

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.

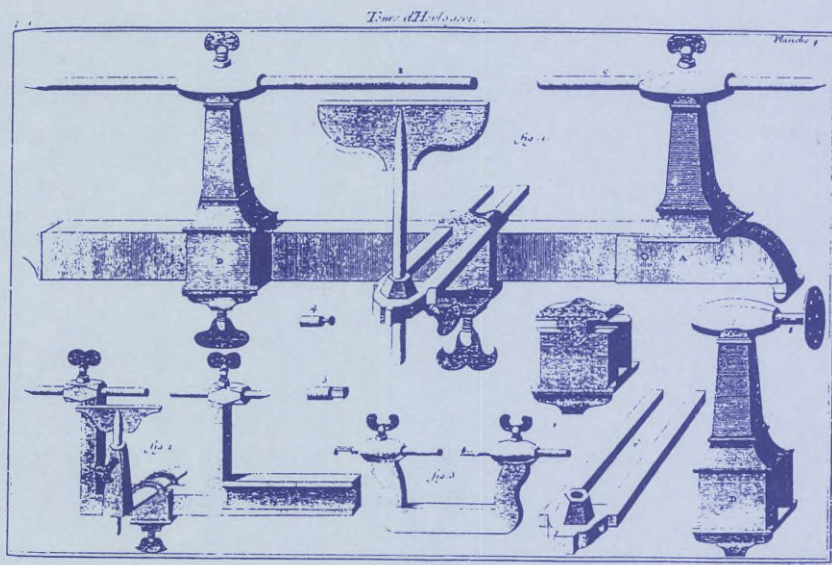
This work has been digitised at Gothenburg University Library.
All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text.
This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors,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





POLHEM

TIDSKRIFT
FÖR TEKNIKHISTORIA



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

Boel Berner

Henrik Björck

Svante Lindqvist

Bo Sundin

Tryck

Vasastadens Bokbinderi AB, 421 52 VÄSTRA FRÖLUNDA

Omslag: Svensk Typografi Gudmund Nyström AB, 178 32 EKERÖ

Prenumeration

1996: 195 kr (4 häften)

Beställes genom inbetalning på postgirokonto nr 441 65 94 - 2

Lösnummer

1996: 50 kr/st

Beställes som ovan

Finns även som taltidning

Innehåll

	Sven Rydberg, 1917-1996	212
Uppsatser:	Michael C. Duffy: Engineering History & The New Internalism	216
	Alf Peterson: Vad visste man i Sverige om atombomben före den 6 augusti 1945?	233
	Anders Carlsson: Hjalmar Sjögren och den ekonomiska geologin: Vetenskapliga ideal och attityder i malmfrågan 1880-1910	264
Recensioner:	Göran Ahlström: <i>Technological Development and Industrial Exhibitions 1850-1914: Sweden In An International Perspective</i> (rec. av Anders Ekström)	303
	Henrik Björck: <i>Teknisk idéhistoria</i> (rec. av Aant Elzinga)	306
	R. Angus Buchanan (Ed.), <i>Engineers and Engineering: Papers of the Rolt Fellows</i> (rec. av Jan Hult)	310
	Per Dahl: <i>Svensk ingenjörskonst under stormakts-tiden. Olof Rudbecks tekniska undervisning och praktiska verksamhet</i> (rec. av Henrik Björck)	312
	Gunnar Pipping, Elis Sidenbladh & Erik Elfström: <i>Urmakare och klockor i Sverige och Finland</i> (rec. av Jan Hult)	314
Notiser:	Nyutkommen litteratur m.m.	316
	Författare i detta häfte	319
Omslagsbild:	Urmakarsvarv, ur Antoine Thiout, <i>Traité de l'Horlogerie, Mécanique et Pratique</i> , Paris 1741 (till recension sid 314).	

Sven Rydberg 1917-1996



Fil.dr. Sven Rydberg, Stora Ornäs, har avlidit i en ålder av 79 år.

När de båda akademierna KVA och IVA 1981 tillsammans bildade en svensk nationalkommitté för teknikhistoria utsågs Sven Rydberg till ordförande. Valet var självklart. Sven Rydberg, känd av alla teknikhistoriker i Sverige, skulle snart som pensionär lämna sitt uppdrag i Falun som förvaltare och vårdare av Stora Kopparbergs Berslags AB:s rika kulturarv.

Dit hade han kommit 1950, året före sin disputation i Uppsala. Med doktorsavhandlingen "Svenska studieresor till England under frihetstiden" hade han blivit en av pionjerna i det nya ämnet idé- och lärdomshistoria. Samtidigt hade han hunnit att i fem år vara verksam vid Svenska institutet för kulturellt utbyte med utlandet, dels i Stockholm, dels vid institutets avdelningar i Paris och London.

Tjänsten i Falun var till stor del utåtriktad. Den innefattade dessutom chefsskapet för Bergslagens museum, bibliotek och arkiv, men den gav också tid till egen forskning. Hallänningen Sven Rydberg blev en dalahistoriker. Bland hans böcker från tiden vid Bergslaget kan nämnas:

Dalälven - industrifloden (1957, tills. m. Hans Malmberg)
Älven, kraften, bygden (1966)
1000 år vid Stora Kopparberget (1979)
SSABs tillkomst och Domnarvet (1981)
Vikmanshyttan - ett fall för Åslingdoktrinen (1981, tills. m. Hans Modig)
Stora Kopparbergs skogar genom tiderna (1982)
Marcus Wallenberg (1982, tills. m. andra)

Listan över Sven Rydbergs produktion sedan han som pensionär lämnat de administrativa uppgifterna i Falun är än mer imponerande i sin bredd:

Möte med Munters (1983)
Rörelsens rötter (1984)
Strömkarlarna (1984, tills. m. andra)
En man för sig - Emil Lundqvist (1985)
Det stora Kopparberget (1985)
Svensk teknikhistoria (1989, huvudredaktör och delförfattare)
Papper i perspektiv: Massa- och pappersindustri i Sverige under 100 år
(1990)
Dalarnas industrihistoria (1992)
Strövtåg i Borlänge - kulturhistoriska minnen och miljöer (1993)
Eftertankar (1995)

Härtill kommer ett stort antal publicerade föredrag, diskussionsinlägg och andra artiklar i dagspress och fackpress. Vidare medverkade Sven Rydberg många gånger i redaktionsarbetet vid utgivningen av dalalitteratur. I sammanställningen *Litteratur om Dalarna* är han representerad av ett 50-tal titlar.

Sven Rydbergs sista bidrag här blev som medredaktör och även författare i boken *Husbyringen i Dalarna*, utgiven 1995 i samarbete med Dalarnas Museum. Här skriver han om Gustaf de Laval, född i Orsa, som i sin anställning på Klosters bruk i Husby började utveckla en idé om en mjölkseparator.

På inbjudan av The Newcomen Society for the study of the history of engineering and technology höll Sven Rydberg 1988 ett föredrag i London om "The Great Copper Mountain", senare publicerat i dess *Transactions*, Vol. 60.

När han lämnade ordförandeskapet i Nationalkommittén för teknikhistoria mottog han IVA:s guldplakett som tack för sina insatser för teknikhistorisk forskning.

Polhems första nummer (1983/1) inleddes med Sven Rydbergs anmälan av den nya tidskriften. Han skriver om det då ökande intresset för teknikhistoria:

"Det är inte svårt att finna flera orsaker till detta. En är en enkel fråga om symmetri. Det finns i dag ungefär tio sorters historia i Sverige, som är företrädade av akademiska lärare på fasta lärostolar med allt vad därav följer i form av etablerade arbetsformer, ett gemensamt språk, definierade målsättningar, anslag, stipendier och fackpublikationer. Bristen på teknik-historisk forskning i på liknande sätt ordnade former känns för många som en besvärande lucka. Då får även provisoriska åtgärder och del-lösningar ett värde.

En annan - och viktigare - orsak är att teknikhistoria allt klarare framstår som ett första rangens forskningsområde. Teknikens utveckling formar på ett genomgripande sätt vårt samhälle och vår privata vardag. Frågan vart tekniken för oss - på gott och ont - engagerar allt fler människor."

Polhem avslutade sin tionde årgång med ett antal artiklar om Christopher Polhem själv och framför allt om hans verk. I ett debattinlägg i det därpå följande häftet skriver Sven Rydberg under rubriken "Ett försummat Polhems-material":

"Redaktionen för *Polhem* tog ett trevligt grepp när man i det senast utgivna numret av tidskriften hyllade mästaren med ett knippe korta, men i flera fall intresseväckande essayer.

En lätt obehaglig fråga tränger sig dock på vid läsningen, nämligen denna: I vilken utsträckning har polhemskännarna studerat Polhem själv?"

Han beskriver sedan det stora projekt som kring 1940 startades av Johan Nordström i Uppsala, Sveriges förste professor i idé- och lärdomshistoria, och som syftade till att utarbeta och publicera en kommenterad edition av Christopher Polhems enorma mängd av efterlämnade manuskript. Sammanlagt kom sex volymer att utges i Lärdomshistoriska Samfundets serie *Lychnos-Bibliotek*. Rydberg slutar med orden:

"När arbetet var avslutat 1954 konstaterades i sista bandets förord att grunden nu var lagd 'för ett fortsatt och allsidigt studium av Polhems insats i den svenska kulturhistorien'.

Vad blev det av detta? Såvitt skrivaren känner till platt intet. Detta tycks innebära att ett av Sveriges största genier bedöms och beundras utan att man tar hänsyn till en väsentlig del av hans författarskap. Man kan tycka att Nordströms behjärtade insatser hade varit värda ett bättre öde."

Det är tungt att veta att Sven Rydberg kanske inte hann nås av beskedet att ett omfattande Polhems-projekt är under förberedelse inom Dalarnas Forskningsråd i Falun och kommer att påbörjas i slutet av detta år under medverkan av ett antal teknik- och kulturhistoriker. För de många medarbetarna i detta projekt känns hans sista bidrag till tidskriften *Polhem* särskilt uppfordrande.

Vi hade glädjen att få arbeta under Sven Rydbergs ledning under flera år, då vi planerade och skrev boken *Svensk teknikhistoria*. Med hjälp av sina gedigna och breda kunskaper i historia, sin ingående kännedom om svensk industri och industrihistoria samt inte minst sitt tålamod, sin smidighet och klokskap förde han också detta projekt - liksom så många andra - lyckligt i hamn. Hans insatser för svensk teknik- och industrihistoria är värda att minnas, och hans böcker att läsas och begrundas.

Sven Rydberg var en person som väckte beundran, och som det var en förmån att ha lärt känna. Han var på sitt lågmälda sätt en spirituellt man, angenäm i samarbete och trofast i vänskap.

Jan Hult Svante Lindqvist Wilhelm Odelberg

Minnesord över Sven Rydberg har publicerats i *Falu-Kuriren* 24/8, 9/9 och 11/9, *Dala-Demokraten* 27/8 och 9/9, *Dagens Nyheter* 8/9 och *Svenska Dagbladet* 12/9 1996.

MICHAEL C. DUFFY

Engineering History & The New Internalism

Introduction

The defining characteristic of a civilisation in the post-Enlightenment era is seeking the truth in all things, and without history, philosophy and literature, this cannot be done. These are the fundamental disciplines. Without history there can be no knowledge of what mankind has been in the past; without philosophy there can be no mature understanding of the nature of things; and without literature there can be no integrated expression of Man's ceaseless self-discovery and total world-view. In literature, the ability to think, to imagine, to write, and to speak, are developed to higher levels of cultivation, and prominent amongst Man's greatest works are those which unite these three fundamental disciplines. It is no accident that works which analysed a theme worthy of philosophy, set in the perspective of history, and which were fit to be called literature, were highly prized by the scholars of the Enlightenment - that broad movement from which our modern world has come. Many of these works dealt with literary criticism, fine art, drama, and other departments of Classical Studies which were deemed fit vehicles for educating an enlightened, rational, truth-seeking mind. Fit vehicles they remain (1), and it is significant that tyrannies of all kinds ruthlessly suppress the free pursuit of historical studies; philosophy and literature. The increasing barbarism of modern Britain is in part due to a neglect of the lessons of the Enlightenment, and a failure to realise that history, philosophy and literature must be honoured if a civilisation is to seek truth, wisdom and justice instead of settling for superficially acknowledged facts, technical know-how and the fiat of the powerful.

In consequence of a widespread acceptance of "classical" values amongst the cultivated elements of British society, history and philosophy were accorded high status, and were enshrined in the expanding higher education institutions of the 19th C and the early 20th C. This was laudable, but through an unfortunate misunderstanding concerning the nature of science, engineering and industrial activity, a division developed in 19th C British culture between activities regarded as enlightening (classics and "pure" science), and those which were regarded as likely to degrade because they were not directed towards discerning the truth, but were orientated towards getting material power and wealth, or

"mere" technical know-how. After 1850, this split became acute and lasting, thanks to the influence of Arnold (2), Newman (3) and their disciples who were correct to praise the virtues of classical studies, but who were profoundly wrong in their failure to discern in engineering the expression of intellect of the highest order.

This emergence of "two cultures" which blights British society to the present day (4), had a great influence on the development of history of engineering as a learned activity, and it has resulted in a neglect of engineering by philosophers. There are, significantly, strikingly few works of literature which deal with the engineer, the engineering experience, and the transformation of Britain by engineering (5).

The purpose of historical studies

Any work which fully realises the promises of historical analysis should enlighten and educate, as well as train, the reader. The mistake of Newman, Arnold and their school of thought, was to assume that engineering and industrial themes were intrinsically incapable of meeting the requirements of such works.

Historical studies furnish general analysis with facts, selected, sorted, classified, and conjoined according to some rational and justified methodology, related to a particular philosophy of history. Without this, history is in danger of becoming "mere narrative" or the diligent, exhaustive recording of facts, without system and without enlightening purpose. Such works might amuse the less critical antiquarian or amateur, but they are not scholarly histories however much effort has gone into compiling them. Unfortunately, a great deal of what passes for engineering history comes into the category of technical antiquarianism, and creates an impression that history as written by engineers is immature, and is usually little more than a chronology of equipment, with no analysis as understood by a professional historian (6). Having established a discipline within the academic world in the 19th C by defining methodology and philosophy of history, demonstrated through classic works, the professional historian is reluctant to be associated with those who study the past, but who reveal in their writings little understanding of history as an exacting discipline. Historians of engineering should recognise the justice of this complaint, and provide the obvious solution in the form of works of the highest standards of scholarship.

Historical studies provide a record of previously formulated philosophies, metaphysical systems, theories and practices, in all spheres of human activity. By comparing them with present day matters, insight is gained into the nature of change, and the nature of components and systems. In such analysis, philosophy is fused with the historical method to provide a powerful instrument for solving problems within a discipline. History at its best has always been an instrument for solving problems, in the sense of providing object lessons of continuing viability. Military history is an obvious example: it cultivates ways of thinking and discloses relationships between situations which help the present-day soldier meet present-day military situations. Learning lessons from military history requires imagination, abstraction and generalisation if case studies from the past are to be relevant in an age when military equipment is quite different from that employed in the battle being studied. Few would deny the role of military history in the education of late-20th C officers, and other professions such as the law and diplomacy use the study of history to cultivate and train their members. Great theologians have always worked within a historical perspective, and made comparisons between the thought-systems of different periods, with the intention of providing a new formulation of doctrine capable of meeting new challenges. Economists often set their conclusions in temporal perspective, and appeal to past case studies to support their arguments. One can find other examples of professionals facing present-day issues with the help of lessons drawn from history

It is striking, therefore, that the assumption is too readily made that engineers (and scientists in general) have no need of history. The implication is that engineering (and, for example, physics) defines itself through the solution of immediate technical problems. It is argued that solving these problems requires nothing beyond expertise in up to date mathematics, theory, and computer-aided problem-solving routines apart from the executive skills needed by any engineer working in a team with an ultimate objective, usually reduced to meeting a specified demand.

Both the physicist and the engineer, according to this view, solve problems which ideally could be expressed mathematically (literally formulated), quantified and tested. In this exercise, history and philosophy are deemed irrelevant. The people who take this view are not always the philistines of Arnold's "Culture & Anarchy", though most come near to being so. They obviously have no notion of the nature of scholarly history, and of the roles of history and philosophy in disclosing insights into such modern matters as the links between science, technology, and ethics. To deny that history and philosophy are relevant to

physics or engineering risks suggesting that these disciplines are less able to cultivate the educated citizen than the classics, and is to perpetuate a "two cultures" attitude which has already done much harm. It will be argued below that changes in the nature of technology necessitate a philosophy of engineering, and a related analytical history of engineering transformations. Without these it will become progressively difficult to carry out even simple classification and problem definition.

History of engineering, executed with due respect for systematic classification and analysis of change, furnishes a background and perspective for engineering strategy, design policy, and technical practice. The emergence of new ideas, new methods, and new artefacts is inseparable from the practice of engineering. To understand these changes, attention must be paid to the mental processes of the engineer himself. Design is a matter of mind, of intellect, of conception, of perception more than it is a matter of machines built from stone, wood, steel, silicon or synthetics (7). The conceptual apparatus of engineering, with its symbols, mathematics, and specialist terms, is as much part of engineering as the concrete system to which it applies. To understand the changes throughout all these aspects of engineering requires use of the historico-philosophical method of analysis. Philosophy must analyse case studies; history must set them in temporal perspective; and an analysis of the whole must then be carried through. The practical benefits are considerable - not least in a refined analytical language, and an improved methodology. It is a pity that many engineers deny that such analysis is beneficial as if they wish to keep philosophy-with-history out of engineering. This fear is founded on a misunderstanding of what philosophy is about and resembles the fear of the narrowly positivist mathematical physicist, who argues that mathematics is everything and all else is the concern of philosophers who have nothing better to do. The power and value of purely mathematical operations is openly acknowledged but surely it is short sighted (to say the least) to argue that the philosophy of modern science, in such fields as general relativity, cosmology or quantum theory, has contributed nothing to the solving of problems? In fact examples can be listed where the philosophical analysis has clarified matters by formulating problems clearly; by identifying false arguments and paradoxes; and by setting problems in a broader context. Greater familiarity with history and philosophy would have spared the world of science much fruitless controversy. As engineering gets more complex, more mathematical, more conceptualised, its need for historical and philosophical analysis increases.

Problems in the history of engineering

History of engineering provides an object lesson in a vital activity, which is becoming necessary for the competent execution of design, and innovation analysis. Analytical history provides the taxonomy; the models; the philosophy of history and the case studies which are needed for any mature historico-philosophical overview. Sound engineering history removes misconceptions concerning engineering as a cultural activity, and provides a record of a creative enterprise fit to rank alongside any of the arts or sciences.

Unfortunately such history is conspicuous by its absence! With some rare exceptions, engineering history falls far short of the ideal outlined above. The vast majority of historical works fall short to some degree, but the deficiencies in engineering history are more obvious, and more common, than in other departments of history carried out by scholars and professionals. One is driven to conclude that too few writers of engineering history pay any attention to the methods of conducting historical analysis, and neglect (to an equal extent) the lessons of philosophy (8). Engineering history is peculiarly difficult. Not only does it require the historico-philosophical method to be executed at the highest level, but it requires expertise in engineering theory and practice. The "black box" approach is severely limited and only suitable in general studies. Historico-philosophical analysis of space-time theory; general relativity or quantum theory likewise requires expertise in difficult subjects, but there are well-known historians across the globe who have produced excellent works in these fields. Why has there been such a lack of response to the challenge to provide works of equal standing in engineering?

First, because there is no clear understanding of what engineering itself is. There have been profound and plentiful studies of scientific method for close on four centuries, and philosophy of science is an established and honoured discipline. There are detailed case studies of the rise and fall of new concepts, and a thoroughly worked out methodology for conducting historical and philosophical studies in the mathematical sciences. Yet there are very few studies of engineering method, and scarcely any philosophy of engineering deserving the name. Most "philosophy of technology" is nothing of the kind, but is sociological speculation concerning the circumstances in which decisions effecting technology are taken (9). The historian and philosopher of the sciences working in the late 20th C finds much ground work has been done for him. He can fall back on 19th C and early 20th C pioneer studies which have resolved many of the

methodological problems related to historico-philosophical analysis, and he finds his discipline already established and respected. He finds adequate definitions of scientific method in texts which can be used to educate students. He finds that science enjoys high status throughout industrial culture. The historian and philosopher of engineering have no such foundation of which to build. Worse, they find that engineering, history of engineering, and philosophy of engineering have each been grossly misrepresented through being interpreted by writers who know engineering but nothing of historico-philosophical analysis; or by historians and philosophers who know nothing of engineering. (There are unhappily some writers who know nothing of engineering, history and philosophy. It is astonishing how many truly ignorant persons will tackle a challenging discipline like history of engineering as if any amateur can do so!

The historian of engineering, anxious to do justice to his discipline faces a multiple challenge. He has to solve three problems at once and integrate the solutions. He has to provide a definition of engineering method; he has to provide a set of concepts for analysing engineering changes on the components and systems scale; and he has to provide a philosophy for examining the nature of engineering, and its transformations. He will probably have to write his own case studies to integrate the findings of analysis, and to demonstrate its methods. The historian and philosopher in the mathematical sciences can take advantage of a background into which his specialist studies fit: this background was constructed by a previous generation. The historian and philosopher in engineering finds no such well constructed background. Engineering history is too much a fragmented collection of specific studies, lacking a unifying general theory. There is a marked need for abstraction, conceptualisation and generalisation in the history and philosophy of engineering. If a general theory can be devised, the individual case studies can be fitted into it, and the particular related to the general. The most serious defect in current studies of engineering is the lack of a general theory of engineering method, involving historico-philosophical analysis.

In recent papers "The Nature of Engineering", "Analytical History & the Engineering Method", "Engineering Method & History of Technology", "Strategic Innovation & the History of Technology", plus several written some years ago, the author has introduced definitions of engineering, engineering method, a system for classifying engineering change and an outline history of the role of strategic innovations in the post-Newcomen period (10). In these papers the following points are stressed.

Engineering is more a matter of mind than equipment, especially those components and systems representing the engineering of the post-Newcomen period. To comprehend the nature of engineering, a systematic, conceptualised analysis must be carried through which embraces the realised design and the ideas, theories and interpretative formal structures by which the design was imagined, created, produced, tested and operated. In its highest expression, engineering is a matter of mind. Even mundane practice means nothing until it is recognised, considered and assessed by mind. Consequently, engineering studies which remain naive, narrative chronologies of equipmental form, will be grossly undeveloped and immature. They require systematic analysis to become history as a discipline, and in general engineering historians have been too content to record rather than analyse.

No historian or philosopher of science would accept a simple chronology of telescopes, vacuum tubes and interferometers as histories of cosmology, electron theory and special relativity. Why should historians of engineering demand less? Are they suggesting that design is so simple and obvious that it can be studied without analysis of the conceptual apparatus used by the engineer? Perhaps they are. Some naive historians of engineering are fond of misapplying the advice concerning Sir Christopher Wren; "If you seek his monument look around". Standing in St. Pauls Cathedral, London, this is sound advice - but if Sir Christopher Wren and his works are to be understood, scholarly history and analysis are needed to set 17th art, architecture and general design within the context of a neo-Classical culture dominated by a particular philosophy of proportion in all activities, derived ultimately from metaphysics. The naive historian who repeats the advice to look around presumably suggests that the best way of commemorating engineers is to look at what they have built, past and present. This is doubtful advice - how many of the visitors to the National Railway Museum could give a coherent account of the railway engineers? Even if engineering artefacts do act as memorials to engineers (as St.Paul's does for Wren) they cannot convey of themselves an understanding of engineering and its history. This can only be done through the discipline of history, with its concepts, methods and philosophy.

The conceptual apparatus, used to model and describe engineering artefacts, must be brought into any mature history of engineering. Engineering mathematics is a much neglected and misunderstood field, yet study of the growing system of concepts, symbols, and theories used to describe engineering systems is one route towards establishing a philosophy of engineering. Witness how much excellent philosophy of science has come out of analysis of the models,

analogues, interpretations of, and formal structures of cosmology, relativity, and quantum theory. Much of this philosophy has been closely related to solving problems related to fundamental physics, and our culture has been enriched by it. Why no counterpart in engineering? One can think of several areas fit for similar treatment, not least in microelectronics, wireless theory, aerodynamics and thermodynamics, to list orthodox fields. If one moves into technoscience, with studies of consciousness, virtual reality, and nanoengineering, the need for a philosophy of engineering is the need for a practical, analytical tool required for clear, engineering thought. But if this is suggested, a surprising resistance to the idea is encountered, as if there are engineers who do not want engineering to be made the object of historico-philosophical analysis. Some fail to see the relevance, but others go to great lengths to argue that engineering is not the sort of activity where analytical history, and above all philosophy, have roles.

Why the fear? Why the urge to present engineering as an activity outside the province of the historico-philosophical method? What message does this signal to those influential persons in British culture who still regard engineers as (at best) diligent technicians who if they ever read Shakespeare find him weak in chemistry? (11) If engineering is not a worthy vehicle by which the historico-philosophical method can be demonstrated, perhaps this is why "Engineers are on tap, not on top", and why strategic decisions effecting engineering projects (like the Thames barrier) were left to a non-engineer (anthropologist) on the grounds that he could pass judgement on a range of issues related to the project better than an engineer could! Yet the slightest familiarity with the history of engineering would show that engineering integrates a wide range of activities, and in so doing affords new insight into the nature of things. This supposes that the history considered does justice to the nature of engineering.

It is worth noting that "pure science" has succeeded in being assessed as a cultural activity through histories which concentrate on its highest achievements. The cosmologies of Copernicus and Kepler; Newton's gravitational theory; Darwin's evolutionary theory; Einstein's relativity; and Planck's quantum theory have featured in historical and philosophical studies which have defined pure science through its finest examples and most illustrious practitioners and have established it as a cultural activity of the greatest value, requiring no justification in terms of applicability. Engineering, too often misrepresented as applied science, has been nothing like so fortunate. The general reader is much more likely to be introduced to engineering through naive narratives of mundane systems and components, or biographies of eminent engineers which fail to

examine method and mind. There is a general assumption that pure science evidences mind at its finest at work, whereas engineering is what practical men do with machinery. In the era of nanoengineering; biotechnical hybrids; virtual reality and very large scale integrated systems, these attitudes demand revision.

Questions of perspective

A review of British history of engineering, set in its own historical perspective, shows it to be dominated by narrative chronology, with a bias to industrial archaeology. There are outstanding examples of excellent work, done with scholarship, and based on thorough research of primary source material. The works of Gibbs-Smith in aeronautical history, and the studies of English windmills by R Wailes provide examples. Such works laid the foundations for British history of engineering in the crucial period 1920 to 1960. Before that date, there was relatively little history of engineering, and what there was existed in occasional volumes by amateurs (12), or by specialist magazines (like "Railway Magazine") which included historical articles. The Newcomen Society for the study of history of engineering and technology, based in the Science Museum (London) was founded in 1920 by a group dominated by professional mechanical engineers. History of technology is a much broader subject, embracing industry, management and technology. For much of the period before 1960, it was found in economics, history of economics, or a sub-section of history of science. After 1960, with history of science established (precariously) as an academic discipline, history of technology was cultivated in association with it, and seldom found a centre of its own. The fullest and most competent explorations of history of technology tended to be "externalist" studies carried out within the context of history of economics; social studies of technology; industrial history or history of science. History of engineering was left to the museums, where there has been a drift to externalism and popular "history", or left to an assorted group of technical antiquarians; industrial archaeologists; members of learned societies; or the members of "enthusiasts" groups. The tendency has been for history of engineering to be linked to the activities of amateur groups dominated by the narrow interests of enthusiasts, and the situation has got worse, not better, since 1960.

The "Old History" of engineering flourished in the period 1920-1960. It is still very much in evidence. A complete record of all the papers published in the Transactions of the Newcomen Society, or a study of the history of engineering

lists of second-hand booksellers, serve as a rough indication of its nature. Its characteristics are chronology of equipment; little systematic analysis; identification of history of engineering with industrial archaeology; a predominance of narrative history over thematic, conceptual or analytical history; little discussion of philosophy or method. It was and is the work of amateurs, not historians. Even in the Newcomen Society which has a wider brief than history of engineering, there is a bias towards the "old history" in meetings and in 'Transactions'. There is simple narrative history in the papers of the Institution of Electrical Engineers (London), S7 Group, with a bias towards light current electrotechnology. Much of this history is well written, informative, scholarly, and is the outcome of patient, praiseworthy study: it evidences intelligence, enthusiasm, and respect for its subject. But how well did it serve the engineering of its time, and will it serve in the latter part of the 20th C? Why did it fail to establish internalist history of engineering as a discipline, respected by other historians?

One charge laid against it (apart from the accusations implicit in the above pages) is that it failed to get its subject matter into perspective. The writers were men who were writing about engineering systems related to the industries in which they worked, or with which they were closely associated. They focussed on the early days of those technologies which dominated the economies into which they were born; or they wrote about the disappearing components and systems of the previous ages of industrial development.

The writers in the 1920s, typically, described the steam engines and railways of the 19th C, or the water wheels and windmills dating from the 18th C. Much equipment from the early stages of mechanised industrialisation was still in evidence when they wrote. A lot was being used. Writing about much earlier periods was usually left to the historian of science (14). In these studies, the amateur could contribute much, and could gain a considerable reputation: no historico-philosophical method, acquired by years of academic study, was needed - only a capacity for diligent, thorough recording of detail, and for the compiling of accurate chronologies within a field in which the writer had undeniable engineering expertise (15). Many writers enjoyed the advantages of personal connections extending throughout the field being studied. In an age when engineering systems could survive for a century or more; and when design traditions could be strong, and endure for decades, this was important. Granted the British contempt for intellect; the neglect of philosophy; the dislike of systematic analysis; the preference for the obvious and the general backwardness of historical and philosophical studies in Britain, this "Old History" enjoyed a

long life. It still finds supporters who remain untouched by the growth of conceptualised historical and philosophical studies of technology developed after 1960 in the USA, Germany and France. A great deal of British history of engineering is this "Old History" which had lost any claim to academic, scholarly or professional respectability by 1960.

Its standing is also threatened by the changing rate of engineering development. In the 18th and 19th C an exemplary engineering system lasted for decades, though with the advent of electrotechnology and other scientific engineering systems, the period for which standards-setting status was enjoyed decreased rapidly. The Newcomen engine of 1712 was still being installed, repaired and used towards the end of the 18th C, and examples were at work in the early 20th C. Fifty years was a reasonable life for a steam locomotive: some ran for much longer. Methods used in the Durham coal mines changed slowly, over decades. The slow change of large, relatively simple machines, with a basic form enduring throughout a human lifetime, or for much longer, is a feature of engineering history before 1800. In some industries, it was a feature in the 20th C. In the annals of such industries, written by amateurs for amateurs, naive narrative histories of equipmental form might be accepted but today all this has changed. The late 20th C writer has to take into account the higher standards set by historical studies, as cultivated in the universities and the learned societies, and he works at a time when these standards have been translated into well-known volumes which have to be equalled. He also faces the challenge of change. Instead of changes taking place over decades, he witnesses a major engineering system passing through several marks, exemplars, or representative designs, in a few years. The historian of the steam locomotive writing in 1955 when brand-new designs such as the British Railways Standard Class were appearing, could end his history with them and note little fundamental difference between them and 35 year old locomotives still at work. The historian of post-1950 is faced with design revolutions and the appearance of new kinds of engineering every few years or months. He faces a radical and incessant transformation in the nature of engineering; in methods of production; in methods of analysis; in the conceptual apparatus required to describe the form, theories and ideas of the new component or system. Non-analytical narrative history cannot serve this situation, if insight into engineering change is to be gained.

The "New History" was ushered in by innovations like the radar systems and advanced aviation technologies of the Second World War; by atomic power, and applied electronics; by computing and the latest telecommunications. With the advent of virtual reality engineering; nanotechnology; very large scale integration

of electronics components; artificial intelligence and engineering studies of consciousness, a "New History" is imperative. It will require a "New Internalism". Internalism will be central to the new history, because it is the changing nature of the new artefacts which is characterising the problems to be solved, and is defining the shifting relationship between the artefact and the engineer, historian and analyst.

The nature of the engineering systems and components which are creating "technoscience" need to be described, and their identities defined, so that transformations in time can be charted. Included in these descriptions must be the conceptual apparatus and formal structures, associated with all stages of the design, production and operation of the artefact. Hence an analytical philosophy, applied to the actual engineering object, and applied to all means for conceiving it, defining it, and making it, must be systematised and linked to a conceptualised, systematic method for classifying the changes of the system in time. Granted the acceleration in the pace of change, it may prove necessary to revise the concepts and methods for carrying out the joint historical and philosophical analysis, on a regular basis, to keep pace with the transformations of the nature of engineering itself.

In short, the "Old History" stands revealed as inadequate by the demand for a "New History" to interpret engineering change. There will be resistance from the older school of historians, especially as the new history will need to incorporate engineering, mathematics, and analytical philosophy into analytical, conceptualised history simply to come to grips with its subject - modern engineering. This "New Internalism" will more resemble philosophy of science, dealing with the evolution of general relativity, than the simple, narrative histories so characteristic of the learned societies in the period 1920-1960.

The "New Internalism" will not render narrative history or industrial archaeology valueless. In fact, it will demand a narrative history supported by chronologies of particular technologies, to supply it with data for analysis (16). This narrative history, and the chronologies of equipment, will need to be compiled with a much greater consideration for methodology, rational classification, assigning of priorities in fact selection, etc. than has been usual in the days of the "Old History". Introducing the "New Internalism" will require detailed case studies of particular engineering systems, tracing through the evolution of the technical components and systems from inception to obsolescence, with each stage related to the developing conceptual apparatus. Omitting the latter is the usual defect in most narrative histories of former days.

As technoscience sets new standards by which engineering is judged, philosophy of engineering, capable of dealing with internal matters, is becoming essential.

Once a mature "new internalism" is in being, much of the work done along more traditional lines including much of the "old history", will take on a new significance. Until now, many narrative studies, many chronologies of equipmental form fail to relate to anything larger. They are like scattered pieces of a jigsaw puzzle which cannot be related to each other because too much of the picture is missing. Completing the new internalism will provide a vital centre to which a whole range of simple narrative histories, and studies of industrial archaeology can be related. A mature internalism, with its philosophy and analytical system, will be better equipped to relate engineering history to the broader body of externalist history and philosophy of technology which has developed extensively since 1960. It will also serve the innovation analyst, the engineering designer, and the strategic planner as an aid to solving engineering problems of current import. This is as it should be: all good history must be philosophical - and once philosophy moves away from solving problems of present-day relevance, it becomes a sterile game. The history of classical studies in the Enlightenment; the history of theology in Christendom; the history of the growth of evolutionary genetics provide examples of history and philosophy being used to solve problems of vital import to contemporary culture, but only a philistine, worthy of the condemnation set forth in Arnold's "Culture & Anarchy", would assume that the only problems worth solving were those of immediate commercial importance.

The new internalism in the context of engineering has much in common with the classical studies of literature, art and architecture which were the glories of the 18th C. These were not speculative works about the political or social circumstances in which a poem, a drama, a statue or a building was created. Their writers (Lessing, Winckelmann et al.) concentrated on analysing the form and structure of the created work itself, and examined it as an expression of values held dear by the culture in which the artist lived. The works of Enlightenment engineers, and those of the early 19th C, who were analytical and philosophical, likewise concentrated on the form, structure and conceptual apparatus of the machines and systems being studied: Polhem (with his use of models to classify apparatus and processes); Leupold; Lazare Carnot (mechanisms) and Sadi Carnot ("fire" engines and the theories to interpret them). The new internalism in history of engineering is much closer in spirit to the classical traditions of the Enlightenment than the shallow critics of internalism realise, and it will require

the rational methods, systematic classification, scientific analysis and philosophy which are so evident in the classical works of the 18th C. .

A challenge to historians of engineering

The author wishes to repeat a challenge to historians of engineering which he first issued during an address in the Merseyside Maritime Museum, Liverpool, in June 1995. There are outstanding works which have used the historico-philosophical method to examine a theme in theology (Strauss, Bultmann, Kung); aesthetics (Lessing, Winckelmann); art (Ruskin); philosophy (Russell); military history (Clausewitz); etc. Some of these works have been instrumental in founding new disciplines, or have greatly advanced them: political theory (Marx, Lenin); economics (Smith); sociology (Veblen); history of science (Kuhn). These works can be used to educate in the best sense of that word - to elevate the mind and to enlighten as well as to train. The best of them unite history, philosophy and literary skills. Because of them, the status of certain disciplines ranks high, even though the average text relating to that discipline be of a far lower standard.

Which works dealing with engineering combine the historico-philosophical method, with a fine literary style (which includes beautiful mathematics) to such a degree that they can be used to educate, to enlighten, and to disclose engineering as an activity of the greatest cultural value? If engineers cannot think of one, is it any wonder that engineering enjoys a lowly status in many industrial cultures?

Notes

This paper is based on an address delivered to the Institution of Electrical Engineers, during the History of Electrical Engineering Weekend, University of Canterbury, July 1995. The permission of the IEE to publish the paper in *Polhem* is gratefully acknowledged.

