

Måns Jansson

Blanda, testa och bedöma.

Om sinnligt arbete och förhandlingen av
sensorisk kunskap i 1700-talets metallhantverk

kapitel 1 ur boken

Ingemar Pettersson & Daniel Normark (red.)

Sinnen i arbete

Arkiv förlag 2025

Pandoraserien XXXIII

FÖRSLAG PÅ KÄLLANGIVELSE:

Jansson, Måns (2025) "Blanda, testa och bedöma. Om sinnligt arbete och förhandlingen av sensorisk kunskap i 1700-talets metallhantverk", i Ingemar Pettersson & Daniel Normark (red.), *Sinnen i arbete*, s. 35–58, Lund: Arkiv förlag, <https://doi.org/10.13068/9789179243968>.

Det här kapitlet ur en e-bok från Arkiv förlag distribueras fritt över internet genom *open access*. Titeln finns också tillgänglig i tryckt utgåva med ISBN: 978 91 7924 395 1.

Verket är upphovsskyddat enligt en upphovsrättslicens från Creative Commons: Erkännande-Ickekommersiell-IngaBearbetningar, som medger ickekommersiell användning och spridning i oförändrat skick så länge källan anges.

Arkiv förlag · Box 1559 · 221 01 Lund · BESÖK Stora Gråbrödersgatan 17 a
046-13 39 20 · arkiv@arkiv.nu · www.arkiv.nu

© Författarna/Arkiv förlag 2025

E-boksutgåva (PDF) 2025

Beständig länk till hela boken: <https://doi.org/10.13068/9789179243968>

ISBN: 978 91 7924 396 8

ISSN: 1404-000X

I. Blanda, testa och bedöma. Om sinnligt arbete och förhandlingen av sensorisk kunskap i 1700-talets metallhantverk

MÅNS JANSSON

När direktören Lars Harmens beskrev arbetet vid Vedeväg och Kvarnbacka manufakturverk 1727 uppehöll han sig ett tag vid härdningen av stålsmidan, såsom knivar. Det var ställt utom tvivel, menade han, att stålet kunde bringas till ”fullkommelig hårdhet”, ett arbete som dock krävde förtrogenhet med att anpassa kyla och hetta, ”hwarutinnan största hemligheten af all härdning består”. Om smeden alltför snabbt stack ett ”glöd hett” arbetsstycke i vatten ”så blir det wäl hårdt, men spricker gärna”. Ett föremål som sakta avkyldes till en ”blodröd färg” innan det doppades i vattnet blev i stället segt och mindre benäget att spricka. Än mer seghet kunde adderas med hjälp av andra metoder, exempelvis genom att stålämnet upphettades igen så att det ”då det uttagas blått anlöper”.¹

Harmens betonade att ”en habil mästars arbete” till stor del vilade på en sinnesanknuten förmåga att tillämpa rätt metod. Denna kompetens omfattade också en betydande ”naturkunnighet”, det vill säga erfarenheter av de arbetade metallernas skiftande egenskaper. Vid Vedeväg framställdes både smältstål (även kallat råstål) av tackjärn och brännstål av stångjärn, vilka bättrades på genom så kallad garvning för att erhålla rätt hårdhet och jämnhet. Det var sedan upp till varje mästare att sortera ut och bearbeta stålet för sina behov, och yrkeserfarna smeder torde ha varit

Forskningen som ligger till grund för detta kapitel har finansierats av Handelsbankens forskningsstiftelser (Jan Wallanders och Tom Hedelius stiftelse samt Tore Browaldhs stiftelse), P2017-0114:1. Ett särskilt tack till Boel Berner, Daniel Normark och Ingemar Pettersson för konstruktiv läsning och värdefulla kommentarer.

väl bekanta med det faktum att även till synes bra material kunde dölja spår av såväl ”elack beredning” som en nyckfull natur i form av invärtes ”felachtigheter”.²

Att sinnesbaserade färdigheter och kunskaper om den av Gud givna naturen var att betrakta som metallarbetets grunder, och därmed som viktiga delar i en allomfattande hushållning, betonades också av andra skribenter.³ Bergsmekanikern Christopher Polhem uppmanade blivande manufakturister att lära sig hantverket ”med egna händer”, snarare än att förkovra sig i ”Theoretisk kunskap”. Den som tillägnade sig ”konsten eller handalaget” kunde dessutom ”se en annan på fingren”, det vill säga granska och – om nödvändigt – korrigera arbetsinsatser.⁴ Detta var av stor vikt eftersom många betraktare tyckte sig ana en böjelse hos hantverkare att undanhålla metoder och knep för utomstående, ett hemlighetsmakeri som i värsta fall syftade till att överskylla inkompetens eller fuskeri.

Spänningen mellan hävdad yrkesskicklighet och kontroll framträder även tydligt hos ekonomiprofessorn Anders Berch. Varje hantverk fordrade, menade Berch, en ”wiss förnuftets upmärksamhet” och ”wissa kropsens rörelser”. Samtidigt krävdes en noggrann arbetsfördelning, eftersom alla de färdigheter som nyttjades vid ett råämnes förädling ”swärligen står til att förmoda hos en person”. En ”fördelning och *Classification*” skulle således försäkra att varje yrkesman förblev ”wid den konst och slögd, som han enkannerligen förstår och förwärfwat sig handlag uti”.⁵

Den här diskussionen belyser länkarna mellan vardagliga hantverksprocedurer och skapandet av en allmängiltig propositionell kunskap eller, mer förenklat, mellan materiell produktion och kunskapsproduktion.⁶ Dessa förbindelser fick en alltmer framträdande betydelse i 1700-talets Sverige. Det intresse av att beskriva metallarbetet som förenade Harmens och Polhem var del av en bredare rörelse, påmanad av frihetstidens nyttoinriktade ekonomiska politik. Harmens berättelse var ställd till Bergskollegium, ett viktigt statligt kontrollorgan som även sörjde för spridningen av tekniska nyheter och metallurgiska rön. Att metallförädlingen var en angelägen näringsgren framgår även av de uppsatser i ämnet som från århundradets mitt inlämnades till Kungliga Vetenskapsakademien. Flera nyare studier har därtill belyst samspelet mellan administrativa och akademiska miljöer under den här perioden, med betoning på sociala nätverk och praktiktära samarbeten inom kemins och mineralogins fält.⁷

Statliga satsningar och framväxten av en vetenskapligt-administrativ expertis kan också kopplas till produktionsmässiga förändringar i 1700-talets metallsektor, exempelvis en expanderande stål- och manufakturillverkning.⁸ En vidgad förståelse av denna utveckling fordrar dock även undersökningar av den arbetsrelaterade interaktion som utgjorde en viktig grund för lärande och innovation. Jag vill hävda, i linje med resultaten från internationell forskning, att vi under århundradets senare hälft ser en utveckling där hantverkskunnandets former och funktioner blev föremål för ett intensifierat beskrivande och begreppsliiggörande.

I det här kapitlet belyser jag att denna process vilade på en utbredd försöksverksamhet som involverade såväl akademiskt lärda och tjänstemän som fabrikörer och hantverkare. I centrum för många tester och diskussioner stod de sinnesanknutna färdigheter som användes för att bedöma kvalitet och genomföra olika arbetsmoment. Jag arbetar med två exempel som tillsammans lyfter fram nya perspektiv på det äldre metallhantverket. Först studerar jag skapandet av legeringar, ett område som utmärktes av en tilltagande variation under 1750- och 1760-talen. Främst diskuteras mässingsliknande – gula och röda – metaller, men jag gör även jämförelser med diverse andra kompositioner. Sedan vänder jag blicken mot förädlingen av stål, en sektor som präglades av en likaledes innovativ verksamhet, men också av förhandlingar om olika handlag i anslutning till statligt uppmuntrade försök att förbättra arbetets organisering. I dessa två avsnitt analyseras sambanden mellan användandet av sensoriska kunskaper och försöken att formulera och sprida nyttigt vetande inom metallsektorn. Först vill jag dock precisera ett par begrepp som vägleder utforskandet av hantverksarbetets samtidigt sinnliga och sociala natur.

