

KOSMOS

FYSIK OCH MÄNNISKAN

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDETS ÅRSBOK 2024



NYTTIG FYSIK GENOM HISTORIEN

© KARL GRANDIN



Artikeln publiceras under Creative Commons-licensen CC BY-NC-SA 4.0
För bildmaterial med källhänvisning gäller samma upphovsrättsliga regler som för källan.

f SVENSKA
FYSIKER
SAMFUNDET



Karl Grandin

är föreståndare för Kungl. Vetenskapsakademiens Centrum för vetenskapshistoria. Han är civilingenjör i teknisk fysik och Fil. Dr. i idé- och lärdomshistoria från Uppsala universitet. Han är bland annat rådgivare till Niels Bohr-arkivet i Köpenhamn och till Enrico Fermi-museet i Rom, och han har olika fysikhistoriska uppdrag åt Europeiska fysikersamfundet.

Vilken nytta gör vetenskap i allmänhet, och fysik i synnerhet, för människan? Hur har synen på detta utvecklats under de senaste seklen, och hur ser det ut idag? Om detta skriver Karl Grandin i årets Kosmos. Vi får exempel från 1700- och 1800-tal, och resan fortsätter till våra egna tider.

Bilden: Vetenskapsakademiens Nobellaffischer sprids över hela världen. 2014 illustrerades den prisbelönta och nyttiga uppfinningen av blå ljusdioder. Foto: Per Myrehed. (Med tillstånd av KVA/CVH.)

Nyttig fysik genom historien

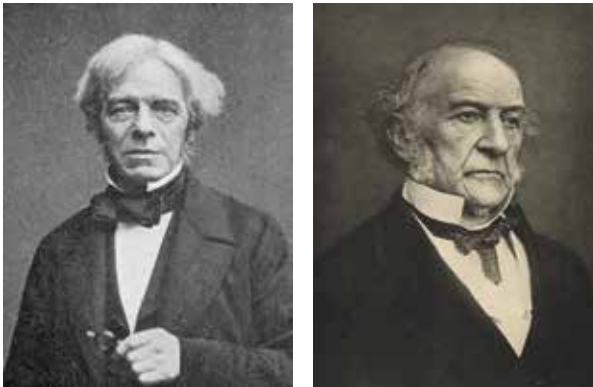
Mycket i vår moderna civilisation baseras på upptäckter och insikter i fysik. Mycket av det vi håller för nyttigt har också på olika sätt sin upprinnelse i fysik, direkt eller indirekt. Men hur har man genom historien argumenterat för fysik innan samtiden blev full av modern teknik baserad på fysik? Fysikhistorien rymmer således inte bara exempel på hur fysik kommit till nytta, utan även intressanta argument för varför fysik ansetts nyttigt.

Att fysikkunskaper är nyttiga har inte alltid varit uppenbart. Sambanden var och är komplexa och vad man menat med nytta har varit olika. Vi kan till exempel konstatera att mänskligheten kunde åstadkomma en hel del saker utan regelrätta fysikkunskaper. Det gick att bygga båtar som kunde segla över haven långt innan man helt kunde förstå strömningslära eller hade tillgång till GPS-system för att navigera. Det gick att göra metallföremål utan att kunna dislokationsteori eller ha tillgång till elektronmikroskop. På medeltiden kunde man skicka meddelanden från påven i Rom till en biskop i Skara utan tillgång till internet. Så hur har regelrätta insikter i fysik åstadkommit nytta för mänskligheten genom historien och hur argumenterade man för att fysik bidrog till nyttan i olika tider?

Elektromagnetisk skatt?

Ett återkommande — föregivet — historiskt citat många gillat och använt sig av genom åren skulle ha yttrats av den engelske fysikern Michael Faraday (1791–1867) på en fråga från den engelske politikern, William Gladstone (1809–1898) om vad det alls var för nytta med Faradays elektromagnetiska apparater (se figur 1). Faraday skall då ha svarat: *”Därför att det är mycket troligt att Ni en dag kommer kunna beskatta dem.”* Hur gärna vi än vill att politi-

kern verkligen gavs ett så slagkraftigt svar, finns det tyvärr inget som tyder på att Faraday faktiskt sagt något sådant till Gladstone. Ingenstans i samtida dokument finns några tecken på att det skulle ha yttrats. Det dyker först upp i en bok 1899 om Gladstones politiska gärning, där det inte heller sägs att det är fråga om elektromagnetism, vilket andra senare antagit. Likaså brukar det refereras som att Gladstone i egenskap av premiärminister skulle ha ställt frågan, men det är definitivt inte möjligt, då han blev premiärminister först året efter Faraday dött.