- 1 Examples include E. GIBBON: "Decline & Fall of the Roman Empire" (6 vols.), Harper, New York, 1900; G.E.LESSING: "Laocoon" reprinted Dent, London 1930; J.J.WINCKELMANN: "Reflections on painting and sculpture of the Greeks" reprinted as "Werke", Aufbau Verlag, Berlin, 1976.

2. ARNOLD, M: "Culture & Anarchy", 1869, Cambridge UP, 1971.
3. NEWMAN, J.H.: "Idea of a University", 1852. Rinehart and Winston Holt, London, 1960.
4. BARNETT, C: "Audit of War", Macmillan, London, 1986. WIENER, M.J.: "English Culture & the Decline of the Industrial Spirit, 1850-1980", Cambridge UP, 1981. SNOW, C.P.: "The Two Cultures and a Second Look", Cambridge UP, 1962.
5. WELLS, H.G. "Tono-Bungay" is probably the best study of a idealistic engineer inspired, trammelled and corrupted by his culture. The hero, a pioneer of heavier-than-air flight, is persuaded to use his talents to promote his uncle's worthless patent medicine - the "Tono-Bungay" of the title. The story portrays the misuse of science, engineering and rational management to serve unworthy causes.
6. NEWCOMEN SOCIETY: "A Symposium to Commemorate the Sixtieth Anniversary of the Founding of the Society". Transactions of Newcomen Society, Vol.51, 1979-1980, pp 193-228. Collection of papers on several approaches to history of technology.
7. DUFFY, M.C.: "Evolution of Engineering Design Technique" (6 parts), Engineering Designer, GB 1979, Jan/Feb pp 19-22; Mar/Ap pp 19-22; May/June pp 21-26; July/Aug pp 31-35; Sept/Oct pp 19-23; Nov/Dec pp 21-26.
8. Any undergraduate course would expect the first year student to be familiar with works like the following: CARR, E.H: "What is History?" Macmillan 1961, Penguin 1990; TOSH, J: "Pursuit of History", 2nd ed. Longmans 1991. MARWICK, A: "Nature of History", Macmillan, 1970, 1989. POPPER, K: "Poverty of Historicism", (1957) Routledge 1991. COLLINGWOOD, R.G.: "Idea of History", (1946), Oxford 1993. Collingwood examines the philosophy of history.

9. J. Ellul is representative of this externalist school, which has many departments. His works deal with sociology and philosophy of technology, and are listed by J. M. HANKS & R. ASAI: "J. Ellul - A Comprehensive Bibliography", JAI Press, Hampton Hill, Middlesex, GB, 1984.
10. DUFFY, M.C.: "Engineering Method & History of Technology", 22nd International Symposium, ICOHTEC, Bath, 30 July - 4 Aug. 1994; "Strategic Technology & the History of Engineering" incl. in 'Perceptions of Great Engineers', Science Museum, London 1994, pp 99-110; "The Nature of Engineering" , *Polhem* (Sweden), 1995/2, Årgång 13, pp 108-138; "Analytical History & the Engineering Method", Merseyside Maritime Museum, 17 June 1995 published in *Polhem*, 1995/4, Årgång 13, pp 326-352.
11. The "engineer" who read Shakespeare and found him weak in chemistry is the ignorant technician, Holroyd, in the short story "Lord of the Dynamos" by H.G. Wells.
12. An example of narrative history at its best is SINGER et al. "A History of Technology", a multivolume work of which the first is the best 'From early times to the Fall of Ancient Empires', Oxford UP, 1958. Five later volumes bring the history down to 1900. The work was republished in 1978, with two volumes added to bring the history to date.
13. For example SMILES, S.: "Lives of the Engineers", (3 vols) Murray, London 1861, David & Charles, Newton Abbot, 1968, has enjoyed an enormous influence and is still read. It has been very severely criticised as being more hagiography and mythmaking than history.
14. For example WOLF, A.: "A History of Science, Technology & Philosophy in the 16th & 17th Centuries", George Allen & Unwin, 1968, 1935.
15. Examples of technical chronologies are AHRONS, E.L. "The British Steam Railway Locomotive 1825-1925" (1927), Ian Allan 1966.; NOCK, O.S.: "The British Steam Railway Locomotive 1925-1965", Ian Allan, 1969.

- 16 The author does not eschew narrative engineer's history which makes up much of his writing. See DUFFY, M. C: "The American Steam-Turbine-Electric Locomotive", *Trans. Newcomen Soc.*, Vol.57, 1985-1986, pp 79-99; "The Schmidt High Pressure Locomotive & Its Influence on American & European Locomotive Design", *Trans. Newcomen Soc.*, Vol.67, 1991-1992, pp 103-132; "The Still Engine & Railway Traction", *Trans. Newcomen Soc.*, Vol.89, 1987-1988, pp 31-59; "The Standard Rail Section, Transverse Fissures & Reformed Mill Practice 1911-1955" *Jnl. Mech. Wkg. Tech.* 4 (1980), pp 285-305; "George Stephenson & the Introduction of Rolled Railway Rail", *Jnl. Mech. wkg. tech.* 5, (1981), pp 309-342.

ALF PETERSON

Vad visste man i Sverige om atombomben före den 6 augusti 1945?

I sin historia om svensk kärnkraft skriver Sigfrid Leijonhufvud, att det var atombomberna över Japan som gav allmänheten den första kunskapen om kärnenergis inneboende möjligheter. Han anser att den svenska "okunskapen" [före den 6 augusti 1945] var närmast total, få hade känt till existensen av USAs atombombsprogram och än färre hade under kriget förstått att en atombomb var möjlig att bygga.¹ Hans uppfattning påminner om den som Stefan Lindström ger uttryck för i sin doktorsavhandling.² Denne tillägger dock: "Detta innebar nu inte att man var helt ovetande [--] en nyligen genomförd studie av Alf Peterson har visat att medvetenheten om den pågående utvecklingen var större än vad man nog vanligtvis föreställer sig".³

Frågan om vad man visste i Sverige om atombomben före den 6 augusti 1945 har, enligt vad jag kunnat finna, i övrigt ej behandlats tidigare i någon större omfattning.⁴

Under de senaste åren har insikten om vad man visste i Sverige fördjupats och i det följande skall jag på olika sätt söka visa vad politiker, militärer, vetenskapsmän och den stora allmänheten visste om atomenergis militära – men även civila – användningsmöjligheter före den 6 augusti 1945.

Det material som den föreliggande studien bygger på är, som framgår av noterna, av vitt skiftande slag. En viktig del av underlaget utgörs av under 1995 och 1996 avhemligat material ur Försvarets forskningsanstalts (FOA) arkiv liksom tidigare avhemligade delar av Utrikesdepartementets (UD) arkiv i Riksarkivet (RA). Den officiella historiken över den brittiska underrättelsetjänsten under andra världskriget är likaså en viktig källa.⁵ Det bör tilläggas att Thomas Powers omfångsrika bok från 1993 om den tyska atombomben har givit mig många ledtrådar i sökandet av information om vad man visste i Sverige om atombomben före Hiroshima och Nagasaki.⁶

Vad visste den stora allmänheten?

Vad den stora allmänheten visste är naturligtvis omöjligt att få reda på. Där- emot kan man finna ut och redovisa vilken kunskap om atombomben som den kunde få genom kontakt med den tidens medier: tidningar, tidskrifter, års- böcker, radio och skönlitteratur. Begreppet den stora allmänheten inkluderar naturligtvis vetenskapsmän, militärer och politiker, vilka grupper kommer att behandlas längre fram.

Tidningar, tidskrifter och årsböcker

I Svenska Dagbladets årsbok för 1939 skrev Ansgar Roth att en av Hahns medarbetare, dr Siegfried Flügge, räknat ut att ett block av en kubikmeter uranoxid, med en vikt av cirka fyra ton, skulle, om det exploderade på en gång, utveckla en energi som räckte till för att slunga en kubikkilometer vat- ten upp till en höjd av 27 km i stratosfären, allt under loppet av en hundra- dels sekund! Av det tre uranisotoperna med atomvikterna 238, 235 och 234 var det, enligt Bohr, endast de relativt sällsynta atomerna med vikten 235 som var explosiva. Men om man kunde isolera uran 235, så skulle man kunna tillverka en "atombomb" eller bygga en "uraniummaskin" och utnyttja den frigjorda energien i form av värme. "Queen Mary", världens största fartyg, skulle för en resa över Atlanten, om den drevs med uran, endast förbruka 3,6 kg av detta bränsle.⁷

I slutet av 1939 återgavs i tidskriften *IVA* det tal som Ingenjörsveten- skapsakademiens (IVA) preses, Axel F Enström höll vid akademiens högtids- sammankomst den 24 oktober 1939. I detta tog han upp den nyupptäckta uran- klyvningen och sade då, att man kanske om ytterligare tjugo år hunnit ett stycke på vägen att använda uran- eller andra atomkärnor som "bränsle", lik- som man nu använder stenkol.⁸ I maj 1940 tog man i *IVA* upp denna fråga på nytt och skrev: "Redan nu, ett halvt år senare, uppges att den amerikanska forskningen skridit vidare mot nyssnämnda mål, och att vissa resultat av åt- minstone principiell betydelse skulle vara uppnådda."⁹

I november 1940 återgavs i *IVA* det tal som Enström höll vid akademiens högtidssammankomst detta år. Där återkom han till den ett år tidigare upp- märksammade sprängningen av uranatomer och möjligheten att utnyttja atom- energin för praktisk användning. Han citerade därvid nobelpristagaren Fermi: "In conclusion, although there is only a chance of success on these lines, the stake appears large enough to justify some gambling on part of scientists".¹⁰

Enström tog i sina följande tal vid IVAs högtidssammankomster under kriget upp den "försvårade tillgången på informationsmaterial rörande det tekniska framstegsarbetet, bundet som detta i stor utsträckning måste bli till krigsmaterialproduktionen". År 1941 hade man i Sverige fortfarande tillgång till tyska, amerikanska och schweiziska källor under det att engelska saknade sedan början av året. År 1942 rapporterade han att även allt "kunskapsmaterial" från USA stoppats i och med att detta land tvingats in i kriget. Följande år uppgav Enström att tyska och schweiziska tidskrifter fortfarande fanns tillgängliga – "men från andra håll når oss endast sporadiska och kortfattade notiser". Han kunde dock rapportera: "Det viktigaste arbetsområdet inom experimentalfysiken utgöres alltså av studiet av kärnreaktioner, atomsprängningar och isotoper. Särskilt intresse tilldraga sig de tunga isotoperna". Han framhöll därvid element 239 och refererade till såväl amerikanska som tyska studier.¹¹

I maj 1941 stod en lång notis i *Teknisk Tidskrift*, i vilken man återgav uppgifter från julinumret 1940 av tidskriften *Electronics*. Däri nämndes att uran skulle kunna ge 17 000 gånger så mycket energi som kol, räknat per kg. Men man betonade svårigheterna och de höga kostnaderna för att skilja uran 235 från uran 238. Intressant i detta sammanhang är att man angav att forskarna Krasny-Ergen och Grabe vid Wenner-Grens stiftelse i Stockholm då arbetade på att få en något så när effektiv framställningsmetod för uran 235. Betydelsefullt är vidare påpekandet: "Tyvärr publiceras troligen ej allting inom detta område just nu, då det kan ha militär betydelse. Det finns givetvis en möjlighet att sönderfallandet av U^{235} kan ske mycket snabbt. Man skulle då kunna använda U^{235} för krigsbruk".¹²

Den 27 augusti 1941 innehöll *Stockholms-Tidningen* en nyhetsrapport från London, som berättade om den amerikanska forskningen i syfte att framställa en atombomb, se figur 1. Rapporten i *Stockholms-Tidningen* skall ses mot följande bakgrund. I juli 1941 hade den s k Maud-kommittén i Storbritannien lagt fram en hemlig "bombrapport", enligt vilken en atombomb skulle kunna vara klar i slutet av 1943.¹³ I USA hade Vannevar Bush redan i april 1941 begärt en granskning av det där pågående uranforskningsprogrammet av en kommitté inom National Academy of Sciences. Denna blev klar i november 1941 och bekräftade Maud-rapportens slutsatser. Det förefaller uppenbart att uppgifterna i *Stockholms-Tidningen* grundar sig på läckor från den vid denna tidpunkt pågående granskningen av det amerikanska uranforskningsprogrammet. Att notera är vidare uppgiften att sträng censur skall införas samt att USAs inträde i kriget endast är en tidsfråga. Detta inträffade i december 1941 och då gav USAs president också order om utveckling av atombomben.¹⁴

5-kilosbomb med ohygglig sprängverkan

Amerikanska experiment
med uranium

Från St-T:s Londonredaktör
ERIC SWENNE.

LONDON den 26 aug.

Vetenskapsmän i USA experimentera f. n. med en ny ingrediens för bomber, som, om förhoppningarna infrias, bör sätta kronan på det totalitära krigets verk. Amnet är uranium.

John Onell, president i Föreningen för vetenskapliga skriftställare, förklarar, att metoden befunnits frigöra den bundna energien i uraniumatomen, vilken besitter en fruktansvärd sprängverkan.

Ett element har erhållits, som, även om det endast placerades i en liten bomb om 5 kg., skulle kunna spränga ett hål i marken på 40 km. bredd och 1 km. djup. Alla byggnader i en omkrets på 150 km. skulle störtas i spillror.

Regeringen i USA skall nu övertaga de laboratorier, där slutexperimenten verkställas. Sträng censur har införts. Det återstår därefter endast att avvakta USA:s inträde i kriget.

Rjukanättentatet framgångsrikt.

(Privat till Svenska Dagbladet.)

Det för fjorton dagar sedan förövade attentatet mot Norsk Hydros anläggningar i Rjukan framstår, efter de detaljerade uppgifter som nu föreligger, som ett av de mest betydelsefulla och framgångsrika företaget, som under kriget utförts av de allierades sabotörer.

Alla apparater, maskiner och fundament för framställning av tungt vatten sprängdes, och sabotörerna, som, vore iklädda brittiska uniformer, lyckades oskadda ta sig från platsen och sätta sig i säkerhet.

Det tunga vattnet har sedan några år kommit till stor användning vid vetenskapliga undersökningar, framför allt vid atomsprängningsförsök. Under senare tid har det även utnyttjats för industriella ändamål och vid krigets utbrott blev dess användbarhet för militärt bruk mycket diskuterad. Många vetenskapsmän ha till det tunga vattnet knutit förhoppningar om att man med dess hjälp skulle kunna framställa det "hemliga vapnet", ett sprängämne med hittills osedd verkan. Huruvida de norska vetenskapsmän, som i Norge sysselsatt sig med problemet och gjort Hydrofabrikerna till en i Europa enastående anläggning, ha fullföljt sina experiment i denna riktning torde endast tiden kunna ge besked om. De ha i varje fall hämtats till England och uteslutet är inte att norrmännen vinna den tävlan, som för närvarande pågår mellan axelns och de allierades vetenskapsmän. För Tyskland innebär i varje fall den lyckade attacken mot fabriken i Rjukan ett mycket hårt slag.

Figur 1. Rapport i Stockholms-Tidningen den 27 augusti 1941.¹⁵

Figur 2. Rapport i Svenska Dagbladet den 14 mars 1943.¹⁶

Rapporten i *Stockholms-Tidningen* är intressant som exempel på hur Sverige fungerade som förmedlare mellan de krigförande länderna av information om motpartens insatser på atomenergiområdet. I juli 1941 hade den tyske utbildningsministern Bernhard Rust bett C F von Weizsäcker (vars far var andre man inom tyska UD) om information om de amerikanska forskningsinsatserna på atomenergiområdet. Weizsäcker frågade då sin far om tyska UD kunde hjälpa till med att ta fram den önskade informationen och fick en sammanfattande översättning av rapporten i *Stockholms-Tidningen*. Weizsäcker sände en kopia av denna till de tyska militära myndigheterna den 4 september 1941 och följande dag en rapport om "Amerikas övertag över Tyskland på kärnfysikområdet" till Rust.¹⁷

Natten mellan den 27 och 28 februari 1943 genomförde sex norrmän, utbildade i Skottland, ett sabotage mot Norsk Hydros tungvattenproduktion i Rjukan, varvid alla elektrolysceller förstördes och 350 kg tungt vatten (två månaders produktion) hälldes ut i avloppet. Några av sabotörerna flydde till Sverige, varifrån de återvände till Storbritannien. Den 1 mars 1943 rapporterades det i svensk radio att sabotaget i Rjukan var riktat mot produktionen av tungt vatten, som var ämnat för tysk framställning av högbrisanta sprängämnen.¹⁸ Två veckor senare publicerades i Svenska Dagbladet en redogörelse för händelsen i Rjukan-anläggningen, se figur 2. Där talas om det tunga vattnets användning för "atomsprängningsförsök" samt framställning av "det hemliga vapnet", "ett sprängämne med hittills osedd verkan".

Den 29 september 1943 flydde Niels Bohr till Sverige och därifrån till Storbritannien. Bohrs vistelse i Sverige hemlighölls av den svenska pressen, men en nyhetsbyrå i London fick reda på Bohrs flykt dit och hans ankomst till Storbritannien, vilket ledde till följande sensationella nyhetsrapport i *New York Times* den 9 oktober, som bör ha lästs av åtminstone några svenskar:

SCIENTIST REACHES LONDON

**Dr. N.H.D. Bohr, Dane, Has a
New Atomic Blast Invention**

LONDON, Oct. 8 (AP)—Dr. Niels H.D. Bohr, refugee Danish scientist and Nobel Prize winner for atomic research, reached London from Sweden today bearing what a Dane in Stockholm said were plans for a new invention involving atomic explosions.

The plans were described as of the greatest importance to the Allied war effort.

Dr. Bohr, who arrived in London by plane, escaped the Nazi persecution of Jews in Denmark by hiding in a fishing boat, arriving in Sweden Sept. 8, according to the best information.¹⁹

Crawford skriver i sin bok om Lise Meitner, att det mot krigets slut förekom uppgifter i svenska tidningar att tyska SS-män spred rykten om att Tyskland skulle "släppa lös en uranbomb".²⁰

Radio

Professor Hans Pettersson höll under vintern 1940-1941 en serie radioföreläsningar över temat "Från atomkärnans explosion till universums", i vilken han diskuterade möjligheten att åstadkomma en "atommaskin" liksom risken för atombomber med "jättelika, varje fantasi överträffande verkningar". Men han påpekade att detta förutsatte en renframställning i stor skala av isotopen uran 235 och tillade: "En sådan koncentration av den sällsynta isotopen är åtminstone f. n. ogenomförbar".²¹

Skönlitteratur

Redan före fissionsfenomenets upptäckande publicerades i Sverige två skönlitterära verk av betydande författare, vilka båda gav en föreställning om vad som kunde hända om människan lyckades frigöra atomenergin.

Under första världskriget utkom en utopisk bok av H G Wells, i vilken såväl fredlig som krigisk användning av atomenergin skildrades med stor inlevelse. Den grundläggande upptäckten som möjliggör atomenergin frigörande inträffar enligt Wells 1933 och de första tillämpningarna i kraftverk 1953. I ett allomfattande krig i slutet av 1950-talet låter Wells atombomber i hundratals förstöra världens alla huvudstäder, och han beskriver även hur atombombernas radioaktiva följder leder till övergivandet av stora områden "a score of miles in diameter". Atombombskriget medför dock att människan förbättras och en "världsrepublik" uppstår.²²

Wells böcker var på sin tid lästa och uppskattade på ett sätt som vi kan ha svårt att förstå i dag. Wells bok, som i vetenskapligt avseende bygger på nobelpristagaren Frederick Soddy's bok *Interpretation of Radium*, kom t ex att utöva ett stort inflytande på Leo Szilard, vilken var den som 1939 initierade USAs satsning på utvecklingen av atombomben.²³

Några år före andra världskrigets utbrott publicerades en framtidsroman av Harold Nicolson, i vilken Storbritannien – söndagen den 5 juni 1939 – fäller en atombomb mot USA i västra Atlanten. Bomben transporteras dit på en flygplanskryssare och fälls av ett raketdrivet överljudsplan. Bombens räckvidd visar sig vara över 100 km och dess sprängning medför att såväl en ameri-

kansk kryssare och en amerikansk lastbåt som den egna flygplanskryssaren och det egna raketplanet går under. Ännu värre – undervattenssprängningen av atombomben åstadkommer en jättelik tidvattensvåg som medför att 80 000 människor förlorar livet. Även Nicolson låter dock användningen av atombomben resultera i en "bättre värld": alla atombomber skrotas liksom all militär användning av flygplan och ubåtar.²⁴

Sverker Åström har betecknat Nicolson's bok som en "kultiverad föregångare till vår tids science fiction" och anser att Nicolson "måst tänka igenom problem, som var analoga med dem som plötsligt och dramatiskt aktualiserades för mänskligheten i gemen, när atombomben exploderade över Hiroshima i augusti 1945".²⁵ Att boken inte var bortglömd i Sverige framgår av följande händelse. När DN-journalisten Sven Åhman på morgonen den 6 augusti 1945 nåddes av nyheten om fällandet av atombomben över Hiroshima erinrade han sig genast vad Nicolson skrivit och ringde denne samt bad om en kommentar. Nicolson sade: "Nu måste vi ha världsregering". Han anslöt sig därmed till den uppfattning som Wells framfört i sin bok redan 1914.²⁶

Wells och Nicolson's böcker fanns fritt tillgängliga i bokhandeln och de offentliga biblioteken.²⁷ De bör därför ha lästs av flera tusen svenskar och gjort intryck på icke så få.

Torsten Gustafson, professor i fysik i Lund och god vän till Niels Bohr, tog i boken *Tidsspegel* år 1942 upp frågan om naturvetenskapsmannens ansvar för "det vetenskapliga kriget" och använde som exempel upptäckten av kärnklyvningen av uran i januari 1939:

Ett klart exempel härpå ger upptäckten i januari 1939 av en enormt energirik atomkärnprocess, den så kallade kärnklyvningen [...] det skyntade också den fruktansvärda möjligheten att konstruera en bomb, som var tio millioner gånger starkare än en med vanliga sprängämnen laddad bomb. I denna situation var det omöjligt för fysikern att stoppa utforskningen av kärnklyvningen. Han skulle visserligen under en kortare, särskilt kritisk period kunna avstå från att utvidga sina kunskaper om detta område av naturen [...] Men han måste av ren självbevarelsedrift utreda huruvida en sådan explosionseffekt kunde framkallas eller inte, för att ha möjlighet att bekämpa det onda, om några amoraliska element inom samhället eller statsledningarna lyckades konstruera ett dylikt vapen för att med terror tillvälla sig makten.²⁸

Efter att ha läst ovanstående är det svårt att frigöra sig från tanken att Gustafson syftar på den stora forskningsinsats, som vid denna tid (1942) gjordes i Storbritannien och USA i syfte att förekomma Hitler-Tyskland i strävan att åstadkomma en atombomb. Han har också senare skrivit följande tillägg till

ovanstående citat: "Inför den fruktansvärda möjligheten, att Hitler skulle komma först med atombomben, forcerades arbetet [i USA]".²⁹

VAD VISSTE VETENSKAPSMÄNNEN?

Utöver de kunskapskällor som stod den stora allmänheten till buds kunde vetenskapsmän utnyttja vetenskapliga tidskrifter och konferenser samt personliga kontakter med andra vetenskapsmän. I och med upptäckten av neutronen 1932, och framför allt fissionsfenomenets upptäckt vid årsskiftet 1938/1939, blev förutsättningarna för att utnyttja atomenergin mer verklighetsbaserade och intresset ökade snabbt och starkt. Till en början publicerades alla forskningsresultat kring fissionsfenomenet, fram till i juni 1939 över 50 publikationer³⁰ och under hela 1939 över 100.³¹

Svenska fysiker och kemister hade således en stor källa att ösa ur när det gällde fissionsfenomenet och dess möjliga tillämpningar för civila och militära ändamål. Här skall endast två illustrativa exempel anföras.

I juni 1939 skrev dr Siegfried Flügge, en av Hahns medarbetare, en omfattande uppsats över de tekniska möjligheterna att utnyttja atomenergin. Utöver vad som återgivits tidigare ur denna artikel kan nämnas att han också beskrev en tänkt "Uranmaschine" (dvs vad som nu kallas kärnreaktor), innehållande 1 m³ (4,2 t) uranoxid och 280 kg vatten med tillsats av 56 g kadmium, som drevs vid 350 °C. Om alla uranatomer i denna "maskin" klövs skulle det frigöras en energimängd om 7x10¹⁰ kWh, motsvarande 11 års drift av alla "Reichselektrowerke" i Tyskland.³²

Otto Frisch skrev 1940 i ett bidrag till *Annual Reports of the Chemical Society for 1939* om "Nuclear Fission". Han föreslog där att man för att få till stånd en självunderhållande kedjereaktion skulle höja halten av uran 235, t ex tiofaldigt, genom isotopseparation. Men han tillade: "It would not, however, form an effective basis for the construction of a super-bomb, at any rate according to present knowledge, because the reaction is not fast enough".³³ (Frisch förutsatte här användningen av termiska neutroner. När han, strax efter det han skrivit ovanstående, började fundera över möjligheten att använda höganrikat uran 235 med snabba neutroner fann han till sin förvåning, att det borde vara möjligt att åstadkomma en effektiv atombomb som bara behövde innehålla 0,5-1 kg uran 235.³⁴)

Efterhand blev man i USA och Storbritannien allt mer oroad över möjligheten att Hitler skulle satsa på utveckling av atombomber. Detta ledde i april 1940, dvs samma månad som Norge och Danmark invaderades, till att

vetenskapsmännen i den "fria världen" lyckades åstadkomma en effektiv, frivillig censur på atomenergiområdet, vilken dock föregåtts av flera misslyckade försök, främst inspirerade av Leo Szilard.³⁵ Men i Tyskland fortsatte i stor omfattning publiceringen av forskningsresultat på fissionsområdet under hela kriget.³⁶ Inte minst gäller detta Otto Hahn och hans medarbetare: "Die rein chemischen Arbeiten des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Chemie über die Folgeprodukte der Uranspaltung sind im Kriege ungestört fortgeführt und veröffentlicht worden".³⁷ Badash anser att den öppna publiceringen av Hahns forskningsresultat under kriget hade sin grund i att de ansvariga på detta sätt räknade med kunna vilseleda de allierade underrättelsetjänsterna om vad man höll på med i Tyskland.³⁸ Hahn själv uttalade sig i samband med mottagande av sitt Nobelpris i Stockholm 1946 på följande sätt: "Hitler övertygade vi om nödvändigheten att offentliggöra våra rön, så att engelsmännen och amerikanerna inte skulle tro att vi höll på med någonting farligt".³⁹

En "talande tystnad"

Att publiceringen av forskningsresultat på fissionsområdet upphörde i USA och Storbritannien gick inte oförmärkt förbi. En ung amerikansk fysiker, som senare kom att delta i arbetet på atombomben i Los Alamos, har t ex skrivit följande: "In 1941 papers about uranium fission were conspicuous by their absence in physics journals. Hence an obvious implication was that a fission bomb was under consideration".⁴⁰ I Sovjet skall under kriget en ung fysiker, genom att studera *Physical Review*, ha kommit fram till att under två år ingen amerikansk fysiker, som hade möjlighet därtill, hade publicerat ett enda vetenskapligt arbete på atomenergiområdet. Han drog därav slutsatsen att de alla arbetade i ett atombombsprojekt.⁴¹ I Tyskland noterade Otto Hahn m fl att inga fissionsforskningsresultat publicerades i USA, Storbritannien eller Kanada.⁴² Det förefaller inte vara otroligt att även någon svensk fysiker, t ex Torsten Gustafson, under kriget skulle gjort samma observation och därav dragit slutsatsen att man i USA och Storbritannien arbetade på ett atombombsprojekt.

Sverige en "förmedlingscentral" för information om atombomben

Enligt den officiella historiken över den brittiska underrättelsetjänsten (Secret Intelligence Service, SIS) under andra världskriget så var de allierades arbete på atombomben så hemligt att man inte vågade använda sitt normala agentnät. Lösningen blev att i stället utnyttja sig av sina kontakter med vetenskapsmän i neutrala länder, dvs främst Sverige och Schweiz.⁴³

But the SIS was able to set these precautions aside in its contacts with scientists in neutral countries and, through them, with well-disposed scientists in Germany; it was these contacts, to the development of which the SIS attached the highest priority, which provided the bulk of the evidence in the period before the Allied occupation forces were able to seize documents and interrogate scientists on the continent.⁴⁴

Men vilka informationer om utvecklingen på atomenergiområdet i de krigförande länderna nådde Sverige under kriget och på vilka vägar? Här föreligger som ovan redan antytt stor skillnad mellan Tyskland å ena sidan samt USA och Storbritannien å den andra. Powers redogör i sin bok för minst 19 tillfällen ("major incidents") under kriget då tyska vetenskapsmän avsiktligt läckt information om den tyska verksamheten på atomenergiområdet till personer i utlandet. Huvudbudskapet var att den tyska atomforskningen var inriktad på byggandet av en reaktor för kraftproduktion och inte på utvecklingen av en atombomb.⁴⁵ Några motsvarande fall i USA eller Storbritannien är inte kända.⁴⁶ Trots allt läckte dock på olika vägar något ut om vad som pågick på atomenergiområdet i USA och nådde Sverige, t ex genom artikeln i Stockholms-Tidningen den 27 augusti 1941.

Det fanns två nyckelpersoner när det gäller frågan om vilken information om atomenergiaktiviteten i Tyskland som nådde svenska vetenskapsmän under andra världskriget. Det var Niels Bohr och Lise Meitner och de förtjänar var sitt avsnitt.⁴⁷ I ett kort avsnitt därefter redovisas några tillfällen då svenska vetenskapsmän varit aktiva i insamling och spridning av information om den tyska atomenergiaktiviteten.

Niels Bohr⁴⁸

Bohr, som från mitten av 1930-talet hade inriktat sin forskning på kärnfysik, höll den 6 december 1939 i Köpenhamn ett föredrag inför Selskabet for Naturlærens Udbredelse om "Nyere Undersøgelser over Atomkernens Omdannelse".⁴⁹ I detta framhöll han i ett avsnitt beträffande "Spørgsmaalet om Atomenergiens Udvinning" att av de tre ingående isotoperna i naturligt uran det endast är uran 235 som kan undergå fission, och att det för att åstadkomma en explosion (dvs atombomb) krävs att man har tillgång till denna isotop i ren form i tillräckligt stor mängd.

I januari 1941 arrangerades en "svensk vecka" i Köpenhamn, till vilken fem framstående svenska författare, däribland Harry Martinson, inbjöds. I programmet ingick bl a ett besök vid Bohrs institut. Vid detta tillfälle frågade Martinson om det kunde bli så att man framställde någon sorts bomb, som an-

vände atomernas ”fjättrade energikrafter”. Bohr svarade att det visserligen var teoretiskt möjligt men att det skulle bli så dyrt att man skulle tveka att framställa en sådan bomb.⁵⁰

Efter krigets utbrott hade Bohr nåtts av olika rykten om tyskarnas intresse och insatser för att militärt utnyttja atomenergin. Dessa rykten bekräftades när Bohr hösten 1941 besöktes av Heisenberg, som i ett förtroligt samtal tog upp frågan om atomenergens militära användning. Bohr var tystlåten men uttryckte sitt tvivel, grundat på de stora tekniska svårigheter som måste övervinnas.⁵¹ Vad Heisenberg och Bohr verkligen sade till varandra och vad Heisenberg ville åstadkomma med detta samtal är mycket omtvistat. I sammanhanget räcker det kanske med att konstatera att Bohr vid detta fick klart för sig att det i Tyskland pågick arbete som kunde resultera i en tysk atombomb. Heisenberg ritade även en skiss för att illustrera vad som pågick – något som såg ut som en kub med stavar som stack ut från dess topp. Bohr trodde att den föreställde en atombomb men när Hans Bethe och Edward Teller såg denna skiss i Los Alamos i december 1943 kunde de omtala att den föreställde en reaktor.⁵²

I juli 1942, året efter Heisenbergs besök, kom den tyske fysikern Hans Jensen från Hamburg till Köpenhamn på väg till Norge. Jensen, som arbetade med produktionen av tungt vatten i Norge, visade sig vara en övertygad motståndare till Hitler och var mycket öppenhjärtig – både beträffande sina åsikter och sitt arbete. Niels Bohr tog också emot honom för ett personligt samtal, i vilket Jensen försäkrade Bohr att tyska vetenskapsmän inte arbetade på att framställa en atombomb utan bara på att bygga en reaktor.⁵³ I Norge berättade Jensen inför flera norrmän, som alla var i kontakt med den norska motståndsrörelsen, om de tyska utvecklingsinsatserna och betonade att de inte kunde leda till någon atombomb och troligen ej heller till en kraftproducerande reaktor förrän långt efter krigets slut. Jensens berättelse sändes via den norska motståndsrörelsen till den brittiska underrättelsetjänsten.⁵⁴ I juli 1942 berättade även Hans Suess, en likaså antinazistisk fysiker som arbetade med isotopseparation vid universitetet i Hamburg, för den norske kemisten och vännen Jomar Brun, som han visste var i kontakt med den brittiska underrättelsetjänsten, att den tyska forskningen var inriktad på utveckling av en reaktor för kraftproduktion, inte på att bygga en atombomb.⁵⁵

I början av 1943 mottog Bohr ett hemligt budskap från Storbritannien, gömt i en mikrofilm, inbörad i en nyckel, som levererades av de brittiska och danska underrättelsetjänsterna. Budskapet var ett brev från James Chadwick, i vilket denne uppmanade Bohr att komma till Storbritannien, något denne dock

avböjde. Sommaren 1943 besöktes Bohr av de tyska fysikerna Hans Jensen och Hans Suess, vilka berättade att man i Tyskland börjat framställa uran för reaktorändamål. Ungefär samtidigt hade Bohr besök av flera svenska vetenskapsmän (deras namn är okända) som berättade för Bohr om det stora tyska intresset för produktionen av tungt vatten i Rjukan. Som följd härav skrev Bohr ett nytt brev till Chadwick och delgav honom dessa informationer samt diskuterade möjligheterna av en atombomb med användning av långsamma neutroner. Men han kom fram till att det krävdes snabba neutroner för att åstadkomma en effektiv explosion. Han ansåg dock att det var för svårt rent tekniskt att få fram rent uran 235 i tillräckliga mängder.⁵⁶

I slutet av 1943 nåddes Bohr av flera varningar om att han skulle arresteras i samband med en av tyskarna planerad deportation av alla judar i Danmark. Den 29 september flydde så Bohr över Öresund och anlände följande dag i sällskap med den danske underrättelseofficeren Volmar Gyth (som stod i förbindelse med Erik Welsh i den brittiska underrättelsetjänsten) till Stockholm, där han möttes av två svenska underrättelseofficerare som tog honom till ett möte i UD. Under sin vistelse i Sverige var Bohr hela tiden övervakad av Gyth och svenska underrättelseofficerare.

I Stockholm bodde Bohr först hos Oskar Klein, men flyttade sedan till en dansk diplomats hem. Förutom Klein sammanträffade Bohr även med bl a Lise Meitner och Njål Hole. Exakt vad Bohr berättade för dem och Oskar Klein samt andra svenska vetenskapsmän om sina informationer från Tyskland vet vi inte, men han gav i varje fall besked om att man där inte nått några praktiska resultat i arbetet på en atombomb. De fick dock fortgå då så mycket propaganda var knuten till "det hemliga vapnet". Bohr ansåg att en praktisk lösning inte stod att få samt att tyskarna ej kommit längre än han själv.⁵⁷

I början av oktober flög Bohr och hans son Aage till Storbritannien på inbjudan av lord Cherwell (Churchills vetenskaplige rådgivare). Efter ankomsten till Storbritannien blev Bohr till fullo informerad om de brittiska och amerikanska atombombsprojekten, och i november 1943 reste Bohr och hans son över till USA för att som "konsulter" delta i atombombsprojektet där. Bohrs fru Margrethe och deras yngre söner, Hans, Erik och Ernest, blev dock kvar i Stockholm under resten av kriget.⁵⁸

I början av 1944 skrev Bohr från USA till Rozenthal (som flytt till Stockholm strax före Bohr) och frågade om man vid hans institut fått några nya upplysningar om tyskarnas arbete med uran. Han avsåg troligen informationer från ett eventuellt nytt besök av Jensen. Men det visade sig inte finnas några nya upplysningar att lämna.⁵⁹

Lise Meitner

När det gäller vilken roll som Lise Meitner spelade i inhämtning och förmedling av information om atomenergiforskningen under kriget finns det ett omfattande underlag, men uppgifterna i detta är delvis motstridiga.