Outsagd kunskap, mötesplatser och hybrida experter

Ekonomisk-historisk forskning har återkommande pekat på betydelsen av ”traditionell hantverksskicklighet” i 1800-talets framväxande metallindustri. Enligt Maths Isacson och Lars Magnusson utmärktes en sådan kompetens av ”kombinationen av en praktiskt inlärd ’manuell skicklighet’ och ’självständighet’; föreningen av hand och hjärna; av planering och utförande”.⁹ Inte sällan talar man här om ”tyst kunskap” (*tacit knowledge*), ett begrepp som vunnit mark inom historievetenskaperna i efterföljden av Michael Polanyis arbeten.¹⁰ Som Sven-Eric Liedman påpekar är dock den gängse översättningen av engelskans *tacit*, ”tyst”, missledande. Snarare bör vi tala om en praktikanknuten kunskap som till stor del är

outsagd, i betydelsen av att inte vara formellt uttryckt eller beskriven, och detta eftersom ”den är så intimt förknippad med sinnena och den orientering i omvärlden som de ger”.¹¹ Pamela H. Smith har på ett liknande sätt uppmärksammat förekomsten av en ”hantverkets litteracitet”, grundad i kroppsliga arbetsprestationer, under den tidigmoderna perioden.¹²

Att kunskapen inte var tyst ter sig uppenbart vid en närmare granskning av den förindustriella metallnärigen. Produktionen var sammanflätad med flera sociala sammanhang, såsom verkstadsbaserad utbildning och produktutvärdering.¹³ Smith har därtill belyst länkarna mellan det äldre metallhantverkets metoder och de ”empiriska praktiker” som togs i bruk inom framväxande vetenskaper. Hon betonar i detta sammanhang även sambanden mellan tillverkningen av fysiska föremål, sinnesbaserade erfarenheter av de bearbetade materialen och skapandet av ”generaliserad, replikerbar och överförbar kunskap om naturen”.¹⁴ Andra studier har visat att europeiska hantverkare gradvis flyttade fram positionerna när det gällde att skriftligt förmedla sina färdigheter. Paola Bertucci klarlägger exempelvis hur skickliga *artistes* i 1700-talets Frankrike kommunicerade betydelsen av ”sensorisk intelligens”, och av kroppen som ett kunskapsförvärvande medium, till en bredare publik.¹⁵

Smiths och Bertuccis arbeten är ledande bidrag i den forskning som har nyanserat traditionella beskrivningar av de vetenskapliga och industriella revolutionerna och där flera publikationer har vinnlagt sig om att belysa det Lissa Roberts och Simon Schaffer diskuterar i termer av kollektion, cirkulation och processnära reflektion.¹⁶ Gruvor och inrättningar för metallbearbetning utgör i detta sammanhang, enligt Pamela O. Long, viktiga exempel på så kallade *trading zones*. Sådana ”mötesplatser” tilldrog sig politiska intressen och investeringar, men stimulerade även tidigt till interaktion mellan akademiskt lärda och hantverkskickliga, och dessa möten främjade spridningen av utsagda kunskaper.¹⁷ Liknande iakttagelser har gjorts i studier av det tidigmoderna svenska bergsbruket.¹⁸ Länkarna mellan vetenskap, politik och hantverk är ett centralt tema också i Ursula Kleins diskussioner om ”hybrida experter”. Dessa, ofta statligt anställda, individer fick under 1700-talet stor betydelse för informationsinsamling och industriella satsningar, i synnerhet inom metallsektorn. Genom att kombinera olika metoder och röra sig mellan skilda arbetspraktiker kom de att ”personifiera nedbrytandet av äldre ideologiska gränser mellan hand och hjärna”.¹⁹

Vi talar här om en accelererande tidigmodern kunskapsproduktion där erfarenheter av tillverkningens materialitet var ett viktigt fundament.

Det bör dock sägas att de praktiker som ovan nämnda studier behandlar också präglades av spänningar och hierarkier. Hjalmar Fors och Jacob Orrje betonar att beresta tjänstemän från Bergskollegiet kom att delta i upprättandet av en omfattande statlig övervakning av de många individer som förädlade inhemska metallresurser. Det är delvis mot den bakgrunden vi bör förstå de undersökningar av arbetsprocesser och hantverks-terminologi som företogs i 1700-talets Europa, inte sällan under ledning av lärda experter.²⁰ Därmed inte sagt att förändringar inom metallnäringsen alltid utgick från en överordnad, politisk eller vetenskaplig, nivå. Vissa svenska fackmän var, likt Bertuccis *artistes*, drivande i att föra fram tekniska nyheter till myndigheter och välgörare. För att förstå betydelsen av sensoriska praktiker i metallsektorn bör vi således försöka belysa på vilka sätt hantverksskickliga individer beskrev arbetsmoment, deltog i testverksamhet och medverkade till att förflytta kunskaper.²¹

De empiriska avsnitten i detta kapitel behandlar skapandet och handhavandet av material och föremål med vardagligt påtagliga betydelser, men sätter samtidigt fokus på praktiker för testning, klassificering och kunskapsöverföring.²² Såväl tillredningen av legeringar som förädlingen av stål omfattade en trial-and-error-baserad försöksverksamhet i det dagliga arbetet. Skickliga metallarbetare medverkade emellertid också i externt – ofta statligt – initierade granskningar och samarbetade då inte sällan med både akademiskt lärda och statligt anställda. Det faktum att hantverkare regelbundet konsulterades av myndigheterna gör att det finns gott om utlåtanen att tillgå i svenska arkiv, i vilka material och metoder diskuteras. Frihetstidens myndighetsrelaterade textmassa är därtill rik på skildringar av inhemska och utländska metallförädling. De dagböcker och rapporter som under 1750- och 1760-talen författades av den statliga fin-smidesdirektören Samuel Schröder har varit viktiga empiriska ingångar för min studie. Samma sak gäller texter producerade av Schröders nära kollega, den respekterade metallurgen Sven Rinman, som var direktör för den grövre järnförädlingen (eller svartsmidet) i riket.²³

Dessa källor utgör en god grund för att belysa viktiga mötesplatser i 1700-talets metallnäringsen och analysera hur sinnesanknutna färdigheter förhandlades av olika aktörer. Min förhoppning är att härigenom bidra med djupare kunskap om hur arbetsrelaterade samarbeten mellan experter samt användandet och förflyttningen av sensorisk intelligens kom att influera de alltmer intensiva växelverkingarna mellan tillverkning, lärande och ordnande i det tidigmoderna samhället.²⁴

Blandningar och bedömningar: skapandet av legeringar

Tillredandet av legeringar fick en ökad betydelse under 1700-talets senare hälft, i takt med en växande, statligt gynnad, strävan bland hantverkare och fabrikkörer att framställa modevaror och hushållsobjekt för större konsumentgrupper, ofta genom imitation av mer exklusiva eller importerade förlagor. Produktionen hade också i flera fall starka band till utländska hantverkspraktiker, något som illustreras väl av den växande uppsättningen gula och röda metaller. I sitt *Bergwerks lexicon* menade Sven Rinman att två vanligare blandningar av koppar och zink – tombak och pinsback – i grunden var samma sak: ”Uti Frankrike förstås med *Tombak* den smidige metallen, som här i riket och uti England får namn af *Pinschback*.” Han nämnde dock flera tekniker och tillsatser, och noterade att legeringarna kunde göras mer eller mindre kulörta och smidiga, vilket indikerar att det fanns åtskilliga varianter.²⁵

Vissa fackmän tycks, i linje med iakttagelserna ovan, ha samlat på sig betydande kunskaper utomlands. När Hartwich Losch fick privilegium för nippertillverkning 1755 framhölls det att han hade lärt sig ”gjuta, smida och cicelera, samt förfärdiga” föremål i pinsback, tombak och vitkoppar genom arbete i brittiska och franska verkstäder. Losch uppgav själv inga exakta metoder, men betonade senare att han hade kommit över ”innerliga och hemliga arbetsätt” och därmed lärt sig såväl ”en smakelig modellering” som ”ett lätt och qwickt exequerande”.²⁶ Med grund i andra källor kan vi sluta oss till att de förvärvade färdigheterna förutsatte en diger erfarenhet av olika materialkombinationer. Rörande vitkoppar framhöll Rinman att somliga kompositioner lämpade sig särskilt väl för bearbetning och att ett lyckat resultat vilade på små variationer i sammansmältningen. Koppar blandad med lika mycket platina blev förvisso vit, men dessvärre ”skör och ganska hård”. Med en mindre mängd platina blev blandningen i stället ”mindre hvit, men tillika smidig” och fick därtill de goda egenskaperna ”at intet anlöpa i luften, eller svärta händerne”, vilket gjorde den mer tjänlig att använda.²⁷