Figur 1: *Michael Faraday och William Ewart Gladstone (Wikimedia Commons: public domain).*

Vad är det då för poäng med att skjuta ett så pass bra och ofta nyttjat citat i sank? Poängen skulle här vara för att ställa frågan varför detta apokryfiska citat kunnat tjäna så många syften genom åren? Ett exempel bland många: vid World Economic Forums möte i Davos 2011 inledde CERN:s dåvarande generaldirektör, Rolf Heuer (1948–), sitt anförande, med: ”*One day, Sir, you may tax it ...*” och fortsatte med att påstå att det var Faradays svar på Gladstones kommentar om vad nyttan av hans grundforskning om elektricitet var. Sedan fortsatte Heuer med att referera till ett förmodat samband mellan grundforskning och tillämpad forskning, vad som brukar kallas den linjära modellen — det vill säga att grundforskning leder till tillämpad forskning, som leder till industriellt utvecklingsarbete och nya, nyttiga, produkter och tjänster. Heuer skriver vidare att Faraday även menade att det behövdes tillämpad forskning, det räckte inte med grundforskning: ”*basic science drives innovation*” men även att ”*applied science fuels basic research*”.

Den linjära modellen kompletteras således här med den omvända riktningen. Detta är mycket rimliga antaganden och det är även befogat att en företrädare för CERN, där fysikforskningen krävt enormt tekniskt utvecklingsarbete för att flytta fram forskningsfronten genom åren, formulerar det på så vis.

Nyttan

Hur har då synen på vilket sätt fysik genererar nytta sett ut genom historien? Hur och med vilka exempel har man i olika tider motiverat fysiksatsningar? Fysik på det sätt som vi förstår den började formuleras under den vetenskapliga revolutionen. Den inledde en utveckling där under 1600- och 1700-talen värme, elektricitet och optik närmare undersöktes. Jämfört med den tidigare skolastikens syn på kunskap baserad på förnuft (eller teoretiska studier) var det framför allt frågan om mer empiriska undersökningar. Utvecklingen fortsatte och från 1800-talet känner vi igen kategorier och begrepp som vi alltjämt använder oss av: värme, ljus, elektricitet, ljud och magnetism liksom mekanik grundat på fysikaliska principer. Seklet såg stora genombrott inom elektromagnetismen, men även och väl så viktigt genom organiserandet av fysiken, med institutioner och särskilda laboratorier. Mot slutet av 1800-talet menade till och med några att arbetet i fysiken snart var klart och att det bara gällde att mäta med ytterligare någon decimals noggrannhet.

När man försökte förena termodynamiken med elektromagnetismen gav det dock vid handen att svartkroppsstrålningen vid korta våglängder skulle medföra obegränsade energier — den så kallade ultravioletta katastrofen. Inget försök att lösa detta problem lyckades förrän Max Planck (1858–1947) med sin hypotes om att energin var kvantiserad formulerade en strålningslag som löste det ”katastrofala” problemet och detta blev inledningen till kvantfysiken. Plancks hypotes om kvantifiering skulle tillsammans med upptäckterna av röntgenstrålarna och radioaktiviteten revolutionera fysiken — från den klassiska fysiken till den moderna.

Men åter till den vetenskapliga revolutionen. Det vi främst brukar associera med denna är de astronomiska insatserna av sådana som Kopernikus, Brahe, Kepler och Galileo, via vilka synen på vårt solsystem radikalt förändrades. En viktig förutsättning var utvecklingen av optiska teleskop utifrån vad som först gick under benämningen ”spionglas”, det vill säga det var från början närmast fråga om ett militärt bruk, en militär nytta.

Nyttan i England

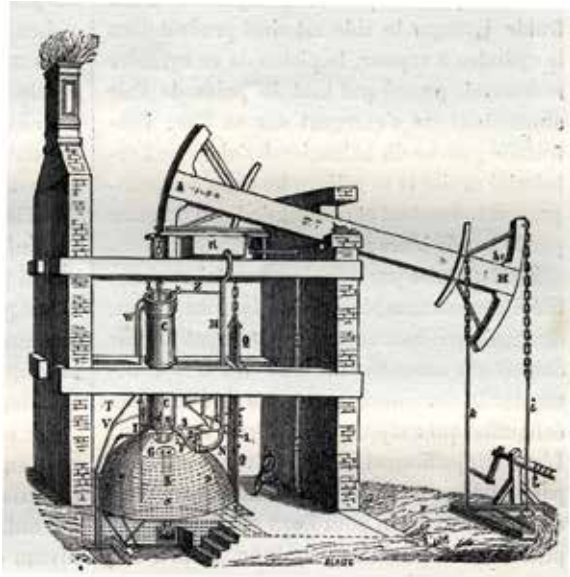
Från 1600–1700-talen brukar Francis Bacon (1561–1626) och Isaac Newtons (1642–1727) olika motiveringar för fysik nämnas (se Figur 2). Bacon lyfte fram empirin och nyttan med naturvetenskap vilket redogörs för i hans bok *Det nya Atlantis* (postumt utgiven 1626, sv 1979). I boken beskrivs en utopi baserat på en forskningsinstitution, Salomos hus, utrustad med laboratorier, trädgårdar och museer, där det görs experiment som tolkas teoretiskt och som man söker praktiska tillämpningar för; en vetenskapsfilosofi vi känner igen. Newton däremot sökte kunskap för dess egen skull och var mer teoretisk. I sin bok *Naturfilosofins matematiska principer* (1687), ofta refererat till som *Principian*, förklarar Newton rörelse- och gravitationslagarna. Det vill säga, det gick att beskriva allt som sker ur dessa lagar, vilket förvisso kan användas för nyttiga ändamål, men i Newtons text uppehöll han sig vid grundläggande frågor om massa, rörelsemängd, och så vidare.



