





Omslag: Porträtt av Christopher Polhem. Tekniska museets samlingar.

Titelsida: Polhems Vattenkonst. Ritad av Samuel Sohlberg 1731. Gruvkartekontorets arkiv, Kommerskollegium.

Där ej annat anges är bildmaterialet hämtat ur Tekniska museets samlingar.

CHRISTOPHER POLHEM

Konstruktör och företagare
i 1700-talets Sverige

KERSTIN WESTERLUND



INNEHÅLL

Barndom och ungdomsår ...	5
Studier ...	6
Förbättringar inom gruvtekniken ...	7
Utlandsresor ...	9
Laboratorium mechanicum ...	11
Stjärnsunds bruk ...	15
Augustin Ehrensvärds teckning ...	17
Teckningen av stora smedjan ...	18
Planen av stora smedjan ...	20
Polhems pedagogiska verksamhet ...	21
Polhem och Karl XII ...	23
Polhems fältkvarn ...	24
Polhems kända uppfinningar ...	26
Polhemsstickan ...	26
Polhemslåset ...	27
Polhemsknuten ...	27
Polhems konstige tapp ...	28
Polhems konstruktioner ...	30
Polhems broar ...	30
Modell av ett skeppsupphalningsverk ...	31
Stockholms sluss ...	32
Sammanfattning ...	33
Litteraturtips ...	35
Kronologisk tabell ...	36

A handwritten signature in black ink, reading "Christopher Polhem". The signature is written in a cursive, flowing style with a long horizontal flourish at the bottom.

CHRISTOPHER POLHEM (1661 – 1751) är en välkänd person i vår historia. De flesta har hört talas om honom. Vem var han egentligen?

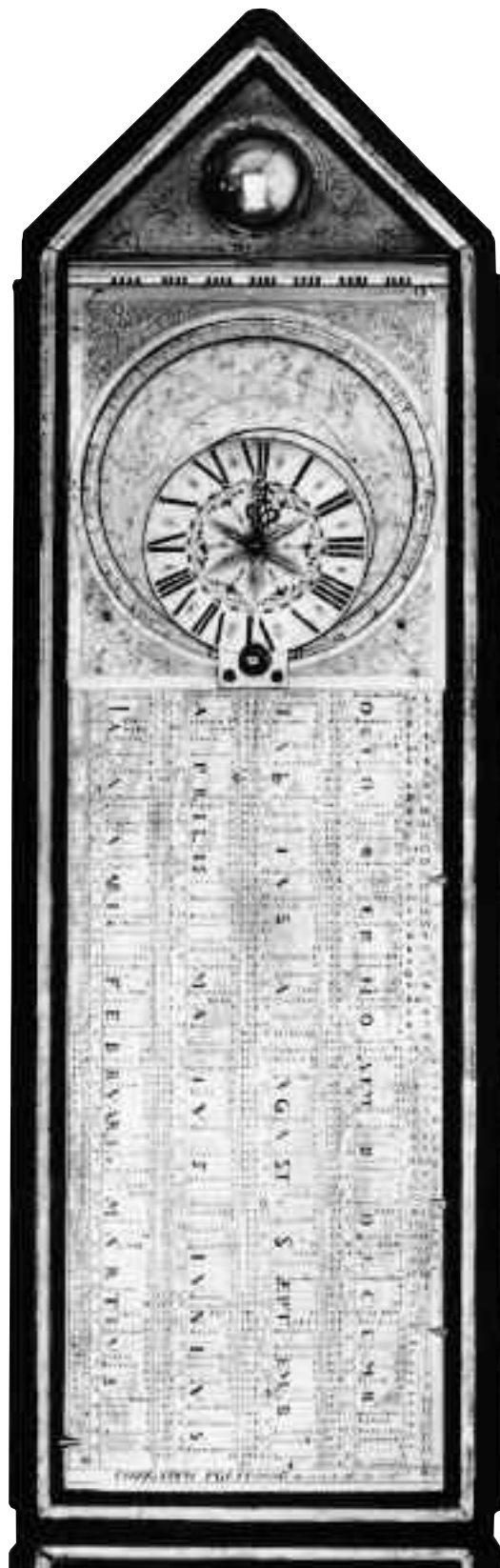
Den här berättelsen bygger på den litteratur som finns om Polhem. Jag har utgått från de olika frågor om Polhem som jag har stött på i mitt arbete under många år på Tekniska museet. Museibesökarnas intresse har givit mig anledning att studera vidare. Min ambition med denna skrift är att berätta om Polhems liv och arbete, samt om hans mest kända uppfinningar. Hans strävan att lära ut sina egna erfarenheter är också värd att lyfta fram.