Mässingsgjutaren Anders Dahlström framhöll på ett liknande sätt att han hade inhämtat värdefull kunskap under tre års arbete i Paris på 1740-talet. Efter hemkomsten hade han dessutom betalat två franska metallhantverkare i syfte att tillägna sig fler yrkesknep, såsom ”konsten at försilfra och förgylla”.²⁸ Även rörande sådana processer kan vi med vägledning av Rinman dra slutsatsen att arbetet var grundat i nyttjandet av taktila och visuella färdigheter. Vid förgyllning av stål använde man exempelvis helst en fernissa som ”finnes häfta mot fingret, utan att klibba

wid”, på vilken blodguld fästes med hjälp av bomull eller sämsk och ”med wanligt Målare handlag”. Arbetsstycket skulle sedan värmas till dess ”Stålet löper an med blå färg: wid hwilken hetta Gulldet också starkast fästes och får hög Couleur”.²⁹

Loschs och Dahlströms bedrifter visar på betydelsen av ett verkstadsbaserat lärande där hantverkarnas kroppar var oumbärliga medier i cirkulationen av kunskap. I en större kontext av ”intelligent resande” bör det dock noteras att även statliga tjänstemän utförde viktiga insatser för spridningen av arbetsmetoder.³⁰ Under sin studieresa, när han vistades i Paris, lyckades Samuel Schröder sluta avtal med en förgyllare, mästare Crotzenger, om att denne mot betalning skulle lära ut ”konsten at sätia couleuren på Koppar och Metallarbete”. Den blivande direktören beskrev processen i sin dagbok: gjutna och filade föremål skulle upphettas till ”körsbärsfärg”, blötläggas, torkas och putsas, och slutligen ”antaga färgen”. I det sista steget behandlades arbetsstyckena först med ett bindemedel och sedan med en fernissa. Schröder nedtecknade alla ingredienser, men framhöll också vissa viktiga handlag och sinnesbaserade praktiker. Om bindemedlet skrev han: ”strykes deraf med en Bårstpensel på arbetet; med en annan torr pensel, som arbetaren tillika håller i handen, stryker han [...] jämt öfwer alt”. Vidare kunde komponenterna i fernissan vägas eller tagas ”efter ögnemåttet ungefärligen”.³¹ Sådana kommentarer belyser ambitionerna att förstå de hemliga arbetssätt som återopades av beresta fackmän. Härvidlag finns det likheter med försöken att visualisera hantverksarbete, såsom förgyllning, i encyklopediska verk (se bild 1:1 på nästa sida).³² Erfarenheter från utländska verkstäder användes därtill i granskande syften. När Schröder 1761 underrättades om en engelsk fernissa för färgning av koppar och mässing noterade han att processen var ”wäl grundad och kommer i det närmaste öfwerens” med den han själv lärt sig i Paris.³³

Hänvisningar till erkända tekniker och blandningar nyttjades också för att framhäva inhemska innovationer, vilket är tydligt rörande gulmetaller. Abraham Arfwedson anhöll 1757 om ett *privilegium exclusiva* för en ”aegyptisk” (egyptisk) metall, vilken senare kom att komponeras och sammansmältas i handelsmannens dosfabrik av nipperarbetaren Johan Fredrik Ulfström: ”En sort är af hög couleur och liknar Pistolett guld, en del något gulare til färgen och liknar förgylt silfwer”, menade Schröder.³⁴ Att metallen skulle ”i det närmaste kunna efterapa guldets färg”, med Rinmans ord, var viktigt vid tillverkningen av moderiktiga föremål som tobaksdosor och resetuier, och Arfwedson var inte ensam om att efterfråga statligt stöd.³⁵ Kapten Carl Adolph Grubbe ansökte samma år om



Bild 1.1. Arbete i en metallförgyllares verkstad, samt tillhörande utrustning och verktyg. Källa: Denis Diderot & Jean le Rond d'Alembert, *L'Encyclopédie*. [45], *Artisans au 18ème siècle* (Paris: 1751–1780), *Doreur, Sur Métaux, PL. I*. Bibliothèque nationale de France.

premium för en ”Röd eller Gul Metall”, och betonade sin ambition att producera något ”som til färgen liknade guld efter Engelska sättet legerat”. Arbetet hade utmynnat i en fin och tät komposition som ”under en habil arbetares hand admitterar en lika fin politure med Pistolet- och Cron guld”. Kommerskollegiets ledamöter var dock inte övertygade, utan uppmanade Grubbe att ”upgifwa alla ingrediencerne” samt att ”wisa handgrepen” som krävdes vid tillredningen. Troligen var mässingsgjutaren Dahlström, i vars verkstad metallen sammansmältes, minst lika väl lämpad att ge sådana upplysningar.³⁶

Kollegiets anmaningar till Grubbe pekar på den vetenskap som fanns, även på myndighetsnivå, om betydelsen av sensoriska färdigheter i skapandet av legeringar, men vi kan även notera ett visst tvivel rörande kompositionen. Liknande spänningar framträder i lärda texter. I en skrift till Vetenskapsakademien påpekade proberaren i Bergskollegium, Henrik Theophil Scheffer, att tillredningen av pinsback länge varit ”et större arcanum, än den verkligen är”. Enligt Scheffer bestod blandningen alltid av koppar och zink, ”men uti olika proportioner emot hvarannan, och på olika sätt sammansatte”. Rinman höll med om att ”ganska mycket varit konstladt” gällande blandningen, främst i fråga om metallernas rening. Att det krävdes rena metaller, och därmed en betydande naturkunnighet, för att erhålla pinsback var författarna dock ense om: kopparen – ”af högröd färg” – skulle vara fri från svavel, medan zinken inte fick vara ”smitad med bly, som skämmer både färg och smidighet”.³⁷

För att komma fram till sådana rön krävdes upprepade tester, vilka engagerade både tjänstemän och hantverkare. Vissa Stockholmsverkstäder blev viktiga noder för förhandlingen och cirkulationen av kunskap, något som ter sig naturligt om vi beaktar att det var där som legeringarna komponerades och användes av yrkesmän som Ulfström och Dahlström. Det var till den senares gjuteri som Schröder begav sig i september 1757 för att granska Grubbes metall å Kommerskollegiets vägnar. Schröder åså smältningen och fann att legeringen bestod av koppar, *tutia* (zinkoxid) och ”nägra vegetabilier”. Han hade vid tiden för besöket även gjort egna försök med blandningen, ”å dess färg, smidighet, förhållande [och] beständighet i Elden”. Liknande tester hade genomförts med Arfwedsons egyptiska metall. Den smälte enligt Schröder ”i samma grad af hetta som messing, finnes dock ju rödare ju hårdsmältare”. Därtill höll den färgen bättre än tombak och mässing, även om den ”under gnidning swärtar något såsom silfwer, samt gifwer äfwen då någon luckt ifrån sig”. Överlag hade dock den egyptiska metallen flera fördelar framför andra

blandningar, ”så til smidighet som färg och någorlunda beständighet”. Grubbes komposition fick, efter försöken i Dahlströms verkstad, inte samma goda omdöme. Schröder menade att den inte gick att skilja från en redan befintlig komposition av koppar, zink och galmeja, det vill säga pinsback, och därför inte kunde anses vara en ny uppfinning.³⁸

Uppfinnare kunde emellertid också anordna granskningar i syfte att samla stöd för inlämnade ansökningar. Sommaren 1757 lät Grubbe sin legering testas av tre metallarbetare samt av fabrikören Johan Erland Schnack, vilka snart återkom med goda intyg. Testutförarna hade framställt diverse föremål av gulmetallen och kunde således uttala sig om dess kvalitet och utseende under tillverkningsprocessens olika steg. Metallarbetarna menade att den var ”ganska fin och tät”, samt ”ganska seg, så at han med mycken facilitet låter sig hamra och sträcka, utan ritsor eller flagor”. Schnack använde, i samma betydelse, omdömet ”traitable”. Metall- len kunde också lödas, poleras och förgyllas, och den behöll sin färg och glans i dagligt bruk.³⁹ Liknande försök gjordes med andra metallblandningar, och även i dessa fall förlitade sig de anlitate fackmännen på sinnesbaserade undersökningsmetoder. År 1756 fick exempelvis medaljmakaren Engel Hartman i uppdrag att utvärdera en nyuppfunnen tombak från Nyköpings mässingsbruk och framhöll att den var behändigt ”miuk” men dessvärre saknade en ”hög Coleur”. När legeringen senare testades av Stockholms gördelmakare visade den sig i jämförelse med mässing vara ”något rödare til färgen” samt ”mycket smidigare och segare”, men den flagnade under upphettning och blev ”för mycket röd” av förgyllning.⁴⁰