Figur 2: Francis Bacon och Isaac Newton (Porträtt: Paul van Somer I resp. Godfrey Kneller; Wikimedia Commons: public domain).

Under lång tid hade människor använt sig av vattenhjul och väderkvarnar som energikällor. I början av 1700-talet konstruerades de första ångmaskinerna som kunde byggas där kraften behövdes. Thomas Newcomens (1664–1729) ångmaskin från 1712 (se figur 3) inspirerade till att ersätta uppfodringsverk drivna av hästar vid gruvor till exempel. Det var fortfarande så att denna utveckling inte skedde i några fysiklaboratorier, men väl så viktigt var att intresset för att förbättra dessa tekniker efterhand kom att resultera i fysikaliska undersökningar och utveckling av termo-

dynamisk kunskap. Ångkraften kom att driva industrialiseringen först i England och därifrån runt hela världen. Den allt snabbare industrialiseringen ställde i sin tur krav på standardisering och kvalificerad metrologi, vilka bägge krävde fysikkunskaper.



Figur 3: Newcomens ångmaskin (Louis Figuer, *Merveilles de la science*, 1868).

1800-talet såg en successiv utveckling utifrån elektromagnetiska insikter och tillämpningar. Det kunde gälla tillämpningar vad det gällde telegrafi, trådbunden och efterhand trådlös sådan. Ofta var möjliga tillämpningar inte uppenbara ens för upptäckarna själva. Ett exempel ska ha varit när en student frågade Heinrich Hertz (1857–1894) om vad dennes upptäckt av radiovågor kunde användas till varpå han ska ha svarat: ”*Ingenting, antar jag*”. Möjligt ytterligare ett apokryfiskt citat, men — som vi råkar veta i efterhand — radiovågorna kan användas till en hel del.

Detta liksom utvecklingen av vakuumteknik möjliggjorde flera genombrott i fysiken decennierna runt år 1900. Det gällde upptäckterna av röntgenstrålarna och radioaktiviteten, liksom även undersökningar av sådant som fotoelektriska effekten och flytande kristaller. Allt detta har fått tillämpningar långt senare.

Nyttan i Sverige

I det frihetstida Sverige dominerade en politisk idé som brukar benämnas utilism, vilken betonade nyttan som skulle vägleda all strävan i landet och därmed även styra vetenskapligt arbete. Naturkunnigheten motiverades av dess löften om nyttiga utfall. Dessutom var nyttoinriktningen naturligt religiöst grundad. Det fanns inget motsatsförhållande mellan vetenskap och gudstro, och nyttotanken utgjorde en gemensam ståndpunkt. En viktig institution som kan symbolisera utilismen är Vetenskapsakademien i Stockholm, som grundades 1739 (se figur 4). Om detta har en vetenskapshistoriker skrivit: *”Den retorik angående i synnerhet naturvetenskapens samhällsnytta och ständiga framsteg som grundlades då [Vetenskapsakademien stiftades] har aldrig blivit omodern utan har förblivit en del av forskningens genetiska kod.”* Det låter som att Vetenskapsakademien vore en lämplig institution att studera denna tid om vad som där sades om fysikens nytta.



Figur 4: *Gubben som gräver är symbolen för Vetenskapsakademien — vetenskapens frukter skördas av efterkommande (med tillstånd av Kungl. Vetenskapsakademien).*

När Akademien grundades 1739 var en första självklar ambition att ge ut en vetenskaplig tidskrift. Man hade då att hantera den rådande censuren och få tillstånd för utgivningen. Anders Johan von Höpken (1712–1789) sade att *”Academiens påsyftade ögnamärcke [är att vilja] låta utgå nya rön och påfund uti Physiquen, Mechaniquen, Mathematiquen och flere dylika vetenskaper, som lända til Oeconomiens uphielpande i landet.”* Med löftet om ekonomisk nytta fick Vetenskapsakademien tillstånd att trycka sin tidskrift och de behövde inte bekymra sig om censuren.

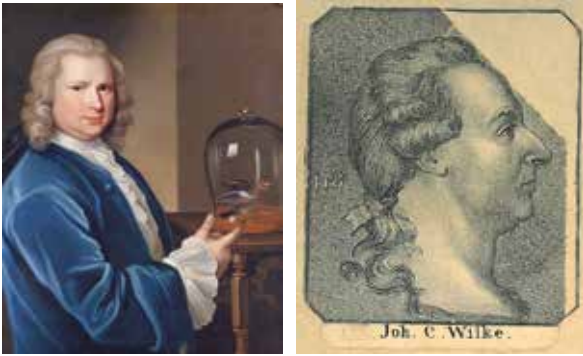
Den 24 oktober 1752 höll fysikern och fortifikationsofficeren Sven Benjamin Ljungquist (1717–1763) ett presidietal i Vetenskapsakademien, där han valde att prata om naturkunnighetens upphjälpande och nytta, med fokus på experimentalfysiken. Till sammans med Mårten Triewald (1691–1747) höll han vid Fortifikationskontoret föreläsningar i experimentell fysik. Han gjorde även åtskilliga nyttiga uppfinningar — en god företrädare för fysiken i Sverige denna tid således. I sitt tal slog han fast att: *”Nytan bör alltid äga företrädet för nöjet.”* Astronomen Pehr Wargentin (1717–1783) höll ett svarstal där han sade:

”Nu har Vetenskapen ändteligen fått annat utseende, sedan Rön och försök börjat anses för des endaste giltiga grund-pelare, som af Matematiken uplyste, hyfsade och befastade, föra ljus, öfvertygelse och nytta med sig allestädes, så uti andra Vetenskaper, som uti allmänna lefvernet.”