Polhem levde ett långt liv under en händelserik tid i Sveriges historia. Vårt land var en stormakt i Europa under hans ungdomstid, men krigen i början av 1700-talet utarmade riket. Han fick uppleva nödåren och sedan den nya optimistiska tidsandan under frihetstiden. Polhem var själv en del av denna framstegsvänliga epok. Jag hoppas att läsaren skall få en uppfattning om den här tidens teknik och de förutsättningar som Polhem arbetade under.

Jag vänder mig främst till elever och lärare på högstadium, gymnasium och folkhögskolor. Genom kapitelindelningen med beskrivande rubriker skall det vara möjligt att snabbt kunna hämta uppgifter om händelser, begrepp och föremål från Polhems liv.

Kerstin Westerlund

Intendent vid Tekniska museet



Polbems astronomiska ur, som han tillverkade 1690 under studietiden i Uppsala.

Det visar timmarna samt solens upp- och nedgång vid ungefär 60 graders latitud. Månens olika faser visas högst upp.

Bakom urtavlan finns en rund stjärnkarta med de olika himlakropparna. Den vrider sig medsols ett varv per stjärntidsdygn. En solvisare rör sig ett varv per soltidsdygn och den anger lokal middagstid för olika platser på jordklotet.

Den nedre delen är en kalender med fyra visare som anger dag och datum, samt söndagsbokstav, vilket visar årets plats i solcykeln, den 28-årsperiod efter vilken veckodagarna återkommer på samma datum. En visare anger gyllentalet, som visar årets ordningsnummer i månncykeln. Den fjärde visar indiktion, en gammal romersk skatteräkning i 15-årsperioder, som användes även på Polbems tid.

Uret är signerat: CHRISTOPH POLHAMAR
MATH: STUID: FEC: UPS: 1690.

(Motstående sida) Visby, ur Suecia Antiqua et Hodierna, 1717.

BARNDOM OCH UNGDOMSÅR



CHRISTOPHER POLHAMMAR föddes den 18 december år 1661. Han adlades år 1716 till Polhem. Fadern var en tysk köpman i Visby som hette Wulf Christopher Polhammar och som var gift med en svenska, Christina Eriksdotter Schening från Vadstena. När Christopher var åtta år dog fadern. Modern gifte om sig med en man som tyckte att det var en onödig utgift att den nu tioårige pojken skulle gå i skola.

Hans farbror, Hans Adam Polhammar, tog då ansvar för Christopher och lät honom komma till sin familj i Stockholm. Där fick han gå tillsammans med sina kusiner i "Tyska räkneskolan" vid Tyska kyrkan. Två år senare dog farbrodern och hans änka ansåg sig inte ha råd att ta hand om Christopher längre.

Nu var han tolv år och tvungen att försörja sig själv. Han började som "smådräng" på en gård. När man märkte hans skicklighet i räkning och skrivning fick han bli fogde på en gård i Alsike, utanför Uppsala. Som fjortonåring blev han uppbördsman eller inspektör på Vansta säteri i Ösmo, söder om Stockholm. Den tjänsten hade han i tio år.

Under sin tid på Vansta blev han alltmer intresserad av mekanik och av maskiner. När han var

i sextonårsåldern inrättade han en verkstad åt sig själv. Där kunde han snickra, svarva, och smida. Han tillbringade alla lediga stunder med att tillverka verktyg och enkla maskiner. Han gjorde knivar, saxar och mera invecklade saker som klockor och stekvändare, en apparat som långsamt vänder steken över de varma glöden.

Den unge Christopher märkte snart att hans kunskaper inte räckte till för allt han ville göra. Men alla läroböcker var skrivna på latin på den här tiden. Det var inte möjligt att studera vidare utan att kunna latin. En ung präst, som köpte några knivar och saxar av honom, uppmuntrade honom till studier. Men när Christopher ville säga upp sin tjänst för att studera hånade man honom och övertalade honom att stanna kvar i sitt arbete.

En annan präst lovade att lära honom latin om han kunde göra ett ur som kunde slå hela, halva och fjärdedels timmar, visa dagen och datum samt månens ny och nedan. Christopher klarade uppgiften och fick lektioner i latin. För att komma närmare sin lärare sökte han en ny tjänst som inspektör på Fällnäs gård, som ligger på Södertörn. Men strax därpå blev prästen förflyttad till en annan del av landet och för Christopher verkade allt hopplöst en tid.



STUDIER



KYRKOHERDEN I SORUNDA, Erland Dryselius, hörde talas om den unge Christopher och fortsatte att undervisa honom i latin. Under sju månaders tid vandrade Christopher varje dag den nästan en mil långa vägen mellan Fällnäs och Sorunda prästgård. På dagarna arbetade han och på kvällarna gick han i alla väder till sin lärare, som hjälpte honom med latinstudierna.