Meitner var på besök vid Bohrs institut när tyskarna invaderade Danmark den 9 april 1940. Hon återvände så fort som möjligt till Sverige efter att ha lovat Bohr att sända lugnande telegram till en av Bohrs många vänner i Storbritannien. Meitners telegram, som blev något förvrängt vid överföringen, löd: "Met Niels and Margrethe recently both well but unhappy about events please inform Cockcroft and Maud Ray Kent". Maud Ray (i Kent) var en tidigare guvernant hos Bohr men eftersom Cockcroft aldrig hört talas om Maud Ray trodde han att orden "Maud Ray Kent" innehöll ett kodat meddelande som skulle ha med uran att göra. Som följd härav kom några veckor senare den viktiga kommitté som skulle bedöma möjligheten av att erhålla atombomber och kraft genom fission av uran att kallas "the MAUD Committee".⁶⁰

Patricia Rife har i sin bok om Lise Meitner lämnat följande något förbryllande uppgift: "Lise Meitner wurde niemals um Rat gefragt vom schwedischen Militärausschuss, der organisiert worden war, um die wissenschaftlichen Entwicklungen im Zusammenhang mit der Kernspaltung zu verfolgen, nachdem die Nazis 1940 Norwegen besetzt hatten".⁶¹ Rife hänvisar för denna uppgift till Karl-Erik Larssons uppsats i Kosmos 1987 om kärnkraftens historia i Sverige. Men det går inte att återfinna den av Rife lämnade uppgiften i Larssons uppsats!⁶² Karl-Erik Larsson har vid samtal med mig dementerat att uppgiften ovan har lämnats av honom.⁶³ Troligen åsyftar Rife med "schwedischen Militärausschuss" Militärfysiska institutet (MFI) som tillkom 1940 på initiativ av Rolf Sievert, då föreståndare för Radiofysiska institutionen vid Karolinska sjukhuset. Men att MFI skulle ha bildats för att följa utvecklingen på fissionsområdet är knappast sant.⁶⁴ Rife har uppenbarligen gjort en högst fantasifull tolkning av vad Karl-Erik Larsson skrev i Kosmos 1987.

Ruth Sime uppger i en uppsats över Lise Meitners vistelse i Sverige att "Stockholm was a center for wartime espionage and it appears that Meitner passed on information from German colleagues to British intelligence". Sime nämner vidare att Meitner hade ett antal goda vänner bland i Sverige, däribland Gudmund Borelius, Hans Pettersson, Oskar Klein, Eva von Bahr-Bergius och Sigvard Eklund.⁶⁵

En av Meitners kontakter med den brittiska underrättelsetjänsten var den unge norske fysikern Njål Hole, verksam vid Manne Siegbahns institut och en

av Meitners vänner. Hole var sedan hösten 1941 i löpande kontakt med Eric Welsh, chef för den brittiska underrättelsetjänstens norska avdelning.⁶⁶

Lise Meitner hade under hela kriget kontakter på olika sätt med sina gamla kolleger i Tyskland och förmedlade även upplysningar från dessa kontakter till kolleger som flytt undan Hitler. Ett exempel på detta är följande:

A letter from Lise Meitner to Max von Laue of April 20, 1942, reports a conversation with Christian Møller, one of Bohr's colleagues, about Heisenberg's visit. Laue replied on April 26, saying Heisenberg had been appointed to run the Kaiser Wilhelm Gesellschaft. Meitner passed on this "very interesting fact" to Max Born in Edinburgh. Meitner's letter was probably the source of Born's remark in a letter to Einstein of July 15, 1944, that "even Heisenberg has (I learned from reliable sources) worked full blast for these scoundrels".⁶⁷

Otto Hahn besökte Stockholm i oktober 1943 för att hålla en föreläsning på Kungl Vetenskapsakademien (KVA) om sin forskning. Om fissionen av uran sade han vid detta tillfälle, enligt vad Arne Westgren, ordförande i KVAs Nobelkommitté för kemi, berättade år 1946: "In this process such enormous quantities of energy would be produced in a short instance that the effect would exceed any explosion phenomenon so far known. Hahn doubted however whether it was possible to surmount the technical difficulties involved".⁶⁸ Enligt en annan källa skall Hahn vid sitt besök ha berättat för Meitner och svenska fysiker att det för många år framåt inte föreföll vara möjligt att praktiskt utnyttja uranklyvningsfenomenet.⁶⁹ Efter kriget har dock Meitner förnekat att Hahn vid sina besök talat med henne om de tyska insatserna på utvecklingen av en eventuell atombomb.⁷⁰ Det kan vara intressant att veta att också Max von Laue besökte Meitner under 1943.⁷¹

Otto Hahn skrev 1943 till Lise Meitner att Hitler lät inkalla flera tusen vetenskapsmän till armén. Han skrev också att Heisenberg rapporterat till Hitler att arbetet på en kraftalstrande uranreaktor skulle utvecklas före en atombomb, men att en reaktor kanske inte skulle kunna vara färdig förrän efter kriget. Meitner sade därför till Oskar Klein att hon inte trodde att det skulle komma fram någon atombomb i Tyskland, i vilken uppfattning Klein instämde. Hahn skrev vidare att han och hans kolleger fortsatte att publicera sina fissionsforskningsresultat, men att han inte kunde finna några motsvarande resultat publicerade i USA, Storbritannien eller Kanada.⁷²

I slutet av 1943 hade Niels Bohr och hans son Aage via Sverige och Storbritannien anslutit sig till den grupp av brittiska atomforskare som flyttade till USAs atombombsforskningscentrum i Los Alamos, där de första atombom-

berna konstruerades.⁷³ Samma år ombads Lise Meitner att ansluta sig till den brittiska atomforskargruppen i USA, men hon avböjde med motiveringen "I will not work on a bomb" och hon hoppades så länge det var möjligt att det inte skulle gå att åstadkomma en atombomb.⁷⁴ Lise Meitner har själv berättat hur hon under kriget hoppades att atomenergin bara skulle användas för fredliga ändamål. Men hon fruktade för att atombomben skulle bli verklighet: "During the war, I used to say to my Stockholm friend, Oscar Klein: 'I hope they will not succeed in making an atomic bomb, but I fear they will'".⁷⁵

År 1944 erhöll den brittiska underrättelsetjänsten "a very reliable report from Lise Meitner in Stockholm", enligt vilken Auer Gesellschaft i Tyskland producerade uranmetall i stora kvantiteter.⁷⁶

I en intervju dagen efter fällandet av atombomben över Hiroshima sade Meitner:

Hur långt tyskarna hade kommit? Det kan jag inte säga någonting om trots att jag hela tiden haft förbindelser med mina tyska kolleger. Dessa kunde emellertid aldrig yttra sig om resultatet av sina forskningsmödor. Jag vet dock att tyskarna nedlade ett stort arbetet på experiment av detta slag.⁷⁷

Några dagar senare svarade hon något annorlunda: "Det enda jag vet är de informationer jag fått brevlades under kriget och det är saker som jag ännu knappast kan berätta utförligt om".⁷⁸

Lise Meitner vägrade att arbeta på att få fram atombomben och hon hoppades att det skulle visa sig omöjligt att framställa den. Men hon fruktade samtidigt att Hitler-Tyskland skulle lyckas och därför berättade hon för den brittiska underrättelsetjänsten och vänner i Storbritannien, vad hon av gamla kolleger i Tyskland och på andra vägar fick reda på om de tyska insatserna på atomenergiområdet. Hennes ovillighet att efter kriget tala om detta beror sannolikt på hennes starka vänskap för Otto Hahn och andra kolleger i Tyskland. Hade hon berättat att de – via henne – lämnat information till fienden skulle detta i Tyskland, även efter kriget, ha varit en stark belastning för dem.⁷⁹

Oskar Klein, Ivar Waller och Torsten Gustafson

Oskar Klein berättade för Lise Meitner någon tid efter den tyska ockupationen av Danmark den 9 april 1940 att verksamheten vid Bohrs institut fick fortgå som vanligt – detta tack vare att Bohrs tyska kolleger hade lagt sig ut för honom. Klein sade även att han instämde med Bohr i svårigheten att bygga atombomber av uran 235. Men han var liksom Meitner oroad för att tyskarna

med alla sina nobelpristagare skulle lyckas med det. Han berättade senare för henne om Heisenbergs besök hos Bohr hösten 1941. Heisenberg hade velat ha Bohrs uppfattning om atomenergins möjligheter som vapen, kraftreaktor och drivkraft till ubåtar. Själv hade Heisenberg verkat osäker: Hitler misstrodde komplicerade vapen som raketer – efter Paris erövring hade han t ex förklarat att den "onödiga" raketforskningen i Peenemünde skulle läggas ner.⁸⁰

Ett exempel på hur uppgifter om den tyska atomenergiverksamheten förmedlades av svenska forskare till vänner i de allierade länderna är följande. I juni 1942 skrev Ivar Waller, teoretisk fysiker i Uppsala, till en vän i Storbritannien att kärnforskning pågick vid flera laboratorier i Tyskland under ledning av Heisenberg och att den var inriktad på att uppnå kedjereaktion, speciellt avseende uran 235, samt att resultat av forskningen inte kunde uteslutas. Dessa uppgifter anses Waller ha kunnat få av Bohr eller Meitner eller Heisenberg själv vid besök i Tyskland under kriget.⁸¹ Wallers brev nådde ledningen för det brittiska atombombsprojektet och "appears to have been the first positive warning [which] was recieved that Germany was working on a bomb".⁸²

Att Torsten Gustafson visste en hel del om vad som försiggick i de krigförande länderna framgår av ett brev som han skrev i början av 1980-talet till Patricia Rife:

In the beginning of 1939 I spent much time in Copenhagen and had many discussions with Niels Bohr and other physicists, among them Hahn [...] It was thus known the details of the development [the interpretation of nuclear fission]. As far as I remember I also heard of the proposals by Fermi, Kowarski and some other man [on] how to construct a reactor. In summer 1939 it was decided to keep further developments secret. But in summer 1941, in the middle of the war, I spent a month with Niels Bohr and had many discussions with him. In 1942 I wrote a chapter (containing already then [references to] the atomic bomb) about nuclear energy in a book "Tidsspegel" written against Hitler by ten professors in Lund. All the[se] things I reported to Erlander, who in 1944 enter[ed] the Government. I also reported to Gustav Möller who was a member of the inner circle of the Government.⁸³

VAD VISSTE MILITÄRERNA? ⁸⁴

Den svenske militärattachén i Berlin, överste C H Juhlin-Dannfelt, sände under andra världskriget in flera rapporter om "atomsprängningsvapen". Rapporterna var ställda till chefen för Försvarsstabens utrikesavdelning, alla märkta "Strängt förtroligt" och oftast avsedda "Endast för inre kretsen". De utlämnades även till chefen för Utrikesdepartementets politiska avdelning "för strängt förtroligt kännedom".⁸⁵ I FOAs arkiv finns en förteckning över handlingar om

atomsprängningsvapen i en volym från MFI, som Olof Forssberg, rättschef i Försvarsdepartementet, hänvisar till i det tidigare hemliga underlaget till rapporten *Svensk kärnvapenforskning 1945-1972*.⁸⁶ Denna förteckning tar upp flertalet av Juhlin-Dannfelts rapporter.

Den första rapporten om atomsprängningsvapen, daterad den 15 maj 1942, innehåller följande uppgifter: "Atomsprängningsprojektilen utskjutas ur grk eller fälles från flygplan. Det tjockaste pansar spränges sönder. Allt levande dödas eller, på längre avstånd, bedövas på grund av syrebrist".⁸⁷ I en andra rapport, daterad februari 1943, berättas om "insättandet av ett tyskt hemligt vapen grundat på atomsprängningar", men den innehåller "inga tekniska detaljer". En tredje, daterad den 8 mars 1943, utgörs av ett utdrag ur den tyska nyhetsbyråns "vetenskapliga veckokronika" och handlar om Hahns och Strassmanns upptäckt av uranklyvningen strax före krigsutbrottet. Juhlin-Dannfelts bifogade kommentar är: "Offentliggörandet bär [...] propagandans prägel, vilket icke är ett odelat plus för sakens militära betydelse".⁸⁸ Den 13 mars skriver Juhlin-Dannfelt att atomsönderdelningsvapnet icke är något nytt vapen utan en utveckling av raketvapnet, som redan från början varit grundat på atomsönderdelning, vilket skulle förklara dess enorma sprängverkan.⁸⁹

I juli 1943 översände Juhlin-Dannfelt en reseberättelse upprättad av ingenjör H Meuller i Tygdepartementet, i vilken denne om "det nya stridsmedlet, raketvapnet", skrev: "Det använda ordet Geschosse tyder på att de tidigare omtalade aggregaten för betjänande av atomsprängningsmedlet frångåtts på grund av deras farlighet för servisen".⁹⁰

Att Bohr under sitt uppehåll i Sverige 1943 meddelade sina kunskaper om de tyska insatserna på atomenergiområdet och sin uppfattning om deras resultat till sina svenska kolleger – och troligen även direkt till den svenska underåttelsetjänsten – framgår av MFIs förteckning. Den 1 oktober 1943 kom Bohr till Stockholm och enligt en handling, daterad den 6 oktober, märkt Fst/Sekt II, var det Bohrs åsikt att experimenten med atomsprängningsvapen inte hade lett till några praktiska resultat. De fick dock fortgå då så mycket propaganda var knuten till "det hemliga vapnet". Bohr ansåg att en praktisk lösning inte stod att få samt att tyskarna ej kommit längre än han själv.

Den 5 januari 1944 skrev "den bekantnen Sprengstoffachman" doktor Alfred Stettbacher en tvåsidig artikel i en schweizisk dagstidning om hemliga vapen av olika slag.⁹¹ Inledningsvis angav han att de framförallt var propagandamedel: "Eine 'G e h e i m w a f f e' ist um so wirksamer, je länger man von ihr spricht und an sie glaubt. [---] Nur so ist es erklärlich, daß im fünften Kriegsjahre 'Uranbomben' als Glaubensartikel kolportiert werden können". I av-

snittet med rubriken "Uranbomben, Kriegsende, Weltuntergang" redovisade Stettbacher först de teoretiska förutsättningarna för att få till stånd en atombombsexplosion och kom därefter fram till följande slutsats:

Indessen steht das so oft prophezeite Kriegsende durch Uranbomben noch in weitester Ferne [---] Wohl bricht der Urankern durch Neutronenbeschuß auseinander, unter rasantestem Abflug von 1 bis 2 aus dem Atom stammenden Neutronen, die, wenn sie gleichermaßen von benachbarten Uranatomen "eingefangen" würden, wieder dieselbe Spaltung und Neutronenemission veranlassen sollten, so daß zuletzt in einer unaufhaltsamen, lawinenartig anschwellenden Kettenreaktion die ganze Uranmasse mit Katastrophengewalt zerstöbe. Allein diese naheliegende Kettenreaktion tritt nicht ein weil, — wie die Versuche immer wieder zeigen — die Grenzbedingungen für diesen Lawinenprozeß praktisch nicht erreicht werden.

Vad Stettbacher anför är högst intressant i åtminstone två avseenden. För det första skriver han att det ofta sagts att kriget skulle ta slut genom användande av uranbomber. För det andra anger han att försöken hittills visat att det i praktiken inte går att få till stånd en kedjereaktion, vilket är förutsättningen för en fungerande atombomb. Skrivningen tyder på att Stettbacher känt till de tyska atomforskarnas misslyckade försök att få till stånd en kritisk reaktor.

Juhlin-Dannfelt observerade Stettbachers artikel och sände den till Förvarsstabens utrikesavdelning med ett följebrev, i vilket han bl a skrev: "Denna populärt betonade införing i ämnet förefaller värd att infoga i dossieren för de tyska hemliga stridsmedlen".⁹²

Den 17 december 1945 skrev professor Gustaf Ljunggren, chef för FOAs avdelning 1, följande intressanta upplysning i en då hemlig promemoria:

Trots den sekretess, som omgav atombomben, kom frågan om densamma flerfaldiga gånger upp under kriget. Men det ansågs att frågan icke var mogen och icke stod inför en omedelbar lösning, varför det ej var motiverat att omedelbart bearbeta frågan hos oss. Någon forskning inriktad på atombomben eller atomenergins militära utnyttjande igångsattes därför icke här i landet.⁹³

VAD VISSTE POLITIKERNA?⁹⁴

Torsten Gustafson skrev i början av 1980-talet att han under kriget berättade allt han visste om utvecklingen på fissionsområdet för Tage Erlander och Gustav Möller.⁹⁵ Erlander har i sina memoarer bekräftat Gustafsons uppgifter: "Min främsta kontakt bland naturvetarna var alltså Torsten Gustafson och

genom honom nobelpristagaren Niels Bohr. Ända sedan 1941 hade Torsten Gustafson sporadiskt diskuterat med mig de problem, som hade samband med kärnkraftens frigörelse".⁹⁶

Nils Sköld har omtalat att hans far Per Edvin Sköld, försvarsminister under andra världskriget, berättat för honom att Manne Siegbahn år 1943 blev uppkallad till regeringen för att förklara rykten från Tyskland om "atom-sönderdelningsvapen". Manne Siegbahn hade då förklarat för regeringen: "Det är omöjligt att göra en atombomb".⁹⁷

År 1943 föreslog ledaren för USAs atombombsprojekt, general Groves, att USA skulle söka få monopol på världens urantillgångar.⁹⁸ I detta syfte gjordes en omfattande kartläggning och i rapporten över denna från oktober 1944 angavs att det kunde finnas betydande fyndigheter av uran i Sverige. Brittiska experter fick därför i uppdrag att undersöka de svenska förekomsterna av kolm, en undersökning som var klar vid månadsskiftet juni/juli 1945.⁹⁹ En svensk geolog gav engelsmännen en rapport enligt vilken det fanns två stora fält i Sverige innehållande uranrik kolm, det ena i Närke innehöll 15 000 ton uranoxid, det andra i Västergötland så mycket som 70 000 ton.¹⁰⁰

Sedan hösten 1944 var Groves inte längre rädd för att tyskarna skulle kunna framställa en atombomb. Däremot var han förskräckt över möjligheten att Sovjet skulle få tillgång till så mycket uran att det kunde utveckla en egen atombomb i framtiden.¹⁰¹ Den 18 juli 1944 presenterade Groves därför en promemoria "Heads for Proposed Tripartite Agreement Between the US, UK and Sweden". I det föreslagna avtalets första paragraf angavs att Sverige skulle begränsa sin export av kolm och uran till USA och Storbritannien så länge som dessa stater var villiga att köpa allt det som Sverige inte behövde för eget bruk. Denna utfästelse föreslogs gälla under 75 eller 99 år. I en tilläggsparagraf, "which Sweden might ask for", utlovades att "The U.S. and the U.K. unconditionally guarantee the political and territorial integrity of Sweden". Groves förslag bearbetades under de närmast följande dagarna i London gemensamt av brittiska och amerikanska förhandlare och det beslöts att den amerikanske ministern i Stockholm, Hershel B Johnson, skulle lägga fram det reviderade avtalsförslaget för den svenske utrikesministern. Det avvek i flera avseenden från Groves förslag men innehöll dess viktiga första paragraf.¹⁰²

Den 27 juli 1945 sammanträffade den amerikanske ministern i Stockholm med kabinettssekreteraren i UD, Stig Sahlin.¹⁰³ Samma dag skrev Sahlin en promemoria "för strängt förtrolig kännedom" där han inledningsvis skrev:

Amerikanske ministern anhöll efter sin återkomst från London om ett samtal i ett ärende "of great importance". Ministern framhöll till en början, att vad han hade att meddela bor-

de behandlas med den strängaste diskretion ("top secret"). Saken vore i Förenta Staterna och Storbritannien endast bekant för ett litet fåtal personer och borde här icke delgivas i annan utsträckning än som vore absolut oundgängligt, lämpligen endast med stats-, utrikes-, försvars- och folkhushållningsministrarna. – Sedan någon tid tillbaka påginge i de båda anglosachsiska länderna omfattande experiment rörande utnyttjandet av det metalliska grundämnet uran för militära ändamål. Dylika forskningar kunde endast utföras i länder med stor industriell kapacitet. Experimenten befunde sig på ett framskridet stadium. De upptäckter, som gjorts, vore av utomordentlig betydelse för världsfreden. Såvitt jag förstod av ministerns uttalanden, var man på god väg att framställa "atombomben".¹⁰⁴

Den amerikanske ministern hade omtalat att han kände till att Sverige hade vissa urantillgångar i samband med skifferlager i Närke och Västergötland. Han presenterade därefter huvudpunkterna i det brittisk-amerikanska förslaget, vilket var att Sverige i avtal skulle åtaga sig att införa en effektiv kontroll för all framtid över produktion, innehav och användning av alla råämnen innehållande uran eller derivat av uran, att förbjuda export utan de amerikanska och brittiska regeringarnas godkännande samt att medge företrädesrätt för dessa båda regeringar att förvärva uraninnehållet vid allt utbud av dylika mineraler. Om man från svensk sida vore villig att ingå i överläggningar, vore man å amerikansk-brittisk sida beredd att till Stockholm sända sin främste expert. överste Lonsdale, åtföljd av ytterligare en eller två sakkunniga. Han tilllade, att ärendet vore av brådskande beskaffenhet, då möjligen något kunde läcka ut om experimenten, sedan dessa avslutats, varigenom obehöriga kunde sättas på spåret. Den vikt man fäste vid frågan framgick ytterligare av att ministern var beredd att själv resa till London med det svenska svaret.

Den 3 augusti träffade Johnson och den brittiske ministern i Stockholm, Bertrand Jerram, den nye svenske utrikesministern, Östen Undén. Enligt en PM upprättad samma dag av Undén lämnade han försiktigt positiva besked om den svenska regeringens inställning till det amerikansk-brittiska förslaget. Regeringen ämnade således omedelbart undersöka, huruvida särskilda åtgärder erfordrades för att skapa kontroll över Sveriges urantillgångar och förebygga, att de skulle kunna komma i enskilda händer. Gällande exportförbud omfattade även uranmineral och kabinetssekreteraren hade redan lämnat instruktioner till handelskommissionen om detta, naturligtvis utan att antyda något om sammanhanget. Någon särskild överenskommelse vore regeringen nog inte villig att ingå; om uran kunde praktiskt utnyttjas, så ville regeringen bevara tillgångarna för Sveriges egna behov. Men det kunde tänkas att Sverige kunde medge viss försäljning till USA och Storbritannien mot att Sverige fick tekniska informationer. Undén meddelade avslutningsvis att Sverige gärna skulle ta

emot amerikanska och brittiska experter för resonemang, i vilka från svensk sida kabinettssekreteraren och professor Siegbahn skulle kunna delta.¹⁰⁵

Genom den framförda propån och vad som sades under de inledande förhandlingarna bör det redan den 3 augusti ha stått klart för den svenska regeringen att USA och Storbritannien sannolikt hade lyckats framställa en atombomb. Full visshet erhöles den 6 augusti då USA fällde atombomben över Hiroshima.¹⁰⁶

SLUTSATSER

Av den nu genomförda studien framgår att den intresserade och vakna delen av allmänheten i Sverige under kriget genom den tidens medier fick information om att en atombomb kanske kunde framställas. Den fick också reda på att man i såväl Tyskland som USA gjorde forsknings- och utvecklingsinsatser i sådant syfte. Men den underrättades även om att ett stort och mycket svårlöst problem låg i att skilja uran 235 från uran 238, som utgör den större delen av naturligt förekommande uran.

Vetenskapsmännen i Sverige hade redan under 1939 en stor källa av kunskap att ösa ur. Då publicerades mer än 100 forskningsrapporter om fission och denna öppna publicering fortsatte under början av 1940. Men i april detta år infördes i USA och Storbritannien en frivillig och under följande år en obligatorisk censur av alla rön beträffande fission av uran. I Tyskland däremot fortsatte publiceringen av forskningsrön på fissionsområdet tämligen fritt under hela kriget. Det var också från Tyskland som avsiktliga eller oavsiktliga läckor om utvecklingsinsatserna för det praktiska utnyttjandet av atomenergin – för militära eller civila ändamål – på olika vägar, ofta via Niels Bohr, nådde Sverige. Lise Meitner och Njål Hole var tillsammans med flera kända svenska vetenskapsmän som Oskar Klein, Ivar Waller och Torsten Gustafson aktiva i inhämtning av underrättelser om de tyska arbetena på atomenergiområdet – underrättelser som i varje fall Meitner, Hole och Waller sedan vid ett eller flera tillfällen lämnade vidare till den brittiska underrättelsetjänsten, direkt eller indirekt via vänner i Storbritannien.

Försvarsstaben fick från och med 1942 rapporter, framför allt från den svenske militärattachén i Berlin, om "atomsprängningsvapen" och "uranbomber", vilka dock i flertalet fall var av ryktes- och propagandakaraktär. Undantaget utgjordes av de upplysningar som lämnades av Bohr i oktober 1943.

Den bild av de tyska insatserna på atomenergiområdet som nådde Sverige gick i stort ut på att dessa sedan 1942 var inriktade på byggandet av en reaktor

för kraftproduktion och inte på utvecklingen av en atombomb. Bohrs uppfattning, den han framförde i Stockholm hösten 1943 innan han reste till Storbritannien och USA för att delta i arbetet där på att bygga atombomben, var att det var för svårt rent tekniskt att få fram uran 235 i de mängder som krävdes för att få en explosion till stånd.

Regeringsledamöter var ända sedan 1941 tämligen väl informerade om utvecklingen på atomenergiområdet. Torsten Gustafson berättade under hand allt han visste om den till Tage Erlander och Gustav Möller. Försvarsminister Per Edvin Sköld hade uppenbarligen tillgång till Försvarsstabens informationer om utvecklingen i Tyskland. Genom den ytterst hemliga propå som den 27 juli 1945 lämnades av USA och Storbritannien till Sverige, om att i avtal med ge företrädesrätt för de brittiska och amerikanska regeringarna att förvärva allt utbud av uran från svenska tillgångar, bör det ha stått klart för den svenska regeringen att USA och Storbritannien ansåg sig ha löst problemet att framställa "atombomben".

Men efter det att de första atombomberna fällts i augusti 1945, och den amerikanska rapporten *Atomic Energy for Military Purposes* publicerats strax därefter, var den kunskap som i största hemlighet förvärvats under kriget nu blott av "historiskt intresse" – ett intresse som drivit mig att skriva föreliggande text.

NOTER

Använd förkortning: RA/UD = Utrikesdepartementets arkiv, 1920 års dossier-system, i Riksarkivet.

1. Sigfrid Leijonhufvud, (*parentes?*: *En historia om svensk kärnkraft* (Västerås, 1994), 16. Leijonhufvud, politisk reporter på Svenska Dagbladet, skrev denna bok med anledning av ABB Atoms 25-årsjubileum och Asea-koncernens totalt 40-åriga verksamhet på kärnkraftsområdet.
2. Stefan Lindström, *Hela nationens tacksamhet: Svensk forskningspolitik på atomenergiområdet 1945-1956* (Stockholm, 1991), 48.
3. *Hela nationens tacksamhet*, 51. Den åsyftade studien är Alf Peterson, *Tidiga föreställningar om atomenergins frigörande och utnyttjande*, C-uppsats, institutionen för idé- och lärdomshistoria, Uppsala universitet (Uppsala 1990).
4. Karl-Erik Larsson tog t ex ej upp frågan i "Kärnkraftens historia i Sverige", *Kosmos 1987* (Stockholm, 1987). Den behandlades ej heller i Gösta W Funke (red), *Sverige inför atomåldern: 14 svenska experter om ett aktuellt ämne* (Stockholm, 1956), trots att två omfattande avsnitt i boken ägnades åt atomvapen. Olof Forssberg berörde inte frågan i sin offentliga utredningsrapport *Svensk kärnvapenforskning 1945-1972* (Stockholm, 1987). Däremot nämnde han i ett då hemligt underlag till denna rapport att det från 1943 fanns underrättelsematerial om "atomsprängningsvapen". Frågan berördes även i två anföranden vid seminariet *FOA och kärnvapen* den 16 november 1993.

5. F H Hinsley, *British Intelligence in the Second World War: Its Influence on Strategy and Operations*, Volume 3, Part 2 (London, 1988). I denna del finns två avsnitt om "Tube Alloys", dvs atombomber, dels i kapitel 57, "The Threat from Other Unconventional Weapons", på sid 583-592, dels i Appendix 29, "TA Project: Enemy Intelligence: Excerpts from the joint Anglo-US Report to the Chancellor of the Exchequer and Major General L R Groves 28 November 1944", på sid 931-944.
6. Thomas Powers, *Heisenberg's war: The Secret History of the German Bomb* (New York, 1993).
7. Ansgar Roth, "Uranbomben: en skrämmande möjlighet", *Svenska Dagbladets Årsbok*, 17 (1939), 139-140. Beträffande hänvisningen till Bohr se särskilt avsnitt om denne längre fram i texten.
8. IVA, 1939:4, 147.
9. IVA, 1940:2, 47
10. IVA, 1940:4, 129.
11. IVA, 1941:4, 180; IVA, 1942:4, 237; IVA, 1943:5, 304-305.

I slutet av 1943 beslöt IVAs VD sedan tre år, Edy Velander, att göra någonting åt bristen på information om den vetenskapliga och tekniska utvecklingen i USA. Under åtta månader arbetade Velander som "tekniskt råd" vid svenska legationen i Washington. Genom resor kors och tvärs över USA tog han reda på den senaste utvecklingen beträffande instrument, mätteknik, laboratorier, bibliotek och upplysningstjänst samt den "tekniska forskningens organisation". De teknikområden som mest fångade hans intresse var bränslen, livsmedel och plaster. Ingenting tyder däremot på att han sökte eller fick några upplysningar om utvecklingen på fissionsområdet. En viktig följd av Velanders resa var att han redan hösten 1944 tog initiativ till skapandet av "Sveriges tekniska attachéer". Se Gregory Ljungberg, *Edy Velander och Ingenjörsvetenskapsakademien: en levnadsteckning och en bild av akademien 1938-1959* (Stockholm, 1986), 56-60.

12. "Atomkraft", *Teknisk Tidskrift*, 71 (1941), Elektroteknik, 90.

Vid telefonsamtal med Bengt Grabe den 14 augusti 1996 lämnade denne följande upplysningar om bakgrunden till uppgifterna i *Electronics*. Bengt Grabe (född 1912) var hösten 1939 fil kand och arbetade på sin lic-examen för Erik Hulthén, professor i fysik vid Stockholms högskola. Hulthén, som själv arbetade med anrikning av kvicksilverisotoper med hjälp av centrifuger, föreslog Grabe att denne skulle försöka använda termomodiffusion som anrikningsmetod. Grabe stötte kort tid därefter på högskolans bibliotek samman med den tjeckoslovakiske biokemisten Krasny-Ergen, som var verksam vid Wenner-Grens institut för experimentell biologi. Krasny-Ergen föreslog Grabe att de båda skulle försöka sig på anrikning av uran 235 med hjälp av termomodiffusion. Orsaken härtill var sannolikt ett föredrag som Otto Hahn nyligen hållit i Stockholm om fissionen av uran. Men våren 1940 försvann Krasny-Ergen från Sverige, troligen för att resa till USA. Genom Krasny-Ergens försvinnande förföll planerna på anrikning av uran 235 och Bengt Grabe kom i stället att ägna sig åt raketforskning m m vid Militärfysiska institutet (MFI), som tillkom 1940 på initiativ av Rolf Sievert. Grabe blev MFIs först anställda och föreståndare för dess försöksstation vid Grindsjön.

13. Margaret Gowing, *Britain and Atomic Energy 1939-1945* (London, 1964), 394-395.
14. Richard G Hewlett & Oscar E Anderson, Jr, *The New World, 1939/1946* (University Park, 1962), 40-49, 256. Bush sände den 27 november Bushs rapport till Roosevelt och underrättade honom om att han avvaktade instruktioner innan han startade ett konkret program för att utveckla en atombomb. Den 7 december 1941 anföll Japan Pearl Harbor och USA befann sig därmed i krig. Den 19 januari 1942 återsände Roosevelt rapporten med beskedet: "OK - returned - I think you had best keep this in your own safe FDR".
15. *Stockholms-Tidningen*, 27 augusti 1941, 8. Kopia från mikrofilm i KBs tidningssektion.
16. *Svenska Dagbladet*, 14 mars 1943, 6. Kopia från mikrofilm i KBs tidningssektion.
17. *Heisenberg's war*, 116-117, 508 not 25.

18. *Heisenberg's war*, 200-201, 206.
19. *Heisenberg's war*, 239-240.
20. Deborah Crawford, *Lise Meitner: Atomic Pioneer* (New York, 1969), 156. Jag har ännu inte haft möjlighet att söka efter de tidningsuppgifter som här nämns.
21. Hans Pettersson, *Från atomkärnans explosion till atombombens* (2:a upplagan, Stockholm, 1946), 109-110. Första upplagan från 1941 bar titeln *Från atomkärnans explosion till universums. Tio radioföredrag hållna 1940-1941*. Andra upplagan skiljer sig från den första dels genom titeln, dels genom att två kapitel tillagts: "Atombomben" och "Atommaskinen". Det kan nämnas att manuskriptet till andra upplagan var färdigskrivet redan i september 1945! Pettersson var professor i oceanografi vid Göteborgs högskola och föreståndare för Oceanografiska institutet i samma stad. Det förtjänar tilläggas att Hans Pettersson var en god vän till Lise Meitner sedan de träffats i Wien redan i mitten av 1920-talet, enligt Ruth Lewin Sime, "Lise Meitner in Sweden 1938-1960: Exile from physics", *Am. J. Phys.* 62 (8), August 1994, 695, 698.
22. H G Wells, *Hur världen blev fri. En berättelse om människoläket* (Stockholm, 1918). Det engelska originalet utkom 1914 under titeln *The World Set Free: A Story of Mankind*. Wells tog en akademisk, naturvetenskaplig examen i London och ägnade sig där-efter åt att skriva romaner, i vilka han utmålar människans framtidsperspektiv, i hög grad utnyttjande sina kunskaper i naturvetenskap. *Hur världen blev fri* har av Lewis Mumford betecknats som "the quintessential utopia".
23. Leo Szilard läste Wells bok sommaren 1932 och två år senare skrev han: "It is remarkable that Wells should have written those pages in 1914. Of course, all this is moonshine, but I have reason to believe that in so far as the industrial applications of the present discoveries in physics are concerned, the forecasts of the writers may prove to be more accurate than the forecast of the scientists. The physicists have conclusive arguments as to why we cannot create at present new sources of energy for industrial purposes; I am not sure whether they do not miss the point." Se Spencer R Weart & Gertrud Weiss Szilard, *Leo Szilard: His version of the Facts: Selected Recollections and Correspondence* (Cambridge, Mass, 1978), 17, 38.
En annan bok av Wells gjorde starkt intryck på Otto Frisch, Lise Meitners systerson, som sommaren 1939 befann sig i Birmingham. Han våndades där vid tanken på att krig kunde brista ut när som helst: "I think we all imagined scenes out of H. G. Wells' *The Shape of Things to Come*: a fleet of aeroplanes dropping thousands of bombs, buildings toppling, millions fleeing, all within a day and probably without a declaration of war". Se Otto R Frisch, *What little I remember* (Cambridge, 1979), 121.
Det kan tilläggas att Tore Frängsmyr i en artikel, "Framstegstro störtad av otäcka marsmän", i SvD den 25 april 1996 på sid 28 betygar sin uppskattning av H G Wells för hans biologiska romaner kring sekelskiftet: "H G Wells uppfångade signalerna i en tid då de biologiska idéerna var nya och spännande. Han förstod att frestelserna att manipulera naturen skulle bli svåra att motstå".
24. Harold Nicolson, *Statsmän emellan* (Stockholm, 1936). Det engelska originalet utkom 1932 under titeln *Public faces*. Nicolson var verksam som diplomat, bl a vid fredsförhandlingarna i Paris och Versailles 1919, ledamot av underhuset från 1935, parlamentssekreterare i informationsdepartementet 1940-1941, verksam som författare sedan 1929, bl a av litteraturhistoriska biografier över Verlaine, Byron m fl. Hans *Dagböcker och brev* (Stockholm, 1967) utgör ett värdefullt bidrag till engelsk 1900-talshistoria).
25. Sverker Åström, "Något om politik och atomenergi" i Gösta W Funke (red), *Sverige inför atomåldern: 14 svenska experter om ett aktuellt ämne* (Stockholm, 1956), 234.
26. Sverker Åström, *Ögonblick: Från ett halvsekel i UD-tjänst* (Stockholm, 1992), 63.
27. Wells bok i svensk översättning finns än i dag att låna vid åtta bibliotek i Sverige. Det exemplar som jag granskat har en gång tillhört Botkyrka församlingsbibliotek och finns nu vid folkbiblioteket i Botkyrka. Nicolson's bok i svensk översättning finns i dag att låna vid 17 bibliotek i Sverige.