Sensoriska bedömningar var betydelsefulla även i de fall då testandet involverade andra lokaler och aktörer. År 1758 konsulterades det statliga Kontrollverket för att utröna om Petter Åbergs nya tennblandning var jämförbar med engelska förlagor. Med vägledning av de försök som gjordes med tenngjutarens insända prover, troligen i verkets proberkammare, konstaterade man att blandningen var likvärdig med den engelska i fråga om tyngd, hårdhet och smidighet. Den var dessutom ”til klangen” överensstämmande, ”nästan Silfwerlikare”, och mer beständig vid upphettning. Den sistnämnda egenskapen berodde på tillsatsen i tennet, vilken Åberg menade också kunde ökas på för att få vackrare och ”mer klingande” arbeten. Vilka komponenter det rörde sig om ville han emellertid inte avslöja.⁴¹ Andra fackmän var mer tillmötesgående gentemot myndigheterna när det gällde att beskriva de arbetsmetoder och den sensoriska intelligens som användes i utforskandet av olika materialkombinationer. I en rapport till Kontrollverket meddelade silversmeden Peter Flodberg

tre kompositioner som motverkade den hälsovådliga tillsatsen av bly i tenn samt vid kopparförtening, och han redogjorde då för både ingredienser och blandningssätt. Av rapporten framgår även hur sinnena nyttjades för att bedöma legeringarnas kvaliteter. Beträffande en blandning av blocktenn och stål noterade Flodberg att den ”fanns äga nästan lika hårdhet med glödgd koppar; har gällare klang och mörkare couleur än Tenn, men swärtar i det närmast lika”.⁴²

Insatserna för att blanda, testa och diskutera gula och röda legeringar belyser på ett än mer målande sätt hur undersökande praktiker bidrog till kunscapscirkulation i metallnäringsen. Våren 1759 informerades Kommerkollegium om nya försök med Grubbes metall. Proberaren Scheffer betonade att upphovsmannen nu personligen sammansmälte legeringen, i närvaro av ett kommersråd, en assessor och Scheffer själv. Den sistnämnde antecknade alla ingredienser – koppar, galmeja, ”Gemena bönor”, vinsten och salpeter – samt två möjliga blandningssätt. Oavsett metod förutsatte arbetet en kännedom om ämnenas, särskilt kopparens, förändrade egenskaper under smältningen. Scheffer menade i det ena fallet att ”man ser att kopparen står quick innunder” och i det andra fallet att ”när man med ett jern rörer om [...] känner att kopparen är wel smält”. Proberaren nöjde sig dock inte med detta, utan uppgav också tre modifierade blandningar som han troligen själv hade tillrett och jämfört med Grubbes metall: en med koppar, galmeja och kolstybb; en med koppar och zink; en med koppar och mässing. Också i dessa fall förutsatte tillredandet en diger sensorisk kunscapsbas. Rörande den första legeringen skulle man exempelvis tillse att galmejan ”luchtar intet af Swafwel”, och när komponenterna lades i en degel var det viktigt att de ”tryckes litet tillsamman, men packas icke hård”. Då den ”liusblå gallmey-lågan” sedan visade sig under smältningen gällde det att öka syretillförseln så att ”ugnen ger en snäll hetta” till dess man med ett jern kände att all koppar var flytande och kunde förena sig med övriga ingredienser.⁴³

Det mest intressanta i rapporten är dock en mer generell anmärkning. Scheffer framhöll att hans noteringar förvisso kunde vara till nytta för andra, men att det enbart var hantverkare som kunde avgöra ifall någon av de uppgivna legeringarna var mer fördelaktig: ”de som arbeta sådana metaller, hafwa därpå tillfälle att göra försök efter dessa beskrifningar om de finna någon skildnad i metallens arbetande eller i bruket, då de kunna nyttia den bästa, eller den som fås med minsta kåstnad och lättaste arbete”.⁴⁴ Jag har i detta avsnitt satt fokus på just sådana undersökningar som Scheffer efterlyste. Skapandet av legeringar involverade en bred upp-

sättning av aktörer och mötesplatser, och jag har försökt visa att verkstadsbaserade tester och arbetsnära förhandling av sensoriska färdigheter var centrala inslag i dessa processer.⁴⁵

De ovan diskuterade aktiviteterna gav viktiga tillskott till en överlappande statlig och vetenskaplig kunskapsproduktion, med rapporter och tryckalster författade av hybrida experter som Rinman och Scheffer. För att mer ingående belysa hur material och metoder diskuterades och utvärderades samt hur outsagda kunskaper nyttjades och cirkulerades i metallnäringsen måste vi dock – i linje med Scheffers yttrande – även belysa bruket av metaller. Därför riktar jag nu blicken mot ett annat område som präglades av innovativ aktivitet under 1700-talets andra hälft: stålförädlingen.

Tester och omdiskuterade handlag: den mångfasetterade stålförädlingen

Under 1700-talet blev utbudet av stål mer varierat, en utveckling som kan knytas till såväl förbättrade produktionsmetoder och kunskapspridning som en stigande efterfrågan bland både yrkesutövare och privatpersoner. I en studie av den brittiska stålsektorn menar Chris Evans och Alun Withey att stål alltmer kom att framstå som ett ”multifunktionellt material”. Liknande framsteg gjordes i Centraleuropa, där svenska resenärer som Sven Rinman observerade ett nyansrikt landskap av tillverkning, förädling och varucirkulation.⁴⁶

Under ett besök i den tyska orten Remscheid 1747 intresserade sig Rinman för de processer genom vilka smältstål anpassades till ”särskilda bruk” och framhöll att smedernas ”förnämsta wettenskap” bestod i att sortera och garva (välla samman och räcka ut) stål- och järnstänger med olika kvaliteter. En beskrivning nedtecknad vid Sollefteå bruk 1754 betonar på samma sätt garvningskonsten, förmågan att ”känna hwart och ett slag, samt blanda [...] miukt och hårdt tillhopa” så att stålet erhöll önskade egenskaper. Sådan kunskap fordrade en ”lång öfning och Experience”, enligt Rinman, även om vissa ”reglor och kännemärcken” kunde iakttas. I sorteringen nyttjades känseln för att bedöma kvalitet. För fina eggjärn valde man ut stålstänger som ”uti kanten äro tämligen släta, jämna och intet kännas hwassa eller skråfliga”, medan material avsett för grövre varuslag ”kännes emot fingret hwast, liksom fullsatt med små uplupne taggar eller fiäll”. I det fortsatta arbetet gav materialets utseende likaledes viktiga upplysningar. Ett hårt stål var efter härdningen ”i brottet hwitgult, med jämn och fin grainur eller sand”, skrev Rinman,

medan promemorian från Sollefteå i stället framhöll att det hade en ”glänsande fin liusblå sand”.⁴⁷ Enligt den bereste övermasmästaren Bengt Qvist Andersson utmärktes brittisk stålbränning av jämförelsevis mindre intrikata kontroller, eftersom man främst litade till de goda kvaliteterna hos vissa stångjärnssorter. Stålbrännarna tycktes dock, noterade Qvist, alltid ha ”en viss upmärksamhet uppå eldsfärgen inuti ugnen”, och i sorteringen var man fortfarande tvungen att ”granska hvarje stång”.⁴⁸

Dessa bedömningsmetoder framstår som högst relevanta om vi ser till de många stålsorter som producerades på platser som Remscheid. En liknande utveckling tog form i den svenska stålsektorn; i Sollefteå förväntades den tyske stålmakaren Christian Mähler tillverka garvade smältstål av tretton skilda slag. Rinman framhöll att ett varierat utbud främjade ett högre arbetstempo när det gällde stålets bearbetning. Om det också innebar att naturkunnigheten var mindre i slutet av produktionskedjan är omöjligt att veta, men Rinman var inte sen att betona de tyska hantverkarnas ”okunnighet at rätt hantera stålet”.⁴⁹ I så måtto var de illustrationer som tjänstemannen plitade ner i sin reserapport (se bild 1.2) inte bara en visuell klassificering av mer eller mindre intrikata metoder för att sammanlägga stål- och järnstänger. De utgjorde även en provkarta över en växande marknad, där kunskaperna om stål och dess handhavande var lika mångskiftande som materialet i sig.