Slutligen skickade Dryselius honom till Uppsala universitet. Professorn i matematik, Anders Spole, tog hand om Christopher. Först gav han honom ett uppdrag att laga två astronomiska ur, av vilka det ena aldrig hade fungerat. Detta arbete utförde Christopher mycket bra och fick sedan studera vid universitetet. Han fick bo hemma hos professor Spole. På den här tiden var det vanligt att studenterna var inackorderade hos professorerna.

Under tre år studerade Christopher matematik, fysik och mekanik vid universitetet. Under studietiden förbättrade han mekanismen på den stora klockan i domkyrkan. Det gjorde att när man skulle ringa i den behövdes endast fyra man mot tidigare arton.

Han tillverkade också ett astronomiskt väggur som visade solens upp- och nedgång under ett år, månens faser och "med flera curieusea inventioner", vilket betyder ungefär: "med flera märkvärdiga uppfinningar". Han tillverkade ytterligare ett sådant ur, som finns kvar än i dag (se bild sid 4).

Det mest omtalade arbetet under studietiden i Uppsala var då Christopher lagade det astronomiska uret i domkyrkan. Det hade byggts i början av 1500-talet av en tysk munk, men det fungerade inte längre. Christopher fick igång uret och det

kunde åter förevisas som en sevärdhet. Denna presentation väckte uppmärksamhet bland den tidens mekaniker.

Under sina år vid universitetet ägnade han sig både åt studier och arbete med domkyrkans ur och andra konstruktioner. Han skrev själv om denna tid att det inte blev mer än tre timmars sömn om dygnet. Han ansåg att det gick att vänja sig av med att sova så mycket och han trodde att det var bättre för hjärnan att arbeta än att sova.



Uppsala domkyrka. Ur Suecia Antiqua et Hodierna, 1717.

(Motstående sida) Blankstötspelet eller "Hakspelet", som det kallades. Kopparstick av holländaren Jan van Vianen efter en förlaga av Samuel Buschenfeldt. Ur Suecia Antiqua et Hodierna, 1717.

FÖRBÄTTRINGAR INOM GRUVTEKNIKEN



År 1690, efter studietiden i Uppsala, bosatte sig Polhem i Stockholm. Han började arbeta med konstruktionen av ett uppfodringsverk, en maskin för att ta upp malm ur gruvor. Denna hans egen uppfodringskonst, som det kallades på den tiden, var en helt ny konstruktion. Han byggde den i modell. Den var enkelt byggd, men inte som de vanliga verken och den hade flera fördelar framför de traditionella konsterna.

Samma verk förde malmen från brytningsorten i gruvan fram till schaktet, vidare genom schaktet upp i dagen och därifrån till hyttan där tunnorna tömdes genom att botten öppnades. I stället för läderlinor, som var vanligt för att lyfta tunnorna, hade Polhem gjort en särskild träkonstruktion. Drivkraften till verket skulle kunna vara antingen vattenhjul eller väderkvarn eller en körvind, som drevs runt med hästar. När det sedan uppfördes i verkligheten kom det att drivas med vattenhjul.



Polhem byggde en stor modell av sin anläggning för att kunna visa hur den var tänkt att fungera. Modellen var 9 alnar lång (drygt 5 meter). Han fick tillfälle att visa den för kungen och det behövdes tio man för att bära den stora modellen upp till slottet. Där studerade kung Karl XI konstruktionen i tre timmar. Han var mycket intresserad av den. Polhem fick i uppdrag att uppföra sitt uppfodringsverk vid Blankstöten i Falu koppargruva.

Konstmästare kallades den som hade ansvar för "konsterna", dvs maskinerna, vid en gruva. Konstmästaren Olof Henriksson Trygg vid Falu koppargruva var tveksam när det nya verket skulle byggas. Han hade rykte om sig att vara mycket kunnig. Kanske ansåg han att det inte behövdes annan kunskap än hans egen. Han utverkade tillstånd för att han själv skulle få bygga ett vanligt uppfodringsverk samtidigt och bredvid Polhems nya konstruktion. Sedan skulle dessa båda verk jämföras vid uppfodring av malm från samma djup.

Ett prov gjordes när verken var nybyggda den 1 augusti år 1694. Det visade sig då att Tryggs upp-

fordringsverk kunde hala upp 16 tunnor malm på en timme, men Polhems verk halade upp 22 tunnor på en timme.

Under arbetet vid gruvan i Falun uppfann Polhem också en pump, ett sågverk och ett borrarverk för att borra upp pumpstockar. Han gjorde dessutom en del andra förbättringar av de konster som redan fanns där. Både för Karl XI:s och för Karl XII:s schakt gjorde han uppfodringsverk med stångångar och dubbla vevar.