28. Torsten Gustafson, "Naturvetenskapen och frihetstanken" i *Tidsspegel* (Stockholm, 1942), 14-15. Det kan här nämnas att jag i min C-uppsats behandlar frågan om "naturvetenskapens ansvar för samhällsutvecklingen" på sid 91-101.
29. Torsten Gustafson: "Översikt av kärnenergin", Bengt Ringström (red), *Kärnenergi i utveckling: Dagsläget ur några väsentliga synvinklar* (Stockholm, 1986), 17.
30. Siegfried Flügge, "Kann der Energiegehalt der Atomkerne technisch nutzbar gemacht werden?", *Die Naturwissenschaften*, 27 (1939), 402.
31. Louis A Turner, "Nuclear Fission", *Reviews of Modern Physics*, 12 January, 1940, 1-29.
32. "Kann der Energiegehalt der Atomkerne technisch nutzbar gemacht werden?", 402-410.
33. O R Frisch, "Introduction and Summary. Nuclear Fission. Nuclear Reactions in the Interior of Stars", *Annual Reports of the Chemical Society for 1939* (London, 1940), 16-17.
34. *What little I remember*, 126.
35. Gordon Dean, *Report on the Atom: what you should know about atomic energy* (London, 1954), 22; Leo Szilard: *His Version of the Facts*, 54-57.
36. I *British Intelligence in the Second World War: Its Influence on Strategy and Operations*, Volume 3, Part 2, lämnas på sid 934-937 många exempel, bl a om isotopseparation (där även möjligheten att använda UF₆ nämns). Detta redovisas med bl a följande kommentar: The number of papers published on the subject, however, is surprisingly large and the information in some of them would have been expected to be regarded as of practical importance and to have been kept secret".
37. Charles Frank (introd), *Operation Epsilon: The Farm Hall Transcripts* (Bristol, 1993), 103 (i engelsk översättning på sid 106).

Jag har sökt kontrollera detta påstående genom att gå igenom årgångarna 1939-1944 av *Die Naturwissenschaften* och har funnit följande uppsatser om fission: Otto Hahn und Fritz Strassmann, "Verwendung der "Emanierfähigkeit", 28 (1940), 54-61; Hans Götte, "Eine bei der Uranspaltung auftretende Kernisomerie bei Xenon", 28 (1940), 449-450; W Seelmann-Eggebert, "Direkte Messung der bei der Uranspaltung auftretenden Edelgase", 28 (1940), 451-458; Otto Hahn und Fritz Strassmann, "Über einige weitere Produkte der Uranspaltung", 28 (1940), 543-550; Fritz Strassmann und Otto Hahn, "Kurzlebige Brom- und Jod-Isotope bei der Uranspaltung", 28 (1940), 817-820; Otto Hahn und Fritz Strassmann, "Über die Bildung von Zirkon und Protactinium bei der Bestrahlung des Thoriums mit Neutronen", 29 (1941), 285-286; Fritz Strassmann, "Die Auffüllung und die Erweiterung des periodischen Systems", 29 (1941), 492-495; Hans Götte, "Neue bei der Uranspaltung auftretende Strontium- und Yttrium-Isotope", 29 (1941), 496-500; Otto Hahn, "Die Transmutation der chemischen Elemente, ein Kapitel physikalischer und chemischer Zusammenarbeit", 30 (1942), 245-250; Fritz Strassmann und Otto Hahn, "Über die Isolierung und einige Eigenschaften des Elementes 93", 30 (1942), 256-260; Otto Hahn und Fritz Strassmann, "Über die bei der Uranspaltung auftretenden kurzlebigen Barium- und Lanthan-isotope", 30 (1942), 324-328; Kurt Starke, "Anreicherung die künstlich radioaktiven Uran-Isotops ${}_{92}\text{U}^{239}$ und seines Folgeprodukte ${}_{93}^{239}\text{P}$ (Element 93), 30 (1942), 577-582; H J Born und W Seelmann-Eggebert, "Über die Identifizierung einiger Uranspaltprodukte mit entsprechenden durch (α)- und (np)-Prozesse erhaltenen Isotopen", 31 (1943), 86-89; Otto Hahn und Fritz Strassmann, "Einige weitere Spaltprodukte des Urans", 31 (1943), 499-501.

En fråga som debatterats livligt är om de tyska forskarna under kriget hade kunskap om element 94 (plutonium) och dess möjlighet att undergå fission. Strassmann skrev 1941 i en uppsats där han bl a behandlade element 93 (se förteckningen ovan): "Als β -Strahler muß es in ein Element 94 übergehen, doch konnte ein solches Element bisher nicht nachgewiesen werden [...] konnte die Mindestgrenze der Halbwertszeit des Elementes 94 zu 10^6 Jahren geschätzt werden". I senare publikationer av Strassmann nämns ej element 94. Det finns dock klara belägg för att tyska forskare redan under perioden 1940-1942 insett att element 94 skulle bildas vid drift av reaktorer med naturligt uran samt att detta

element var fissilt och skulle kunna användas i en atombomb på liknande sätt som uran 235. Dock lyckades man ej framställa element 94 och studera dess egenskaper. Se *Operation Epsilon*, 4, 7; Jeremy Bernstein, *Hitler's Uranium Club: The secret recordings at Farm Hall* (New York, 1996), 31-34; Mark Walker, *German National Socialism and the quest for nuclear power 1939-1949* (Cambridge, 1989), 48-49, 51-54, 58, 157, 167, 173, 242 not 6, 243 not 11; Thomas Powers, *Heisenberg's war: The Secret History of the German Bomb* (New York, 1993), 20, 78, 83, 101-102, 493 not 29, 502 not 10, 514 not 29.

38. Lawrence Badash, "Otto Hahn, Science and Social Responsibility" in William R Shea (ed), *Otto Hahn and the Rise of Nuclear Physics* (Dordrecht, 1983), 174.
39. *Stockholms-Tidningen*, 6 december 1946. Hahn tillade sedan: "Gentemot de nationalsocialistiska myndigheterna betecknade vi å andra sidan allt vi gjorde [...] som krigsviktigt och krigsavgörande, medan jag främst var intresserad av att rädda mina medarbetare undan krigstjänst".
40. Hugh T Richards, "The Making of the Bomb: A Personal Perspective", *Behind Tall Fences: A collection of stories and experiences about Los Alamos* (Los Alamos, 1994), 127.
41. Carl Friedrich von Weizsäcker, *Bewußtseinswandel* (München, 1988), 377.
42. Hahn skrev detta år 1943 i ett brev till Lise Meitner, enligt uppgift i *Lise Meitner: Atomic Pioneer*, 153.
43. *British Intelligence in the Second World War*, Volume 3, Part 2, 584, 936. I Appendix 29, sid 932, förtydligas SIS motiv: "The best method of attack seemed to be the investigation through neutral or occupied countries, of the whereabouts and activities of those German scientists who would be expected to be closely associated with any work on T.A. The problems to be solved before any large-scale applications of the project could be made were so novel that they could no more be tackled in Germany than in the U.K. or U.S.A. without full co-operation with academic scientists."
44. *British Intelligence in the Second World War*, Volume 3, Part 2, 584.
45. *Heisenberg's war*, 585 not 16. Motiven till varför tyskarna aldrig helhjärtat satsade på utvecklingen av en atombomb är omtvistade. C F von Weizsäcker har i *Bewußtseinswandel* på sid 382 lämnat följande förklaring: "Ich habe zwar in allem, was ich öffentlich und privat zu dieser Sache gesagt habe, immer versucht zu betonen, daß es bei uns keine Verschwörung gab, die Atombombe nicht zu machen. Daß wir aber nicht die Leidenschaft hatten, die Bombe zu machen, und daß wir sehr erleichtert waren, als wir zu der Meinung kamen, sie sei in der für uns absehbaren Zeit gar nicht möglich, das ist eben eine Tatsache, und die habe ich auch ausgesprochen."

I en hemlig brittisk-amerikansk rapport den 28 november 1944 gavs följande förklaring: "The safest explanation seems to be that German scientists who have undoubtedly appreciated the potential importance of T.A. from the beginning, have continued to do as much work on the subject as has been possible. In the early stages of the war they probably had effective support from the German Wehrmacht or Nazi Party authorities and the project was accorded high priority and regarded as being of practical importance. From the end of 1942 or beginning of 1943 the conclusion seems to have been drawn that large-scale plants could not be built in time to produce a weapon for use in the war and the priority attached to T.A. was lowered in favour of work on other 'secret weapons' such as V. 1 and V.2". Se *British Intelligence in the Second World War*, Volume 3, Part 2, 937.
46. *Heisenberg's war*, 585 not 16.
47. *Heisenberg's war*, 218-219, 243. Robert Furman, underrättelseofficer hos general Groves sedan augusti 1943 med uppdrag att finna ut vad tyskarna höll på med på fissionsområdet, träffade hösten samma år Erik Welsh i London. Vid samtalet med denne, som var chef för den brittiska underrättelsetjänstens norska avdelning, blev Furmans upfattning att större delen av vad engelsmännen visste om det tyska "bombprogrammet" kom från Bohr och Meitner.

48. Niels Bohr (nobelpris 1922) hade en omfattande skara framstående elever och medarbetare runt om i världen, däribland sonen Aage Bohr (nobelpris 1975), Paul Dirac (nobelpris 1933), James Franck (nobelpris 1926), Otto Frisch, George Gamow, Samuel Goudsmith, Werner Heisenberg (nobelpris 1933), George de Hevesy (nobelpris 1944), Oskar Klein, Lev Landau (nobelpris 1962), Lise Meitner, Wolfgang Pauli (nobelpris 1945), Linus Pauling (nobelpris 1954 och 1962), Rudolf Peierls, Isidore Rabi (nobelpris 1944), Stefan Rozental (vistades 1943-1945 i Sverige), Edward Teller, Carl von Weizsäcker och John Wheeler. Se Ulrich Röseberg, *Niels Bohr: Leben und Werk eines Atomphysikers* (Stuttgart, 1985), 324-325.

Bohrs institut i Köpenhamn var under 1930-talet en samlingspunkt för kärnfysiker från hela världen. Enligt Finn Aaserud, *Redirecting Science: Niels Bohr, Philanthropy, and the Rise of Nuclear Physics* (Cambridge, 1990), 237, deltog vid en informell konferens i juni 1936 förutom Niels Bohr t ex Werner Heisenberg, Lise Meitner, Carl Friedrich von Weizsäcker, Hans Jensen, Otto Robert Frisch, Ivar Waller, Rudolf Peierls och Edward Teller, varav de flesta kom att delta i arbetet i de olika länderna på att utveckla en atombomb.

49. Aaserud, 249. Bohr höll den 5 april 1940, endast tre dagar före den tyska invasionen av Norge, samma föredrag i Oslo inför den norska ingenjörssammanslutningen. Senare publicerade han föredraget i något bearbetad form i *Fysisk Tidsskrift*, 39 (1941), 3-32. Mitt referat bygger på den senare versionen.
50. Svante Lindqvist, "Introduction Essay: Harry Martinson and the Periphery of the Atom", i Svante Lindqvist (ed), *Center on the Periphery: Historical Aspects of the 20th-Century Swedish Physics* (Canton, 1993), xi-xv.
51. Aage Bohr, "The War Years and the Prospects Raised by the Atomic Weapons" i S Rozental (ed), *Niels Bohr: His life and work as seen by his friends and colleagues* (Köpenhamn, 1967), 193.

Om Heisenbergs politiska uppfattning kan man kort säga: han var inte nationalsocialist men nationalist och samtidigt en stark anhängare av internationellt samarbete inom fysiken. Heisenberg angreps 1937 i SS-organet *Das Schwarze Korps* för att vara en "vit jude" och "fysikens Ossietzky". SS fann i sin slutliga rapport om Heisenberg att han hade utbildats inom "den judiska fysiken" och att han sommaren 1934 vägrat att tillsammans med andra tyska fysiker skriva under ett upprop till stöd för Hitler. Men Heisenberg hade även visat sig vara redo att villkorslöst tjäna Tyskland, han hade t ex under septemberkrisen 1938 anmält sig som frivillig inför ett eventuellt krig med Tjeckoslovakien. SS ansåg att Heisenberg blivit allt mer övertygad om nationalsocialismens framgångar och att han nu var positivt inställd till denna. Under kriget var Heisenberg flitigt verksam som gästföreläsare i olika länder, ockuperade och neutrala, som ett led i tyskarnas kulturpropaganda. Vid dessa tillfällen uppträdde han starkt nationalistiskt och försvarade Tysklands erövringar och uppträdande i de ockuperade länderna. Men Heisenberg visade vid sina besök i andra länder även en annan sida – han försvarade och hjälpte sina fysikerkolleger där mot olika former av förtryck. Efter Bohrs flykt 1943 ockuperades t ex Bohrs institut av tyskarna men efter ingripande av Heisenberg fick det fortsätta sin verksamhet under dansk ledning. I oktober 1943 bad holländska fysikerkolleger Heisenberg om hjälp med att få behålla sina vetenskapliga instrument, vilket han lyckades med. Se Mark Walker, *Nazi Science: Myth, truth and the German atomic bomb* (New York, 1995), 42, 130, 133, 136-138, 123, 149, 169, 173-174.

52. *Heisenberg's war*, 127-128, 246, 248, 511 not 31. Bohr trodde liksom många andra fysiker vid denna tid att en kedjereaktion i uran krävde långsamma neutroner.
53. Stefan Rozental, *NB: Erindringer om Niels Bohr* (Köpenhamn, 1985), 45-46; *Heisenberg's war*, 158-160. Rozental berättar även (sid 51-52) att Bohr 1943 i Storbritannien fått bekräftelse på äktheten i Jensens övertygelse och upplysningar. Det kan tilläggas att Jensen och hans kollega Suess efter Bohrs flykt övertalade Heisenberg att resa till Köpenhamn för att häva Gestapos ockupation av Bohrs institut, vilket också lyckades. Jen-

sen och andra tyska fysiker gjorde vid sina resor genom Sverige på väg från Norge till Tyskland ofta uppehåll i Stockholm.

54. *Heisenberg's war*, 160-161.
55. *Heisenberg's war*, 156-157. Jomar Brun var en norsk ingenjör som arbetade med tungvattenproduktionen i Rjukan. I januari 1942 kallades han till Berlin för ett möte som gällde utökning av den norska produktionen av tungt vatten. Bara några månader därefter kom Brun i kontakt med den brittiska underrättelsetjänsten via en norsk agent och lämnade då bl a detaljerade upplysningar om Rjukan-anläggningen. Brun flydde i slutet av 1942 till Storbritannien, där han berättade om de upplysningar, som Suess lämnat honom i juli 1942.
56. Aage Bohr, 193-194; *British Intelligence in the Second World War*, Volume 3, Part 2, 584-585; *Heisenberg's war*, 231-232, 531 not 14.
57. Uppgiften om vad Bohr berättade i Sverige i oktober 1943 kommer från nyligen (den 1 juli 1996) avhemligat material i FOAs arkiv, se vidare not 86.
58. Aage Bohr, 195-197; Ruth Moore, *Niels Bohr: the man, his science & the world they changed* (Cambridge, 1985), 296-316; *Heisenberg's war*, 232-239.
59. *Erindringer om Niels Bohr*, 50, 53. Bohr råkade i ett brev till sin fru genom en oförsiktig skrivning förråda att han vistades i USA.
60. *Heisenberg's war*, 76-77.
61. Patricia Rife, *Lise Meitner: Ein Leben für die Wissenschaft* (Düsseldorf, 1990), 303.
62. Karl-Erik Larsson, "Kärnkraftens historia i Sverige", *Kosmos 1987* (Stockholm, 1987). Larsson skriver där om Lise Meitner blott följande: "Inte vare sig inom Militärfysiska institutet eller inom FOAs ram förekom någon som helst kärnfysikalisk verksamhet före den 6 augusti 1945. Det faktum, att [...] Lise Meitner [...] vistades på Nobelinstitutet under 40-talet fram till 1945, påverkade inte situationen".
63. Information erhållen av Karl-Erik Larsson vid telefonsamtal den 18 april 1996.
64. Hans Weinberger, *Sievert: enhet och mångfald* (Stockholm, 1990), 73 ff; —, "Physics in Uniform: The Swedish Institute of Military Physics 1939-1945" in *Center on the Periphery*, 144-150. Verksam vid MFI under kriget var bl a Torsten Magnusson, som 1945 blev föreståndare för FOAs avdelning 2.
65. Ruth Lewin Sime, "Lise Meitner in Sweden 1938-1960: Exile from physics", *Am. J. Phys.* 62 (8), August 1994, 695, 698-699. Sime har hämtat uppgiften från A Kramish, *The Griffin* (Boston, 1986), 188-191. Meitner tackar i sin "Looking Back", *Bulletin of the Atomic Scientists*, November 1964, 7 förutom Oskar Klein och Gudmund Borelius särskilt Sigvard Eklund, "who has always been a very good and helpful friend to me in and outside of physics".
66. *Heisenberg's war*, 196-197, 236.
67. *Heisenberg's war*, 530 not 7. Powers uppger att kopior av Meitners brev överlämnats till honom av Ruth Sime.
68. Arne Westgren, "Presentation Speech" till Otto Hahn, "From the natural transmutation of uranium to its artificial fission", *Nobel Lectures including presentation speeches and laureates' biographies Chemistry, 1942-62* (Amsterdam, 1964), 49.
69. *British Intelligence in the Second World War*, Vol. 3, Part 2, 934. Det uppges vara oklart om denna information lämnades av Meitner själv eller den henne närstående Njål Hole (se *Heisenberg's war*, 543 not 8).
70. *Heisenberg's war*, 543 not 8. Morris Berg, ett hemligt sändebud från general Groves, talade med Lise Meitner den 9 januari 1946 om Hahns besök. Enligt Berg framkom följande: "Hahn was here in Stockholm in 1943 but Meitner says Hahn not only did not tell her what the Germans, but especially he, were doing with respect to a possible atomic bomb, but that she did not ask him. She said a member of the Norwegian legation came to her after the Hahn visit to find out what Hahn had revealed. Meitner was indignant,

saying she would not have revealed the confidence of a friend. Hahn lectured here on A fission, but academically.”

Morris Berg är mest känd för att ha varit starkt involverad i de planer som gjordes upp under 1944 för att kidnappa eller mörda Heisenberg vid besök i Schweiz. Den 18 december 1944 bevistade t ex Berg en föreläsning av Heisenberg i Zürich, försedd med en pistol för att – efter eget omdöme – skjuta Heisenberg om han fick det intrycket att Hitlers då omtalade ”Wunderwaffe” var en atombomb. Men Berg friade Heisenberg. Enligt Heisenbergs värd och vän, professor Paul Scherrer försökte Heisenberg inte bygga en atombomb. Scherrer ansåg att det skulle ta tyskarna minst två och kanske tio år att framställa en sådan. Se *Heisenberg's war*, 313-314, 397-401.

71. *Heisenberg's war*, 283.
72. *Lise Meitner: Atomic Pioneer*, 152-153.
73. Aage Bohr, 195-197; Robert Serber, *The Los Alamos Primer: The First Lectures on How To Build An Atomic Bomb* (Berkeley, 1992), xiv-xv, 91.
74. Otto R Frisch, "Lise Meitner" in *Dictionary of Scientific Biography* (New York, 1981), Vol 9. 263; Ruth Lewin Sime, "Lise Meitner and Fission: Fallout from the Discovery", *Angew Chem Int Ed Engl* 30 (1991), 949.; Otto Hahn, "Lise Meitner 70 Jahre", *Zeitschrift für Naturforschung*, Band 3a, 1948,428.
75. Lise Meitner, "Right and Wrong Roads to the Discovery of Nuclear Energy", *International Atomic Energy Bulletin, Special number*, 2 December 1962, 8. Oskar Klein (1894-1977) var professor i mekanik och matematisk fysik vid Stockholms Universitet åren 1930-1962. Han är bl a känd för sin teori om universums uppbyggnad av materia och antimateria. Om denna se t ex Hannes Alfvén, *Världen - spegelvärlden* (Stockholm, 1966), 34-46.
76. *British Intelligence in the Second World War*, Volume 3, Part 2, 938.
77. *Expressen*, 7 augusti 1945, 7.
78. *Expressen*, 9 augusti 1945, 15.
79. Lise Meitner var dock inte okritisk i sin vänskap för "Hähnchen" (Otto Hahn). Charlotte Kerner har i sin bok *Lise, Atomfysikerin: Die Lebensgeschichte der Lise Meitner* (Weinheim, 1986), sid 99-100 skildrat ett samtal mellan Meitner och Hahn vid dennes besök i Sverige hösten 1943: "Lise Meitner vertritt die Ansicht, daß alle – auch die nicht nazistischen Deutschen – mitverantwortlich seien für das schreckliche Unglück, das Deutschland über die ganze Welt gebracht habe. Hahn widerspricht ihr. Trotz der tiefgehenden Meinungsverschiedenheiten trennen sie sich als 'besser Freunde, als wir es in den Jahren seit 38 gewesen waren'. På sid 100-101 återger Kerner ett brev som Meitner skrev till Hahn strax efter krigets slut: "Lieber Otto[---] Das ist ja das Unglück von Deutschland, daß Ihr alle den Maßstab für Recht und Fairness verloren hattet. [---] Was man in diesen Tagen von den unfaßbaren Greueln in den Konzentrationslagern gehört hat, übersteigt alles, wovor man sich gefürchtet hatte. [---] Ihr habt nicht sehen wollen, es war zu unbequem. [---] Ich bitte Dich, mir zu glauben, daß alles das, was ich hier schreibe, ein Versuch ist, Euch zu helfen. [---] Deine Lise."
80. *Lise Meitner: Atomic Pioneer*, 148-149. Crawford använder flitigt citationstecken men tyvärr inte noter för att ge exakta referenser. Lamek Hulthén, som disputerat hos Oskar Klein, var sedan 1940 docent i Lund, där Torsten Gustafson var professor. Hulthén berättade 1993 att han var "en av de ytterst få svenskar" som i början av 1940-talet lyckades besöka Bohrs institut och tillade: "Werner Heisenberg besökte också Bohr och man anade att Heisenberg utnyttjade sitt inflytande så att nazisterna inte störde Bohrs grupp". Se Lamek Hulthén, "Minnen och kommentarer" i Anders Fröman (red), *FOA och kärnvapen: dokumentation från seminarium 16 november 1993* (Stockholm, 1995), 78.
81. *Heisenberg's war*, 158. Även här anges att Lise Meitner "was in contact [...] with British intelligence".

82. F H Hinsley, *British Intelligence in the Second World War* (London, 1979-1990), volume 2, 126. (Enligt Heisenberg's war, 517 not 15.)
 83. *Lise Meitner: The Life and Time of a Jewish Woman Physicist*, 316. Torsten Gustafson har erinrat sig att det var vid Otto Hahns besök i Köpenhamn våren 1939 som han för första gången hörde talas om fission och idén att bygga en reaktor. Se *Lise Meitner: Ein Leben für die Wissenschaft*, 301.
 84. Med begreppet militärerna avses här i första hand Försvarsstaben men även MFI och FOA.
 85. Jag har på riksarkivet gått igenom samtliga de rapporter från de svenska militärattachéerna i de olika krigförande länderna under andra världskriget, som finns i Utrikesdepartementets arkiv. Det var dock endast från Tyskland som det insändes några rapporter om atomvapen.
 86. *Hemligt underlag* till Olof Forssberg, *Svensk kärnvapenforskning 1945-1972* (Stockholm, 1987), 3-4. En kopia av den nu icke hemliga delen av detta underlag har välvilligt ställts till mitt förfogande av Anders Fröman, FOA. Forssberg ger följande referens: Militärfysiska institutet, Utgående handlingar, 1944 B, volym 3, H 274 O. Orientering angående tekniska rapportsammanställningar, 4. Atomsprängningsvapen. Förteckningen över atomsprängningsvapen, märkt Fst/U: X-det, avser tiden maj 1942-december 1946 och omfattar 11 sidor, varav dock sidan 2 (avseende perioden efter den 5 januari 1944 och före den 24 oktober 1945) saknas. Förteckningen avhemligades den 1 juli 1996, men enligt Anders Fröman har själva handlingarna i FOAs arkiv förstörts tidigare.
 87. Av rapportens ursprungsbeteckning (Fst/U) att döma är den skriven av Juhlin-Dannfelt, men jag har inte kunnat finna någon kopia av den i UD:s arkiv på RA.
 88. RA/UD, volym HP 720, skrivelse undertecknad av Juhlin-Dannfelt den 10 mars 1943.
 89. RA/UD, volym HP 720, skrivelse undertecknad av Juhlin-Dannfelt den 13 mars 1943.
 90. RA/UD, volym HP 720, skrivelse undertecknad av Juhlin-Dannfelt den 16 juli 1943. Denna rapport finns ej upptagen i MFIs förteckning.
 91. Alfred Stettbacher, "Neue Waffen?: Möglichkeiten und Grenzen", *Neue Zürcher Zeitung*, 5. Januar 1944, Mittagsausgabe, Beilage TECHNIK.
 92. RA/UD, volym HP 721, skrivelse undertecknad av Juhlin-Dannfelt den 1 februari 1944.
 93. Försvarets forskningsanstalt (FOA 1), Gustaf Ljunggren, *PM ang arbeten rörande atomenergins användning utförda resp. planerade vid Försvarets forskningsanstalt*, avd 1, H 200 (29.12.45).
 94. Med begreppet politikerna avses här regeringsledamöter och deras närmaste medarbetare.
 95. *Lise Meitner: The Life and Time of a Jewish Woman Physicist*, 316.
 96. Tage Erlander, *1940-1949* (Stockholm, 1973), 245.
 97. *FOA och kärnvapen*, 11.
 98. Jonathan E Helmreich, *Gathering Rare Ores - The Diplomacy of Uranium Acquisition, 1943-1954* (Princeton, 1986), 11. Under hela 1940-talet trodde man i USA att uran var en sällsynt metall, men i början av 1950-talet hade man genom intensiv prospektering funnit så många rika fyndigheter att man inte längre förutsåg någon brist på uran.
 99. Helmreich, 60, 269 not 42. Kolm är ett kolliknande material som förekommer i form av linser i uranhaltig alunskiffer. Kolmen håller ca 3 000 g per ton mot ca 300 g för den uranhaltiga skiffen. Kolmen bidrar med 5-10 % till uraninnehållet i den rikaste delen av alunskiffen. Se Alf Peterson, "Uranutvinning och framställning av högre uranprodukter", *Svensk Kemisk Tidskrift* 79:3 (1967), 196.
- De svenska förekomsterna av uran var väl kända sedan A E Nordenskiöld i början av 1890-talet fann att askan av kolm från Närke och Billingen kunde hålla över 1 % uran. Redan i mars 1894 försökte han att industriellt utvinna uran ur kolm i en fabrik på Kungsholmen i Stockholm, ett försök som dock snart avslutades. I juni 1909 startade så AB Kolm med syfte att utvinna radium i konkurrens med framställningen i Joachimsthal i

Österrike (Tjeckoslovakien). Det förtjänar nämnas att bli den då unge docenten i Uppsala, The Svedberg, var engagerad i verksamheten. Kolmbrytningen, som förledes till fastigheten Lilla Stohlan i norra ändan av Billingen, fick dock avvecklas 1914 eftersom det visade sig att man överskattat radiumhalten nästan trefaldigt. Därefter försvann intresset för den svenska kolmen till i slutet av andra världskriget. Se Erik Svenke, *Försök att industriellt utnyttja kolm*, Föredrag inför IVAs avdelning IV den 12 oktober 1967.

100. Helmreich, 60. Det är inte känt vem den svenske geologen var. Det kan nämnas här att det i maj 1944 från tyskt håll hade gjorts förfrågningar om möjligheten att erhålla leveranser av uran (och torium) från Sverige. Se *British Intelligence in the Second World War*, Volume 3, Part 2, 939-940.

101. Helmreich, 49.

102. Helmreich, 60-62.

103. Den 31 juli 1945 avgick i Sverige den samlingsregering som funnits under andra världskriget och ersattes då av en rent socialdemokratisk regering, i vilken Östen Undén blev utrikesminister.

104. RA/UD, volym HP 1038, skrivelse undertecknad av Stig Sahlin den 27 juli 1945. Den upprättades i fem exemplar, varav nr 1 lämnades till statsministern den 30 juli, nr 2 till (den nye) utrikesministern den 31 juli (återlämnad den 3 augusti; detta exemplar finns nu i RA/UD).

Sverker Åström, som vid denna tid var sekreterare på UD:s politiska avdelning, invigdes i hemligheten och fick på grund av ärendets ytterst hemliga natur själv översätta och skriva ut Undéns svar. Åström har skildrat händelseförloppet i sin bok *Ögonblick: Från ett halvsekel i UD-tjänst* (Stockholm, 1992), 60-62.

105. RA/UD, volym HP 1038, PM undertecknad av Östen Undén den 3 augusti 1945. Undén nämner ej i sin PM att den brittiske ministern deltog i mötet, vilket han däremot gör i det skriftliga svenska svaret en månad senare.

I den aktuella dossieren finns bevarad en förteckning över datum och deltagare för de olika mötena, utskrivna för hand på amerikanskt gult, linjerat anteckningspapper. Förteckningen är märkt "TOP SECRET" och upptar följande möten: 27 July - Johnson saw mr Stig Sahlin, 28 July - Johnson saw Deputy secretary Assarsson, 3 August - Johnson saw Foreign minister Undén, 8 August - Johnson & Jerram saw mr Undén, 15 August - Johnson & Jerram met with mr Assarsson. Present were Prof Siegbahn and US and British advisers, 28 August - Johnson saw mr Undén, 11 September (?) - Johnson saw Prime minister, 11 September - Johnson and Jerram (& Col Lonsdale) met mr Undén & mr Assarsson. I denna förteckning saknas ett möte den 23 augusti mellan Johnson och Sahlin (se PM av Stig Sahlin den 23 augusti 1945). Å andra sidan nämns det ej i det svenska materialet i dossieren att Johnson skulle ha träffat den svenske statsministern.

106. Det kan vara av intresse att se hur den svenska regeringen reagerade på USAs och Storbritanniens förslag att som enda utländska makter få tillgång till Sveriges urantillgångar. Regeringen var starkt oroad av Rysslands reaktion på ett eventuellt avtal och i det skriftliga svenska svaret den 15 september angavs: "Political considerations make it [...] impossible for the Swedish Government to put an option relating to uranium materials, by means of a secret agreement, in the hands exclusively of two of the great Powers of the world. [...] the Swedish Government did agree to introduce legislation into the Riksdag forbidding any exportation of uranium without government consent and also any export of the materials from which it was derived. Undén believed such a law would announce to the world that Swedish uranium was for Sweden only." Johnson ansåg att de åtaganden som den svenska regeringen gjort "fully achieve our essential purposes". Se Helmreich, 67.

Hjalmar Sjögren och den ekonomiska geologin: Vetenskapliga ideal och attityder i malmfrågan 1880–1910¹

Varje tid har sina tvivel. Sekelskiftet 1900 bar bland mycket annat med sig en hoppgivande tro på järnets och stålets evangelium – men också en isande rädsla för att råvaran skulle ta slut eller i varje fall hamna i fel händer.

Spänningen däremellan trängde djupt ner i Sveriges pågående modernisering, där järnmalmen ju utgjorde en materiell förutsättning. Industrimännens optimism sade en sak om vilket tempo man borde bryta malm i, medan pessimistiska rapporter från framför allt det spanska gruvdistriktet runt Bilbao skrämde försiktiga bedömare. Tendenserna till skövling fick ett eget ord: *Raubwirtschaft*, rånarekonomi. Dess valör av brottslighet hängde samman med att människan gått för långt i sitt utnyttjande av naturen och synligen kommit den till skada. Visserligen hade man sedan slutet av 1700-talet kunnat se naturen förändras under en individs levnad, men tempot var nu ytterligare uppskruvat. Lagen var ingen annan än Guds egen, och påföljderna varierade från att människosläktet skulle få se sina gärningar omsatta i organisk obalans till att ovetande komma att offra sig självt på framstegets altare.²

Olika rationella argument stod mot varandra, och det mest variabla inslaget kunde då vara de vetenskapliga teorierna. Inte minst gällde detta geologin, som runt 1900 gjorde anspråk på att både förklara väsentliga delar av jordens historia och vara till nytta i utvecklingens tjänst. Och det var geologin som ställde sig tvivlande till en alltför hård utvinning av järnmalmerna, menar Anders Lundgren.³ En teori om malmens bildning, om dess *genesis*, gjorde gällande att Sveriges och andra länders fyndigheter var grundare än vad den vedertagna uppfattningen sade, och många bedömningar tog stöd däri för att uttrycka återhållsamhet i brytningen. Genesis var därvid en term som förpliktade. Ytterst handlade det om hela jordens uppkomst och, åtminstone i äldre geologi, om dess moraliska ordning.⁴

Erfarenheterna från Bilbao och även de geologisk-teoretiska invändningarna mot skövling kunde förstås passa den som ville stävja industrialiseringens snabba framfart. Under 1800-talets två sista årtionden hotades de mellansvens-

ka bruken öppet av industrin på kontinenten, och eftersom de geologiska teorierna onekligen ägde potential som försvar, kom de väl till pass när det svenska hoppet vändes mot de nyupptäckta rikedomarna i norr, bort från Bergslagen. Norrland, som kunde förse hela jorden i många tusen år med järn om man fick tro den äldre retoriken, trädde in i riksdebatten som ett begrepp av principiell betydelse. Här gavs möjligheterna till den nya storskaligheten, dels i produktion och distribution, dels i väntande ekonomiska, politiska, sociala och kulturella omvälvningar. Området var ett oskrivet blad i svensk historia, praktiskt taget obebott, medan bruk och gruvor i Mellansverige hade sina uråldriga traditioner och organisationer att försvara.

Och på fjällen i norr strövade mycket riktigt "malmetare, lurviga löparnissar med gamla gruvkompasser eller högt betalda specialister med elektromagnetiska instrument" för att utreda fyndens omfattning, skriver LKAB:s krönikör Gunnar Ahlström.⁵ Även de mellansvenska bruksägarna var där, snart också de stora bolagen. Vem skulle ta hem vinsten? Hur skulle man kartlägga de närmast mytiska rikedomarna? Borde någon bryta orörd mark överhuvud taget? Frågorna aktualiserades i debatten kring Ofotenbanans förlängning mellan Kiruna och nuvarande Narvik. Det gällde då inte bara ekonomi, dvs. om där fanns malm nog för att det skulle löna sig att bygga en järnväg, utan också vetenskapliga ideal och attityder. För fysiker i Sverige och på andra håll i världen framstod äldre geologi och gruvdrift gärna som grova och amatörmässiga områden, och de kunde fjärma sig från den "praktiska vetenskapen" genom att hävda sin teoretiska medvetenhet, förmågan att abstrahera inte på bara på egna domäner.⁶ Bergsmännen tog kraftigt avstånd från sådana mystifikation, vilket, som vi skall se, lämnade ett helt fält öppet för den gruvman som verkligen förmådde ta för sig av fysikens uppenbara förtjänster. Uppsatsens huvudsakliga syfte är att frilägga och analysera denna motsättning.

Hjalmar Sjögren, en fallstudie

Hjalmar Sjögren (1856–1922) deltog flitigt i debatten kring Norrlands malmer mellan aktiviteterna som professor, ingenjör eller privatforskare. Han hörde hemma i dessa frågor, han var en praktiker som deltog i tidens industrialiseringsprojekt. Varken geologin eller mineralogin lämpade sig för kammarstudier utan bedrevs bäst i fält – den lärobok i mineralogi han omarbetade runt 1880, ursprungligen författad av fadern Anton Sjögren, berömd bergmästare i värmländska Persberg, kom endast att behandla mineraler av avgörande teknisk betydelse, dvs. sådana som var "nyttiga".⁷ Och när han undervisade i geologi var det helst om malmernas genesis.

Sjögrens karriär var onekligen mångfasetterad.⁸ Blott 26 år gammal tillträdde han som tillförordnad professor i mineralogi och geologi i Uppsala; han och hade dessförinnan samarbetat i fält med Alfred Törnebohm (se nedan), avlagt examina vid Teknologiska Institutet (nuvarande KTH) och Lunds universitet 1880 och haft kortare anställningar vid Jernkontoret och Kommerskollegium – som ”elev i gruvbrytningkonst”, enligt egen utsago.⁹ Han bröt upp 1885 sedan han fått anställning hos Bröderna Nobel i Baku i det oljerika Azerbajdzjan. Åren där medförde nya erfarenheter, och i den tredje upplagan av Archibald Geikies monumentala *Text-book of Geology* (1893) gavs Sjögren plats i referenserna gällande lervulkaner och gasfynd.¹⁰

År 1890 var Sjögren åter i Uppsala, nu som ordinarie professor. Han utgjorde där ett slags nav för många geologer; i breven till honom dryftas allehanda geologiska projekt, inte minst ekonomisk-geologiska frågor. Geologiska institutionen var dock i dåligt skick, och Sjögren fick ta till kraftåtgärder för att höja standarden. Efter giftermålet med Anna Nobel och oljeletandet hos Nobels var han förmögen och kunde ensam finansiera *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala*, förse institutionen med nödvändiga publikationer och anskaffa ny apparatur. Även i forskningen var han framgångsrik, centrala mineralogiska verk tillkom under Uppsalaåren.¹¹ (Till omistlig hjälp hade han fadern, som i strid ström och på informella grunder sände prover till analys i laboratoriet.)¹² Men inte heller denna gång förmådde han stanna någon längre tid på ett och samma ställe. Redan 1894 sökte han sig vidare, nu till den egna egendomen Nynäs gård på Södertörn. Som förmögen ”privatman” undersökte han Sulitelma-området i Norge och bedrev också en verksamhet som närmast liknade mecenatskap – det var till Sjögren som Nathorst vände sig med finansfrågor inför Spetsbergsexpeditionen 1898.¹³ Därtill utövade han alltså inflytande över Uppsalageologin genom ett nära samarbete med Arvid Högbom, redaktör för *Bulletin*.