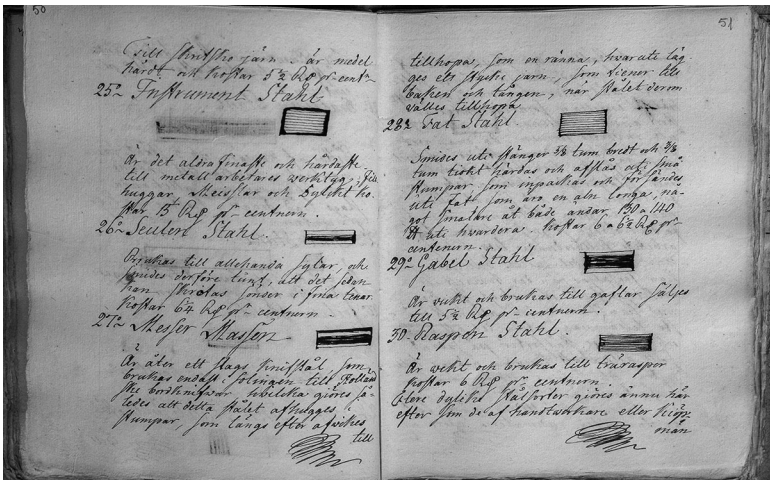


Bild 1.2. Sven Rinnmans illustrationer och beskrivningar av olika tyska garvstål, avsedda för tillverkning av bland annat mejslar, sylar, knivar och gafflar.

Källa: Kungl. Tekniska högskolans biblioteks manuskriptsamling, Bergsskolans biblioteks manuskript, K12, Kungliga Tekniska högskolans bibliotek. Foto: Petter Wallebo.

På hemmaplan kom Rinman att involveras i satsningarna på att förbättra det svenska stålets kvalitet. Under 1760-talet var han framför allt sysselsatt med att reformera brännstålstillverkningen, med inspiration från den brittiska stålindustrin, ett projekt som tog form parallellt med modifieringar av smältstålsproduktionen på platser som Sollefteå. I denna kontext hade den arbetsrelaterade förhandlingen av material och tekniker en central betydelse. Rinman menade till och med att den som ämnade "utröna stålets beståndsdelar och beskrifwa hwad det är" behövde själv ha "lagt handen" vid såväl tillverkning som förädling.⁵⁰

Av Schröders dagböcker framgår, i linje med Rinmans kommentarer, att förbättringarna av produktionsmetoder inom stålsektorn var nära sammanlänkade med en arbetsorienterad försöksverksamhet inom fin-smidets ramar. Precis som i fallet med legeringar kan vi notera att flera verkstäder i Stockholm fungerade som viktiga mötesplatser, och att de ståltester som genomfördes där ofta hade formen av trial-and-error. På hösten 1753 bevittnade Schröder de av Kommerskollegiet anordnade försöken med garvade smältstål från Vede våg och Sollefteå som genomfördes i knivsmiden Eric Engbergs smedja. Två inkallade fackmän, smeden Hilphert från Vede våg och filmakaren Campbell från Tyresö bruk, gavs i uppdrag att tillverka mejslar av utvalda stålsorter och använde i det syftet olika metoder, vilket möjliggjorde lärarika jämförelser. Campbell smidde med stenkol och fick på grund av det en alltför stark hetta, enligt Schröder, med resultatet att stålet sprack under härdningen. Hilphert använde träkol, vilket gav en lägre temperatur och ett bättre utfall. Under det fortsatta arbetet genomfördes även okulära och taktila besiktningar av materialen, i avsikt att erhålla ytterligare upplysningar. Det fjäderstål som smiddes ut av Hilphert, och sedan "härdades och bröts af", visade sig exempelvis vara "ojemt och något Jerntågit", medan klingstålet som genomgått samma procedur var "något jemnare".⁵¹

Andra exempel belyser ännu tydligare att stålförädlingen präglades av varierande erfarenheter av en heterogen uppsättning material. När filmakaren Johan Friedrich Roth klagade över bristen på bra brännstål 1752 framhöll han att inget annat material kunde nyttjas i tillverkningen.⁵² Bergskollegium uppdrog dock åt hantverkare i huvudstaden att pröva alternativa stålsorter. Knivsmiden Engberg anlätades för att utsmida "fil-ämnen" av sex olika garvade smältstål, vilka sedan testades av tre metallarbetare. Testerna visade att ett visst filstål var lämpligast; det var "segt, samt miukt uti glödningen och lätt at arbeta", menade fabrikören Hans Wester. Enligt Engberg var dock vart och ett av stålen bra "när man för-

står handtera och härda det”. I ett försök att spåra grunderna till Roths bekymmer påpekade Bergskollegiets ledamöter att filmakaren ”torde icke vara så öfwad uti härdandet af annat än brännstål”.⁵³

Dessa tester visar på vikten av sensorisk intelligens i den kollektiva produktionen av kunskap. Kvalitetsrelaterade yttranden vilade på yrkes-skickliga individers taktila och visuella undersökningar av bearbetade stålmaterial, testpraktiker som även var föremål för förhandling. Ofta fungerade Schröder som en förmedlande länk mellan testutförare, bruks-patroner och avnämare, och information rörande olika stålsorter fick på det sättet spridning. Han var också personligen involverad i att granska nyttjandet av smältstål och brännstål, varav det senare gradvis kom att framhållas som mer fördelaktigt.⁵⁴ Verkligheten var dock komplex, det framgår av uppgifter från arbetsnära diskussioner. År 1770 fick Schröder och Rinman tillfälle att utvärdera det viktiga klingsmidet vid Vira bruk, och de noterade då att det brännstål som användes förlorade ”styrka och hårdhet” när det upphettades och vällades med järn, vilket ansågs vara ett skäl till att många klingor sprack. Man genomförde därför provsmiden med andra stålsorter, såväl garvat smältstål som brännstål från den nya stålugnen i Österby. Det förra visade sig vara mest dugligt, men direktörerna menade att ”ändring uti arbets method” kunde vålla arbetarna svårigheter. De förordade i stället Österbystålet, och tillade en rad uppmaningar rörande material och arbets sätt. Man skulle välja ett stålämne som var ”tätt öfwerstänkt med små blåsor” eftersom det var mindre benäget att brista i vällhetta, och smederna förmanades att ”ej låta anlöpa klingorne högre än til högblå färg” för att de skulle bli ”hårdare och mera elasticque” samt ”tilräckeligen starka”.⁵⁵

De ovan berörda testaktiviteterna sammanförde metallnäringsens aktörer och bidrog därmed till kunskapsutbyten rörande stål som arbetsmaterial. De gav dock även upphov till diskussioner om stålförädlingens komplexa uppsättning av handlag. Vissa hantverk kom att bli föremål för den klassifikation som Anders Berch förordade, och Schröder blev som direktör ansvarig för att det inom finsmidet infördes en mer fördelaktig arbetsordning, enligt principen ”utur hand i hand”, något som också tänktes bidra till ”färdighet i hwart och ett [av] handalagen”.⁵⁶

Intresset för att forma stålförädlingens arbetsprocesser illustreras väl av en rapport från 1758, författad av de deputerade som då utsändes av Manufakturkontoret för att granska antalet handlag vid knivfabrikerna i Tunafors och Gusum. Efter att ha inspekterat arbetet i smedjor och verkstäder framhöll de att flera moment tjänade på att delas upp. Det

gällde framför allt de arbetsuppgifter som krävde ”dels en lätt och dels en tung hand” eller bedrevs ”med flere och olika wärktyg”. Smidet av bordsknivblad delades sålunda upp i grovsmide och finsmide, varav det senare kom att inbegripa redskap (sänken) för standardiserad formning. På samma sätt skulle filningsarbetarna sysselsättas med tydligt avgränsade göromål. Enligt inspektörerna handlade det om att undvika ett ”ömsande” mellan uppgifter och verktyg eftersom det gjorde arbetarens hand ”ostadig, senfärdig och ofullkomlig”. Som en kontrast definierades härdeningen, anlöpningen och riktningen av knivblad och gafflar som ett enda handlag, vilket berodde på den erfarenhet som krävdes. Den grad av hetta som ett stålämne tålde kunde nämligen enbart fastställas ”genom en viss mörkare och liusare röd färg, wid hwilken härdarens öga genom en ständig öfning nödwändigt måtte wara want”. En uppdelning av härdeningsarbetet var förvisso möjlig, men skulle då grundas på de kvalitetsmässiga skillnaderna mellan brännstål (för fällknivar) och smältstål (för bordsknivar).⁵⁷ Här ser vi en koppling till fallet med filmakare Roth, i det att härdeningen handlade om en nära bekantskap med att taktilt och visuellt bedöma vissa specifika – och för arbetet lämpliga – stålsorter.