Att naturvetenskapen, särskilt fysiken, med hjälp av experiment och av matematiska modeller gjorde framsteg och vägledde andra vetenskaper och allmännare verksamheter var budskapet — den bringade nytta! För sådana framsteg krävdes emellertid goda vetenskapliga instrument, vilka inte alltid fanns tillgängliga i Sverige, fortsatte Ljungquist, men även bokliga studier av Euklides och Muschenbroeks skrifter skulle göra större nytta om de sattes i händerna på eleverna, än de grammatikor och annat de hade i skolorna på den tiden. Då skulle *”ej Landet vara upfyllt med så många näringslösa och gamla oskickliga studerande personer, hvilka när de ej kunna få någon beställning vid församlingar eller Scholor, förnöta sin tid i all enslighet och elände, utan något särdeles göromål”*. Det låter nästan som nutida diskussioner om nyttan med olika universitetsutbildningar.

Lektor i experimentalfysik

Efter att ha gjort sig en förmögenhet genom Ostindiska kompaniet donerade Sebastian Tham (1666–1729) en större summa pengar (30 000 daler kopparmynt) till ett återupprättande av det *Collegium Illustre* som tidigare funnits vid Riddarhuset. Det dröjde, men Triewald som varit i London och där inspirerats av de offentliga föreläsningar som hölls på Royal Society, kom själv att föreläsa på Riddarhuset med hjälp av i England inköpta instrument. Ett *laboratorium mechanicum* inrättades härmed på Riddarhuset och lite

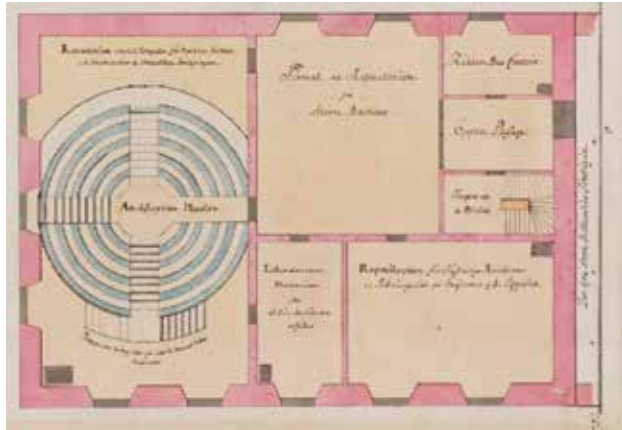


Figur 5: Mårten Triewald och Johan Carl Wilcke (med tillstånd av Kungl. Vetenskapsakademien).

senare blev Triewald en av stiftarna av Vetenskapsakademien. Tanken låg därmed nära till hands att den nyblivna Akademien skulle kunna komma ifråga för de Thamiska medlen. Det tog viss tid, men 1746 kunde räntan betala en årlig ersättning för en skicklig och lärd man att hålla föreläsningar på Riddarhuset. Tanken var att adelsynglingar inte skulle behöva ligga vid universiteten i onödan utan skulle delges koncentrerade nyttiga kunskaper. Från början var det Vetenskapsakademiens ständige sekreterare som höll dessa föreläsningar onsdagar klockan tre om eftermiddagen i Riddarhusets *Auditorium Illustre* (se figur 6).

Ämnena var naturkunnighet och matematik. Särskilt skulle den praktiska nyttan poängteras, vilket ju var den allomfattande anda som präglade allt tänkande under denna period. Pehr Elvius (1710–1749) höll dessa föreläsningar, men de var mest teoretiska övningar och innehöll inte några populära experiment, som hade varit Triewalds framgångsrika modell, och antalet åhörare minskade eftersom. Efter några år kom man istället att anställa Carl Johan Wilcke (1732–1796) som så kallad Thamisk lektor i experimentalfysik 1759 (se figur 5). Hans första föreläsning var av lärdomshistorisk natur, men sedan följde föreläsningar med hjälp av instrument och förevisningar av experiment och åhörarna återvände. Wilcke skrev själv att: ”*Man är alltid viss på. At ju flera Försök och Instrumenter uti föreläsningar framvisas, ju flera Åhörare och åskådare infinna sig ock därvid.*” Triewald fick här en fullgod efterföljare och introduktör till experimentalfysiken i Sverige.

Wilcke höll tre föreläsningar per vecka. Han var mest intres-



Figur 6: Auditorium Illustré på Riddarhuset där föreläsningar i experimental fysik hölls (med tillstånd av Kungl. Vetenskapsakademien).

serad av elektricitetens natur, men han höll även mer allmänna föredrag och ett sådant låter oss förstå något om hur man motiverade nyttan med experimental fysik denna tid. 1761 inledde han den höstens föreläsningar med ett ”Tal, om naturkunnighetens nytta, behaglighet och uphielpande”, som trycktes året därpå (se figur 7).