Strax efter sekelskiftet behövdes Sjögren åter i officiell tjänst. Norden-skiöld hade gått ur tiden 1901, och vid Riksmuseets mineralogiska avdelning krävdes en värdig efterträdare. Efter några år stod museet med alla sina avdelningar inför flyttningen till Frescati, där Sjögrens goda entreprenörskap kom att organisera arbetet för mineralogernas del. Museitiden präglades annars av resor, liksom Sjögrens liv i stort. Han var verksam vid Riksmuseet ända till sin hastiga död 1922. Anna Nobel donerade makens bibliotek till Ingenjörsvetenskapsakademien – öppet för forskning – och vid Riksmuseet vårdas ännu far och son Sjögrens magnifika mineralsamling.

Sjögrens liv visar sig sålunda vidröra många frågor i omlopp inom sekelskiftets geologi, och ett delsyfte med uppsatsen är också att undersöka och orientera i andra delar av detta ämnesområde än de som hittills behandlats inom nyare svensk vetenskaps- och idéhistoria.¹⁴ Emfasen på kvartärgeologin i tidigare studier förefaller i och för sig befogad – det var mot bakgrund av denna som Sjögren sammanfattade 1800-talets hela geologi – men frågorna fick annan tyngd när det gällde de enorma ekonomiska satsningarna på stordrift vid malmfälten, vilket tänjde teoribildningen till det yttersta.¹⁵ Den norrländska malmfrågan och även den s.k. bruksdöden har förvisso tecknats i sina huvuddrag i äldre vetenskapshistorisk, statsvetenskaplig och ekonomisk-historisk litteratur samt i bolagskrönikor.¹⁶ Min uppfattning är emellertid att slutsatserna i dessa studier lider av sina respektive stränga perspektiv och måste kompletteras. Även tematiken Norrland och naturresurserna under det industriella genombrottet har behandlats i en fyllig studie, dock utan att närmare granska geologin.¹⁷

Bredare upplagd är Gunnar Erikssons bok *Kartläggarna*, som har samröre med vad som här skall avhandlas och som antyder ovan nämnda frågor. ”Stor-slagmast var väl den geologiska undersökningen av vårt land”, hävdar Eriksson, syftande på SGU:s (Sveriges Geologiska Undersökning) och andra institutioners bidrag till den ökade kunskapen om Sveriges berggrund och mineral-tillgångar, inräknat nya rön också till geologins teoribildning.¹⁸ Rent av ansågs kartläggningens själva drivkraft vara att vetenskapen skulle göra framsteg, men detta visade egentligen mer hur man tänkte än hur man i praktiken gick tillväga. Geologin hade sin hemvist i snävare kretsar än vad som idealt antyd-des, betydligt färre var de som kunde räkna med direkt inflytande över explo-atering och nya rön, hävdar Eriksson och fortsätter: ”Kanske man väntar sig att särskilt de stora norrbottniska malmfälten, som först vid denna tid storska-ligt exploaterades, skall ge goda åskådningsexempel på hur geologin i tiden främjade produktionen. I själva verket är detta knappast fallet. Här kom i all-mänhet uppenbarligen gruvfolket först och geologerna sedan”.¹⁹

Erikssons tanke är befogad, som vi skall se, men också aningen förenklad. Processen komplicerades av den regionala heterogenitet och de vetenskapliga ideal och attityder som doldes under ytan. Senare smälte ofta hantverk och vetenskap samman; gruvfolk och geologer var emellanåt desamma; gränserna mellan ekonomisk, social och vetenskaplig rapportering var inte längre giv-na.²⁰ Just Hjalmar Sjögren hör till dem som inte går att placera inom endera facket med sina ekonomiska intressen i allehanda gruvföretag och sina vetenskapliga vid Uppsala universitet och Naturhistoriska riksmuseet. Ett svepande

påstående som att kartläggningen som rörelse ”gav fasthet och bestämdhet åt begreppet Sverige, gjorde det identifierbart som en plats att leva på och förändra” måste kompletteras även det: visserligen handlade det om en identifikationsprocess, men väl under inflytande av omfattande förhandlingar.²¹

Geologins tvivel

Geologi, bergsbruk, industri – kopplingen dem emellan kunde verka självklar i en tid när tillgången på järn var avgörande för en nations välstånd. Det dröjde emellertid länge innan någon samlad vetenskap vid namn geologi bidrog till framtidsprognosen. Ännu vid mitten av 1800-talet stod själva etiketten ”geologi” snarare för ett fält där vilda generaliseringar och godtycke kunde spela ut: ”So few were the treatises, that an author could claim his to be not merely best, but ’the first of this kind’”, enligt Roy Porter.²² Så länge tillgångarna inte såg ut att vara begränsade och gav god avkastning, fanns bland bergsmännen helt enkelt inget behov av djupare geologisk kunskap. Gruvdriften och argumenten kring dess framtida omfattning förblev därför vanemässiga, intuitiva och provinsialt bestämda mer än rationellt metodiska, medan den akademiska geologin stod relativt fri från pådrivande inflytande. Mot 1800-talets mitt uppmärksammades visserligen slöseriet i mineralhanteringen av brittiska geologer, men det skulle dröja ännu något årtionde innan vetenskap och industri – gruvbrytning i industriellt syfte – hade intresse av att tala samma språk.

Geologin och mineralogin utvecklades mot slutet av 1800-talet till allt mer komplicerade och analytiska vetenskaper med strängare krav på metodologisk medvetenhet. Avancerad kemi hade förekommit på svensk mark redan hos Berzelius, mikroskopin vann mark med bl.a. Anton Sjögren, och överhuvud taget arbetade man nu med större kvantiteter analysmaterial än bara några årtionden tidigare. Detta återspeglade den nya arbetsituationen: den moderne geologen befann sig på en större marknad, där enstaka och isolerade uppdrag kunde kopplas till varandra och utgöra själva yrket. Resandet var en naturlig del av verksamheten, där de nya vetenskapliga metoderna överbryggade annars oöverkomliga distanser.²³ Hjalmar Sjögren hörde till dem som snart började se sig om utanför universitet och akademier, och i hans ögon var uppbrottet från Uppsala för att resa till Baku ett självklart sätt att säkerställa ny kunskap som inte borde stå i konflikt med äldre forskares syn på en akademisk tjänst, som i konsistoriet:

Naturligtvis skall geologien i deras ögon vara ett kammarstudium, som skall idkas på samma sätt som estetik eller kemi d.v.s. på läserummet eller på institutionens samlingsar. Hvad som sker derutanför har ej med vetenskap att göra allraminst om det på samma gång kan hafva något praktiskt värde.²⁴

Visserligen var det möjligt att studera andras upptäckter via litteraturen, vilket amerikanska geologer höll för ett europeiskt särdrag, men Sjögren var redan som tillförordnad professor ute efter en medveten nyorientering på det obestämda fält som geologin ännu utgjorde. Kvartärgeologen Gerard De Geer förvånades först över – som det blev – Sjögrens partiella tjänstledighet till förmån för Nobels i Baku, men rättade sig: ”ej heller jag anser officiella embeten för annat än nödfallsutvägar”, hävdade han med hänvisning till egna funderingar i samma banor.²⁵

Norrlands geologi

I Sverige hade denna dynamiska period för geologin en geografi: Norrland. Vetenskapen ställdes där på prov. Vad visste man *egentligen* om malmfynden i Kiruna och Gällivare? *Vem* visste något? Och vem hade *rätt* att yttra sig om civiliseringen av norr?

Optimismen var kontroversiell, redan sekellånga erfarenheter gav hela Norrlandsprojektet en bitter bismak. I debatten förekom regelbundet miss-tröstande inslag mot bakgrund av 1600- och 1700-talens samlade försök att integrera Lappland, nästan undantagslöst präglade av ruinerande misslyckaden. Med Ahlströms ord var det ”som om de mörka bergens hemligheter bevakades av giriga makter, den *Halhios*, fjällens skyddsande, som Maupertuis en gång anade bakom Tornedalens virvlande dimmor”.²⁶

Till stor del var även 1800-talet ett misslyckandets sekel i norr efter alla vådliga affärer, men det var nu det började talas om de verkligt stora kvantiteterna av malm. Med retorik färgad av exotism sökte staten på 1850-talet locka utländska intressenter, vilket väckte protektionismen till liv inte minst från värmländskt håll, där man befarade att hela den egna brukskulturen skulle gå i graven med de sänkta priserna på malm. Mellansverige kom denna gång undan den väntande konkurrensen; den av staten anslagna miljonen riksdaler försvann i brittenas hantering med påföljande skandal och konkurs 1864. År 1857 fattades också beslut i riksdagen om Sveriges stambana. Men eftersom Ryssland betraktades som en expansiv nation, vilket kunde vändas både till ekonomiska förhoppningar och militära skräckscenarion, dämpades länge initiativen och optimismen, trots att exempelvis SGU:s detaljerade rapport från

1877 bedömt Kirunas rikedomar som praktiskt taget outtömliga. Något stöd till en järnväg mellan i första hand Luleå och Gällivare gavs inte från svenska staten.²⁷

Att bara åka norröver var sålunda ingen garanti. Från åtminstone 1880 stod det klart att storskalig planering och politisk manöverförmåga måste tillhöra exploatörens färdigheter förutom nytt kapital. Norrlandsmalmen var för att alls kunna utnyttjas dessutom beroende inte bara av rälsbygge utan även av ny teknik: Thomasprocessen, som möjliggjorde urskiljning av fosfor. Britterna hade trumf, och med brittiska förtecken skulle också den fortsatta utvecklingen äga rum – vilket återigen gav grogrund till protektionistiska reaktioner och engelsk konkurs. Engelmännen skyllde nu öppet på svenska brukspatroner, som från sina sydliga positioner agiterat i egen sak. Med denna regionala konkurrens inskräpades frågan om äganderätten: Tillhörde marken någon enskild, staten eller rent av samerna? Konservativa och socialdemokratiska talesmän var säkra. Malmfälten var den sortens egendom som borde komma det allmänna till godo, ingen kunde äga naturen.²⁸

Bergen runt Kiruna hade länge skymts av Gällivare och de där utspelade ekonomiska dramerna. Skäl fanns; massivet var svårbrutet och oländigt. Ändå hördes tidigt röster om Kirunas rikedom och närhet till havet, röster som länge kvävdes av Bergskollegiums skepsis. År 1890 bildades Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag (LKAB), året efter Aktiebolaget Gällivare Malmfält, snart var de ett och samma. Storbolagen var svar på opinionen mot den oklara ägarbildningen, och de möjliggjorde att samla tillgångarna under ett ansvar. Men sammansättningen av Norrlandsbesökarna var fortfarande splittrad, och ännu 1893 hade Kiruna inte exploaterats i nämnbar grad.

Åtgärderna i norr blev än mer aktuella eftersom Lapplands rikedom fick en enande funktion för Sverige, som en gemensam materiell reserv för framtiden. Svenska Turistföreningen är intressant som illustration i sammanhanget. Hjalmar Sjögren hörde tillsammans med flera naturvetare till initiativtagarna 1886, och man lade under sina första år stora resurser vid norrländska resmål.²⁹ Bland resenärerna – kanske äger en term som *kulturell turism* relevans här – finner vi redan nämnde Alfred Törnebohm, geolog och mineralog vid KTH, efter 1897 chef för SGU, som forskat om bl.a. den skandinaviska fjällkedjan och Bergslagens geologi. Från 1885, i och med Arvid Högboms avhandling *Geologiska och petrografiska iakttagelser inom Jemtlands län*, fanns en ämnesbeskrivning av den nordliga berggrunden; under 1890-talet flyttades gränsen ytterligare norrut av Hjalmar Lundbohm.

Denne Lundbohm var vid slutet av 1880-talet student hos W.C. Brögger, professor vid Stockholms högskola, men hade sedermera lockats över till SGU. Sina första kontakter med Lappland fick han i Apatitkommissionen 1889–90, som undersökte Gällivares malmbestand, och från 1898 var han disponent för LKAB. Lundbohm var egentligen expert på byggsten och tillhörde de försiktiga bedömarna av Kirunaberget, överhuvud taget var han känd för sitt ”jag vet inte” vid tilltal.³⁰ Utan vidare undersökningar påstod han till en början att Kirunas malmkropp smalnade nedåt och att kalkylerna över export och förädling borde räknas lågt. Han värnade om sitt Kiruna och var emellanåt svärmiskt opportunist när nya resultat publicerades i malmfrågan.³¹

En ytterligare förgrundsfigur var Fredrik Svenonius. Med fosterlandet i ömt minne ivrade han starkt för Norrland, dels som statsgeolog, dels som främjare av Turistföreningen. Från sin position i Uppsala på 1880-talet såg kollegan Hjalmar Sjögren honom intressera sig för bokstavligen allt mellan himmel och jord. I olika omgångar reste Svenonius rastlöst genom lärodomsstaden på väg till eller från Norrland, antingen med fossil eller ”kosmisk nederbörd” i bagaget.³² Han fann ingen motsättning mellan nyttan och det teoretiskt intressanta och såg i sina olika projekt till bägge sidornas fromma.³³ Svenonius var visionär, ivrade för Norrland i stort, medan andras motiv var mer avgränsade. Hos Axel Hamberg var turistvurmen och det stora perspektivet, typiska hos Svenonius, klart nedtonade. I sitt Sarek ville han befästa Lappland som en *vetenskaplig* tillgång för Sverige, ett orört landskap där man kunde hämta oförvanskade fakta.³⁴

Experterna gav sålunda inget entydigt besked, beroende på intresse varierade synen på åtgärder i norr. Bolag och stat stod rådlösa. Att nyttja resurserna var självklart för dem, men att göra det *effektivt* – ett nyckelord – var en annan sak. En följd av osäkerheten var Apatitkommissionen, vars rapport 1890 bekräftade att fosforrik apatit på svensk mark förekom blandad med magnetit, dvs. järnmalm, och att så var fallet även i Gällivare och Grängesberg. Fosfaten var eftertraktad som gödningsmedel i jordbruket, och hade utgjort ett huvudmotiv att förlänga undersökningarna av Spetsbergen, eventuellt t.o.m. annektera ögruppen.³⁵ Nu fanns fosfor inom svenska gränser, och lika intimt som den var knuten till malmen, blev malmfrågan oskiljaktig från politik och ekonomi. Det fanns nämligen ännu ingen tillförlitlig lag som reglerade utförseln av mineral från de norrbottniska fälten, en lag som måste konstrueras utifrån kunskaper om de samlade tillgångarna, kunskaper som i sin tur inte fanns.

I detta tomrum framstod den planerade järnvägen mot Ofoten och Narvik inte bara som en transportteknisk nödvändighet utan också som symbol. Onek-

ligen skulle den betyda stora vinster både för öppnandet och skapandet av nya civiliserade territorier och för effektiviteten i malmhanteringen, oavsett om malmen skulle föras söderut till inhemska järnverk eller västerut till Norge och övriga världen.³⁶ Men det var just här det knöt sig. Effektivitet i all ära, Ofotenbanan blev samtidigt ett ställningstagande för eller mot en inhemsk järnindustri.

Exkurs: den amerikanska genesisdebatten

Utvecklingen är parallell med den i Amerika: även där stod geologin inför motstridiga fakta och intressekonflikter. Till väldiga *state surveys* knöts inledningsvis all kompetens som fanns att tillgå, och det var genom dessa som rikedomerna i det amerikanska landskapet upptäcktes, men också dess rent fysiska begränsningar. Ju längre undersökningarna sträckte sig rumsligt, desto närmare en existerande gräns för tillgångar eller landutrymme och desto tydligare framstod kravet på en grundligare istället för mer en svepande kunskap om vad som verkligen fanns i jordskorpan i form av exempelvis mineraltillgångar. "Väl komma till Stilla Havskusten kunde man av uppenbara skäl inte längre skjuta 'the Frontier' framför sig längre", skriver Lundgren, lika lite som man annat än genom svåra polarfärder kunde betvinga Ishavet norr om den skandinaviska halvön.³⁷ Vid denna fysiska och mentala gränsdragning uppstod konflikter mellan ekonomiska och vetenskapliga intressen. Bägge var knutna till problematiken kring malmfyndigheternas omfattning, men frågan var hur motiven för den fortsatta undersökningen av de geologiska förhållandena borde färgas, med vetenskapliga eller ekonomiska argument.

I ett av två läger, American Institute of Mining Engineers (AIME), skulle ingenjören söka minska klyftan mellan en fyndighets ekonomiska och faktiska utarmning, exempelvis genom att lösa transportproblem eller minimera energiåtgång. I det andra, United States Geological Survey (USGS), var vetenskapsmannen friare från direkta vinstberäkningar och kunde därför mer ägna sig åt geologi som vetenskap, teoribildning och ökat kunnande om berggrunden i sig. Bodelningen mellan de två organisationerna syntes också i attityderna till naturresurserna och utnyttjandet av dem. USGS var visserligen långt ifrån homogent, men i stort kan man samla de akademiska geologerna kring olika varianter av den s.k. laterala sekretionsteorin (se nedan). En Thomas Sterry Hunt kompletterade med romantiska och religiösa drag, där vattnet fick en framträdande om än något obestämd roll i bildningsprocessen. Resurserna var inte ändliga; vattnets kretslopp borgade för att ny malm ständigt bildades, rent av direkt ur de i havsvattnet befintliga metallerna. Andra akademiska geologer

i USGS tvivlade mer uttryckligen, de ansåg att malmerna absolut var ändliga, att de främst kunde förekomma i ett ytligt skikt av jordskorpan, vilket var den slutsats sekretionsteorin generellt gav. Fyndigheterna var sålunda resultat av ovanifrån anrikande processer, där järnet kunde komma antingen direkt från ytan eller från omkringliggande eruptiva lämningar.

Sekretionsteorin motarbetades inte aktivt, men fick genom AIME och dit knutna ingenjörer, geologer och gruvmän åtskillig kritik, främst under 1890-talet. De anknöt likaledes till vattnets roll, som ansågs vara en helt annan: vattnet rörde sig betydligt längre ner i berggrunden, där det ansågs stöta på djupt liggande lager av metallföreningar som i lösning och *delvis* genom tryckförändringar pressades mot ytan. "Delvis" är här av yttersta vikt: där sekretionsteorin påvisade ytligt liggande malmfyndigheter, gick AIME:s ingenjörer i motsatt riktning – rent av uppmuntrade de att söka malm på stora djup. Hit hörde norrmannen J.H.L. Vogt, vars teorier under 1890-talet blev allt mer kända i USA.

Mineralogi eller geologi?

Hjalmar Sjögrens attityd till utvinningen var klart inspirerad av elementen i den amerikanska debatten – men dessutom djupt rotad i hans vetenskapliga bakgrund och orientering. Genom studier av materialets yttre gjorde mineralogerna numera anspråk på att direkt kunna utsäga något om dess inre. Till sitt ändamål överensstämde mineralogin därför snarast med teoretisk fysik och till sina metoder med experimentalfysiken, menade Sjögren.³⁸ Archibald Geikie, stor auktoritet, uttryckte sig i samma anda om geologin: "The experiments of the physicist, undertaken to determine conditions of experiments of matter and energy, may sometimes be taken as the starting-point of geological investigation".³⁹ Men där Sjögrens slutsats var att det till mineralogin lika lite som till matematiken fanns någon "kungsväg", menade Geikie att geologin i grunden var eklektisk, att dess kunskapsstoff berodde på ständiga influenser från till synes fjärran vetenskaper. Redan Sjögrens egen beskrivning av den senare tidens utveckling kunde tas som intäkt för Geikies karaktäristik, men vi måste minnas att de verkligen talar om två olika vetenskaper. Mineralogin var kort sagt en grundvetenskap medan geologin sågs som ett ämnesområde. Värt att notera är förstås också att fysiken fungerar som en slags definierande vetenskap.

Åtminstone på denna punkt är det i Sjögrens fall möjligt tala om en förskjutning sedan det tidigare 1800-talet och emfasen på Berzelius kemi.⁴⁰ Sjögren kände själv inget behov att hålla kvar vid äldre metoder; föregångaren

F.J. Wiik i Finland hade redan förespråkat en dynamisk syn på vetenskapen och att dess krav på nya metoder ödmjukt skulle tillgodoses, och vid exempelvis Sjögrens undersökningar av norska apatitförekomster var det just mikroanalyserna, ner på kornnivå, som förde diskussionen framåt.⁴¹ Ytterligare föregångare fanns. Även om Anton Sjögren i provinsen hade begränsade resurser gentemot sonen i Uppsala, hade han tillsammans med Törnebohm pläderat för införandet av mikroskopiska metoder inom mineralogin under 1870-talet.⁴² Och inom den deskriptiva petrografen, dvs. läran om bergarterna, kunde nya rön om mineralernas utseende och – detta är viktigt – *roll i geologiska processer* hämtas.⁴³ Hjalmar sammanförde dessa olika linjer: han skaffade dels nya instrument, dels, genom kemiprofessorn Per Cleve, en försäkran om minst en plats till förfogande på det kemiska laboratoriet. Till de studenter som tog sig an hans egna frågeställningar erbjöd han högre betyg i kandidat- eller licentiatexamen, eftersom detta var det ”enda sättet att ej mineralanalysen skall gå helt och hållet förlorad vid universitetet, när hvarken Cleve eller de andra kemisterna intressera sig därför”.⁴⁴ Därtill lånade han mindre mikroskop från fysikern Robert Thalén när så behövdes för undervisningen, och han diskuterade senare med Cleve om utveckling av befintlig utrustning. Ändå låg Sverige efter. När Sjögren sommaren 1883 reste i Tyskland noterade han det väl utvecklade bruket av mikroskopiska metoder vid laboratorierna och i undervisningen, och vidare det faktum att analytikerna där arbetade nästan enbart med fysikalisk kristallografi, hjälpta av elektricitet.⁴⁵

Men det instängda laboratorielivet passade Sjögren föga, och han verkar även ha varit ointresserad av frågorna om materiens essens och natur som vetenskapen i vissa läger ställt. För de flesta gällde atomläran som främsta förklaringsmodell, och Sjögren studerade ett ämnes egenskaper i termer som geometri eller fysik, där man i det förra fallet mätte provets ytvinklar och i det senare dess mekaniska och optiska egenskaper.⁴⁶ Mineralogin skulle ses som en praktisk vetenskap – en praktisk *grundvetenskap* om vi vecklar ut Sjögrens hela program –, ej lämpad för naturfilosofiska frågeställningar, och han uppmanade sina studenter att läsa sanningen i ”naturens stora bok”, att resa till främmande världsdelar, att inte förlora sig i spekulationer och stridigheter. Analysen av mineralernas yttre band mineralogen mindre vid laboratoriet, vad man såg i mikroskopet var likaväl som fixstjärnan en produkt av naturen själv.⁴⁷ I samma anda hade också den hyllade finländaren Wiik uttalat sig gällande synen på atomen: det ligger i sakens natur att spekulativa teorier *skall* vara mindre tydliga än rena fakta.⁴⁸

Dispyten med J.H.L. Vogt

Mineralogin var alltså inte det enda av intresse; Sjögren läste och studerade ännu som tillförordnad professor påtagligt systematiskt i flera riktningar, där mineralogin och malmgeologin utgjorde två jämbördiga tyngdpunkter. Dessa sammanföll i en övergripande teoretisk diskussion om termodynamiken, som han fann lovvärd som fundament i undervisningen.⁴⁹ Framför allt handlade det om jordens förmodade avsvälning. Sjögren kritiserade redan i slutet av 1870-talet det plutonistiska perspektivet, där just magmans roll framhävdes: jordens utveckling var det avsväljande klotets och kärnan en rest från dess ursprungsstadium. Bägge de gamla begreppen neptunism och plutonism var visserligen svåra förenklingar, ansåg han, men det var främst mot det senare han anförde nya mätningar, bl.a. från ett djupt borrhål nära Berlin. Där hade man kunnat visa att temperaturen visserligen ökade med större djup, men också att temperaturtillväxten minskade för att enligt en extrapolering redan vid drygt tre kilometer vara i stort sett noll. Ett mot kärnan allt hetare jordklot var sålunda omöjligt, och Sjögren fann därför, i motsats till bl.a. Berzelius, större fog för teorin om en fast kärna. Därmed blev ytprocesserna viktiga utgångspunkter för teoribildningen, bland dessa sedimentering och utfällningar som i jordskorpan omvandlade bergarter och mineral kronologiskt sett *efter* den vulkaniska verksamhetens kulmen. Sjögren fann stöd genom mikroskopiska metoder, som påskyndade avståndstagandet från den förlegade plutonismen.⁵⁰

Malmgeologin upptog Sjögrens intresse till den grad, att han höll en speciell föreläsningsserie i ämnet under 1883, delvis som en polemik mot norske Vogt, tidigare elev hos Brögger i Stockholm (likt senare Lundbohm). Vogt var en internationell auktoritet på området inte bara som vetenskapsman utan även i gruvindustrins tjänst. Han utlade i tidiga verk från 1880-talet, säkert inspirerad av Brögger, sin uppfattning om genesis som en sedimentär process, dvs. i betydelsen att malmernas koncentration skulle vara avlagringar som troligast genom vattentransport avsatts ovanpå närmast äldre lager. Han ändrade sig strax efter 1890 från denna teori till en annan, med direkt magmatisk koncentration som grund, inspirerad av bl.a. Theodor Kjerulf i Oslo, och från mitten av 1890-talet framträdde han internationellt som motståndare till alla neptunistiska anslag.⁵¹

Sjögren hade invändningar mot både Vogts äldre och nyare ståndpunkter, kunde instämma varken i sediment- eller magmateorier vare sig det gällde malmernas ursprung eller koncentration. I någon mån var – eller blev – det en personlig motsättning. Sjögren hävdade att Vogt var en slarver till läsare som med sina ofärdiga undersökningar och bristande kunskap i befintlig litteratur

inte borde göra anspråk på att vara nydanade.⁵² Men det fanns uppenbart också en vetenskaplig dispyt mellan dem mot bakgrund av fundamentalt olika uppfattningar i genesisfrågan och därmed i frågan om malmfyndigheternas omfattningar. Prestige stod på spel, genesisdebatten vidrörde samhället i stort, och den var för mineralogin och geologin ett steg framåt från den gamla, mer taxonomiska och deskriptiva verksamheten: man skulle nu ge sig i kast med naturens grundläggande krafter och mekanismer.⁵³

Ovanstående implicerar förvisso att blandformer mellan olika genesisteorier borde vara fullt möjliga. Ascensionsteorin, som lade vikt vid uppstigande varma ångor som bildande faktor, var en sådan, den inflytelserika laterala sekretionsteorin en annan. Visserligen kan sekretionsteorin till stor del ledas tillbaka på klassiska neptunistiska tankegångar, men geologerna kunde på grundval av sina observationer också gå i polemik mot A.G. Werners anhängare när deras beskrivningar varit ofullständiga. En föregångare men ej anhängare av sekretionsteorin var danske J.G. Forchhammer, kemist och mineralog vid Köpenhamns universitet runt 1850. Kanske med en lätt anstrykning av romantiska tankegångar, såg han främst till metallernas kretslopp i naturen. Från jordens mitt hade de förts närmare ytan i smält form, stelnat, vittrat sönder och sedan lösts under inverkan av vatten och spridits enligt neptunistiska principer över jordytan.

Till denna ganska enkla teori anknöt bl.a. Anton Sjögren, medan tyske Fridolin Sandberger utvecklade Forchhammers teori genom att söka metallernas ursprung i den kring fyndigheterna liggande berggrunden. Här var det vattnet som primärt cirkulerade, löste metallerna ur jordskorpan och förde dem med sig till andra platser, om än i mindre grad. I sig kunde dessa två varianter av ett slags cirkulationsteori ge olika syn på omfattningen av de koncentrationer av metall som förekom i gruvfyndigheterna. I Forchhammers fall fördes ständigt nytt material upp mot jordens yta för att bli malmer; så länge jorden "lever" kommer nya rikedomar hela tiden att bildas. Sandberger manade till försiktigare bedömning eftersom all metall som fanns att tillgå i processen låg i själva berggrunden. För bägge, särskilt den senare varianten, gällde att malmera förekom i ett ytligt lager. Till Forchhammers skara hörde också Sjögrens föregångare Thomas Sterry Hunt.

Mot den laterala sekretionsteorin stod en rad teorier som betydligt kraftigare framhävde vulkaniska processer, mer eller mindre i James Huttons efterföljd. Koncentrationen av malmer kopplades här till vad som blott var en första del i den laterala sekretionsteorin, dvs. den fas i processen där materia förs till ytan från djupen i form av magma. En fyndighet kunde enkelt uttryckt

vara en stelnad magmakanal, och det var med denna uppfattning som Vogt framträdde som auktoritet framför allt på den amerikanska arenan under 1890-talet.⁵⁴

Vi återvänder till 1883 och Sjögrens upptakt till dispyten. Magmateorierna var, menade han, redan övervunna av i stort sett alla *mineraloger*. Men även med enklare iakttagelser, utan analys, gick de i allmänhet att vederlägga. Malmgångarna uppträdde oftast i kilform med spetsen nedåt, vilket var svårt att förklara med magmaströmmar eller sediment, och dessutom hade malmen helt sonika försvunnit på "jämförelsevis obetydligt djup".⁵⁵ Detta faktum fick mer stöd av sekretionsresonemang. Sjögren fann, nu mestadels med mikroskopiska metoder, att den omgivande bergarten (sidoberget) uppvisade likheter med själva järnmalmen (apatiten), vilket också förkastade sedimentationsteorier, där malmerna ansågs vara isolerade från omgivningen rent kemiskt. Sidoberget var visserligen av eruptivt *ursprung*, men så kunde inte sägas om apatiten, som istället bäst beskrevs som en produkt av en lateral sekretion, dvs. en kemisk urlakning under påverkan av vatten från jordytan. Sjögren var redan här pessimistisk angående omfattningen av eventuella fynd: apatit förekom inte i större fynd i Sverige.⁵⁶

I början av 1890-talet bytte alltså Vogt fot för att helt förlita sig på en magmatisk teori utan beroende av sedimentering. Även Sjögren vacklade, men mest för att han istället upptäckt sedimentens förtjänst att hypotetiskt förklara spridningen av malmerna och därmed anslutit till en enligt honom vedertagen ståndpunkt vid tiden. Vi skriver här 1891–93; alltjämt gällde att själva järnet från början befann sig i jordskorpan. Bilden var därför under dessa år oklar. Sjögren menade att geologin ännu var långt från en regelrätt teori för genesis, att motstridiga iakttagelser ute i naturen försvårade uppgiften att sätta samman en helhetsbild av den komplexa processen. Svensk berggrund räckte inte till – "omvandlingen [har här] i de flesta fall varit så genomgripande, att den ursprungliga beskaffenheten är nästan fullständigt utplånad" – och inte heller den befintliga litteraturen.⁵⁷ Mer givande var de pionjärartade komparationerna med amerikanska gruvfält, särskilt kring Lake Superior och i de nordostligaste staterna, som erbjöd mångfalt större observationsunderlag och säkrare generaliseringar.⁵⁸ Han tonade nu också ned betydelsen av mikroskopiska metoder: visserligen hade han till hjälp sina egna och faderns föregående arbeten (i den mån de nu skall skiljas åt), men det var nu åter kemin som utgjorde främsta analysinstrument, med följderna att inslaget av laboratorieexperiment kring kemiska processer ökade kraftigt. Naturen själv fick dock inte glömmas; det var i noggranna komparationer mellan nutida (laboratorie-) iakttagelser och verkli-

ga förhållanden som ny kunskap kunde uppnås – en metodologisk inskärpning av Huttons uniformism.⁵⁹ Tvetydigheten kunde också gälla omständigheterna för de kemiska processerna. Vogt hänvisade till magmatiska och ursprungliga processer, Sjögren till betydligt yngre, och vad som skilde dem åt därvidlag var de organiska reaktionerna. Dessa kunde naturligtvis inte äga rum under vulkaniska betingelser, men däremot, om man som Sjögren rörde sig i en yngre geologisk ålder, kambrisk-silurisk, i samband med sedimentation och sekretion. Vad han ansåg vara ”yngre” var själva omvandlingen av de omgivande lagren, inte dessa lager i sig.⁶⁰

Ett viktigt påpekande måste göras här: Sjögrens glidande teoretiska ståndpunkt ändrade inte hans uppfattning om malmfyndigheternas *omfattning*. Tvärtom stärktes hans ståndpunkt om klart begränsade fynd i och med besöken vid de amerikanska gruvfälten, som han ansåg skövlas väl offensivt. Hans prognos var dystur, redan nu bröts där på 300 meters djup, och ingen malmkropp borde i ett sådant läge räcka länge till, snart skulle den avta mot djupet. I vissa fall hade prospekteringen genomförts slarvigt, en läxa för svenska gruvmän att lära av.⁶¹

Inför riksdagens ledamöter

Denna restriktiva hållning hade Sjögren med i sin framställning inför riksdagsledamöter av bägge kamrarna i slutet av mars 1898. Han tog nu inte upp de vetenskapliga detaljerna, utan berörde endast frågor av ”teknisk och ekonomisk natur”.⁶² Huvudfrågan var Ofotenbanans vidarebygge, Sjögrens roll att ge expertens redovisning av kunskapen om malmfälten i norr och vilka konsekvenserna kunde bli utifrån olika valmöjligheter.

Som en slags fond i sitt föredrag använde Sjögren Hjalmar Lundbohms uppskattningar, byggda på uppgifter från ditresta bergmästare och jägmästare.⁶³ Kirunas reserv sträckte sig enligt dessa över 376.000 kvadratmeter och Loussavaaras över mer blygsamma 54.000, tillsammans räknat dubbelt så mäktigt som Gällivares fält, nära fem gånger större än Grängesbergs och hela 60 gånger större än Persbergs i Värmland. Siffrorna talade klarspråk trots att de bara berörde fyndens *ytor*. Gällivare och de mellansvenska gruvorna var välkända och tillförlitliga, nu överträffades de med hela årsproduktioner. Med förbättrad hantering vore vinsten än lättare vunnen; att exportera niofaldigt jämfört med Gällivare vore fullt möjligt om bara transportproblemet kunde lösas. Mest aggressiva härvidlag hade norrmännen varit. I stortinget hade talats om dubbla järnvägsspår mot den norska kusten, redan från början anpassade till denna väldiga export.

Sjögrens egen bedömning var mer blygsam. Han menade att en export om en och en halv miljon ton inte kunde vara farlig för Kirunas bestånd på flera hundra år, men om man mångdubblade den enligt norska förslag skulle förhållandet ställa sig annorlunda. Sveriges framtid stod om inte på spel så i varje fall inför ett avgörande vägskäl: om Norrland nu var ett framtidsland, skulle vinsthungern då, med de medel som samtidens teknik ställde till förfogande, i bokstavligaste mening tillåtas urholka det, "uttömma dessa landsändars viktigaste, att ej säga enda källor till odling och kultur", innan framtiden ens var här?⁶⁴ 300 meters djup, mer kunde man inte räkna med enligt amerikanska erfarenheter. Riket fick inte falla för samma frestelser som han själv sett spelas ut vid det anrika Bilbao-distriktet. Frågan syntes dock hamna i återvändsgränd eftersom man inte hade några riktigt tillförlitliga djupanalyser att tillgå. Sjögren manade därför till *allmän* försiktighet.

Den andra delen av Sjögrens föredrag vidrör hur man effektivast skulle utnyttja malmrikedomarna. Ytterst existerade två huvudalternativ, antingen att exportera malmen direkt ur dagbrottet eller att förädla den till järn eller järnbaserade produkter. Även här utgjorde de norska initiativen ett hot, dvs. de kustnära järnverk som skulle vinna de fördelar den öppna Atlanten gav. En järnindustri i norr skulle skapa jämvikt i Norge: fiskeriet skulle få en ny nordlig marknad och handelsflottan en mer balanserad, hade inte minst Vogt pläderat. Vilket var det bästa motdraget, att förädla på plats i Norrland eller frakta malmen söderöver? Ekonomin talade för Norrland. Den tunga malmen skulle inte behöva fraktas lång väg, och man skulle också kunna utnyttja den närbelägna vattenkraften, som var billigare än ångkraft.⁶⁵

Av avgörande betydelse var emellertid malmens biprodukt: fosfor. Med Thomasprocessen var det nu möjligt att tillvarata malmer med hög fosforhalt och dessutom utvinna själva fosfaten, hett efterfrågad som gödningsmedel i jordbruket. Sverige importerade vid tiden upp mot 80 procent av fosfatbehovet – trots att man exporterade malmer med hög fosforhalt – och i Kirunas berg fanns då nyckeln till ett gentemot utlandet självständigt jordbruk. En nagel i ögat var emellertid behovet av utländskt kol, men Sjögren nämnde här möjligheten att utnyttja den nordliga torven till bränsle. Och vad kunde man inte uppnå med järnindustri i än större skala vid Luleå eller på andra platser längs kusten? Olika kalkyler visade olika vinster, men förädlingen i sig måste vara av godo. Kort sagt, här fanns rejäla nationalekonomiska vinningar att göra under protektionismens fana.

