrevs och de som skrev" (*Dædalus* 1974 sid 87-108) gör Hans Hylander en intressant tillbakablick på de 43 första årgångarna.

Årgångarna 1938 till och med 1977 har kumulativa författarregister; häfter förekommer sådana mer sporadiskt.

Följande register underlättar ett systematiskt utnyttjande av *Dædalus*:

	År	Sid
Engelskspråkigt författarregister: Cumulative Index with short summaries in English, 1931 - 1965	1965	263 - 282
Engelskspråkigt ämnesregister: General Index, 1931 - 1974	1975	179 - 207
Författarregister, 1931 - 1981	1982	191 - 200
Ämnesregister, 1931 - 1981	1982	201 - 223
Register över "Teknikhistoriska notiser" (förf Gunnar Lindmark)	1982	224 - 226

De kompletteras nedan med ett summariskt ämnesregister 1982 - 1988.

ÄMNESREGISTER ÖVER ARTIKLAR I DÆDALUS 1982-1988

Ämnesområde, titel	Författare	År	Sid
<i>Arkitektur, byggt teknik</i>			
Framtiden tillhör handens och hjärnans arbete	Eva Rudberg	1985	11
Rationalisering och samhällsförändring	Hans de Geer	1985	59
Byggandet under mellankrigstiden	Eva Rudberg & Georg Schackne	1985	75
Stockholmsutställningen 1930	Eva Rudberg	1985	99
Formgivna industriprodukter	Eva Rudberg	1985	111
<i>Bergshantering, järn, stål</i>			
Bo Molanders samling av stämplat stångjärn	Bo Molander	1982	121
Oljeborrning i Dalarna	Gösta Berg	1982	163
Dynamitens tillkomst - en teknisk fyrklöver	Sigvard Strandh	1983	83
Från träkol till plasma. Järn- och stålprocesser i Sverige 1960-1982	Jan-Erik Pettersson	1983	123
Avesta Jernverk 1883-1983	Jan-Erik Pettersson	1983	170
Den svenska ferrolegeringsindustrins pionjärskede	Curt Ericsson	1987	75
Innovationen av rostfria stål i Sverige. En åtgärd mot 1920-talets stålkris	Jan-Erik Pettersson	1987	89

Biografier, memoarer

Torsten Althin in memoriam	Svante Lindqvist	1982	10
Sigvard Strandh 1921-1987	Jan Hult	1987	7
Dr Justus Felix alias Mr Martin Ekenberg. Geni, visionär och/eller humbug?	Börje Magnusson	1987	45
Svante Arrhenius som populärvetenskaplig författare	Olov Dahlström	1987	159

Datorer

TRASK - den tredje svenska datorn	Gunnar Pipping	1982	171
Något om de första svenska datamaskinerna	Jörgen Lund	1987	129
Sveriges första numeriskt styrda verktygsmaskin till STM	Michael Lindgren	1987	174

Elkraft (bl a symposium 1984)

Tungt och lätt eller konsten att gå på två ben i starkströmsindustrin. Reflektioner från en studie om ASEA:s historia	Jan Glete	1982	73
Ljus över landet. Elektrifieringen och litteraturen	Lars Furuland	1984	11
Varför har svensk starkströmsindustri blivit högteknologisk? Några synpunkter på starkströmsindustri och industriellt företagande i Sverige under hundra år	Jan Glete	1984	39

Elektrifieringen ur avnämaresynpunkt. Användningsområden och distributionssystem	Sven-Olof Olsson	1984	59
Elektrifieringen av svenska järnvägar	Göran Rönn	1984	87
Striden om de strömmande vattnen	Evert Vedung	1984	105
Alternativ till trefasssystemet på 1800-talet	John Sjövik	1984	163
Elektrifieringen av svenska verkstäder	Bo Sahlholm	1984	179
Konkurrensen mellan elektricitet och gas	Arne Kaijser	1984	193
Kraftverksbyggarna. Arbetsvillkor och levnadsmönster	Barbro Bursell	1984	221
El på landsbygden. Ett ekonomiskt och organisatoriskt problem	Hans Modig	1984	231
Vattenkraftsutbyggnaden i Lule älv. Betydelse för befolkning, försörjning och industrietableringar	Hans-Urban Strand	1984	239
Kraft i samverkan. Österdalälvens utbyggnadshistoria	Sven Rydberg	1984	261
Det riktigt långa perspektivet	Emin Tengström	1984	289
Varför elektrisk belysning? Om pionjärer för elektriskt ljus	Jan Garnert	1988	127
Kjellins induktionsugn - ett industriminne i Gysinge	Jan-Erik Pettersson	1988	174
Trångfors kraftstation - en sekelskiftesmiljö	Jan-Erik Pettersson	1988	178
Museets vindkraftverk	Olov Dahlström	1988	191