I sitt tal poängterade Wilcke inte bara nyttan utan ännu mera nöjet med att ägna sig åt vetenskaper, något som gick stick i stäv med Ljungquists åsikt ovan. ”Så länge Naturkunnigheten såsom en vetenskap varit känd, hafva alltid, vidsträckt Nyttan, verkeligt Nöje och behaglighet, varit dess beröm och föjeslagare.” Särskilt fysiken gav de grunder som övriga områden av naturvetenskaper behövde. Wilcke resonerade även om fysiken inte alltid gav direkt nytta, så levererade den grunder för andra vetenskaper och verksamheter. Inte bara de som bedrev fysik hade nytta och nöje av det, utan ”hela Samhället vinner ock märkeligen Magt och Välmåga, då hon får rådrum, at styra och handleda alla de practiska värf, hvilkas Kunskap endast beror på de grunder, hon lägger”. Men utöver nyttan poängterade Wilcke glädjen man består när man bedriver fysikaliska experiment, då har man alltid tidsfördriv, vilket kanske var ett vägvinnande argument för adelsynglingarna i publiken? Wilcke menade även att det vore: ”önskeligt, at våra Fruntimmer ville tagga del uti de oskyldiga Nöjen, de skulle därpå förspörja mångfaldiga

förmåner”, likt en madame Chatelet, ”at den skönare delen af Män- niskoslägtet härutinnan icke allenast kan lära, utan ock skrifva och underrätta andra”. Enligt Wilcke fanns det även religiösa motiv för att bedriva naturvetenskaplig forskning. Han blev även mer speci- fik om vad fysik var nyttigt för. Det gällde kemin som inte klarade sig utan de mer grundläggande fysikaliska insikterna, astronomin observerades genom fysikens tuber och naturalhistorien brukade barometrar och termometrar. Ännu mera gällde det mekaniken som helt grundades på fysikens insikter och vad vore seglatser ut- an hjälp av magneter i kompasser?



Figur 7: Wilckes tal om Naturkunnighetens nytta (med tillstånd av Kungl. Vetenskapsakademien).

Problemet var dock att experimentalfysiken inte hade någon ordentlig hemvist, enligt Wilcke. Astronomin hade kostliga obser- vatorier, kemin väl inrättade laboratorier, botaniken och natural- historien vårdades på slott och i trädgårdar, mekaniken hade mo- dellkamrar och medicinen sköttes med den ömmaste vårdnad. Wilcke visste nyttan av att ha goda instrument att tillgå för att kun- na bedriva både undersökningar och för att locka åhörare och ta- lade sig varm för att det är av stor allmän nytta att ha en sådan samling: ”Denna samling af Physicaliska Instrumenter kan vid et rätt bruk och nyttjande, blifva en pärla och gullgrufva för et helt Ri- ke.” För att få fram goda instrument krävdes duktiga instrument-

makare, och där var Sverige en för liten marknad för att en sådan skulle kunna utvecklas till en skicklig hantverkare. Wilcke uppmanade därför sina (välbeställda) åhörare att skaffa egna samlingar av instrument, så kanske den saken kunde bättras? Den ”*Naturliga böjelsen vår Nation har til alla Practiska upfinningar, Rön och Försök, skulle snart uplifvas, och sätta våra Konstnärer i arbete.*” Men trots svårigheterna kom Vetenskapsakademiens instrumentsamling allt eftersom att innehålla många fina nummer, såsom leidentflaskor, elektricitetsmaskiner, elektrometrar, en galvanisk stapel, en elektrofor, magneter, kompasser, en fallmaskin, luftpumpar, olika mikroskop, lantmäteriinstrument, barometrar, eudiometrar, hygrometrar och termometrar, samt glober med mera. Eller som en historiker uttrycker det: ”*Akademiens hela 1700-talshistoria avspeglas i det fysiska kabinetts bestånd av apparater och instrument till de exakta vetenskapernas förkovran.*”

Vad det gäller den på 1700-talet så populära elektriciteten som var så efterfrågad i salongerna, där deltagarna kunde ges stötar från leidentflaskor eller elektricitetsmaskiner, var det länge mycket av enbart ett spektakel. En första välkänd nytta från 1700-talet var Benjamin Franklins (1706–1790) experiment med en drake under ett åskväder, där blixterna befanns vara av elektrisk natur och föranledde amerikanen till idén om åskledare (se figur 8). En nyttig sak på det hela, om än det även fanns motstånd i tiden emot detta eftersom det hindrade den dömande gudens avsikter.

Att Wilcke som var fysiker drog en lans för just fysikens nytta är kanske inte att förvåna, men även andra ledamöter i Akademien tillstyrkte. Linné skrev att all ekonomi byggs på två pelare: fysiken och naturkunnigheten.

Vetenskapsakademien var inte ensam om att från början ha fungerat främst som en ”hushållningsakademi”, det vill säga att den främst hade ett ekonomiskt syfte, där nyttan varit dess huvudsakliga intresse under frihetstiden: samhällsnyttan var prio ett. Detta ändrades mot slutet av 1700-talet och man blev successivt mer specialiserad och vetenskaplig, liksom flera andra utländska vetenskapsakademier.