Hos bergsmännen

Om genesisfrågan fått stå tillbaka i föredraget inför riksdagsmännen, utvecklades den mer i Wermländska Bergsmannaföreningen. I och för sig var denna sammansatt av geologer och bruksägare från vitt skilda håll, men ändå klart rotad i den värmländska berggrunden. Inte minst i föreningens *Annaler* syns klart hur bergsmännen främst värnade om de egna gruvorna; om en diskussion fördes om t.ex. nya teorier, var det i direkt anslutning till betydelsen för de lokala fyndigheterna. Specialisterna var icke desto mindre viktiga för lokala intressen. Många erfarenheter kunde hämtas ur periferin, inte minst mineralogiska, och det var just *genom* specialiserad kunskap som okända fynd kunde sublimeras och den nationella splittringen inom gruvkretsarna motarbetas.⁶⁶

Det mellansvenska intresset var mot slutet av 1800-talet aningen pressat. Detta berodde delvis på att moderna stålverk på kontinenten ställde de ålderdomliga järnbrukens metoder och produkter i skuggan, och att dessa bruk för att alls överleva skulle tvingas till omfattande strukturomvandlingar. Individuell yrkesskicklighet måste nu anpassas till stordrift, brukskultur till bolagsformer, vilket särskilt inskräpades av nya och billiga stålframställningsmetoder. Och hur lockade inte världsmarknaden! Mellan 1870 och 1910 hundrafaldigades produktionen av stål, och i Paris stod Eiffeltornet som en symbol inte bara över tekniskt raffinemang, utan också över stålets utopiska egenskaper. I Bergsmannaföreningen menade man optimistiskt att ingen metall kunde ersätta järnet, vars 2.000-åriga historia bevisar hållbarheten och den stora användningen, och man kunde därför anta att järnet *alltid* kommer att vara högst värderat bland metaller. På ett principiellt plan kunde medlemmarna visserligen tänka sig export av antingen naturligt eller genom mänsklig teknik förnyelsebara råvaror, men detta gällde ju inte järnet.⁶⁷ Ändå var det just det mellansvenska yrkeskunnandet som hade potential att underlätta införandet av nya metoder inom järnhanteringen, övergången från hantverk till maskin kunde gynnas av att både arbetare och tekniker var väl förtrogna med de grundläggande processerna. Hantverket hade funnits sedan hedenhös, och de organiserade formerna av utbildningen var väl försedda både avseende praktik och teori – Jernkontoret stod här i centrum och borgade för kontinuiteten.⁶⁸

Men hela denna produktionsapparat, med inslag från allt mellan utbildning och bruksspecialiteter, byggde förstås på att svensk malm tillvaratogs inom Sverige. Detta hade inte utgjort något problem så länge Bergslagen i vid mening varit utan konkurrens, men nu kom ett allvarligt hot från en annan landsända. Det gällde därför att få kontroll över Norrlands järn, innan det försvann

utom räckhåll. Yrkesmännen samlade sig. Här fanns bl.a. Anton Sjögren, som alltmer intog en protektionistisk hållning när det uppdagades hur rika Kirunamalmerna verkade vara, dels med hänvisning till Norrlands bästa, dels för Mellansveriges väl. För hela riket gällde att fosfaten inte fick försvinna ur landet utan att ge avkastning för svenskt jordbruk. Anton Sjögren och de andra stod långt fram i diskussionsledet, medan de bättre lottade, som genom gynnsam geografi eller ekonomi var närmare knutna till de stora exportfälten, hördes mindre i debatten.⁶⁹

Det var dock till Hjalmar Sjögren som Hugo Tiberg, *Annalers* redaktör, vände sig för alla teoretiska inlägg, och det var även där han, med hänsyn till frågans stora vikt, skulle återkomma med genomgångar av den senaste malm-bildningslitteraturen.⁷⁰ Andra kanaler fanns visserligen, som väl skulle nå större spridning, men av dessa hade t.ex. Jernkontorets skrifter uteslutits för den principiella inriktningen mot metallurgin, och *Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar* för att man där i stort sett aldrig refererade utländska arbeten. Detta var ett missförhållande, menade Sjögren, eftersom malmfrågan i högsta grad var av internationellt intresse; de lagar som styrde bildningen var desamma varhelst på jordklotet de verkade. Bergsmannaföreningen var dessutom en lämplig värd för publikationerna för dess breda sammansättning av medlemmar: "Inom denna vetenskapsgren gäller det kanske mer än i de flesta, att en vidare utveckling af densamma kan ernås endast genom ett samarbete mellan teoriens och praktikens män."⁷¹ Bägge kunde tillgodoses av föreningen.

Och i april 1898 diskuterade Bergsmannaföreningen så det inflytande Norrbottens malmexport skulle få över den svenska järnhanteringen, på uppdrag av Kungl. Maj:t och civildepartementet. En liknande diskussion om Gällivare hade förts tio år tidigare i samband med Apatitkommissionen, och bl.a. Anton Sjögren hade då hävdad att Norrland inte utgjorde något större hot.⁷² Nu konstaterades att Sverige i högre grad kunde diktera villkoren på världsmarknaden, inräknat övertaget att genom lagmässiga regleringar kunna göra större vinst på den malm eller de produkter man verkligen lät exportera. Malm eller produkter – föreningens linje var att svensk malm borde tas tillvara genom svensk järnhantering, som skulle vara förlagd "där hon har allt väl ordnat för sig".⁷³ Samtidigt fanns det mellansvenska intresset klart uttalat: exporten av den fosforfattiga malmen, den malm som värmländska bruk var anpassade för och som enligt prognoserna nu förekom i norr, borde rakt av förbjudas eftersom det rådde brist i mellersta Sverige, som för övrigt kunde betala väl så höga priser som utländska köpare.⁷⁴

Argumentet att inte exportera fick stöd av och stödde en viss teori om malmernas genesis – här skiljer sig diskussionen från den inför riksdagsmännen. Bergsmannaföreningen kunde i egenskap av expertisinstans uttala sig tämligen obehindrat i saken:

Utän att vilja här ingå på teorierna för malmbildningen, anse vi oss dock kunna erinra, att den från utlandet hit överförda teori, som förfäktar den åsigten, att våra malmer måste vara små eller relativt små lokalbildningar, som äro bundna vid eller närheten af dagytan, såväl här som i utlandet haft att påvisa de starkaste stöd i den praktiska erfarenheten.⁷⁵

Hjalmar Sjögren vidrörde ”den praktiska erfarenheten” även i sitt föredrag för riksdagsmännen. Vi minns jämförelsen med amerikanska gruvor som sällan eller aldrig understeg 300 meters djup, en iakttagelse som med vedertagna normer bland bergsmännen överfördes till svenska förhållanden och bildade jargong, trots att de strängt taget inte hade andra mätningar att ta fasta på än malmfyndigheternas ytor, utsträckning i markplanet. Det medförde således inga större problem att enas kring ståndpunkten att svensk malm borde räcka i högst 160 år, en siffra som i och för sig var beroende av exportens intensitet, men som snarare borde räknas ned om den alls reglerades. Hugo Tiberg gav på annat håll, förvisso för mellansvenska malmer, en så pass dyster prognos som 45 år.⁷⁶

Alla i Bergsmannaföreningen var emellertid inte ense, och genom Richard Åkermans mångbottnade och klarsynta debattvinkling framkom motargumenten klart. Mellansvenska intressen borde inte klaga, ansåg han, över att Ofotenbanan i själva verket underlättade för malmen att nå söderut. Inte heller var 100 eller 160 år någon tid att ta hänsyn till – när dessa väl passerat har förhållandena säkert ändrats så att samtida beräkningar ändå kan åsidosättas. Provbörningar och magnetiska mätningar var intetsägande och i sig osäkra, och av själva malmytan kunde ingen lärdom dras; näst intill omagnetiskt berg kunde även med det ringaste inslag av magnetit ge förrädiskt stora utslag på kompassnålen, liksom de järnfattiga hyperiterna som påträffats i norra Dalarna. Skulle man alls uttala sig, borde man göra det utifrån praktiskt kunnande och enkla iakttagelser: vid exempelvis Dannemora bröt man nu på 330 meters djup.⁷⁷

De ytterligare 30 meterna var av symbolisk vikt: Vad sade egentligen detta och andra undantag om bergsmännens egen ”praktiska erfarenhet”? Föreningen tvingades instämma i Åkermans kritik. Överhuvud taget var uppskatt-

ningen av fyndigheter en svår process, och det gällde inte bara Sverige, tröstade sig kommittén. Spekulationer om Bilbaos storgruva förmådde ännu mot slutet av 1890-talet ge näring till en optimistisk debatt, trots att den höll på att uttömmas. Pessimismen var dock övermäktig, och för att upphöja problemet till moralisk nivå och undslippa sakinvändningar hänvisade någon till El Excelentísimo Sennor Don Pablo de Alzola, verksam vid just Bilbao. Vid en oförsiktig export "imiterar Spanien Esau", som sålde sin förstfödsrorätt för en skål välling till sin yngre tvillingbror Jakob.⁷⁸ Krasshet och kortsiktig vinning ligger människan i fatet; en stunds eftertanke kunde förhindra oåterkalleliga misstag; *Raubswirtschaft* stod mot Guds ordning.

Hjalmar Sjögren stod bakom Bergsmannaföreningen med teoretiska argument. Han bifogade en särskild vetenskaplig utvikning kring genesisfrågan där han specifikt tog upp malkropparnas djupgående och även huruvida malmens sammansättning varierade med avståndet från ytan. Sjögren sönderdelade frågan i två delar, en teoretisk och en praktisk, väl medveten om att de två sammanföll. Även här framhövdes dock den "praktiska erfarenheten", dvs. ståndpunkten att malmbildningar var grunda: "Redan à priori och på rent teoretiska grunder är det antagligt, att malmerna skola visa ändringar mot djupet", avseende metallhalter och lagrens utseenden.⁷⁹ Dock var det inte givet att malmerna tillkommit "såsom resultatet af en enda bildningsakt", utan att de bildats ur flertaliga mekanismer under långa tidsrymder. En process av detta slag kunde bäst bevisas vid Lake Superior i USA, och den lät sig enkelt beskrivas med att syrefattigt vatten sipprar ned i jorden och bildar limonit och magnetit ur järnkarbonat. På så vis är det lätt att deducera förhållandet att verkningarna måste vara störst vid ytan för att avtaga mot djupet. Ju längre ned, desto högre halter av järnkarbonat, längst ned väntade oomvandlade silikatbergarter. Amerikanska förhållanden var knappast missvisande, och för svensk del existerade ingen gruva som utan att se malmen sina var djupare än Tabergs 355 meter. De teorier som hävdade att en malkropp kunde uppträda homogent till försvarligt djup, kunde med enkla borrhovprover motbevisas.

Bergsmannaföreningen förespråkade en statlig utredning, oberoende av "enskilda" och andra gruvindustrins lösdrivare till förmån för fackmän som fritt skulle få välja sina metoder. Först härigenom kunde läget bli begripligt och råda bot på den nu rådande språkförbistringen, som bara ledde staten och experterna in på olika spår. En gedigen kvantitativ uppskattning av fyndigheterna var prioriterad, men i undersökningen borde ingå även kvalitativa mätningar. Mot bakgrund av pionjärandans föga vetenskapliga prospekteringskonst, där man letat mark, köpt den och brutit vad som brytas kunde, var kva-

litetskravet viktigt att framföra som en poäng i sig, särskilt som nya järnframställningsmetoder nu vunnit mark till fördel för de tidigare så skamfilade fosformalmerna. Visserligen kunde Bergsmannaföreningen tänka sig att släppa fram privata företag, men i så fall under sträng reglering. Staten var under alla omständigheter den självklara ledsagaren i vetenskapliggörandet av malmerna.⁸⁰

Geologin och geofysiken

En liknande undersökning igångsattes snart på bred front. Innerst hade myndigheterna visat mycket liten förståelse för de värmländska bergsmännens argument utan mer tagit fasta på deras osäkerhet. Organisatör eller i varje fall något av en värd för arbetet var LKAB:s Hjalmar Lundbohm, stödd av Alfred Törnebohm, Sjögrens forne fältkamrat. Törnebohm var vid det här laget chef för SGU och kom att företräda en officiell linje i sammanhanget – och nya metoder.

Ty Lundbohm anlidade verkligen fackmän som fritt fick välja sina metoder. Geologin visade nu sin samhörighet med fysiken inte bara genom kristallografin och programförklaringar likt Sjögrens och Wiiks. Internationellt sett hade geofysiken, speciellt geomagnetismen, under 1800-talet allt mer funnit naturliga beröringspunkter med geologin, och de svåraste frågorna belystes fruktsamt av att fysikerna successivt intresserade sig för de mekanismer som antogs ge upphov till jordmagnetismen. Bilden härav blev allt mer komplicerad, inte minst som debatten om jordens ålder kunde ge olika besked om vad dess allra innersta egentligen bestod av, en fast eller en flytande kärna. Varken fysiker eller geologer kunde ensamma finna generella lösningar på detta gemensamma problem. Fysikerna själva ägnade sig åt detaljmätningar i kartläggarsyfte och för att få värden till de anade variationerna över tid i magnetfältet – Anders Ångström initierade svenska mätningar redan på 1840-talet – men det fanns ännu mycket att utreda, exempelvis norrskenet och den s.k. sekulärvariationen.⁸¹

Uppsalafysikern Robert Thalén var intresserad av geofysikens praktiska sidor. Redan under slutet av 1870-talet försökte han utveckla nya metoder för malmletning, och han anade snart att hans från Amerika hämtade kunskaper kunde konkurrera ut gamla yrkeshemligheter bland geologer och bergsmän. I Thaléns första skrifter märks även skumraskaffärerna i gruvbranschen; bedrägerierna var många, noterade han, och nog fanns det exempel på svenska

handlare som haft mer än rådligt stora mängder av magnetiskt material instucket i vandringsstaven. Thalén sökte också precision. Gruvkompassen var ograderad, och man kunde med den endast *upptäcka* magnetism, knappast uppskatta den till ursprung eller styrka. Hans nu aktuella uppslag var egentligen mycket enkelt: det gällde att på aktuell plats så noga som möjligt räkna bort rådande magnetisk missvisning och på så vis korrigera instrumentet, antingen genom aktiv påverkan eller kalibrering. Detta förutsatte givetvis kunskaper om den omkringliggande traktens magnetiska förhållanden, något som med den pågående nationella uppmätningen ständigt förbättrades, men också om hur malmkropparna i allmänhet såg ut. Tursamt nog, konstaterade Thalén, förekom svenska malmer oftast i upprest ställning, vilket underlättade tillämpningen av de teorier som bara medgav räkningar på en tvärställd magnet i ett tänkt fält.⁸²

Anton Sjögren tvivlade starkt. Thaléns teoribildning passade varken hans lynne eller metoder. Bergmästaren ville ha omedelbara svar från enstaka mätningar utan att upplåta sitt tålmod till den nya metodens krav på eftertänksamma beräkningar. Enstaka övertalningsförsök hjälpte inte: Thaléns teorier var obönhörligt subjektiva.⁸³ Thalén ville vara grundlig i sina undersökningar av befintliga fynd, vilket här stod mot gruvmännens ideal att snabbt upptäcka nya. Vi anar också ett försvar av de provinsieellt betingade färdigheterna hos bergsmannen. Anton Sjögren var visserligen akademiskt skolad, men arbetade sedan länge på avstånd från den teoretiska utvecklingen och behärskade knappast den fysik och den matematik som framstod som kniviga även för fysikerna själva.⁸⁴ Ytterst hotade Thalén hela hans bakgrund och kompetens som bergmästare i Värmland.

Allt detta går igen när Thalén publicerar i frågan 20 år senare. Han var nu upprörd över att bergsmannen Enoch Tiberg, Hugo Tibergs i unga år avlidne bror, fått prioritet på sina 1880 företagna experiment med magnetiska metoder. Ungdomligt slarv hade präglat tillämpningen av de teoretiska grunderna, och den unge Tiberg hade fräckt nog, i syfte att göra sig förstådd bland gruvmännen, sammanfattat Thaléns snillrika idéer i förenklade termer. Thalén själv möttes av öppet förakt bland geologer och gruvmän, som antingen förklarade hans metoder för oanvändbara *à priori* eller försökte överträffa honom med gamla gruvkompasser. Teorierna gav ingen omedelbar kännedom om den mark som observatören av magnetfältet stod på, vilket diskvalificerade geofysikens tillämpning på malmletning.⁸⁵ Hugo Tiberg uttryckte stark missstro; ingen har riktig reda på de magnetiska förhållandena, menade han, och Thaléns teoretiska grunder var därför i största allmänhet dubiösa. Gruvfyn-

digheter studerades bäst med geologi som på samma gång beskrev ursprung och omfattning, och härvidlag dög i varje fall ingen eruptiv teori: även Törnebohm hade fel, malmer går alltid i dagen, vilket styrker geologisk verkan ovanifrån.⁸⁶

Geofysiken vid Kirunafältet

Exakt vilket instrument som användes av Vilhelm Carlheim-Gyllensköld på plats i Kiruna har källorna inte förtäljt. Denne geofysiker, specialist på norr-sken och sekularvariation, förestod i vilket fall registreringen av runt 60.000 värden över en yta om dryga 20 kvadratkilometer att bedöma järnkroppen utifrån. Arbetet ägde rum 1900–05 under Lundbohms värdskap. Syftet var tvåfaldigt, dels skulle berggrundens inverkan på det magnetiska fältet undersökas, dels den specifika fyndighetens djup (Carlheim-Gyllensköld hänvisade också till det teoretiska intresset).⁸⁷ Metoden var hämtad från Thalén, vars angreppssätt dock förutsatte vissa omständigheter som verkligheten knappast motsvarade i alla lägen, exempelvis inte i Kiruna där malm-”staven” ju var skivformad och ovanligt djupt nedstucken i marken.⁸⁸ Carlheim-Gyllensköld nyttjade mer generella lösningar på sina mätningar, kompletterade med geologiska och topografiska fakta sammanställda av ett stort forskar- och ingenjörslag. Av alla inblandade märks Knut Ångström på fysiska institutionen i Uppsala, som bistod med mätningar av järnmalmens susceptibilitet, dvs. dess förmåga att magnetiseras.

Under dessa år förlorade visserligen det lokala intresset i Värmland mark i frågan. Ofotenbanans vidarebygge klubbades igenom redan 1898, men blott med hjälp av statsminister Boströms hot om avgång. Norska stortinget hade gått samma väg. Besluten väckte ny optimism, men återigen fanns ekonomiska tvivelaktigheter att ta ställning till, bl.a. LKAB:s inblandningar i affärer som inte alls hade att göra med gruvdrift. I vissa läger kallades detta att strida mot ”verklig kulturell malmbrytning”, ett begrepp som i sin rena form alltså endast kunde tillämpas på effektiv och specialiserad gruvverksamhet.⁸⁹ Och i november 1902 skruvades de norska och svenska bandelarna ihop mellan Kiruna och Narvik, i januari 1903 avgick den första malmbåten. Blott en månad senare genomförde Gränges-bolaget (dvs. Trafikaktiebolaget Grängesberg–Oxelösund, TGO) ”februarikuppen”, som skördade aktiemajoriteten i LKAB och därmed hotade att helt åsidosätta staten och göra svensk malmexport till en exklusiv affär för de två stora fälten, t.o.m. utan inflytande från Gällivare (där Axel Hamberg, den stillsamme Sarekforskaren, nu var verksam). Motståndet var emellertid ännu värt att uppehålla. Carlheim-Gyllensköld gavs uppdraget

för att ge underlag till den ännu obefintliga regleringen av export och ägande, vilket strängt taget gav än starkare skäl för mellansvenska intressen att frukta storbrytningen i norr. All fortsatt kamp var således för överlevnad, ännu kunde vetenskapliga argument komma till pass.

Törnebohm gav en delrapport 1905, i vilken han enligt Sjögren gjorde ett oförlåtligt misstag i att förlita sig endast på gruvingenjörernas uppgifter om fyndigheten istället för den geologiska expertisens. Den försiktige Lundbohm fick bära hundhuvudet, och avtåndstagandet var tydligt: enligt Sjögren var fackmännen geologer och geologernas uppfattning alltjämt att djupgåendet var mycket litet. Om borrhningen förut varit beviskraftig, stod den nu i blickfånget. Han anförde som enskild expert Hugo Tiberg, som menade att uppemot 90 procent av alla landets gruvor inte gick djupare än 100 meter, att blott en eller två procent understeg 200 meter – återigen ”den praktiska erfarenheten”. Fler svep med siffror ställde Törnebohms 510 miljoner ton malm mot Sjögrens dryga 300 miljoner för Kiruna och 600 miljoner för Sveriges fyndigheter totalt. Sjögren reagerade också över att Törnebohm tagit tillfället att utdefiniera mellansvenska bruk genom att vidnämna Norrlandsmalmernas höga fosforhalt. Kirunafältet var nog så rikt på fosforfattig malm som borde brytas, stanna i Sverige och nyttjas av icke moderniserade järnverk.⁹⁰

Så långt förhandsresultat och spekulationer, fullt möjliga att möta med retorik, vilket också skedde. Självfallet var de svenska tillgångarna ur Sjögrens perspektiv sett knappast outtömliga, tvärtom: ”deras exporterande bidrager att förvisa oss ur ledet af länder och folk med industriell framtid”, rent av var det ett tecken på oansvarighet att låta misshushållningen inom rikets gränser fortsätta.⁹¹ Detta tillsammans med sedvanlig strid om ägandet och erfarenheterna i samband med unionsupplösningen fick statsvetaren Rudolf Kjellén att höja baneret mot Karl Staafs liberala regering i en mäktig geopolitisk sammanfattning av läget:

Vi hava liksom efter åtskilliga äventyr ute i världen återvänt till fäderneshemmet för att söka vår lycka där. Bör det då ej vara vår första omsorg att göra en bouppteckning över fädernesgården för att se vad vi nu ha att leva av? Och om vi då finna, att vi inom egna gränser äga jordens största fyndigheter av jordens dyrbaraste vara, böra vi då ej vara angelägna om att fara varliga fram med den? Eller skall Kiruna gå sin väg ur våra händer, som Norge förut och Finland före Norge?⁹²

Tonen i Carlheim-Gyllenskölds färdiga rapport 1907 var dock en annan, precis och progressiv snarare än en hänvisning till det gamla brukssamhället.

Han pekade på en rad nya fakta, såsom att malmkroppen hängde ihop i en drygt två kilometer lång klump i horisontalplanet, att den i stort sett var homogen både längs denna sträckning och mot djupet, att den låg isolerad och väl avgränsad under mark, att den hade ett djupgående på mellan 1.200 och 3.000 meter.⁹³ Sammantaget skulle kroppen ha en volym på 304 miljoner kubikmeter och en sammanlagd vikt på 1,3 miljarder ton – att jämföra med Sjögrens uppskattning: 300 meters djup och lika många miljoner ton malm.⁹⁴ Om de äldre värdena gav fyndigheten en livstid på 100 år, skulle den med de nya räcka 400 år om inte längre. Självfallet måste detta innebära en kursändring i svensk malmpolitik, i synen på naturresurserna, i uppfattningen om genesis; knappast någon teori av detta slag kan utan omfattande modifieringar stå emot att den i sin avgörande tillämpning motbevisats så grovt. Carlheim-Gyllensköld yttrade sig aldrig om politiska eller ekonomiska konsekvenser för exploateringen av malmfältet, men Sjögren underkändes i vilket fall: "Antagandet af en störande magnet sträckande sig till exempel till endast 300 meters djup under Loussajärvis vattenyta, är absolut oförenligt med de uppmätta krafternas fördelning".⁹⁵

Det mellansvenska intressets fall

Sjögren var nu pressad, ville nog helst i och med delrapporterna från norr undvika själva sakkussionen, nämligen geofysikens giltighet.⁹⁶ I ett föredrag i Geologiska Föreningen försökte han försvara sin vetenskaps och, som läget nu var, också det gamla bergsbrukets erfarenheter och ställning: järnmalmerna var i huvudsak av sedimentärt *ursprung*, men också till stor del *påverkade* genom regionala omvandlingar och eruptiva processer.⁹⁷ Enligt strikt geologiska synsätt kunde en överskattning fortfarande vara fallet eftersom det var omöjligt att deducera bort det faktum att malmen var bredare i toppen än i botten. Iakttagelser i USA, Tyskland, Spanien, Ryssland – allt talade mot Törnebohms och LKAB:s överdrivna optimism, mot hans "malmdille". Likaledes fortsatte Sjögren sin kritik mot att de optimistiska bedömningarna grundades av oprofessionella gruvingenjörer, nu i *Svensk Export*: de agerade oansvarigt med sitt direkta inflytande över bolagens styrande, och de insåg inte heller de politiska farorna. Inte för inte hade en kompetent bergstjänsteman suttit med vid fredsförhandlingarna efter fransk-tyska kriget 1871 för att bevaka tyska intressen.⁹⁸ Motparten var i en mening inte längre enskilda vetenskapsmän. Lundbohm och Törnebohm satt med trumf på hand som riksdagens och statens talesmän genom LKAB och SGU, och det största problemet låg därför i kamrarna eller, tillspetsat, i den politiska ordningen. Det var också detta som Hugo

Tiberg i sin grävsta kritik vände sig emot: "regeringen kan förutsättas ej hafva god vilja", menade han om den officiella linjen; även i samhällets topp var egenvinsten ledstjärnan snarare än ett förnuftigt handlingsprogram. Målet var att "återställa en påtaglig protektionistisk majoritet i Riksdagen", och att tala i malmfrågan i liberal anda och utan fosterländska argument var mer än något annat ett svaghetsbevis.⁹⁹

Men argumenten bet inte. Törnebohm försvarade sig självsäkert i *Svensk Export* och även inför myndigheterna och Hamberg gjorde i Geologiska Föreningen ett verkligt ärkeangrepp mot Sjögrens vetenskapliga förhållningssätt, mot hans förmåga att döma efter nya resultat och mot det myckna teoretiserande som på sin höjd kunde användas i förklarande syfte. Helge Bäckström, geolog och mineralog, hade hållit med Sjögren i en mängd fall, men kunde inte heller instämma i generaliseringarna. Just Kirunafyndet, påpekade han, "denna klump på två milliarder ton", kunde inte rimligtvis ha uppstått blott ur nedsjunkande ytvatten, snarare ur eruptiva processer.¹⁰⁰ Förhoppningarna stod nu till Lundbohms undersökningar, inte till geologin ensam, menade de. Den i allt väsentligt försiktige Lundbohm ville själv inte alls teoretisera: låt oss vara utan teori, så slipper vi överhuvud taget uttrycka oss om Kiruna. Likväl föreslog han på annat håll att helt sonika lägga ned mindre gruvor i omgivningen och än mer framhäva Kiruna och Grängesberg.¹⁰¹

Sjögren bytte uppfattning i malmfrågan i engelskspråkiga publikationer under 1907, samma år som Carlheim-Gyllenskölds resultat publicerades i en proposition till riksdagen. Avgörande var alla iakttagelser som visade malm bildningarnas uppresta ställning, vilket tydde på att de tillkommit efter urbergsveckningen och på stort djup, inte vid ytan som hävdats innan. Till ytan hade malmen kommit via erosionen i ett skede efter själva bildningen, menade han nu.¹⁰²

Tiberg ändrade sig dock inte, talade om mordförsök mot svensk järnmalmshantering och förvånades över att Sjögren gav upp så lätt. Avtalet, själva undersökningens mål, gav nämligen i stort sett fri lejd för Gränges-företaget att bryta under 25 års tid, varefter staten skulle ta över hela ägandet mot tidigare halva. Liksom tidigare gav sig Tiberg i kast med kritik mot geomagnetismens grunder, ursprungligen mot Thaléns antagande om staven i fältet, och han lanserade istället klassiska och handgripliga alternativ: att borra sig ned och spränga sig in i Kirunakroppen från sidan, om så krävdes finansierat med egna pengar.¹⁰³ Svenonius tog tappert strid, tyvärr efter bristande omdöme, med haglande invektiv mer än med vetenskapliga argument och med tilltagande bitterhet. Han höll länge en hård linje mot Törnebohm bl.a. i *Göteborgs*

Handels- och Sjöfarts-Tidning, kanske rent av med risker för sin egen vetenskapliga karriär: Kiruna var en statlig förlustaffär, menade han 1906, som skulle gå i graven när det senast om 50 år uppdagades hur grund fyndigheten var. Lundbohm fick skylla sig själv som velat spela medregent i rikets affärer och därför falskeligen bytt uppfattning i malmfrågan. Svenonius framlade också vilda uppslag för hur han och Sjögren med stöd av prejudikat från tidigare ägartvister i mellersta Sverige för säkerhets skull borde muta in Kiruna. Och under 1907 bad han Sjögren att enligt bästa förmåga klubba till Törnebohms "obegripliga optimism" och bistå honom i striden mot Lundbohm och Waldemar Lindgren (svensk geolog i USA, inflytelserik i AIME) i Geologiska Föreningen, detta slagfält, mot de falska beskeden från geofysikerna, som bara gav "[h]errliga exempel på hur vilseledande magnetometer undersökningarna äro på denna polhöjd".¹⁰⁴ Svenonius trodde inte på fysikerna, inte på borrhningarna, inte på någonting. Ännu 1909 klagade förloraren på att malmfrågan i stort sett var en affär företrädd av inskränkta kolonialister.¹⁰⁵

Men Sjögren övertygades, åtminstone utåt sett.¹⁰⁶ Någon anhängare av nödteorier om komplicerade veckningar som förklaring till egendomligheterna under jord blev han aldrig. Det vore väl snarast genant att vidmakthålla en överbevisad teori – som den uppfattades – om malmernas genesis och därmed stå utanför hela den ekonomiskt gynnsamma utveckling som geologin ju faktiskt kunde göra till sin. Kiruna var en av världens rikaste gruvor. Avtalet hade skrivits under, på stadens gator rullade redan spårvagnar, och den permanenta malmkajen i Narvik stod i själva verket klar innan Carlheim-Gyllenskölds rapport offentliggjorts. Och vid den internationella geologkongressen i Stockholm 1910, där geologin framträdde med hela sitt spektrum av delvetenskaper, var tonen klart tillrättalagd. En fyndighets omfattning kunde visserligen aldrig helt fastställas utan att uttömma den, menade Sjögren, men vi vet att "höghaltiga järnmalmer exporteras från vårt land till Amerika, och denna export kommer troligen att öka i framtiden".¹⁰⁷

Avslutning: Den ekonomiska geologin

Kanske var det så att Kiruna till slut, med den mäktighet som framstod genom de geofysiska mätningarna, helt enkelt talade mot det sunda förnuftet. Var det rimligt att alls föreställa sig en två kilometer djup malmstock? Malmfrågans stora politiska betydelse förklarar i varje fall engagemanget hos de involverade. Dess huvudsakliga geografiska hemvist hade betydelse i sammanhanget. I

Norrland tog Sverige slut på samma sätt som gjorde Amerika i väster, horisontens och de oändliga tillgångarnas otvetydiga ände måste kompenseras med grundligare kunskap, vilket förtätade frågeställningarna. Agerandet i Norrland var principiellt viktigt också i samhällsbygget, ett ansvarsfullt arbete där geologerna hade en både självpåtagen och anförtrödd roll.

På kort sikt spelade det knappast någon roll om malmbeståndet uppgick till någon nedre eller övre gräns i Carlheim-Gyllenskölds rapport. Men uppenbart hade geologerna inte rott malmfrågan i land ens i ett sådant perspektiv, vilket gjorde att de snart hamnade i diskussioner om den egna framtiden och de egna organisationerna. De vetenskapliga råden – och ”avråden” – hade i sin mångfald visat sig vara intressestyrda, vilket gav inbördes oenighet och minskat förtroende utifrån som följder. I Amerika hade den akademiska geologin redan ställts till svars. Varför skulle federalt stöd ges åt ett yvigt teoretiserande som inte gick att tillämpa? Vem hade överhuvud taget sett det för sekretionsteorin så viktiga vattnet? Argument från ledande laboratorieförsök bet inte, och teoretikerna tvingades retirera, erkänna sig själva vara just teoretiker och att med tiden uttala allt försiktigare om praktiska tillämpningar. Vi förklarar fenomen, hävdade de, men kan inte med våra koncept ställa prognos på alla kända fyndigheter.¹⁰⁸ Ytterst handlade det om olika syn på geologins uppgifter och giltighet. Skall geologen söka kunskap om överallt giltiga processer eller rikta in sig på enskilda fyndigheter? Kan man utifrån ett begränsat empiriskt material alls dra slutsatser om sådana generella processer, eller, omvänt, utifrån svepande teorier uttala sig om specifika fynd? Med andra ord: Vilka var uppgifterna? Vilka var överhuvud taget geologerna? Vem skulle fostra dem?

Sjögren väckte dessa frågor i Geologiska Föreningen och hade svar på dem alla. Staten skulle i högre grad än tidigare förfoga över kompetens för utredning av kända fyndigheter, simpel malmetning kunde överlätas till ”praktiskt folk” med bättre näsa för sådant. Det statliga SGU skulle vara en expertinstans och fick nog för detta ändamål omorganiseras, gärna låta sig syresättas av utländsk kunskap. Kanske kunde ett nytt Bergskollegium bildas till förmån för en långsiktigare och effektivare planering än vad någon av dessa institutioner enskilt kunde befatta sig med. Här krävdes i så fall en organiserad insats med praktik och teori i samklang: en i dubbel mening *ekonomisk geologi*. Termen hade förekommit i olika skepnader under en tid; i USA, som åtminstone i dessa kretsar var landet på modet, hade den fått bilda stomme till namnet på Waldemar Lindgrens tidskrift *Economic Geology*. Men inte förrän nu fördes den för svensk del fram som en egen förgrening av geologin. Vid bergsskolorna ut-

omlands hade Sjögren noterat att den ofta bildade disciplin, och helst borde den genom sin synonym *praktisk geologi* få egna lärostolar:

Kanske skulle man kunna förvandla professurerna i praktisk filosofi, som finnas vid båda våra universitet, till sådana i praktisk geologi? Det låter kätterskt, men vore kanske tidsenligt. [...] Förr än den naturvetenskapliga uppfattningen och den tekniska bildningen komma på sin rätta plats här i landet, och förr än teknikens män taga ledningen här i landet, förr blir aldrig Sverige hvad det kunde bli, och hvad vi alla önska att det skulle bli.¹⁰⁹

Sjögrens program var mäktigt, inräknat förnyelse av utbildning och organisation till den grad att hela Sverige skulle skakas i sina grundvalar. En inte alltför kvalificerad gissning är att varken Törnebohm eller Lundbohm höll med, knutna som de var till SGU och LKAB, de stora uppdragsgivarna. Malmfrågan hade utmynnat till deras fördel, Törnebohm hade med stöd av geofysiska mätningar avgått med segern gällande uppskattningen av fyndigheten i Kiruna, Lundbohm hade sin vana trogen vacklat i själva sakfrågan men i alla fall fått sin järnväg. Utgången låg i tiden även politiskt. Det blåste nu liberala vindar, frihandeln gynnades av försvagade tullar. Varför omorganisera?

Vetenskap och samhälle

Vid det här laget känner vi Sjögrens hänsynstaganden väl. Han hade 12 år tidigare talat inför riksdagsmännen i svepande politiska och retoriska termer, skrämt dem med norskhot och smort dem med nya förhoppningar om svenskt jordbruk. Men han hade gjort det som representant för Mellansverige, som en viktig medlem i Wermländska Bergsmannaföreningen. Detta faktum följde hans deltagande i debatten i samband med det ökade intresset för Kirunas malm, och det sammansmälte med hans artikulering av geologins teoribildning, präglad av en lokal tradition. Nils Meinander har antytt denna utveckling i att Sjögren gav upp 1897 (överhuvud taget lämnades relativt få bidrag till den teoretiska debatten mellan 1890 och 1905).¹¹⁰ Självfallet kände Sjögren till sakinnehållet i vad som publicerades därefter, men han var inte heller blind för den betydelse geologins teorier och auktoriteter kunde ha för frågan om Ofotenbanan eller det ekonomiska avtal som skulle reglera utvinningen i Kiruna. Han valde här, när pressen utifrån ökade, ett teoretiskt förhållningssätt med stöd av äldre kemiska analysmetoder mer än att luta sig mot petrografi och den mikroskopi som han hyllat tidigare. Han överbevisades, men gav med sig först efter återkommande kritik mot bärande delar av hans vetenskap.