Det skulle dröja innan idéer om arbetsfördelning fick ett bredare genomslag i metallsektorn. Diskussionerna rörande stålarbetets handlag visar emellertid att sinnesanknutna kunskaper i ökad utsträckning blev föremål för undersökningar och förhandling under den här studerade perioden, processer som ytterligare intensifierades under 1800-talets första årtionden.⁵⁸ I detta sammanhang är det viktigt att lyfta fram bidragen från hantverksskickliga individer. När Eskilstunamanufakturisten Christian Johanssén beskrev sin verksamhet 1780 betonade han vikten av en korrekt arbetsordning, men medgav samtidigt att han själv hade tvingats låta sina anställda ”flyga ifrån et giöromål til et annat”. Han nämnde dock även framstegen som gjorts rörande stålförgyllning, och menade att ”många experimenter” hade resulterat i att en av verkstäderna mer liknade ett ”Chemiskt Laboratorium”. Att sådan försöksverksamhet också präglade andra delar av arbetet framgår av de noteringar om stålpolering, särskilt den engelska metoden, som finns i Johansséns arkiv. En av skrifterna understryker att engelska arbetare brukade samma utrustning och polermedel som de svenska och att hela skillnaden därför låg i ”handgrepen, vaksamt öga, och omdöme”. Därefter beskrivs lämpliga tillvägagångssätt, i vissa fall med stor exakthet. Vid polering av urholkade föremål på vertikal skiva nyttjades till exempel ”et slags litet Tråg af läder som lill-fingret genom öglan, med tillhjälp af nästa fingren på vänstra

handen, upbär, och stundtals trycker pulfret upemot skifvan, medan de andra fingrarna af båda händerne handtera och flytta stycket”. Trots sådana ingående beskrivningar var arbetet avhängigt en diger praktisk erfarenhet: ”Alt öfrigit i detta ämne måste eftertanka och öfning tilväga bringa; ty vidare Theorie har vi icke ännu.”⁵⁹

De arbetsrelaterade anmärkningarna bland Johanssens papper uppvisar tydliga likheter med Rinmans betoning av den praktiska övningen i att handskas med stål. I Eskilstuna Fristad kom de två männen också att ha ett nära samarbete beträffande vissa former av tillverkning, såsom stålförgyllning, under 1770- och 1780-talen. De var två hybrida experter som, från skilda sociala nivåer, framhöll betydelsen av sensoriska färdigheter och testande, såväl för att frambringa förbättringar av enskilda arbetsmoment som för att bidra till en, med Rinmans ord, ”widsträkt kundskap” om metallförädlingens processer.⁶⁰ Denna rörelse involverade, som vi har sett, även andra aktörer och mötesplatser. Förhandlingen av stålsorter och utsagda arbetsätt i Stockholmsverkstäder och klingmedjor samt vid knivfabriker bidrog både till en intensifierad kunskapsirkulation och till växande ambitioner att organisera arbetet på effektivare sätt. De undersökande aktiviteterna var dock alltjämt grundade i det kroppsliga erfandet av ett mångsidigt material.

Sensoriska kunskaper i en föränderlig metallnärings

Att traditionell hantverksskicklighet kom att bestå inom 1800-talets verkstadsindustri har återkommande betonats i forskningen.⁶¹ Vi vet betydligt mindre om hur praktiska, utsagda, kunskaper användes i tidigmodern svensk produktion. I detta kapitel har jag vänt blicken mot 1700-talets metallhantverk, utan att för den delen enbart diskutera hantverkare. Snarare har min ambition varit att undersöka tillverkning, lärande och ordnande under en period då metallförädlingen präglades av viktiga förändringar, och att göra det genom en analys av sambanden mellan sensoriska praktiker och försöken att formulera och sprida nyttig kunskap. Denna målsättning ligger väl i linje med nyare studier. Historiker som Paola Bertucci har belyst hantverkarens aktiva roller i att testa ny teknik och lyfta fram betydelsen av sensorisk intelligens, medan andra har betonat det arbete som utfördes av hybrida experter.⁶² Här bör även studier av mobilitet och kunskapande i det svenska bergsbruket nämnas.⁶³ Detta kapitel visar att det finns goda möjligheter att föra sådan forskning ytterligare framåt.

I kapitlets två empiriska avsnitt har jag åskådliggjort aktiviteter och mötesplatser som till stor del har lyst med sin frånvaro i svensk forskning. Skapandet av legeringar och förädlingen av stål visar hur utsagda kunskaper användes i tillverkningen av vardagliga material och föremål. Därtill har jag uppmärksammat betydelsen av sinnesbaserade praktiker när det gällde att undersöka och utvärdera uppfinningar och materialmässiga nyheter. Genom att sätta fokus på olika former av testverksamhet har jag velat nyansera bilden av det tysta hantverkskunnandet. Vi har sett att verksamhetsnära möten och kollektiva försök inte bara sammanförde hantverkare, tjänstemän och akademiskt lärda. De gav också upphov till förhandlingar om material och produktionsprocesser samt om de erfarenhetsbaserade (främst taktila och visuella) övningar som nyttjades för att bedöma kvalitet och genomföra olika arbetsmoment. Verkstaden framstår som en viktig *trading zone*, en plats för dialog och lärande, men jag har även försökt visa att tillämpningarna av sinnligt förbundna procedurer ofta ingick i större processer av kunskaps-cirkulation. Ett sådant perspektiv låter oss bättre förstå dels den fysiska och sociala förflyttningen av färdigheter och idéer, dels sambanden mellan den sensoriska intelligensens aktiva användning och formuleringen av mer allmängiltig kunskap.

Aktiviteter som jag har diskuterat i kapitlet var dock inte fria från hierarkier och spänningar. Nyttan med den klassificering av handlag som genomdrevs vid smidesfabriker under 1750- och 1760-talen ifrågasattes exempelvis säkerligen av många hantverkare. Här finns det en risk att ett onyanserat fokus på hybriditet och expertis skymmer det faktum att individer som Samuel Schröder och Sven Rinman först och främst företrädde en statlig kontrollorganisation.⁶⁴ Många av de tester och inspektioner som jag har tagit upp var också nära kopplade till en allestädes närvarande myndighetsutövning. Med detta sagt har vi också sett att utsagda färdigheter nyttjades av hantverksskickliga individer för positionering gentemot lärda experter och andra fackmän. Därtill har jag visat att det faktiskt ofta var frågan om konstruktiva möten, där tjänstemän och hantverkare utbytte erfarenheter och lärde av varandra.⁶⁵ Ytterligare forskning på detta område kan tillföra fler värdefulla insikter rörande samspelet mellan det arbetsnära kunskapandet inom hantverk och manufaktur-industri och den statliga expertisens utveckling under frihetstiden.

Ur ett teknik- och vetenskapshistoriskt perspektiv har jag i detta kapitel visat att empiriska uppgifter om hantverksrelaterade processer, såsom provtillverkning och produktutvärdering, bör ses som viktiga komplement till upplysningserans vetenskapliga publikationer. De åskådliggör

betydelsen av sinnenas arbete och en praktiskt inövad materialkännedom – handlag och naturkunnighet – vid en tid då intresset för att förstå och beskriva ”de från alla tre naturens riken utbrackte rå ämnens beredande och tillämpning för hushållning, fabriquer, konster och handtverk” gradvis ökade. Det var sådan kunskap som Rinman, med intryck från tyska författare som Johann Beckmann, i sitt *Bergwerks lexicon* beskrev som ”Technologie” – en term som senare spreds och omdefinierades i takt med en tilltagande industriell utveckling.⁶⁶ Genom att skildra både beredande och tillämpning har jag givit inblickar i några av de lärandeprocesser och kollaborativa aktiviteter som banade väg för en växande medvetenhet om de utsagda kunskapernas former och funktioner i metallnäringsen.