Av samma anledning skulle Vetenskapsakademiens instrumentsamling komma att göra mindre nytta efter Wilcke och hans efterträdarens tid. Nyttan kom istället att formuleras på andra sätt. Under en allteftersom nymornad industrialisering i Sverige kom det Thamiska lektoratet 1809 att omvandlas till en teknologisk pro-



Figur 8: Benjamin Franklin och åskledaren (Gravyr: Le Roy C. Cooley; Wikimedia Commons: public domain).

fessur, som emellertid vid mitten av 1800-talet återigen kom att bli en professur i fysik vid Vetenskapsakademien.

Elektromagnetismen

Ett avgörande experiment som helt har förändrat vår tillvaro är förstas Hans Christian Ørstedts (1777–1851) upptäckt av sambandet mellan elektricitet och magnetism år 1820. Efter att ha låtit meddela dessa rön sattes intensiva forskningar igång runt om hela Europa.

Redan i allra första årgången av Jacob Berzelius (1789–1848) *Årsberättelser om vetenskapernas framsteg* 1821, skrev han om Ørstedts upptäckt från sommaren innan. I senare årsberättelser kunde svenska läsare även läsa Berzelius rapporter om Faradays arbeten med elektromagnetism. Här gjordes skillnad på ”magneto-elektriska” fenomen och de ”elektro-magnetiska”, liksom om så kallad ”rotations-magnetism” och att man kunde tala om en ”elektrisk machin”. Tre år senare redogjordes för flera olika försök att ”använda den elektromagnetiska kraften såsom rörelsekraft”. Det skulle kräva omfattande och varjehanda utvecklingsarbeten och ytterli-

gare fysikaliska upptäckter innan ”rörelsekrafterna” blev allmänt tillgängliga och elektriskt förmedlade.

Något förenklat kan man säga att man under 1800-talets första hälft antingen såg på teknologi som systematiskt praktiskt vetande eller som något som borde baseras på naturvetenskaplig kunskap. Mot mitten av seklet vann den andra synen allt mer företräde. Den självklara nyttan med teknologin kom därmed att ses som ett resultat av den alltmer specialiserade vetenskapen, det vill säga det som förstås med den linjära modellen.

Mänsklighetens nytta

I Alfred Nobels (1833–1896) testamente står att Nobelpriserna ska: *”ärligen utdelas som prisbelöning åt dem, som under det förlupne året hafva gjort mänskligheten den största nytta”*. Så då borde alla Nobelpris i fysik ha givit mänskligheten stor nytta. Vad det gäller fysikpriset skall det gå till: *”den som inom fysikens område har gjort den viktigaste upptäckt eller uppfinning”*. Vi kan, bortsett från några undantag, konstatera att nästan alla Nobelpris i fysik har gått till vad som måste kategoriseras som upptäckter snarare än uppfinningar, det vill säga till grundforskning snarare än till tillämpad forskning. Till undantagen kan nämnas Guglielmo Marconis (1874–1937) delade pris *”som ett erkännande av deras förtjänster om den trådlösa telegrafins utveckling”*, Gustaf Daléns (1869–1937) för *”hans uppfinningar av självreglerande regulatorer att i kombination med gasaccumulatorer användas till belysning av fyrar och lysbojar”* och Charles Edouard Guillaumes (1861–1938) pris *”såsom ett erkännande av den förtjänst han genom upptäckten av nickelstållegeringarnas anomalier inlagt om precisionsfysiken”*, för att ta några tidiga exempel.

Redan Wilcke hade motiverat att medicinen behövde fysikalisk kunskap för att förstå hur människokroppen fungerade, och sådana argument lever förstås in i vår tid. I brev mellan fysikprofessorn Torsten Gustafsson (1904–1987) och statsminister Tage Erlander (1901–1985) på 1950-talet poängterade den förre vikten av en svensk satsning på kärnfysikalisk forskning, som inte bara skulle bygga upp kompetensen för svensk kärnkraft, utan även medge tillverkning av radioisotoper för medicinskt bruk. Rolf Heuer, som nämns ovan, anförde liknande argument med exempel som PET scanners och MRI bland annat.

Nationella nyttor på 1900-talet

1900-talet blev ett sekel där nyttan alltså hölls i högsätet, men där fysikalisk grundforskning alltmer gavs större mandat. Det har förvisso funnits ett ganska otäckt inslag från de nazistiska fysikerna Philipp Lenard (1862–1947) och Johannes Stark (1874–1957), båda Nobelpristagare i fysik, vilka hävdade att kvantmekaniken och relativitetsteorierna var ”judiska påfund” utan någon praktisk nytta. De förordade i stället en nyttoinriktad experimentell fysik såsom varandes mer tysk och därmed önskvärd.

Vannevar Bush (1890–1974) skrev 1945 en rapport till USA:s president utgående från krigsårens erfarenheter av utvecklingen av radar och Manhattanprojektet och menade att det behövdes större stöd för grundvetenskaperna.