Sjögrens starka motstånd byggde till dels på metodologiska överväganden. Malmfrågan präglades därvid inte av att strängt geologiska, fysikaliska eller kemiska förklaringar stod mot varandra – överhuvud taget fungerar disciplingränserna ofullständigt i sammanhanget, t.ex. genom att både Sjögren och Törnebohm otvetydigt var geologer – utan snarare av en väl etablerad strävan att beskriva mekanismer i människa, natur och samhälle, tydligast uttryckt inom matematiken och av dem som kallade sig fysiker.¹¹¹ Törnebohm var i sammanhanget djärv och modern: han förkastade invanda mönster och litade tämligen pragmatiskt och eklektiskt på kvantifieringen av malmkroppen, genomförd med inlånade fysikaliska metoder. Han anknöt till ett nytt ingenjörskap och var mer öppen för de matematiska teknikaliteter som geofysikerna föreslog. Praktik och vetenskap möttes här enligt andra mönster än i Bergsmannaföreningen, såsom en del av ett praktiskt betingat gränsöverskridande företrätt av en anonym institution, SGU.¹¹² Sjögren, Tiberg och Svenonius var traditionella i att endast värdesätta helhetslösningar, dvs. sådana undersökningar som samtidigt kunde uppskatta malmkropparnas omfattning och uppkomst, ett kvalitativt ideal som inte ansågs hållbart när bl.a. Hamberg och Bäckström klagade över den alltför höga generaliseringsgraden. Detta påvisar olikartade attityder till en mekanistisk syn. Med en förenkling kan man påstå att borning stod mot magnetisk mätning, vägning och kornanalys av malmen mot mätning av dess susceptibilitet.

Till en sådan tudelning måste föras sociala aspekter. Ett sätt att säkerställa kunskap är att hålla sig till de kolleger man helt enkelt litar på, varför inte av just tradition, vilket gällde far och son Sjögren, Tiberg och Svenonius, som alla bar på samma bakgrund och intressen. De mötte nyheter och obekväma observationer med intuitiva argument – ”praktisk erfarenhet” – och såg hellre om sitt eget hus än gav sig i kast med avancerade metoder för analys. Man kunde säga att de öppnade dörren bakåt i historien, att de i en tid av hotande omvälvningar på flera plan lutade sig mot sin gemensamma historiska hävd. Carlheim-Gyllensköld var däremot inte beroende av sin uppdragsgivare annat än kortsiktigt och arbetade därför obunden av den slags helhetssyn som Sjögren förespråkade och vars bevisförande del innefattade högst lokala aspekter. Kollisionen blev oundviklig när de överväldigande resultaten av undersökningen successivt tillkännagavs, även om varken de optimistiska yrkesmännen eller politikerna själva sett malmens utbredning mot djupet.¹¹³

Men debatten tystnade på riksplanet. Varför?

Jag föreslår orsaken vara att bevisningen även berodde på sociala och ekonomiska förväntningar som plötsligt syntes bekräftade i de vetenskapliga rap-

porterna. Malmfrågans upplösning, dvs. acceptandet av den gigantiska malmkroppens existens, sammanhänge med ett större skifte i samhällsklimatet mot högre krav på kvantifiering av olika fenomen, ett skifte som var lika mycket ett incitament för geologer och geofysiker att observera malmfynden på ett visst sätt som en följd av de aktuella observationerna.¹¹⁴ Ömsesidigheten var stor. Resultaten från de geomagnetiska mätningarna passade LKAB och staten, som bägge hade vinster att vänta av ökad export. Dessa kunde i sin tur bidra till att med uppenbara nyttoargument säkerställa vetenskapens position i politiskt viktiga frågor och inom de akademiska kretsarna.¹¹⁵ Principer som hyllades, rent av framtingades, var samarbete, breda lösningar, nationellt konsensus. Den motsatsställning som t.ex. Sjögren tidigt hamnade i skulle då bestå i vetenskapliga överväganden kombinerade med förmåga alternativt vilja att inordna forskningen i ett nationellt projekt snarare än ett regionalt. Mot bakgrund av de ekonomiska förluster som stod för dörren i Mellansverige var valet självklart.

Epilog

I augusti 1910 skickade den amerikanske geologen C.R. van Hise, rektor vid University of Wisconsin, den tändande gnista som med en rekordsalva sprängde Statsrådet, Kirunas högsta topp. Vissa deltagare vid geologkongressen i Stockholm erbjöds resa till malmfälten under disponent Lundbohms värdskap. Hise hade länge tvivlat på magmatiska teorier och storfynd av malm. Men såvitt han ännu trodde på generellt giltiga geologiska processer, måste han vid det här laget ha varit medveten om svagheterna i sina tidigare beräkningar. Kanske kvalificerade detta honom till inbjudan.

Det var en blåsig kväll, tidig höst. Lundbohm äskade tystnad vid kaffet efter supén. Han, den försiktige Hjalmar Lundbohm, hade förstås siktat mot denna högtidliga stund, medveten om malmens politiska relevans. Tidpunkten var så lämplig den någonsin kunde bli – och visst var det väl en seger? Kanske såg han i det väldiga Statsrådet den sittande statsministern Arvid Lindman, under 1901 tillfälligt verkställande direktör i LKAB och även föreslagen som disponent, som politiskt sett hade stått bakom brytnings- och exportavtalet från 1907. Nu bar Lindman på en politisk vision om att förena den splittrade högern till gemensam attack mot liberalerna. Under 1910, geologkongressens år, tvingades han vid en ideologisk skiljelinje att ta ställning för ökat statligt ingripande inte minst i gruvbolagens affärer.

För sent Lindman, tänkte Lundbohm, det gäller att tro på framtiden, att tro på egenskaperna även hos det jag inte kan se med egna ögon. Den som slumrar kan gott förtjäna att vakna av en sprängsalva.

– Mr. Hise, would you please press the button?

Statsrådet, en hel bergstopp, 10.000 ton malm gick i smulor i detta jättelika fyrverkeri och värdiga slut på årtionden av för och emot, lava och vatten, spott och spe. Toppen var ju bara det överst synliga på ett berg av framgång och måste röjas ur vägen.

*

Ett dåtida vittne var geologen Per Geijer (1886–1976), professor vid KTH 1931–41, därefter chef för SGU till 1951. Hans doktorsavhandling kom till på uppdrag av LKAB och bekräftade i en mäktig beskrivning att fynden i Kiruna var relativt orörda geologiskt sett, dvs. att de bestod av ursprungliga vulkaniska rester. Senare skulle han analysera Sjögrens teoretiska misstag som en bristande insikt i erosionens verkan: urberget eroderas betydligt snabbare än malmkroppen.¹¹⁶

Geijer hade näsa för det politiska spelet på geologins fält. Redan förekomsten av ordet *malmpolitik* var belysande: antagligen skulle genesisfrågan stannat inom fackkretsarna om inte Norrland och Kiruna kommit på tal, och otvivelaktigt ledde den utdragna diskussionen till nationalekonomiska förluster, menade han, men också till insikter om behovet av tillförlitlig kunskap.¹¹⁷

Denna insikt gav anledning till ytterligare revideringar av rikets malmbestånd. År 1907, när avtalet mellan staten och Gränges var klart, inleddes nya undersökningar även i mellersta Sverige. Åtminstone den geologiska kartläggningen trädde nu in i en ny fas, med nya metoder. Pionjärerna gick försiktigare fram än tidigare och uttalade sig ogärna om annat än en fyndighet åt gången, utan generaliseringar. Först 1944 publicerades omvärderande uppgifter om mellersta Sveriges geologi i en stor bok av Geijer och Nils H. Magnusson. Men det är en annan – och ännu en – historia.

*

Kiruna idag? De nu helstatliga malmfälten har behållit sin politiskt och ekonomiskt starka ställning under hela 1900-talet. Ökad konkurrens från sydamerikanska dagbrottsgruvor har under senare årtionden bemötts med kund Anpassning, numer en specialitet som stöder sig på företagets egen forskning.

Malm finns, någon forskning därom verkar inte nödvändig. Besökaren på LKAB:s hemsida på Internet hittar svävande uppgifter om malmkroppens utbredning mot djupet – ”minst två kilometer” – men också betryggande fakta om framtiden.¹¹⁸ År 1991 fattades beslutet att förlägga den nya huvudnivån 1045 meter under jord (mot tidigare 775), där man någon gång mellan 1997 och 2015 kommer att kunna se tillbaka på en miljard ton bruten malm.

NOTER

¹ Föreliggande *Polhem*-uppsats har tillkommit inom ramarna för Forskningsprogrammet Stella: Modern vetenskapshistoria 1850–2000. En fylligare version ges i dess arbetsrapport nr 7: Anders Carlsson, *Om Genesis: Hjalmar Sjögren, Norrlands malmer och den ekonomiska geologin* (Uppsala, 1995).

² Sverker Sörlin, *Naturkontraktet: Om naturumgängets idéhistoria* (Stockholm, 1991), 141. Jfr. Thomas Hillmo, ”Det svenska naturarvet”, *Tvärnsnitt* 2 (1990), och Alfred W. Crosby, ”Ecological Imperialism”, *Major Problems in American Environmental History*, ed. Carolyn Merchant (Lexington, MA & Toronto, 1993), 20.

³ Anders Lundgren, ”Geologin och jordens tillgångar: Vetenskap och attityder vid 1800-talets slut”, *Paradiset och vildmarken: Studier kring synen på naturen och naturresurserna*, ed. Tore Frängsmyr (Stockholm, 1984). Jfr. Peter J. Bowler, *The Fontana History of The Environmental Sciences* (London, 1992), xiii f., 4, 28.

⁴ Jfr. Tore Frängsmyr, *Geologi och skapelsetro: Föreställningar om jordens historia från Hiärne till Bergman* (Uppsala, 1969).

⁵ Gunnar Ahlström, *De mörka bergen: En krönika om de lappländska malmfälten* (Stockholm, 1966), 249.

⁶ Se Ronald Kline, ”Construing ‘Technology’ as ‘Applied Science’: Public Rhetoric of Scientists and Engineers in the United States, 1880–1945”, *Isis* 86 (1995), 196 ff.

⁷ Anton Sjögren, *Lärobok i mineralogi för elementar-läroverk och tekniska högskolor*, 3:e uppl., bearbetad av Hj. Sjögren (Stockholm, 1880).

⁸ Översiktliga biografier ges i: Axel Gavelin, ”Hjalmar Sjögren”, levnadsteckning i *Kungl. Vetenskapsakademiens årsbok* 1937; Arvid Högbom, ”Hjalmar Sjögren: Life and Work”, *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala* 18 (1922); Nils Zenzén, ”Sjögren, Carl Anton Hjalmar”, *Svenska män och kvinnor*, band 7 (Stockholm, 1954).

⁹ Hj. Sjögren, ”Lefnadshändelser”, Kungl. Vetenskapsakademiens arkiv, Hj. Sjögrens samling (hädanefter KVHS), O.12:8.

¹⁰ Archibald Geikie, *Text-book of Geology* (1882), 3:e uppl. (London, 1893), 235, 239. Se även Högbom, ”Hjalmar Sjögren: Life and Work”, v. Nämnas bör att i den senaste större boken över Nobels aktiviteter i Ryssland – Robert W. Tolf, *The Russian Rockefellers: The Saga of the Nobel Family and the Russian Oil Industry* (Stanford, 1976) – är inslaget av den vetenskapliga expertisen helt frånvarande.

¹¹ Hj. Sjögren, ”Contribution to Swedish Mineralogy: I”, *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala* 1 (1892), och ”Contribution to Swedish Mineralogy: II”, *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala* 4 (1894).

¹² Se Hj. Sjögren till Anton Sjögren, 23.4.1884 och 27.3.1884, Naturhistoriska riksmuseet, Sektionens för mineralogi arkiv (hädanefter NRSM).

¹³ Nathorst till Hj. Sjögren, 3.1.1893, 21.12.1893, KVHS. Sjögren avböjde med hänvisning till egna intressen i gruvbranschen. Se 4.2.1894, 15.1.1898.

¹⁴ Utöver Tore Frängsmyrs *Upptäckten av istiden: Studier i den moderna geologins framväxt* (Stockholm, 1976) finns bara en symposiumskrift som är "hårt" vetenskapshistorisk i meningen specialiserad och inriktad på enskilda teoriers inre utveckling: *The Development of Modern Geology in Norden: The XXI Uppsala Symposium in Quaternary Geology*, eds. Tore Frängsmyr & Lars-König Königsson (Uppsala, 1990).

¹⁵ Hj. Sjögren, "Geologins Historia i Sverige-Norge 1800–1910", KVHS, R.566.

¹⁶ Per Geijer, "Svensk malmgeologisk forskning: En återblick på verksamheten under Geologiska Föreningens första halvsekel", *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 43 (1921); Gösta A. Eriksson, *Bruksdöden i Bergslagen efter år 1850* (Uppsala, 1955); Bo Jonsson, *Staten och malmfälten: En studie i svensk malmfältspolitik omkring sekelskiftet* (Stockholm, 1969); Nils Meinander, *Gränges: En krönika om svensk järnmalm* (Helsingfors, 1968); Gunnar Ahlström, *De mörka bergen: En krönika om de lappländska malmfälten* (Stockholm, 1966); Ulf Eriksson, *Gruva och arbete: Kiirunavaara 1890–1990*, avsnitt I: 1890–1920 (Uppsala, 1991).

¹⁷ Sverker Sörlin, *Framtidslandet: Debatten om Norrland och naturresurserna under det industriella genombrottet* (Stockholm, 1988).

¹⁸ Gunnar Eriksson, *Kartläggarna: Naturvetenskapens tillväxt och tillämpningar i det industriella genombrottets Sverige 1870–1914* (Umeå, 1978), 105. Jfr. Paul Lucier, "Commercial Interests and Scientific Disinterestedness: Consulting Geologists in Antebellum America", *Isis* 86 (1995), 259.

¹⁹ Gunnar Eriksson, *Kartläggarna*, 108.

²⁰ Roy Porter, "The Industrial Revolution and the Rise of the Science of Geology", *Changing Perspectives in the History of Science: Essays in Honour of Joseph Needham*, eds. Mikulás Teich & Robert Young (London, 1973), 322, 328. Jfr. Lucier, "Commercial Interests and Scientific Disinterestedness", 257, 264 f.

²¹ Gunnar Eriksson, *Kartläggarna*, 202.

²² Porter, "The Industrial Revolution and the Rise of the Science of Geology", 335.

²³ Lucier, "Commercial Interests and Scientific Disinterestedness", 255, 259, 246 ff.; Porter, "The Industrial Revolution and the Rise of the Science of Geology", 342; Gunnar Eriksson, *Kartläggarna*, 189. Jfr. Hj. Sjögrens inledning i Anton Sjögren, *Lärobok i mineralogi*, iii.

²⁴ Hj. Sjögren till Anton Sjögren, 23.9.1884, NRSM. Jfr. 17.3.1883.

²⁵ De Geer till Hj. Sjögren, 29.6.1884, KVHS.

²⁶ Ahlström, *De mörka bergen*, 22.

²⁷ Se Meinander, *Gränges*, 106, Ahlström, *De mörka bergen*, 190 f., och Ulf Eriksson, *Gruva och arbete*, 27 f. Jfr. Gunnar Eriksson, *Kartläggarna*, 108.

²⁸ Ahlström, *De mörka bergen*, 230–238.

²⁹ Se *Svenska Turistföreningen: Några siffror och bilder från dess verksamhet 1885–1915* (u.o. 1915), plansch II. Om grundandet diskuterar Sörlin, *Framtidslandet*, 83 f. (se även 284, not 111), Halvar Sehlin, "Hur det började", *Svenska Turistföreningen 100 år*, årsskrift 1986, och Gunnar Broberg & Karin Johansson, "Styr som örnen din färd till fjällen: Några linjer i den tidiga turismens idéhistoria", *ibid.*, särskilt 70–79.

³⁰ Hugo Tiberg till Hj. Sjögren, 8.5.1906, KVHS. Jfr. Yngve Åström, *Hjalmar Lundbohm: "Lapplands okrönte kung"* (Stockholm, 1965), 83–86.

³¹ Åström, *Hjalmar Lundbohm*, 55.

³² Hj. Sjögren till Anton Sjögren, 23.10.1883 och 23.1.1884, NRSM.

³³ Sörlin, *Framtidslandet*, 140. Se även Svenonius till Hj. Sjögren, 14.12.1896, KVHS, där platinaforskningen kommer på tal – den kunde ge försvarliga vinster både ekonomiskt och vetenskapligt, utan inbördes rangordning. Se även 2.12.1903.

³⁴ Sörlin, *Framtidslandet*, 143 f. Jfr. även Urban Wråkberg, *Vetenskapens vikingatåg: Perspektiv på svensk polarforskning 1860–1930* (Uppsala, 1995), 191, 216 f., där naturskydd

och nationell vetenskap smälter samman: för att kunna utreda det specifikt svenska eller åtminstone det nordliga, som kvartärgeologin, krävdes orörda marker att studera. Detaljer om Sarekforskningen ges i Gösta H. Liljequist, *High Latitudes: A History of Swedish Polar Travels and Research* (Stockholm, 1993), 305–327.

³⁵ Wråkberg, *Vetenskapens vikingatåg*, 289–303. Stockholms superfosfataktiebolag bildades 1872.

³⁶ Sörlin, *Framtidslandet*, 246. Se även Bosse Sundin, *Den kupade handen: Människan och tekniken* (Stockholm, 1991), 185.

³⁷ Lundgren, "Geologin och jordens tillgångar", 209. Följande diskussion om amerikanska förhållanden bygger, om inte annat anges, på denna uppsats och på samme författares "Attitudes Towards Natural Resources: Geologists and Mining Engineers 1850–1900", otryckt föredrag vid The XVI-th International Congress of the History of Science 1981, kopia i min ägo.

³⁸ Hj. Sjögren, recension [av F.J. Wiik, "Den moderna mineralogins mål och medel", *Finsk tidskrift* II (1881)], *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 6 (1882–83), 46. (*Förhandlingar* skrivs hädanefter *GFF*.)

³⁹ Geikie, *Text-book of Geology*, 1.

⁴⁰ Se Evan M. Melhado, "Novelty and Tradition in the Chemistry of Berzelius (1803–1819), *Enlightenment Science in the Romantic Era: The Chemistry of Berzelius and Its Cultural Setting*, eds. Evan M. Melhado & Tore Frängsmyr (Cambridge, 1992), 140–143. Om A.G. Werner, se t.ex. Frängsmyr, *Upptäckten av istiden*, 23–28, och Frank Dawson Adams, *The Birth and Development of the Geological Sciences* (Baltimore, 1938), 207; om Berzelius, jfr. 77–87 resp. 207. Samröret mellan kemi och mineralogi tas upp i Anders Lundgren, "Vetenskap och/eller teknik: Nya aspekter på 1700-talskemin?", *Polhem: Tidskrift för teknikhistoria* 8 (1990).

⁴¹ F.J. Wiik, "Den moderna mineralogins mål och medel", *Finsk tidskrift* II (1881), 170 f. Om metoderna, se Hj. Sjögren, "Om de norska apatitförekomsterna och sannolikheten att anträffa apatit i Sverige", *GFF* 6 (1882–83), 460, 482, 490. Sjögren experimenterade under flera år framöver med olika typer av belysningar, här med polariserat ljus (471), senare med kemikalier av olika slag.

⁴² Zenzén, "Sjögren", 63.

⁴³ Gunnar Eriksson, *Kartläggarna*, 113.

⁴⁴ Hj. Sjögren till Anton Sjögren, 13.4.1884, NRSM. Se även 6.3.1884 och 10.2.1884. Oavsett Cleves inställning var Sjögren alltså beroende av kemien, och det låg därför en kvalitativ vinst i att mineralogin lästes *efter* kemien i examensordningen. Åtminstone i början av 1890-talet var det möjligt att ge högre betyg till de studenter som läst in litteratur bestämd av handledaren/professorn. Se Frans von Schéele (utg.), *Studieplanerna samt bestämmelser, råd och anvisningar rörande studierna inom filosofiska fakulteten vid universitetet i Uppsala* (Uppsala, 1892), 9.

⁴⁵ Se Hj. Sjögren till Anton Sjögren, 22.2.1882, 30.1.1883, 22.7.1883 och 10.2.1884, NRSM.

⁴⁶ Hj. Sjögren till Anton Sjögren, 6.3.1884, NRSM.

⁴⁷ Hj. Sjögren, "Installationsföreläsning", KVHS, O.12:7. Jfr. dock Porter, "The Industrial Revolution and the Rise of the Science of Geology", 342.

⁴⁸ Wiik, "Den moderna mineralogins mål och medel", 179 f.

⁴⁹ Hj. Sjögren till Anton Sjögren, 25.9.1883, 10.2.1884, NRSM.

⁵⁰ Hj. Sjögren, "Teorierna för den inre jordvärmen", *Berättelse vid Föreningen T.I:s sextonde årshögtid den 2 mars 1877* (Stockholm, 1877), 151–161. Om Berzelius, jfr. Frängsmyr, *Upptäckten av istiden*, 78, 87 f.

⁵¹ Christoffer Oftedahl, "Vogt, Johan Herman Lie", *Dictionary of Scientific Biography*, band 14 (New York, 1970–80), 59; C.W. Carsten, "J.H.L. Vogts forskervirksamhet", *Norsk geologisk tidskrift* 11 (1930–31), 444; Lundgren, "Geologin och jordens tillgångar", 205 f.

⁵² Se ex. Hj. Sjögren, "Återblick på litteraturen om de skandinaviska jernmalternas och kirsernas bildning med anledning af professor J.H.L. Vogts senare arbeten på detta område", *GFF* 17 (1895), 367 f.

⁵³ Porter, "The Industrial Revolution and the Rise of the Science of Geology", 324, och Wråkberg, *Vetenskapens vikingatåg*, 132 f.

⁵⁴ Översikten av genesis teorierna i detta stycke bygger på Lundgren, "Geologin och jordens tillgångar", 201–208, och Geijer, "Svensk malmgeologisk forskning", 89–97.

⁵⁵ Hj. Sjögren, "Om de norska apatitförekomsterna", 480.

⁵⁶ *Ibid.*, 483, 497 f. Detta mot bakgrund av att svensk berggrund vid det här laget började bli "så pass fullständigt känd" (495). Sjögren återkom vid flera tillfällen under 1880-talet till dessa ståndpunkter, ofta med tämligen tvärsäkra formuleringar som kraftfullt men givetvis skenbart manövrerade Vogt ut ur debatten. Se t.ex. och "Om jernmalterna vid Moravicza och Dognácska i Banatet", *GFF* 7 (1884–85), 528 ff.

⁵⁷ Hj. Sjögren, "Några jemförelser mellan Sveriges och utlandets jernmalmslager med hänsyn till deras genesis", *GFF* 15 (1893), 473; se även 480; "Om de svenska jernmalmslagrens genesis", *GFF* 4 (1891), 4; "Återblick", 368 f., 383.

⁵⁸ Hj. Sjögren, "Några nordamerikanska jernmalmer m.m.", *GFF* 13 (1891), 4; "Några jemförelser", 491; se även bild, 496.

⁵⁹ Hj. Sjögren, "Om de svenska jernmalmslagrens genesis", 8 f. Se även "Några jemförelser", 473–480. Om Hutton, se Frängsmyr, *Upptäckten av istiden*, 28–34. Uttrycket "metodologisk inskärpning" tarvar en förklaring. Emedan tidscykeln, de återkommande förändringarna och dess mekanismer för Hutton pekade mot ett jordens syfte, styrt av högre makt, inskärptes de för det senare 1800-talets geologer till en *metod* för detaljstudier, ett sätt att alls kunna närma sig jordklotets tidiga historia i olika avseenden. "Especially necessary is a tolerably large acquaintance with the processes now at work in changing the surface of the earth, and of at least those forms of plant and animal life whose remains are apt to be preserved in geological deposits, or which, in their structure and habitat, enable us to realise what their forerunners were", skrev Archibald Geikie 1893 i ett förord (*Text-book of Geology*, 3) som i många stycken liknar en geologins programförklaring.

⁶⁰ Hj. Sjögren, "Om de svenska jernmalmslagrens genesis", 16. Sjögren hänvisar här åter till amerikanen Sterry Hunt. Jfr. även "Några jemförelser", 508 ff., och "Återblick", 382.

⁶¹ Hj. Sjögren, "Några nordamerikanska jernmalmer m.m.", 6.

⁶² Hj. Sjögren, *Om Ofoten-banan: Föredrag hållet inför ledamöter af Riksdagens båda kamrar den 28 mars 1898* (Stockholm, 1898), 3. Nedanstående är ett referat av denna text.

⁶³ Se Hjalmar Lundbohm, *Kiirunavaara och Loussavaara Jernmalmsfält i Norrbottens län*, SGU, serie C, 175 (Stockholm, 1898).

⁶⁴ Hj. Sjögren, *Om Ofoten-banan*, 9.

⁶⁵ *Ibid.*, 23 f. Om vattenkraften, se Staffan Hansson, *Porjus: En vision för industriell utveckling i övre Norrland* (Luleå, 1994).

⁶⁶ Se Porter, "The Industrial Revolution and the Science of Geology", 327 f. För delvis likartade amerikanska förhållanden, se Sally Gregory Kohlstedt, "The Geologists' Model for National Science, 1840–1847", *Proceedings of the American Philosophical Society* 188 (1974), 180 f. En viktig skillnad är dock att för USA:s del var detta en utveckling som svarade mot en nationaliserad vetenskap. Tidigare hade prover och publikationer mest hämtats från Europa, inte ur inhemsk geologi. Se även Leonard G. Wilson, "The Emergence of Geology as a Science in the United States", *Cahiers d'Histoire Mondiale*, vol. X (1967), 437.

⁶⁷ Carl Danielsson et al., "Sveriges Jernmalmsförhållanden: Komiterades redogörelse med anledning af det uppdrag, som Wermländska Bergsmannaföreningen lämnade vid föreningens årssammanträde den 14 april 1898", *Sveriges Jernmalmsförhållanden*, särtryck ur *Wermländska Bergsmannaföreningens Annaler* 1898 (Stockholm & Filipstad, 1899), 27 f., 35.

⁶⁸ Claus Wohler, "Samspelet mellan vetenskap, teknik och yrkeskunnande: Bessermerprocessens införande i Sverige 1857", *I teknikens backspegel: Antologi i teknikhistoria*, ed. Bosse Sundin (Stockholm, 1987), 289, 299 f.

- ⁶⁹ Jonsson, *Staten och malmfälten*, 88, 114, 130, och Meinander, *Gränges*, 104.
- ⁷⁰ Se diskussionen i Hugo Tiberg till Hj. Sjögren, passim runt 1897–98, KVHS.
- ⁷¹ Hj. Sjögren, *Malmgeologiska anteckningar: Översigt af de nyare åsigtarna om malmfyndigheters bildning*, särtryck ur *Wermländska Bergsmannaföreningens Annaler* (Karlstad, 1904), 1 f.
- ⁷² Jonsson, *Staten och malmfälten*, 47.
- ⁷³ Danielsson et al., "Sveriges Jernmalmsförhållanden", 3.
- ⁷⁴ *Ibid.*, 40, 44.
- ⁷⁵ *Ibid.*, 30–31.
- ⁷⁶ Meinander, *Gränges*, 104.
- ⁷⁷ Richard Åkerman, "Till Herr Statsrådet och Chefen för Kongl. Civildepartementet", *Sveriges Jernmalmsförhållanden*, särtryck ur *Wermländska Bergsmannaföreningens Annaler* 1898 (Stockholm & Filipstad, 1899), 12.
- ⁷⁸ Danielsson et al., "Sveriges Jernmalmsförhållanden", 32, 38.
- ⁷⁹ Hj. Sjögren, anförande i särtryck ur *Wermländska Bergsmannaföreningens Annaler* 1898, 1 f.
- ⁸⁰ Danielsson et al., "Sveriges Jernmalmsförhållanden", 39–45.
- ⁸¹ Se ex. D.H. Hall, *History of the Earth Sciences During the Scientific and Industrial Revolutions: with Special Emphasis on the Physical Geosciences* (Amsterdam, 1976), 262–273. Geofysiken i allmännare mening utmanade också geologins teorier om bildningen av bergskedjor; se Mott T. Greene, *Geology in the Nineteenth Century: Changing Views of a Changing World* (Ithaca, NY, 1982), 235–257. Geofysikens ställning i Sverige runt 1900 är svårutredd, se emellertid Sven Widmalm, "Vetenskapens korridorer: Experimentalfysikens institutionalisering i Uppsala 1858–1910", *Lychnos* 1993, 42–49.
- ⁸² Robert Thalén, "Om undersökning af jernmalmsfält medelst magnetiska mätningar", *Jernkontorets Annaler* (1879), 17–43, 120 f.
- ⁸³ Jfr. Theodor Nordström till Anton Sjögren, 5.9.1874, KVHS, B.196, där Nordström försöker övertala Sjögren om att de magnetiska mätningarna verkligen inte var subjektiva.
- ⁸⁴ Jfr. Porter, "The Industrial Revolution and the Rise of the Science of Geology", 328 f., som hävdar att detta var ett typiskt provinsfenomen, åtminstone i England under ett tidigare skede av industrialiseringen, och även Bowler, *The Fontana History of The Environmental Sciences*, 19.
- ⁸⁵ Robert Thalén, "Om de magnetiska mätningarna i jernmalmsfälten", *Jernkontorets Annaler* (1899), 358–363. Jfr. Porter, "The Industrial Revolution and the Rise of the Science of Geology", 325.
- ⁸⁶ Hugo Tiberg till Hj. Sjögren, 11.1.1900, 4.2.1900, KVHS.
- ⁸⁷ Vilhelm Carlheim-Gyllensköld, "Sammanfattning af hufvudresultaten af magnetiska undersökningar vid Kiirunavaara malmfält i Norrbottens län utförda under åren 1900–1905", *Kungl. Maj:ts Nåd. Proposition N:o 107* (Stockholm, 1907), 243; omtryckt i *Jernkontorets Annaler* 1907. Det är oklart hur länge Carlheim-Gyllensköld själv befann sig på plats i Kiruna. I Svenonius svavelosande brev antyds – förutom mutmiddagar – att han bara skulle ha varit där t.o.m. 1901. (Se Svenonius till Hj. Sjögren, 9.1.1907, KVHS.) Carlheim-Gyllensköld hade även ett förflutet inom astronomin; se Anders Carlsson & Gustav Holmberg, "Vilhelm Carlheim-Gyllensköld på Stockholms observatorium", *Lychnos* 1995.
- ⁸⁸ Kurt Molin, "Vilhelm Carlheim-Gyllensköld som jordmagnetiker", *Kosmos* 1935, 45.
- ⁸⁹ Se Ahlström, *De mörka bergen*, 259.
- ⁹⁰ Hj. Sjögren, *Om Sveriges jernmalmsstillgångar jemfönda med verdens jernmalmsbehof: Erinringar med anledning af professor A.E. Törnebohms till Riksdagens bevillningsutskott ingifna upplysningar af 14 mars och 15 april 1905* (Stockholm, 1905), 12, 27.
- ⁹¹ *Ibid.*, 28.
- ⁹² Citat efter Ahlström, *De mörka bergen*, 285 f.

⁹³ Carlheim-Gyllensköld, "Sammanfattning", 243 f.

⁹⁴ Molin, "Vilhelm Carlheim-Gyllensköld som jordmagnetiker", 46. Jfr. ex. Hj. Sjögren, "Våra järnmalmstillgångar", *Svensk export: Tidskrift för svensk industri och export* 264 (1905), 212.

⁹⁵ Carlheim-Gyllensköld, "Sammanfattning", 245.

⁹⁶ Se Hugo Tiber till Hj. Sjögren, 16.4.1905, KVHS.

⁹⁷ Hj. Sjögren, föredrag i Geologiska Föreningen, *GFF* 28 (1906), 344.

⁹⁸ Hj. Sjögren, "Våra järnmalmstillgångar", 211–216. Jfr. Hugo Tiber till Hj. Sjögren, 18.3.1905, 8.4.1905, KVHS.

⁹⁹ Hugo Tiber till Hj. Sjögren, 9.5.1905, KVHS; se även 28.5.1905 och 12.6.1905.

¹⁰⁰ Helge Bäckström, replik till Hj. Sjögrens föredrag i Geologiska Föreningen, *GFF* 28 (1906), 345.

¹⁰¹ Hjalmar Lundbohm, replik till *ibid.*, 350. Jfr. Åström, *Hjalmar Lundbohm*, 83 f., och Ahlström, *De mörka bergen*, 290.

¹⁰² Hj. Sjögren, "Till frågan om bildningen af det äldre urbergets järnmalmer", *GFF* 30 (1908), 117.

¹⁰³ Hugo Tiber till Hj. Sjögren, 12.2.1906, 11.5.1906, 26.12.1906, 31.3.1907, 18.12.1907, KVHS. Om avtalet, se Ahlström, *De mörka bergen*, 286–290.

¹⁰⁴ Svenonius till Hj. Sjögren, 9.1.1907, KVHS. Se även Meinander, *Gränges*, 104 f., och Svenonius till Hj. Sjögren 4.6.1906, 28.6.1906, 28.7.1907, KVHS. Till trots mot sitt vetenskapliga fritänkande i samband med planeringen av Vassijaure, hade Svenonius mer eller mindre förbjudit Törnebohm med sina "vilda fjällteorier" att komma stationen i närheten, liksom hans studenter. (Se Svenonius till Hj. Sjögren, 2.12.1903, KVHS.) Svenonius tilläts inte heller publicera i *GFF*, där han stoppats av bl.a. Bäckström. Om Lindgren, se Lundgren, "Attitudes Towards Natural Resources".

¹⁰⁵ Fredrik Svenonius, replik i diskussion om malmförekomster i Mellansverige, *GFF* 31 (1909), 282.

¹⁰⁶ Det existerar nämligen ett dokument av Sjögrens hand som i stort sett sammanfattar Hugo Tiber och Svenonius ståndpunkter, men som samtidigt är vanskligt att datera. Ett faktum talar för att dokumentet är skrivet så sent som 1907: det ligger mellan två brev från Tiber i början av januari detta år (KVHS).

¹⁰⁷ Hj. Sjögren, "Principal results of the inquiry on 'The Ore Resources of the World'", *Compte Rendu de la XI:e Session du Congrès Géologique International*, premier fascicule (Stockholm, 1912), 300, min översättning; se även 298. En intressant iakttagelse är att hela denna volym av kongressförhandlingarna dedicerades till Helge Bäckström, som ju motsade Sjögren i beräkningarna. Jfr. Geijer, "Svensk malmgeologisk forskning", 113.

¹⁰⁸ Se Lundgren, "Geologin och jordens tillgångar", 232 ff. Det kan vara av intresse att Sjögren efter egen önskan togs upp som medlem i AIME sensommaren 1891 och hade kontakter med USGS. Se brev från AIME och USGS, *passim*, och John Birkinbone, 14.10.1891, alla KVHS.

¹⁰⁹ Hj. Sjögren, föredrag i Geologiska Föreningen, *GFF* 29 (1907), 196 f. Jfr. även Hj. Sjögren et al., "P.M. om statens köp af Norrbottens malmberg", KVHS, R.1115, som påkallar speciella organisatoriska åtgärder grundade på fyndets unika storlek.

¹¹⁰ Meinander, *Gränges*, 104 f., och Geijer, "Svensk malmgeologisk forskning", 96.

¹¹¹ J.L. Heilbron, "Fin-de-siècle Physics", *Science, Technology and Society in the Time of Alfred Nobel*, eds. Carl Gustaf Bernhard et al. (Oxford, 1982), 54 f.; Porter, "The Industrial Revolution and the Rise of the Science of Geology", 324. En diskussion om svensk fysik ges i Karl Grandin, "Tillbaka till källorna: Om hydrodynamikens historieskrivning", *Från moderna helgonkulter till självmord: Föredrag från Idé- och vetenskapshistorisk konferens 1995*, ed. Thomas Kaiserfeld (Stockholm, 1995). Bredare och alltid lika inspirerande är Kjell Jonsson, *Vid vetandets gräns: Om skiljelinjen mellan naturvetenskap och metafysik i svensk kulturdebatt 1870–1920* (Lund, 1987), särskilt 139–154.

¹¹² Jfr. Bosse Sundin, *Ingenjörsvetenskapens tidevarv: Ingenjörsvetenskapsakademien, Pappersmassекontoret, Metallografiska institutet och den teknologiska forskningen i början av 1900-talet* (Umeå, 1981), 206.

¹¹³ Resonemangent ansluter till centrala argument i följande tre: Steven Shapin, *A Social History of Truth: Civility and Science in Seventeenth-Century England* (Chicago och London, 1994), jfr. xxvi, xxx och 410; Porter, "The Industrial Revolution and the Rise of the Science of Geology", 328 f.; Lucier, "Commercial Interests and Scientific Disinterestedness", 246 ff.

¹¹⁴ Jfr. Harry Collins & Trevor Pinch, *The Golem: What Everyone Should Know About Science* (Cambridge, 1993), 52.