Noter

1. Lars Harmens, "Berättelse, om Wedwog och Qwarnbacka Jern och Stål Manufacturie, Upsatt år 1727", avsnitt 2, Bergskollegium, huvudarkivet, E2i:3, Riksarkivet Stockholm (RAS).
2. Harmens, "Berättelse", avsnitt 2.
3. Se även Göran Rydén, "Balancing the divine with the private: The practices of Hus-hållning in eighteenth-century Sweden", i *Cameralism in practice. State administration and economy in early modern Europe*, red. Marten Seppel & Keith Tribe (Woodbridge, 2017).
4. Christopher Polhem, *Commerce-rådet, riddaren och commendeuren af Kongl. Nordstjerne-Orden, Christopher Polhems Patriotiska testamente, eller Underrättelse om järn, stål, koppar, mässing, tenn och bly för dem, som wilja begynna manufacturer i desza ämnen* (Stockholm, 1761), s. 79f.
5. Anders Berch, *Inledning til almänna husbålningen, innefattande grunden til politie, oeconomie och cameral wetenskaperne. Til deras tjänst, som biwista de almänne föreläsningar inrättad, af Anders Berch* (Stockholm, 1747), s. 236f.
6. Se Joel Mokyr, *The gifts of Athena. Historical origins of the knowledge economy* (Princeton, 2002), s. 1–27; Lissa Roberts & Simon Schaffer, "Preface", i *The mindful hand. Inquiry and invention from the late Renaissance to early industrialisation*, red. Lissa Roberts, Simon Schaffer & Peter Dear (Amsterdam, 2007), s. XVf.
7. Sten Lindroth, *Svensk lärdomshistoria 3 Frihetstiden* (Stockholm, 1978), s. 48–63, 95–121; Anders Lundgren, "Gruvor och kemi under 1700-talet i Sverige: Nyttan och vetenskap", *Lychnos. Årsbok för idé och lärdomshistoria 2008* (2008); Hjalmar Fors, *The limits of matter. Chemistry, mining, and enlightenment* (Chicago, 2015), s. 103–119, 132–143; Hjalmar Fors & Jacob Orrje, "Describing the world and shaping the self: Knowledge-gathering, mobility and spatial control at the Swedish Bureau of Mines", i *Transnational cultures of expertise. Circulating state-related knowledge in the 18th and 19th centuries*, red. Lothar Schilling & Jakob Vogel (Berlin, 2019).
8. Carl Sahlin, *Svenskt stål före de stora götstälprocessernas införande* (Stockholm, 1931); Måns Jansson, *Making metal making. Circulation and workshop practices in the Swedish metal trades, 1730–1775* (Uppsala, 2017).
9. Maths Isacson & Lars Magnusson, *Vägen till fabrikerna. Industriell tradition och yrkeskunnande i Sverige under 1800-talet* (Stockholm, 1983), s. 25–51 (citat från s. 27 och 30).
10. Se framför allt Michael Polanyi, *Den tysta dimensionen* (Göteborg, 2013), ursprungligen utgiven 1966 som *The tacit dimension*.
11. Sven-Eric Liedman, *Ett oändligt äventyr. Om människans kunskaper* (Stockholm, 2001), s. 118. Liedman talar om "kunskap som inte uttalas" (s. 115).
12. Pamela H. Smith, *The body of the artisan. Art and experience in the scientific revolution* (Chicago, 2004), s. 8. Citat ur engelskspråkig litteratur är mina översättningar där inte annat anges. Här bör även Otto Sibums diskussion rörande "gestuell kunskap" (*gestural knowledge*) nämnas; se t.ex. Heinz Otto Sibum, "Reworking the mechanical value of heat: Instruments of precision and gestures of accuracy in early Victorian England", *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 26, nr 1 (1995).

13. Se t.ex. Lars Magnusson, *Den bråkiga kulturen. Förläggare och smideshantverkare i Eskilstuna 1800–1850* (Stockholm, 1988), s. 159–206; Patrick Wallis & Catherine Wright, "Evidence, artisan experience, and authority in early modern England", i *Ways of making and knowing. The material culture of empirical knowledge*, red. Pamela H. Smith, Amy R. W. Meyers & Harold J. Cook (Ann Arbor, 2014); Jansson, *Making metal making*, s. 118–120, 189–195.
14. Pamela H. Smith, "Making as knowing: Craft as natural philosophy", i *Ways of making and knowing. The material culture of empirical knowledge*, red. Pamela H. Smith, Amy R. W. Meyers & Harold J. Cook (Ann Arbor, 2014), citat från s. 18 och 40. Se även dens., *The body of the artisan*, s. 17–20, 142–149.
15. Paola Bertucci, *Artisanal enlightenment. Science and the mechanical arts in Old Regime France* (New Haven, 2017), s. 158–160.
16. Roberts & Schaffer, "Preface", s. XV–XXII.
17. Pamela O. Long, *Artisan/practitioners and the rise of the new sciences, 1400–1600* (Corvallis, 2011), s. 94–96, 107–112. För den svenska översättningen av *trading zones*, se Lundgren, "Gruvor och kemi".
18. Lundgren, "Gruvor och kemi"; Fors, *Limits of matter*; Måns Jansson & Göran Rydén, "Improving Swedish steelmaking: Circulation and localized knowledge-making in early modernity", *Technology and Culture*, vol. 64, nr 2 (2023).
19. Se t.ex. Ursula Klein, "Hybrid experts", i *The structures of practical knowledge*, red. Matteo Valleriani (New York, 2017), citat från s. 303.
20. Fors & Orrje, "Describing the world", s. 124–126; Linn Holmberg, "Sven Rinman's Bergwerks lexicon (1788–1789) and the emergence of mining encyclopedias in pre-industrial Europe", i *Specialized dictionaries and encyclopedias, 1650–1800. A tribute to Frank Kafke*, red. Jeff Loveland & Stéphane Schmitt (Liverpool, 2024).
21. Jansson, *Making metal making*, s. 141–210; Bertucci, *Artisanal enlightenment*, s. 17–23, 79–103, 145–175.
22. Se även Ursula Klein & Emma C. Spary, "Introduction: Why materials?", i *Materials and expertise in early modern Europe. Between market and laboratory*, red. Ursula Klein & Emma C. Spary (Chicago, 2010).
23. Schröder tillträdde tjänsten som finsmidesdirektör 1753, medan Rinman 1760 efterträdde Reinhold R. Angerstein som direktör för svartsmidet; se t.ex. Bertil Boëthius & Åke Kromnow, *Jernkontorets historia. D. 1 Grundläggningstiden* (Stockholm, 1947), s. 500–504.
24. Om behovet av att på detta sätt förankra diskussionen om hantverksskicklighet och hantverksarbete i mer övergripande, såväl politiska och samhällsekonomiska som epistemologiska, förändringsprocesser, se Bert De Munck, "Artisans as knowledge workers: Craft and creativity in a long term perspective", *Geoforum*, vol. 99 (2019).
25. Sven Rinman, *Bergwerks lexicon, författadt af Sven Rinman. Andra delen* (Stockholm, 1789), "Pinsback", s. 266. Se även Carl Sahlin, "Pinsback, fattigmansguldet", *Svenska kulturbilder Bd 2. Ny följd* (1936).
26. Kommerskollegium, beslut 9 december 1755 samt Hartwich Losch, memorial, trol. 1765, Frihetstidens utskottshandlingar (FUh), R. 3496, fol. 378–380, 382, RAS.