”Today, it is truer than ever that basic research is the pacesetter of technological progress. In the nineteenth century, Yankee mechanical ingenuity, building largely upon the basic discoveries of European scientists, could greatly advance the technical arts. Now the situation is different. A nation which depends upon others for its new basic scientific knowledge will be slow in its industrial progress and weak in its competitive position in world trade, regardless of its mechanical skill.”

I en senare diskussion i USA på slutet av 1960-talet ställdes två olika synsätt mot varandra. Försvarsdepartementets utredning *Hindsight* hävdade att för de undersökta militära utvecklingsprojekten hade grundforskning inte bidragit alls. Dessa resultat förargade flera forskare och en undersökning beställd av *National Science Foundation*, med akronymnamnet *TRACES*, hävdade i stället samma resonemang som Vannevar Bush fört tjugo år tidigare. Så radikalt olika syn på den möjliga nyttan fanns.

Vilken fysik?

Jan S. Nilsson (1932–2010) skrev i *Göteborgs Handels- och Sjöfartstidning* 31 mars 1966 om behovet av en väl fungerande forskningspolitik: ”Som grundvetenskap utövar fysiken ett omedelbart inflytande på teknikens utveckling. Fysiken ligger således till grund för framåtskridandet.” Det var klart besked. Ge bara fysikerna resurser så kommer framåtskridandet! I den fortsatta debatten om den svenska forskningspolitiken på 1960-talet tog många till orda.

Den 28 april samma år skrevade emellertid Riksbankschefen Per Åsbrink (1912–1994), med en text i *Dagens Nyheter* ner de orimliga (?) förväntningarna på forskningen: ”Forskningen skall uträtta allt, lösa alla problem, visa vägen i alla svårigheter och undanskaffa hinder på alla områden.” Han fortsatte: ”Men det är också sant att i förväg har man aldrig annat än på sin höjd grovt sannolikhetsmässigt vetat ett dugg om vare sig det praktiska, ’nyttiga’, ekonomiska eller ens vetenskapliga resultaten av de enskilda forskningsansträngningarna.”

I Sverige gjordes särskilt stora satsningar genom Atomkommittén och dess efterföljare. Efterhand kom kritik mot att det satsades allt för mycket på kärnfysiken och att andra områden borde ges större resurser. Till exempel gällde det fasta tillståndets fysik, som var proportionerligt underdimensionerat om man jämförde med USA. Satsningarna på det svenska nationella atomenergi-programmet hade styrt mycket resurser till kärnfysiken, men allteftersom tillämpningarna började anas dök materialfysikaliska och fasta tillståndet-problem upp som behövde lösas. Atomforskningsrådet och det naturvetenskapliga forskningsrådet ordnade 24 november 1966 en gemensam konferens på Wenner-Gren Center om fysiken, där representanter för samtliga svenska fysikinstitutioner debatterade. Ett par dagar innan konferensen spekulerade Sigward Nilsson (1927–) om läget för svensk fysik inför det annalkande 1970-talet. Frågan var närmast om det var rimligt att satsa pengar på så kallad frontlinjeforskning som den vid CERN? Det menade Nilsson att det var och motiverade det men en lite märklig analogi: ”Ur kulturell och vetenskaplig synpunkt är det givetvis tjugigare att befinna sig där striden pågår än att tillhöra hemvärnet eller underhållstrupperna.” Det fanns dock många motstående idéer på konferensen om var fysikanslag bäst gjorde nytta, eller som en rubrik i *Svenska Dagbladet* formulerades: ”Från skuggboxning om anslag vid fysikermöte i Stockholm”.

Universitetskanslerämbetet vilade inte på hanen och gav våren 1967 i uppdrag åt Jan S. Nilsson att författa ett underlag för att kunna planera ”fysikämnenas organisation och utveckling”. Nilsson levererade raskt rapporten *Svensk fysik 1967* (se figur 9). Han skrev där: ”Västerlandets exceptionellt snabba välbästandökning under [1900-talet] och dess avancerade teknologi är i alla väsentliga avseenden resultatet av en utveckling inom naturvetenskaperna [...] Ämnet fysik intar därvid en delvis unik ställning som grundveten-



Figur 9: Rapporten svensk fysik 1967.

skap för de övriga vetenskaperna”, exemplifierat med molekylärbio-
 ologi, och vidare ”fysikens roll i det moderna samhället [består i]
 dess omedelbara inflytande på industriell och teknisk utveckling och
 dess mera långsiktiga bidrag till övriga vetenskaper”. Utvecklingen
 krävde således betydande fysiksatsningar! Nilsson fortsatte med
 att fysiken var en drivfjäder i samhällets omdaning: ”Ett anslag till
 [fysik-]forskning är en investering i ökat välstånd.” Men likt Wilcke
 200 år tidigare poängterade Nilsson att det inte bara var de utilis-
 tiska måtten som var värdefulla utan att fysiken även tillgodosett
 människans nyfikenhet och grundläggande vilja att förstå sin om-
 givning.