Flyg

"En machine att flyga i wädret". Emanuel Swedenborgs förslag till en flygmaskin år 1714	Henry Söderberg	1988	79
Emanuel Swedenborgs manuskript om en flygmaskin. En tolkning av texten med tekniska kommentarer	Birger Holmer	1988	96
Några kommentarer till Emanuel Swedenborgs flygplansprojekt	Hans-Eric Löfkvist	1988	104
Dædalus - trampdrivet flygplan sätter nytt rekord	Fritz Larsson	1988	183

Forskning (symposium 1986)

Att skåda bakåt för att spana framåt	Aant Elzinga	1986	11
Vetenskapsmän och ingenjörer. Kunskapsspridande under antiken	Örjan Wikander	1986	17
En teknikhistorisk återblick	Sigvard Strandh	1986	29
Carl Linde som teknikens institutionsbyggare	Mikael Hård	1986	61
Kontor, institut och akademi	Bosse Sundin	1986	71
Bernalism och forskningsorganisation	Thorsten Nybom	1986	83
Energi, politik och FoU efter andra världskriget	Stefan Lindström	1986	95
Hur kan teknisk forskning påverkas av statlig forskningspolitik?	Hans Glimell	1986	107
Högteknologisk utveckling och nationella FoU-system	Anders Granberg	1986	119

'Demand pull' och 'Technology push'. Kring sjöförsvaret 1850-1950	Jan Glete	1986	135
System 37 Viggen - vapenteknisk forskning inom industrin	Ingemar Dörfer	1986	147
Vetenskapen i försvarets tjänst	Wilhelm Agrell	1986	157
Entreprenorene som ble borte	Olav Wicken	1986	167
Fra forskning til industri	John Peter Collett	1986	181
Molekylærteknikk og mikro-kretser	Håkon With Andersen	1986	193

Fysik

Elektronmikroskopet fyller 50 år	Gunnar Pipping	1982	173
Datortomografin 10 år	Eric Dyring	1983	175
Strålning	Erik Lundblad & Stellan E Löfdahl	1987	149
Om konsten att göra diamanter	Erik Lundblad	1988	60

Industrihistoria

Företagsmonografiernas förmedling av teknikhistoria	Jan-Erik Pettersson	1982	131
Häfla Bruk 300 år	Jan-Erik Pettersson	1982	165
Primus-Sievert 100 år	Åke Norrgård & Jan-Erik Pettersson	1982	168
Verkstadsindustri på Kungsholmen	Bo Sahlholm	1983	113
Billerud 100 år	Jan-Erik Pettersson	1983	165

Stockholms vapenfabrik	Bo Sahlholm	1987	65
Svensk Celluloidindustri AB - den första termoplastfabriken i Sverige	Michael Lindgren	1987	103
Karvstocken från Wikmanshytte bruk	Axel Grandell	1987	143
Gummiindustrins framväxt i Sverige	Folke Millqvist	1988	109
Stora Kopparberg 700 år	Sven Rydberg	1988	155
Älvdalens Porfyrverk 200 år	Inga-Britta Sandqvist	1988	171

Motorer

Sagan om gasturbinen	Ingvar Jung	1982	89
Tillverkare av marina tändkule- motorer i Sverige	Yngve Rollof	1982	149
Strövtåg genom Gustaf de Laval's skissböcker	Carl-Göran Nilson	1983	97
Två gasmotorer	Kerstin Westerlund	1983	168
John Ericsson och hans Caloric- maskiner	Carl-Göran Nilson	1987	31
Motor AB Pythagoras - ett levande, arbetande industrimuseum	Anna Zetterström	1988	165

Museer

Barn och teknik	Jan-Erik Wikström	1982	13
Se Dig inte om. Arbetarrörelsen och museerna - en perspektivskiss	Erik Hofrén	1982	17