¹¹⁵ I efterhand ser vi att Carlheim-Gyllenskölds framgångar i Norrland sannolikt bidrog till meriteringen för en tillförordnad professur i fysik vid Stockholms högskola, invalet i Vetenskapsakademien och de fortsatta forskningsanslagen efter första världskriget. Signifikativt är dock att när tillförordningen skulle övergå i en ordinarie tjänst, ställdes Carlheim-Gyllensköld i andra rummet efter metallurgen Carl Benedicks. Se Robert Marc Friedman, "Nobelprisen och disciplinernas historia", *Kunskapens trädgårdar: Om institutioner och institutionaliseringar i vetenskapen och i livet*, eds. Gunnar Broberg et al. (Stockholm, 1988), 151, och Thomas Kaiserfeld, "Professorstillsättningar i fysik under 1900-talets första del", *Lychnos* 1993, 76.

¹¹⁶ Per Geijer, *Sveriges malmtillgångar* (Stockholm, 1948), 37, och *Igneous rocks and iron ores of Kirunavaara, Loussavaara and Toullavaara* (Stockholm, 1910), v.

¹¹⁷ Geijer, *Sveriges malmtillgångar*, 20, 29 f.

¹¹⁸ <http://www.lkab.se> (främst rubrikerna "Historia", "Kiruna" samt "Forskning och utveckling").

Sverige på utställning

Göran Ahlström, **Technological Development and Industrial Exhibitions 1850-1914: Sweden In An International Perspective**. Lund Studies in Economic History 5. Lund University Press, 1995. 251 sidor.

Om vi får tro några av reseberättelserna från den stora världsutställningen i London 1851 undvek många svenska besökare en smula skamset den egna avdelningen i Kristallpalatset. Kanske hade man ännu inte insett vikten av att visa sig på styva linan. Det var ju första gången en sådan internationell tävlingsarena iordningställd, och det var inte bara svenskarna som visade ovana i umgänget med världsutställningens idé och form. En annan, starkt bidragande orsak till att representationen var så klen, var att en nationell hantverks- och industriexposition av betydande omfattning arrangerades samma år i Stockholm. Resan till huvudstaden kunde också vara ett stort steg ut i världen.

I en studie av hur svensk industri och teknik klarade konkurrensen på 1800-talets världsutställningar konstaterar Göran Ahlström att deltagandet i London inte alls var representativt. Vid de följande utställningarna i Europa och Amerika visade Sverige upp ett annat ansikte. Ahlström söker "mäta" Sveriges position dels genom deltagandets omfattning, dels genom mängden priser svenska utställare erhöll. Medaljer, diplom och hedersomnämningen var, menar han, reella intyg på industrins framsteg i Sverige och de andra deltagande länderna. I själva verket var Sverige mycket lyckosamt i tävlingen om positionerna på utvecklingsskalans höjd. Nationens teknik, industri och ekonomiska tillväxt behövde inte skämmas för sig, tvärtom, Sverige befann sig vid civilisationens frontlinje.

De statistiska bevisen för Sveriges utvaldheter kompletterar Ahlström med kvalitativa omdömen i juryrapporter, utställningsberättelser och press. Han ger också perspektiv på denna framskjutna position genom påminnelser om bl.a. professionaliseringens och den tekniska utbildningens läge i Sverige, liksom den gynnsamma samverkan i materiella utvecklingsfrågor mellan det privata och det

allmänna som tidigt var ett faktum i Sverige. Utställningarna visade dessutom att Sverige redan vid seklets mitt var en integrerad del av ett internationellt utvecklingsarbete, och landets roll i detta sammanhang begränsades inte till passivt mottagande.

Otvivelaktigt blev de stora utställningarna mycket viktiga för den internationella kunskapsspridningen. Det gällde inte bara inom de områden Ahlström studerar. På ett mycket konkret sätt inventerades, hämtades och utbyttes kunskaper i utställningsstäderna, och både enskilda firmor och andra organisationer såg här en av utställningarnas främsta uppgifter. Det visar inte minst de många reseberättelserna från ingenjörer, hantverkare m.fl. som erhölet medel för studieresor till någon av de större expositionerna. En annan aspekt på det internationella kunskapsutbytet var det snart mycket omfattande kongressväsende som växte fram i anslutning till världsutställningarna. Standardiseringsfrågor inom industri och teknik, teosofiska spetsfundigheter, journalistikens villkor, politiska program, kvinnorörelsens läge i olika länder -- kongressernas spännvidd avslöjade samma encyklopediska ambition som utställningarnas hallar och montrar.

Några frågor kan ställas med anledning av Ahlströms försök att genom deltagande och belöningar illustrera Sveriges heder på utställningsfälten. Med tanke på den betydelse han tillmäter diplomerna och medaljerna hade en mer utförlig diskussion av juryarbetets praktik kanske kunnat ge ytterligare perspektiv. Inte sällan omgavs jurygrupperna av stridigheter och anklagelser om orättvisor och fusk. Belöningarna tillmättes stor betydelse av enskilda firmor, inte minst eftersom de blev ett inslag i en växande reklamkultur, och klagobreven från besvikna utställare var vanliga. Ibland kunde antalet medaljer och hedersomnämmanden dessutom vara så stort att man snarare utmärkte sig genom att inte belönas. Småningom uppkom också, som en följd av bristerna, en diskussion om i vilken mån det alls var lönt att fortsätta dela ut medaljer och diplom.

Det är också rimligt att fråga hur representativt de olika ländernas deltagande på världsutställningarna egentligen var. Om prestationerna från svenskt håll var missvisande i London 1851, varför var de så mycket mer representativa vid de tillfällen när de hemburna medaljerna var fler? Olika länder såg med olika ögon på de eventuella vinsterna av att visa upp sig i utställningsstäderna. Vissa nationer hade mer att vinna än andra, därav det relativa ointresse som exempelvis England då och då visade i förhållande till

både nationella och internationella utställningar. Av det skälet torde det vara svårt att jämföra framgången i olika länders deltagande utan att ta hänsyn till respektive nations utställningspolitik.

Den empiriska studien av det svenska deltagandet vid utställningarna infogar Ahlström i två avseenden i ett större sammanhang. Dels föranleder resultaten en diskussion av teoretiska perspektiv på ekonomisk tillväxt och teknisk utveckling, dels bildar de utgångspunkt för reflektioner kring den svenska industrialiseringsprocessens karaktär och kronologi. Ahlström argumenterar på ett övertygande sätt mot uppfattningen att den svenska industrialiseringen i huvudsak tog sin början först under 1800-talets slutskede, och att den utveckling som tidigare ägt rum var ensidigt beroende av impulser från andra länder. Istället ansluter han sig till en mer utsträckt, kontinuerlig och dynamisk syn på industrialiseringsprocessen. Också Sverige lämnade viktiga tekniska bidrag till utvecklingen, menar Ahlström, och ser resultaten vid världsutställningarna från 1850-talet och framåt som illustrationer av hur väl integrerad den svenska ekonomin var med övriga Europa.

På sätt och vis är Ahlströms studie skriven i världsutställningarnas egen anda. Det var organisatörernas syfte att åstadkomma en möjlighet att mäta den materiella kulturens framsteg, och att erbjuda en åskådningsspunkt från vilken de olika nationerna kunde sorteras på en skala av högt och lågt. Men de ledande idéerna bakom världsutställningarna medförde inte endast att de mest häpnadsväckande resultat av utvecklingen lades fram till allmän beskådan. Den intrikata idén om samverkan genom tävlan föranledde även nationell berusning och en retorisk kraftsamling av sällan skådat slag. Det är inte alldeles enkelt att avgöra i vilken mån världsutställningarnas i grunden retoriska väsen komplicerar frågorna om representativitet och möjligheten att utifrån dem döma om Sveriges segrar på framstegets väg.

Anders Ekström

Thoughts on the Machine, the Enlightenment and Swedish Social Engineering

Henrik Björck, *Teknisk idéhistoria*. Diss., Institutionen för idé- och lärdoms-historia, Göteborgs universitet 1995. 331 pages.

This book is part of a two volume work presented by the author as a PhD dissertation in the history of ideas and science. The other volume, appearing already in 1992, entitled *Teknikens art och teknikernas grad* was ventilated earlier as a thesis for a *Fil.Lic.* degree. It analyses how Swedish engineers strove to consolidate a professional identity in the period 1900-1927 by demanding among other a formalized higher education with scientific basis, and how this was extended in gaining institutional recognition via the establishment of a doctoral exam in technology in the late 1920s.

In the Swedish academic system with its rigidity and conservatism this was not easy. Björck shows how much more was at stake the economic resources. First and foremost it was a question of gaining acceptance for the idea that engineering had a scientific domain of its own. In this sense the struggle for the "doctor's hat" involved on part of the engineering corps the articulation of an ideal of science as well as a process of cultural acceptance. To make this point the author draws upon theories of professionalisation and modern sociology of knowledge. The main thrust of the work on the engineering doctor's hat however consists in meticulous spade-work in archival material and literature from the period concerned. Therewith Björck's first volume belongs squarely in the received genre of Swedish history of ideas and learning.

In the second volume, *Teknisk idéhistoria*, which is the object of review here, the author chooses to delink somewhat from the strict empirical primacy source material demands often found in his home discipline. He does this to venture into a more speculative mode, which he can afford, having already won his spurs through his solid work on the doctor's hat, which, considering that a doctoral dissertation today is a proof of craftsmanship needed to enter a research career, should have been sufficient qualification for his own doctoral degree already in 1992.

What we thus find between the covers of *Teknisk idéhistoria* is four essays, each thought-provoking in its own right, around the notion that images of technology play an important role in history as cultural identity-giving elements in the process of modernity.

In the first essay, "Retrospect and Intent" ("Återblick och avsikt"), we are provided with a rationale for this departure from the more usual history of ideas. A distinction is made between technology as artifacts and the representation of technology and its workings *qua* concept and symbol in language. The contingent influence of context when it comes to interpretation of such symbolics is also underlined, as is the gambit to adopt a conflictual perspective in order to home in on what the author sometimes calls "contested concepts". What in the end we have is essentially a programme for a symbol-interpreting historiography of technology. In other words, the author, albeit in somewhat idiosyncratic fashion, seeks to contribute to the cultural turn in the historiography of technology.

I call it an idiosyncratic attempt since it is done in more or less isolation from similar attempts in the international literature, where there is considerable methodological debate about deconstruction, actor network theory, social and cultural constructivism and the like. The author might have gained strength for his ambition by drawing upon some of the concepts developed in constructivist sociology of scientific knowledge, such as the notion of interpretative flexibility, but he does not do so. Instead he prefers to steer clear of the relativist tendency inherent in some contemporary technology studies, and he stakes out a rather eclectic road of his own; thus he attaches to a much earlier variant of social constructivism, viz., the one in Berger and Luckman's work of thirty years ago. This is a pity since a lot of interesting work has been done since then in the constructivist mode, not least when it comes to inroads into the social and cultural study of technology¹.

Björck's ambition, it appears, is not so much to intervene into an existing international discourse, nor to try and develop or criticize mainstream approaches there. Rather he lets himself be led by his own curiosity in sporadic fashion. Nosing around in a freewheeling sort of way he comes upon many a gem, like Langdon Winner's *Autonomous Technology* (1977), Andrew Feinberg's *Critical Theory of Technology* (1991), Leo Marx's *The Machine in the Garden* (1964) and *The Pilot and the Passenger* (1988), and, it seems therethrough, Victor Turner's *Dramas, Fields and Metaphors* of 1974. Then something went click, viz., the notion of "metaphors"; what do metaphors signify, and what work do they do in the cultural symbolics wherethrough identities are constantly recreated and

transmitted in society, transforming therewith the lived contents of experience and institutional forms in which persons meet, have relations, with each other and with artifacts, as in a seamless web of natural and social dimensions?

Actor network theory and neoinstitutionalist cultural analysis have developed something of this approach; Björck, however, prefers to seek his inspiration from the more pedestrian - but in certain cases much more cited - Donald A. Schon.

What is impressive about this excursion is Henrik Björck's own enthusiasm and intellectual daredevil attitude. He doesn't succeed in synthesizing a theory of metaphors, but one nevertheless does get a feeling of where he wants to go. Just like his engineers of the 1920s, he is bent on creating a scholarly space of its own - "Teknisk idéhistoria" - a term which is difficult to translate; this is not so much the fault of the author as such, but perhaps says more, symptomatically, of the disjuncture between the very Swedish genre of the history of ideas and learning on the one hand and the international field of historiography of technology on the other, ranging as it does from nuts and bolts history to radical social constructivism and semiotically inspired actor network programmes.

The proof of the pudding is of course in the eating, in this case in the other three essays, the case studies in which some of the approach of "teknisk idéhistoria" as defined by Björck is applied.

One of the cases studies addresses the concept of the machine, and its double edged symbolism in the work of Karl Marx, where it signals both emancipation and alienation (or degradation and enslavement).

A second case study fixes upon the Enlightenment tradition and the tension in it between affirmation and technical instrumental rationality as progress and freedom and its denunciation as repression, having opened the way to calculated destruction with Nazi gas chambers and Hiroshima as logical points of termination. This is the classical theme of the Frankfurt school, which is here explored through the prism of technology as a key term in discourses of and on modernity.

The third case deals with the art of social engineering, a central ingredient in the building of the Swedish *Folkhem* ("Folk home"). Here, too, the positive and negative associations and images are explored, as they appear in the claims, utterances and writings of engineers, philosophers, architects, politicians and a leading social scientist like Gunnar Myrdal, as well as other Swedish opinion leaders in the 1920s and 30s. Now it is social technology and the rationalism of functionalist images and metaphors that is brought to the fore.

Our conclusion: yes, Henrik Björck does get his point across. It is by example. Metaphors involving positively and negatively loaded images of technical artifacts and technologies do play a role as cultural vehicles.

The three essays, each in its own way, bring together a wealth of learning and information, organized around a common theme. The dissertation is problem-oriented. Even though it lacks a systematic and unified empirical base of the type historians of ideas are used to, and even if the method is aphoristic more than analytical, there is a strength in this work. This resides in its synthetic character and innovative essayistic style, provoking the reader to rethink and grasp technology by its second nature, which is culture.

Note

1) Cf. Hans Weinberger, "Teknik och socialkonstruktivism", *Polhem*, Vol. 14, No. 1, 1996, pp. 4-38; also, in the same issue, Henrik Björck, "Den upplysande maskinen", pp. 39-65.

For some developments since Berger and Luckman, see also Sergio Sismondo, *Science without Myth. On Constructions of Reality and Social Knowledge* (State University of New York Press, Albany 1996), esp. Ch. 8, which is on "Metaphors and Representations"; for entertaining reading right into the heart of some of it in STS, see Jim Johnson (alias Bruno Latour), "Mixing Humans and Nonhumans Together, The Sociology of a Door-Closer", in Susan Leigh Star (Ed.), *Ecologies of Knowledge. Work and Politics in Science and Technology* (State University of New York Press, Albany 1995), pp. 257-277.

Aant Elzinga

Bland brittiska ingenjörer

R. Angus Buchanan (Ed.), *Engineers and Engineering. Papers of the Rolt Fellows*. Bath University Press, 1966. 226 pages.

Bokens omslagsbild för direkt tankarna till Robert Howletts fotografi från november 1857 inför sjösättningen av *Great Eastern*, den kända bilden med I.K. Brunel stående framför enorma kättinglänkar. Detta, ett av de oftast reproducerade av alla 1800-talets fotografiska porträtt, har en framstående plats i the National Portrait Gallery i London, där det visas sida vid sida med oljemålningar av alla de andra kända viktorianerna. Omslagsbilden visar andra kättinglänkar än dessa; Brunel själv möter vi emellertid på flera ställen inuti boken.

Få författare har som L.T.C. Rolt (1910-1974) skapat ett brett intresse för teknikhistoria, särskilt den som utspelades i Storbritanniens heroiska 1800-tal. Rolts biografier över I.K. Brunel (1957) och Thomas Telford (1958) utkommer ständigt i nytryck. Hans debutbok *Narrow boat* (1944) bidrog tveklöst till att skapa den renässans för kanalfärder som kom att rädda en del av det förfallna brittiska kanalsystemet. För att hedra hans minne skapade University of Bath 1974 en fond avsedd att finansiera begränsade teknikhistoriska projekt. Nio teknikhistoriker har hittills getts möjlighet att som "Rolt Research Fellows" bearbeta en forskningsuppgift. Det är resultaten av deras arbeten som presenteras i denna bok. De nio bidragen har delvis vuxit fram vid seminariediskussioner vid universitetet i Bath, men de behandlar inbördes helt skilda ämnen.

J.H. Boyes skriver, i Tom Rolts efterföljd, om hur floden Lea, med början i en avlägsen forntid, gjorts allt mer farbar som vattenled från London till Hertford.

J.D. Richard, en av dem som i Bristol arbetar med att restaurera I.K. Brunels *SS Great Britain*, redogör för problemen med att bygga en fullskalemodell av fartygets ursprungliga ångmaskin. Ritningar och annan dokumentation saknas i stor utsträckning, och släktingar till IKB har uppenbarligen inte velat visa vad de kan ha tillgängligt.

D.H.P. Braid har bearbetat och något förkortat sin artikel i *Transactions of the Newcomen Society* (Vol. 56, 1984-85) som behandlar utvecklingen av fartygsartilleri för brittiska flottan. W.G. Armstrongs metod att välla samman järnband, lindade i helixform runt en kärna, gav kanonrör med mycket höga prestanda. De två enorma kanonrör som i dag möter besökare vid the Imperial War Museum i London markerar kulmen på en dramatisk utveckling.

I. McNeils artikel om utvecklingen av blåsmaskiner för metallurgisk produktion har tidigare publicerats i sin helhet i *Transactions of the Newcomen Society* (Vol. 60, 1988-89).

H. Nabb skriver om en tidig metod att framställa lysgas av animaliskt fett, såsom valolja. En fördel var att oljegasverk kunde göras små och transportabla. Konkurrentens uppstod direkt mellan kolgasverk och oljegasverk, men kolgasen stod snart som segrare.

P.R. Morris undersöker hur transistorn så snabbt kunde slå ut elektronröret, ett inte helt självklart förlopp. Det var inte bara att byta ut elektronrören mot transistorer; deras elektriska karakteristika var olika. Från transistorns födelse 1947 till den första kursen om halvledare (vid Harvard University) dröjde det fyra år. Men sedan gick det fort; 1955 gavs kurser i halvledarteknik vid dussintalet amerikanska universitet.

K. Beales presenterar Francis Eddison, som 1868 startade ett ångplogföretag i Dorset. Han hade inköpt ett par ångplogsystem av John Fowler i Leeds och åtog sig att plöja på beställning från traktens bönder och mot en viss avgift per acre. En intressant studie av ett försök att revolutionera den äldsta av alla näringar.

D.K. Brown skriver om William Froude, en av den experimentella hydrodynamikens pionjärer (*Froudes tal* är ett grundbegrepp i ämnet). Froude engagerades bl.a. av I.K. Brunel i studier av stabiliteten hos *Great Eastern*. Han gjorde senare betydande insatser för brittiska flottan.

R.A. Buchanan avslutar boken med betraktelsen "The Wives of the Engineers", en lättsam variation på titeln hos Samuel Smiles samling av biografier *The Lives of the Engineers*. Det kan inte ha varit helt lätt att vara ingenjörshustru under detta brittiska 1800-tal, då allt hände på en gång. Ingenjörerna var ständigt upptagna eller på resa och tycks nästan aldrig ha haft tid för annat än arbete. En typisk representant för dessa arbetsnarkomaner var vår egen John Ericsson.

Med få undantag har dessa första Rolt Fellows hållit sig till traditionell "narrative history of technology". För detta kommer de möjligen - enligt min mening helt obefogat - att få uppbära kritik från teknikhistoriker med annan inriktning. Tom Rolt, ingenjören som blev författare, hann aldrig själv konfronteras med begreppet Social Construction of Technology (SCOT), som lanserades i början av 1980-talet och som sedan kommit att få så stort genomslag. Författarna i den här boken har velat föra fram andra aspekter på teknikens utveckling.

Jan Hult

Vår första tekniska högskola

Per Dahl, *Svensk ingenjörskonst under stormaktstiden. Olof Rudbecks tekniska undervisning och praktiska verksamhet*, Institutionen för idé- och lärdomshistoria, Uppsala universitet, Skrifter nr 14 (Uppsala, 1995). 338 sidor.

Olof Rudbeck (1630–1702) är en färgstark personlighet från Sveriges tid som stormakt. Son till en kraftfull biskop blev han som trettioåring professor i Uppsala, där han med energi och kraft kom att verka för en omvandling av såväl staden som dess ålderdomliga universitet. Han är bekant för sin pionjärbetonade utforskning av lymfkärlssystemet, men verkade även inom astronomin och botaniken. Mest beryktad torde han dock vara som författare till det barocka arbetet *Atlantica*. I dess fyra band samsas naturalhistoriska iakttagelser och uttolkningar av klassiska texter för att, bland annat, visa att Platons beskrivning av Atlantis' huvudstad på pricken stämmer in på – Gamla Uppsala.

I sin mångsidighet kan Rudbeck för en sentida betraktare framstå som något av en renässansfigur, hans verksamhet och tänkesätt som splittrade, närmast motsägelsefulla. I sin studie *The Atlantic Vision* (1994) visar emellertid idé- och lärdomshistorikern Gunnar Eriksson att Rudbeck som forskare på många sätt var typisk för perioden mellan renässansen och den "klassiska" naturvetenskapen. Med hjälp av begreppet "baroque science" lyckas han förena det som utifrån vår tids kategorier först kan förefalla oförenligt.

I sin doktorsavhandling, *Svensk ingenjörskonst under stormaktstiden*, lägger Per Dahl, också han idé- och lärdomshistoriker, till ytterligare en aspekt – *Olof Rudbecks tekniska undervisning och praktiska verksamhet*, som det heter i den väl beskrivande undertiteln. Dahl har velat "utforska kunskapshandlingen i en viktig del av stormaktstidens tekniska utbildning i Sverige". Resultatet presenteras i fyra kapitel, vilka på idéhistorikers vis till inte ringa del fylls av bakgrundsteckningar och sidoblickar. I det första ges några biografiska uppgifter och en bakgrund som ger en mycket allmän ram för den efterföljande materialredovisningen. Jag tror att denna hade vunnit på att den mer principiellt inriktade diskussionen i detta avhandlingens kortaste kapitel gjorts mer utförlig. Arbetets tyngdpunkt ligger i de två följande kapitlen, vilka i rik detalj presenterar dels Rudbecks praktiska verksamhet, till exempel omsorgerna om Uppsalas vattenkonster, dels hans tekniska undervisning i form av så kallade kollegier, till exempel "Om Watnkonster". I det fjärde och sista kapitlet ges biografiska småskisser över ett antal av hans tekniska studenter.

Framställningen förefaller mig, en idéhistoriker som blivit nyfiken på Rudbeck men som vet föga om 1600-talet, vara synnerligen pålitlig. Där materialet inte ger klara besked ger Dahl klara besked om att frågetecknen får kvarstå tills vidare. Med till synes oförbrännerlig energi verkar han kärleksfullt ha fördjupat sig i varje företeelse som behandlas; inget relevant arkiv förefaller ha lämnats obesökt för att få allt rätt. Med sakkunskapens myndighet avhandlas inte bara historiska utan även tekniska ting som om de vore självklarheter. Tillhör man som läsare inte den krets för vilka de är det kan man lära sig åtskilligt nytt. Själv har jag till exempel funnit nöje i avsnittet om Rudbecks undervisning i vattenkonster. Mot bakgrund av modern brandhistorisk forskning noterar författaren bland annat att Rudbeck korrigerade en brandfarlig detalj på Uppsalas "kölnor" – för den kulturhistoriskt fäkunnige kan det sägas att det rör sig om torkhus för bland annat malt. Dahls fokus ligger ofta på utvecklingen av teknik som var viktig i ett vardagsperspektiv, något jag finner både intressant och sympatiskt. Ytterligare glimtar av en svunnen verklighet kan skimras i framställningen om vattenkonster i trädgården. För att iordningställa sådana fanns det uppenbarligen en speciell yrkeskategori: "fontänörer". I den ståndsmässiga barockträdgården skulle även finnas dammar – Svandammen i Uppsala var ursprungligen en sådan. För att de inte skulle växa igen hölls karpar i dem. Dessa kunde uppenbarligen skötas av en "karpmästare", ännu en speciell yrkeskategori. "Mellan olika dammar reglerades vattenflödet genom munkar", noterar Dahl om trädgården vid Ekolsunds slott utan vidare kommentarer. För att utröna vilket slags munkar det är fråga om räcker det inte att gå till första bästa moderna ordbok.

Dahls arbete är rikt på exempel. En del finner jag pregnant, inför en del frågar jag mig: "exempel" på vad? Inom de avgränsningar som gjorts förefaller sakuppgifterna vederhäftiga: efterkommande forskare bör ha glädje av gedigenheten i framställningen. För den som äger mindre av specialkunskaper om 1600-talet och den tekniska terminologin är de avgränsningar som möjliggjort precision i detaljen kanske inte till lika stor glädje. Begränsningen kan vara både en styrka och en svaghet.

Henrik Björck

Ett storverk om svenskt och finskt urmakeri

Gunnar Pipping, Elis Sidenbladh & Erik Elfström, **Urmakare och klockor i Sverige och Finland**. Norstedts Förlag AB, Stockholm 1995. 569 sidor.

I skråordningen för "Smede Embetet" av 1622 föreskrevs i fråga om mästerstycket för en "Sejer- eller Uhrmakare":

"Skal en Uhrmakare giöra en stoor Seijare, som slår hwar Tijma, medh två Klockor öfwer hwarandra, som wisa timan och the 7 Planeter, och wisar up och nedergången i Månaden."

Urmakeri har från första början varit en högteknologisk verksamhet, artschild från andra hantverk genom sina explicita krav på att uppfylla bestämda villkor på noggrannhet: klockans tidsangivelse skall, dag efter dag, stämma överens med den som definieras av solens rörelse på himlavalvet. Man kan väl föreställa sig att urmakarna inte hade så mycket gemensamt med de grov- och klensmeder som utgjorde merparten av Smede Embetet. Under senare hälften av 1600-talet bröt sig emellertid klensmederna ut ur Stockholms smedsämbete, och urmakarna torde då ha följt med. Men redan i slutet av seklet bildade urmakarna i staden ett eget ämbete eller skrå. En sentida efterträdare till detta, men utan makt och myndighet, är Stockholms Urmakare-Ämbete.

En av dess mest prominenta medlemmar är i dag Gunnar Pipping. Tillsammans med Erik Elfström, urmakare i sjätte generationen och verksam i Finland, har han genomfört ett storverk genom att utge Elis Sidenblads klassiska bok *Urmakare i Sverige under äldre tider* i en ny och väsentligt utvidgad och omarbetad tredje upplaga. Det kan sägas vara fråga om en helt ny bok; sidantalet är fördubblat och bildmaterialet är till största delen förnyat, bl.a. med ett antal färgbilder av högsta kvalitet.

Gunnar Pipping, också med rötter i Finland, började en gång som astronom, blev senare intendent vid Kungl. Vetenskapsakademiens historiska instrument-samling (i dag KVA:s vetenskapshistoriska museum) och var i många år verksam som förste intendent vid Tekniska Museet i Stockholm. Han har tidigare publicerat bl.a. *The Chamber of Physics* (Almqvist & Wiksell, Stockholm 1977), en kommenterad katalog över KVA:s instrumentsamling.

Medan den andra upplagan av Sidenblads urmakarbok (Nordiska Museets Handlingar, 1947) bestod av endast två huvuddelar: urmakarbiografier och

"avbildningar", möter vi nu en mycket mer innehållsrik behandling av ämnet urmakare och klockor. Under rubriken *Urmakeriet i Sverige* skildras först den historiska utvecklingen från domkyrkouret i Lund (en stad som dock inte låg i Sverige 1422, när det först är omnämnt i skrift), via skråväsendet och dess yrkesutbildning inom stadsurmakariat fram till allmogeurmakariat och tidig urindustri i Christopher Polhems Stiernsund, hemindustrin i Morasocknarna, Henning Hammarlunds fickurfabrik i Svängsta och Victor Söderbergs och Victor Kullbergs kronometertillverkning i Stockholm. Då och då påminns man om att Finland var en del av Sverige ända fram till 1809, ett förhållande som ofta glöms bort, bl.a. av teknikhistoriker.

Man får också någon inblick i urmakariat självt - *de tusen verktygens yrke* - via bilder av olika äldre maskiner, ett stort avsnitt om urfoder i olika stilarter, internationella lika väl som lokala, och en kort text om arbetsgången vid urtillverkning. Denna huvuddel av boken avslutas med en sammanställning av typiska lokala tekniska särdrag hos stjärnsundsur, moraur, västgötaur, fryksdalsur och eskilstunaur. En lista med facktermer på svenska och engelska avslutar denna textdel, varefter följer 175 sidor med bilder av såväl verk som hela ur.

Resten av boken (drygt 350 sidor) är en alfabetisk förteckning med korta biografier över sammanlagt mer än 7000 mästare, gesäller och lärlingar i Sverige och Finland fram till år 1900. Omfånget är här det dubbla mot i föregående upplaga. Till hjälp för klocksamlare, etnologer, konst- och kulturhistoriker och andra intresserade kommer till sist också ett appendix med olika boettmakare, årsbokstäver, boettmakarstämplar, fodralmakare och fodralmålare, kvinnliga urmakare, de tidigare biograferade urmakarna listade efter sina verksamhetsorter samt slutligen en förteckning över källor och litteratur.

Gunnar Pipping och Erik Elfström har den största heder av att på detta sätt ha fört Elis Sidenbladhs verk vidare och utvidgat det i flera avseenden. Ett enda litet fel har jag funnit: den berömde kronometermakaren John Harrison har på sidan 25 fått heta George Harrison. Men å andra sidan var han ju inte verksam vare sig i Sverige eller i Finland.

Jan Hult

Nyutkommen litteratur

Annika Alzén, **Fabriken som kulturarv. Frågan om industrilandskapets bevarande i Norrköping 1950-1985.** Brutus Östlings Bokförlag Symposion, Eslöv 1996. 159 sidor.

Boel Berner, **Sakernas tillstånd. Kön, klass och teknisk expertis.** Carlssons Bokförlag, Stockholm 1996. 381 sidor.

Helene Carlsson, **Kulturhistoriska miljöer utmed Bohusbanan. Kulturhistorisk utredning.** Bohusläns Museum, Uddevalla 1994. 50 sidor.

Lars Magnusson, **Sveriges ekonomiska historia.** Tiden Athena, Stockholm 1996. 526 sidor.

Erik Osvalds (red.), **Sekelskifte.** Historiska Media, Lund 1996. 147 sidor.

Christer Peterson, **Finsk ingenjörskonst och svenskt imperiebyggande. En jämförande studie av finsk och svensk skogsindustri.** SNS Förlag, Stockholm 1996. 262 sidor.

Sven Rydenfelt, **Sagan om Tetra Pak.** Bokförlaget T. Fischer & Co., Stockholm 1995. 239 sidor.

*

Sarah Angliss *et al* (Eds.), **Guide to the history of technology in Europe 1996.** Third edition. The Science Museum, London 1996. 235 pages.

Martin Bauer (Ed.), **Resistance to New Technology.** MIT Press, Cambridge, MA, USA 1995. 434 pages.

John Butt, **John Anderson's Legacy. The University of Strathclyde and its antecedents 1796-1996.** Tuckwell Press, East Linton, Scotland 1996. 264 pages.

Gerald Crompton (Ed.), **Canals and Inland Navigation.** Scolar Press, Aldershot GU11 3HR, UK 1996. 180 pages.

Paul N. Edwards, **The Closed World. Computers and the Politics of Discourse in Cold War America.** MIT Press, Cambridge, MA, USA 1996. 440 pages.

Robert Fox (Ed.), **Technological Change. Methods and Themes in the History of Technology**. Harwood Academic Publishers, Amsterdam 1996. 271 pages.

Chris Freeman & Luc Soete, **The Economics of Industrial Innovation**, 3rd Ed., Pinter, London 1995. 256 pages.

Dorian Gerhold (Ed.), **Road Transport Before the Railways**. Scolar Press, Aldershot GU11 3HR, UK 1996. 210 pages.

Richard L. Hills, **Power from Wind. A History of Windmill Technology**. MIT Press, Cambridge, MA, USA 1996. 336 pages (paperback).

Graham Hollister-Short & Frank A.J.L. James (Eds.), **History of Technology**, Volume seventeen 1995. Mansell Publishing Ltd., London 1996. 235 pages.

Sir Stanley Hooker, **Not much of an Engineer, an autobiography**. Airlife Publishing, Shrewsbury, England 1984 (1995). 255 pages.

John Lancaster, **Engineering Catastrophes: Causes and Effects of Major Accidents**. Abington Publishing, Cambridge, UK 1996. 288 pages.

Bruno Latour, **ARAMIS or the Love of Technology**. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA 1996. 314 pages.

Peter J. Lyth (Ed.), **Air Transport**. Scolar Press, Aldershot GU11 3HR, UK 1996. 180 pages.

André Millard, **America on Record. A History of Recorded Sound**. MIT Press, Cambridge, MA, USA 1995. 416 pages.

Larry J. Schaaf, **Records of the Dawn of Photography. Talbot's Notebooks P & Q**. MIT Press, Cambridge, MA, USA 1996. 458 pages.

James M. Utterback, **Mastering the Dynamics of Innovation**. Harvard Business School Press, Boston, MA, USA 1994. 253 pages.

James C. Williams, **Energy and the Making of Modern California**. University of Akron Press, Akron, OH, USA 1996. 400 pages.

Dalénmuseet i Stenstorp

invigdes den 29 juni 1996 av AGA:s koncernchef Marcus Storch i närvaro av ett stort antal inbjudna gäster. Museet är inrymt i Stenstorps idylliska tingshus från 1884, beläget intill järnvägsstationen och inte långt från Gustaf Daléns barndomshem Skräddargården. Bakom museet står förutom AGA främst Falköpings kommun och Gustaf Dalénsällskapet, bildat 1994. Dess ordförande är köpman Lars Svensson, Stenstorp.



För design har svarat Göran Eliasson, scenografen som gjorde Länsmuseum i Skara till "Årets museum 1995" och som också skapat 1996 års utställning på Läckö slott. En mycket rik samling av föremål och dokument från Gustaf Daléns liv har ordnats och exponerats med stor pedagogisk skicklighet. Här finns alla stadierna representerade i utvecklingen av AGA:s fyrssystem, men också andra exempel på produkter från företaget: AGA-spisen, AGA-bilen (tillverkad i Tyskland några år med start 1914 tills kriget satte stopp för produktionen), och även sådana som utvecklats under sonen Gunnar Daléns tid: den första kuvösen, hjärt-lungmaskinen, radio- och teveapparater, geodimetern och värmekameran.

Civ.ing. Ebbe Almqvist, styrelseledamot i AGA, står tillsammans med Dalénsällskapets Lars Svensson, Arne Johansson och Assar Thorén bakom det omfattande insamlingsarbete som resulterat i det innehållsrika museet.

Författare i detta häfte

Henrik Björck, fil.dr.

Institutionen för idé- och lärdoms historia
Göteborgs Universitet
412 98 Göteborg

Anders Carlsson, fil.kand.

Avdelningen för vetenskapshistoria
Uppsala Universitet
Box 256
751 05 Uppsala

Michael C. Duffy, Ph.D.

Mechanical and Manufacturing Engineering
University of Sunderland
Chester Road
Sunderland, SR1 3SD, UK

Anders Ekström, fil.dr.

Avdelningen för vetenskapshistoria
Uppsala Universitet
Box 256
751 05 Uppsala

Aant Elzinga, professor

Institutionen för vetenskapsteori
Göteborgs Universitet
412 98 Göteborg

Jan Hult, tekn.dr.

Institutionen för teknik- och industrihistoria
Chalmers Tekniska Högskola
412 96 Göteborg

Svante Lindqvist, professor

Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria
Kungl. Tekniska Högskolan
100 44 Stockholm

Wilhelm Odelberg, fil.dr.

Kavaljershuset

Box 119

178 02 Drottningholm

Alf Peterson, tekn.lic.

Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria

Kungl. Tekniska Högskolan

100 44 Stockholm



Tryckt & Bunden
Vasastadens Bokbinderi AB
1996

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 50 sidor. Debattartiklar mottas med intresse. Skriv kort, en å två sidor. Korta presentationer av teknikhistoriska kurser, konferenser, utställningar m.m. är också välkomna.

Författaranvisningar

Manuskript insänds i ett exemplar. Anvisningar för utskrift med ordbehandlare tillhandahålls av redaktionen:

POLHEM
Institutionen för teknik- och industrihistoria
CTH Bibliotek
412 96 GÖTEBORG

Tel: 031-772 38 86, 031-772 37 84
Fax: 031-772 37 83

Noter numreras löpande: 1,2,3,... Text för sig och noter för sig. Illustrationer är välkomna, dock helst ej orastrerade 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, Institutionen för teknik- och industrihistoria
CTH Bibliotek, 412 96 GÖTEBORG

Svante Lindqvist, Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria
KTH Bibliotek, 100 44 STOCKHOLM