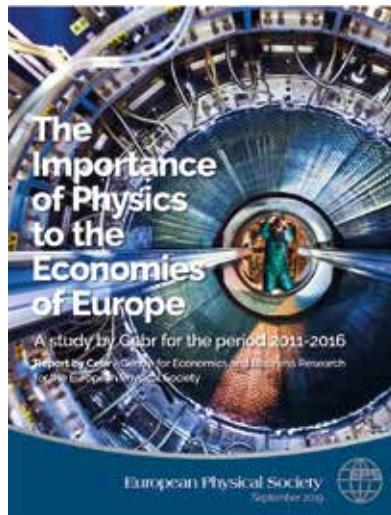
En senare utredning konstaterade:

*”Efterhand som man inom naturvetenskap och teknologi
 allt mer har börjat tillämpa fysikaliska betraktelsesätt, har
 metoder och apparater, som ursprungligen utvecklats av
 fysiker, fått ökad användning också inom dessa områden
 och blivit av avgörande betydelse för utvecklingen.”*

Det exemplifierades av bland annat elektronmikroskop för metall-
 forskning.

I modernare tid finns omfattande diskussioner om hur man
 ska se på nyttan av fysik. Det gäller förstås naturvetenskaper i all-
 mänhet och med våra allt mer komplexa tekniska system på olika
 områden är det många som ifrågasatt om den linjära modellen är

lämplig för att beskriva hur grundforskning och dess tillämpningar förhåller sig till varandra. Den har kanske mest av allt funktionen av ideologi? Det har till och med förekommit ett Nobel-symposium som diskuterat dessa frågor, vilket resulterade i boken *The Science-Industry Nexus: History, Policy, Implications*, där olika modeller av förhållandena mellan grundforskning och tillämpad forskning diskuterades och huruvida den linjära modellen någonsin varit annat än en retorisk figur snarare än en lagbunden beskrivning av sambandet. Här kan Vetenskapsakademiens skrift *Den oväntade nyttan* från 2010-talet läggas till som argumenterar för att fri nyfikenhetsstyrd forskning, vilken inte styrs mot förutbestämda mål, påfallande ofta ligger bakom stora oväntade vetenskapliga genombrott. Att Alexander Fleming inte städade bort sin möglade bakterieodling och i slutänden gav oss penicillin ges som exempel. Likaså det ofta återkommande fysikexemplet med den långa utveckling som ligger bakom så kallade magnetkameror (magnetresonanstomografi) ges. Magnetkameror hjälper medicinen att skapa tredimensionella avbildningar av våra organ. En utveckling som gick från kärnfysikalisk grundforskning över kemisters bruk av NMR för undersökning av olika molekyler till medicinens användning idag.



Figur 10: EPS rapport från 2019.

Slutskattebeskedet

Europeiska Fysikersamfundet (EPS) gav 2019 ut skriften *The Importance of Physics to the Economies of Europe* (se figur 10), där det först sägs att: ”*Physics is vital to European culture.*” Mer specifikt vad det gäller nyttan: ”*The new European research program Horizon Europe is being launched to reinforce the intimate link between basic science and technological applications to favour Europe’s progress in research and innovation.*” Undersökningen gav vidare data i målet, där för EU28 länderna plus Island, Norge och Schweiz perioden 2011–2016, hade:

”The physics-based industrial sector generated over 16% of total turnover and over 12% of overall employment within Europe’s business economy. To give some context to these numbers, the turnover per person employed in the physics-based sector substantially outperforms the construction and retail sectors, and physics-based labour productivity (expressed as gross value added per employee) was significantly higher than in many other broad industrial and business sectors, including manufacturing. The European physics-based sector was also highly R&D intensive and were more resilient in comparison with the wider economy.”

Fysik är med andra ord nyttigt, dess resultat kan beskattas!

Från mitten av 1800-talet syntes fysikens nytta mer påtagligt. Saknades då vår materiella kultur baserad på fysisk kunskap innan dess? Troligen inte, men dåtida fysikkunskaper uppfattades som nyttiga i alla mekaniska sammanhang, det var påtagligt i de exempel som vi sett här. Vid mitten av 1800-talet började Bacons dröm om ett Salomos hus att ta verklig gestalt i form av ändamålsenliga byggnader för fysik. De kom i form av institutioner vid universitetet som utöver undervisning då tagit upp forskning som ett av sina uppdrag. Från ångkraftens 1700/1800-tal över utvecklingen av elektromagnetisk kunskap och vakuumteknik med mera lades grunden för de stora genombrotten i fysik kring sekelskiftet 1900. Där har vår moderna fysik sin upprinnelse. Allt mer sofistikerade tekniska system baserade på kunskaper om fysiken har möjliggjort stora delar av vår materiella kultur, inklusive massförstörelsevapen på gott och ont. Å andra sidan kräver många av vår tids stora utmaningar kunskaper i fysik, det kan gälla att finna nya kunskaper

per, men också att utnyttja de kunskaper som redan finns. På så vis kan fysiken fortsätta göra nytta — idag och i morgon.



Vidare läsning

European Physical Society (2019). *The Importance of Physics to the Economies of Europe*.

Grandin, K., Wormbs, N. & Widmalm, S. (2004). *The Science–Industry Nexus: History, Policy, Implications, Nobel Symposium 123*. Science History Publications

Kärnfelt, J., Grandin, K. & Jülich, S. (2018). *Kunskap i rörelse: Kungl. Vetenskapsakademien och skapandet av det moderna samhället*. Makadam förlag.