27. Sven Rinman, *Bergwerks lexicon, författadt af Sven Rinman. Första delen* (Stockholm, 1788), "Hvitkoppar", s. 815f.
28. Anders Dahlström, berättelse bifogad till memorial 29 februari 1772, FUH, R. 3600, fol. 255–256, RAS.
29. Sven Rinman, *Försök till järnets historia, med tillämpning för slögder och handverk, senare bandet* (Stockholm, 1782), s. 493.
30. Den citerade termen från Paola Bertucci, "Enlightened secrets: Silk, intelligent travel, and industrial espionage in eighteenth-century France", *Technology and Culture*, vol. 54, nr 4 (2013). Se även Jansson, *Making metal making*, s. 67–73, 148–169; Fors & Orrje, "Describing the world". Om hantverk och kroppsligt lärande, se Smith, *The body of the artisan*, s. 95–114.
31. Samuel Schröder, "Dagbok rörande handel, näringar och manufaktururer m.m. Ut i Danmark, Holland, England, Frankrike och Tyskland. Under verkstälde resor, åren 1748–1751 förd af Samuel Schröder", vol. II, fol. 550–554, Handskriftssamlingen, X303, Kungliga biblioteket (KB).
32. Se t.ex. William H. Sewell, "Visions of labor: Illustrations of the mechanical arts before, in, and after Diderot's Encyclopédie", i *Work in France. Representations, meaning, organization, and practice*, red. Steven L. Kaplan & Cynthia J. Koepf (Ithaca, 1986), s. 268–279; Bertucci, *Artisanal enlightenment*, s. 163–172.
33. Samuel Schröder, "Dagbok rörande directeurs-sysslan öfver jern-, stål- och metall-fabrikerne i riket af S. Schröder" (hädanefter: Schröder, "Dagbok"), vol. II, 1761, s. 62–65, Handskriftssamlingen, X283, KB.
34. Samuel Schröder, memorial 31 mars 1757, "Inlagor och memorialer [...] 1754–1771", fol. 58–60, Eskilstuna rådhusrätt och magistrat (ERM), F13:8, Riksarkivet Uppsala (RAU); Schröder, "Dagbok", II, 1759, s. 45–48. Pistolett- eller kronguld avser ett rödaktigt guld med tillsatt koppar; se Sahlin, "Pinsback", s. 143.
35. Citatet från Rinman, *Bergwerks lexicon, Andra delen*, "Pinschback", s. 264.
36. Carl Adolph Grubbe, ansökan 23 augusti 1757 samt Kommerskollegium, utlåtande 21 februari 1758, Skrivelser från Kommerskollegiet till Kungl. Maj:t (Komm. skr.), vol. 101, RAS; Schröder, "Dagbok", II, 1757, s. 229.
37. Henrik Theophil Scheffer, "Rön om Pinschbacks Metall och des tilredning", i *Kongl. Svenska Vetenskaps Academiens Handlingar för År 1760, Vol: XXI* (Stockholm, 1760), s. 291f, 302; Rinman, *Bergwerks lexicon, Andra delen*, "Pinschback", s. 264f. Scheffers rön inlämnades 1750 men utgavs först efter författarens död 1759; se Sahlin, "Pinsback", s. 148–151.
38. Schröder, "Dagbok", II, 1757, s. 227–229; Schröder, memorial 31 mars 1757, fol. 58–60.
39. Paul Gerhard Zachoun, Johan Zachoun & Jonas Öhman, intyg 11 augusti 1757 samt Johan Erland Schnack, intyg 13 augusti 1757, Komm. skr., vol. 101, RAS.
40. Schröder, "Dagbok", I, 1756, s. 23f, 139–141.
41. Kommerskollegium, utlåtande 15 augusti 1758, Komm. skr., vol. 103, RAS.
42. Peter Flodberg, rapport 10 november 1783, Kommerskollegium, huvudarkivet, FX:1, RAS.

43. Henrik Theophil Scheffer, rapport 26 mars 1759, Kommerskollegium, huvudarkivet, EXVIIIda:3, 1759, RAS.
44. Scheffer, rapport 26 mars 1759.
45. Denna betoning av verkstaden tangerar Lundgrens och Fors diskussioner om proberkammare och laboratorier som centrala mötesplatser inom fälten bergsbruk och kemi; se Lundgren, "Gruvor och kemi", s. 15f; Fors, *Limits of matter*, s. 46–52.
46. Chris Evans & Alun Withey, "An enlightenment in steel? Innovation in the steel trades of eighteenth-century Britain", *Technology and Culture*, vol. 53, nr 3 (2012), s. 556. Rörande processerna som diskuteras i detta avsnitt se även Jansson & Rydén, "Improving Swedish steelmaking". För en övergripande, begreppsmässig, diskussion rörande olika tillverknings tekniker i den tidigmoderna stålsektorn, se Sahlin, *Svenskt stål*, s. 13f.
47. Sven Rinman, "Utdrag af Beskrifningarne öfwer Någre Utländske Jern och Stål Fabriquer besedde år 1747, af Swen Rinman, Första Stycket", s. 27–31, Kungl. Tekniska högskolans biblioteks manuskriptsamling, Bergsskolans bibliotheks manuskript (BBM), K12, Kungliga Tekniska högskolans bibliotek (KTHB); "Till minnes af Mr. Mehler och Solefteå in Julio 1754", Handskriftssamlingen, D:1517, Uppsala universitetsbibliotek.
48. Bengt Qvist Andersson, "Anmärkningar uti Hwarjehanda förefallande Ämnen Samlade på Resan i England åren 1766 och 1767 af Benct Qvist Andersson", s. 67–69, BBM, D14, KTHB.
49. Rinman, "Utdrag", s. 15f, 51–53; "Till minnes af Mr. Mehler".
50. Sven Rinman, "Påminnelser wid Herr Borgmästaren Lunds Rön och anmärkningar om stål och des tilwärkning", trol. 1772, Sven Rinmans arkiv, F1K:8, Tekniska museets arkiv. Se även Sahlin, *Svenskt stål*, s. 90–95, 162f.
51. Schröder, "Dagbok", I, 1753, s. 27–33. Se även Jansson, *Making metal making*, s. 15f.
52. Johan Friedrich Roth, memorial 27 januari 1752, FUH, R. 2993, nr 226, RAS.
53. Bergskollegium, memorial 23 april 1752, med bilagda intyg, FUH, R. 2993, nr 226, RAS.
54. Se t.ex. Rinman, *Bergverks lexicon, Första delen*, "Bränstål", s. 330.
55. Samuel Schröder & Sven Rinman, rapport 1770 samt promemoria 8 juli 1770, "Inlagor och Memorialer [...] 1754–1771", fol. 185–194, ERM, F13:8, RAU.
56. Schröder, "Dagbok", I, 1754, s. 147. Se även Jansson, *Making metal making*, s. 127–131, 220–230.
57. Samuel Münchenberg, "Berättelse om nu warande tilståndet wid Tunafors, Wedewog och Gusums Manufacturier", 1758, Manufakturkontoret, huvudarkivet, D5:176, RAS.
58. Se Magnusson, *Den bråkiga kulturen*, s. 129–141.
59. Christian Johanssén, memorial 6 december 1780 (avskr.) samt "Något om Sättet at Polera Stål på Skifvor, såsom det i Engeland brukas", Enskilda arkiv, Johanssén, Christian, F4:1, Eskilstuna stadsarkiv. Det oklart huruvida den senare texten författades av Johanssén själv eller av någon annan.

60. Rinman, "Påminnelser wid Herr Borgmästaren Lunds Rön och anmärkningar om stål och des tilwärkning"; Bror-Erik Ohlsson, *Eskilstuna Fristad. Fristads-inrättningen i Eskilstuna före sammanslagningen med gamla staden 1771–1833* (Eskilstuna, 1971), s. 96–100.
61. Se Isacson & Magnusson, *Vägen till fabrikerna*; Magnusson, *Den bråkiga kulturen*.
62. Bertucci, *Artisanal enlightenment*; Klein, "Hybrid experts". Jag vill även framhålla länkarna till forskning om lärande och arbetsprocesser i det äldre hantverket; se framför allt Smith, *The body of the artisan*.
63. Se Lundgren, "Gruvor och kemi"; Fors, *Limits of matter*; Jansson & Rydén, "Improving Swedish steelmaking".
64. Se även Jansson, *Making metal making*, s. 72–73, 127–131, 220–230; Fors & Orrje, "Describing the world".
65. Se även Long, *Artisan/practitioners*, s. 94–96.
66. Det längre citatet från Rinman, *Bergwerks lexicon, Andra delen*, "Technologie", s. 969f. Se även Jan Sebestik, "The rise of the technological science", *History and Technology*, vol. 1, nr 1 (1983).