Det flygande symposiet	Svante Lindqvist & Per Sörbom	1982	31
Teknikhistoria som forsknings- område. A propos en ny natio- nalkommitté	Sven Rydberg	1982	35
De nya museerna	Christian Laine	1985	123
Tekniska Museet och dess föregångare	Marie Nisser	1985	149
Deutsches Museum, Tekniska Museet och bilden av Polhem	Svante Lindqvist	1985	165
Tekniska Museets byggnad och dess tillkomsthistoria	Tomas Mjöberg	1985	175
Tekniska museer i Paris - rapport från en studieresa	Katarina Ek-Nilsson	1988	187
Museets bilsamling utökad	Jan-Erik Pettersson	1988	193

Pappersteknik, grafisk teknik

De första boktryckarna - konst- hantverkare eller storföretagare?	Per Soldan Ridderstad	1983	7
Boktryckaren Henrik Fougt stilgjuteri 1775-1782	Sten G Lindberg	1983	17
Bröderna Rosenlöfs tryckeri	Åsa Nilsson	1983	41
Den grafiska branschen och datorena	Eric Dyring	1983	51
Ösjöfors handpappersbruk	Helene Sjunnesson	1987	169

Teknik i hemmet

Josefin och teknologin. Teknik och teknikutveckling sedda genom symaskinens nålsöga	Louise Waldén	1983	65
Kvinnornas riddare. Hushållstek- niken som befriare eller erövrare	Jan-Erik Hagberg	1987	11

Teknik och arbete

Hamnarbetarna och ordningen	Anders Björklund	1983	153
Kvinnoarbete och rationalisering. Gustavsbergs porslinsfabrik under mellankrigstiden	Ulla Wikander	1988	9
På världsmarknadens villkor - och smedjans. Teknisk förändring vid Stocka sågverk under 1800- talet	Alf Johansson	1988	22
Från nitning till svetsning. Hur ett tekniskifte förändrade ar- betet inom verkstadsindustrin	Maths Isacson	1988	46

Teleteknik

Några glimtar från automattele- fonins pionjärtid	Walter Broberg	1982	53
Sveriges första automatiska telefonväxel 100 år	Gösta Thames	1983	141
Teatrofonen - stereofonisk musik per telefon	Karl Väinö Tahvanainen	1987	115
Telemuseum 50 år 1987	Lennart Steen	1987	172
Unifonen - en "enstycks" tele- fon enligt beskrivning 1944	Nils Nordin	1988	143

Övrigt

Experiment, teknikhistoria och ingenjörens födelse	Boel Berner	1982	39
Förhistorisk vardagsteknik - en förbisedd erfarenhetsbank	Tomas Johansson	1982	109

Författare i detta häfte

Jan Hult, tekn dr

Centrum för teknikhistoria, Chalmers Tekniska Högskola
412 96 GÖTEBORG

Svante Lindqvist, fil dr

Professor, Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria
Kungl Tekniska Högskolan
100 44 STOCKHOLM

Lennart Olausson, fil dr

Docent, Institutionen för idé- och lärdomshistoria,
Göteborgs Universitet
412 98 GÖTEBORG

Maria Thilander, tekn lic

Institutionen för industriell organisation och ekonomi
Chalmers Tekniska Högskola
412 96 GÖTEBORG

Redaktionen

Polhem publicerar uppsatser, recensioner, notiser och andra inlägg i teknikhistoriska ämnen.

Bidrag mottas på svenska, norska, danska eller engelska. I undantagsfall kan bidrag på tyska eller franska accepteras.

Maximalt omfång för uppsatser är 35 sidor. Debattartiklar mottas med intresse. Skriv kort, en à två sidor. Korta presentationer av teknikhistoriska kurser, konferenser, utställningar m.m. är också välkomna.

Författaranvisningar

Manuskript insänds i ett exemplar. Manuskriptblad för direkt offsettryck kan beställas från redaktionen (Centrum för teknikhistoria, CTHB, 412 96 GÖTEBORG).

Noter numreras löpande: 1, 2, 3, ... Text för sig och noter för sig.

Litteraturreferenser uppställs enligt Historisk Tidskrift.

Illustrationer är välkomna, dock helst ej fotografier. Alla illustrationer och tabeller skall förses med förklarande text. Måttenheter bör anges i SI-systemet.

Manuskript kan sändas till endera av följande medlemmar av redaktionen:

Jan Hult, Centrum för teknikhistoria, CTHB, 412 96 GÖTEBORG

Svante Lindqvist, Avdelningen för teknik- och vetenskaps-
historia, KTHB, 100 44 STOCKHOLM