Den 17 februari 1698 utnämndes Christopher Polhem till "direktor öfver bergsmekniken med rang näst efter bergmästarna". Den 29 mars år 1700 blev han konstmästare vid Stora Kopparberget i Falun, sedan konstmästaren Olof Trygg hade avlidit.

Under åren 1697 – 1706 gjorde Polhem stora förbättringar inom gruvtekniken. Det var inte bara vid gruvan i Falun utan också vid andra gruvor. Han försummade delvis sin tjänst som konstmästare vid Stora Kopparberget på grund av andra engagemang, men hans rykte som uppfinnare spred sig även till andra länder.

Karl XII:s spel, som Polhem byggde år 1701. Lavering av Samuel Sohlberg 1731.



UTLANDSRESOR



KUNG KARL XI beviljade år 1694 ett resestipendium till Polhem, efter en ansökan från Bergskollegium. Kungen har egenhändigt undertecknat respaset till utrikes orter med orden: "noster Christophorus Pholhammar studio bonarum artium". Det är latin och betyder ungefär: "vår Christopher Polhammar som studerar de goda konsterna".

På den här tiden var det vanligt att unga män gjorde studieresor ute i Europa. Man reste till olika universitet och passade på att se allt möjligt på vägen. Det som var sevärt kunde variera med intresset hos de enskilda studenterna. Man utnyttjade kontakter med landsmän och lärde känna olika lärda män i andra länder. Det fanns också vissa byggnader och anläggningar som ansågs vara särskilt intressanta.

Den unge Polhems reskamrat var Samuel Buchenfeldt (1666 – 1706), som senare kom att arbeta tillsammans med Polhem vid Falu gruva med modellkammaren och med experiment för att mäta vattenkraftens energi.

Resan gick först till Holland via Tyskland och sedan till London och Oxford. I Oxford blev Polhem bekant med professorn i matematik och geometri, John Wallis, en av grundarna till The Royal Society (den engelska vetenskapsakademien).

Det var inte främst teoretiska studier som Polhem bedrev. Han var mest intresserad av att se maskiner och deras arbetssätt. I sin reseberättelse räknar han upp alla de anläggningar han har sett, såsom vädersågar, olje-, pappers-, cement-, färg-, gips-, borrh-, poler-, och reffelkvarnar, väderhamrar och smidesverk, väderkvarnar till mjöl, gryn, tobak och senap, samt tegel- och kalkbruk, silkesspinneri och spolverk samt vävstolar till tyg, sammet, band, spetsar

och strumpor. Dessutom studerade han prämar, slussar, vindbryggor, dammar, pål- och mudderverk, last- och byggnadskranar, glas- och spegelmakerier samt astronomiska ur, klock- och spelur, olika instrument och rariteter i kabinett och konstkamrar.

Efter sommaren år 1695 seglade Polhem från England tillbaka till Holland. Där blev han tvungen att vänta på pengar från Sverige en tid. Han konstruerade då ett par krigsmaskiner, som han menade skulle kunna användas i det för tillfället pågående kriget med Frankrike.

Från Holland reste han via Belgien till Paris. Han stannade inte länge i Paris, men under den vistelsen konstruerade han och byggde ett mycket invecklat ur. En kopia av detta gjordes senare av en urmakare och denna kopia fick den turkiske sultanen som present.

Resan hem gjorde Polhem över Basel, Leipzig, Freiburg och därefter till Dresden där han besökte den "stora konstkammaren", en modellsamling som var nygrundad vid den här tiden. Sedan for han norrut genom Danmark.

Polhem gjorde inga ritningar eller skisser under sin resa, men det verkar som om han hade ett oerhört bra minne där han lagrade sina intryck. Han kunde länge efteråt beskriva invecklade maskiner som han hade sett under sina resor. Hans få efterlämnade ritningar visar att han inte var nå-



Karl XI, ur Suecia Antiqua et Hodierna, 1717.

gon särskilt skicklig tecknare. En del av hans senare konstruktioner var kanske delvis kopior av sådant som han hade sett utomlands, men ingen kan avgöra detta med säkerhet.

Polhems uppfinningar och förbättringar inom gruvdriften väckte uppmärksamhet även utomlands. Kurfursten Georg Ludvig av Hannover, sedermera kung Georg I av England, bad Polhem att komma till hans gruvor i Harz. Han reste dit år 1707 och arbetade där en tid med att göra förslag till olika förbättringar. Några av dem utfördes redan under den tid han vistades där. Långt senare gjorde han en modell till ett sifonverk, en maskin som tar upp vatten ur en gruva. Modellen sändes till Harz.

När kurfursten blivit kung Georg I av England försökte han värva Christopher Polhem till sitt nya hemland. Genom ett sändebud i Sverige erbjöd han Polhem att flytta över med hela sin familj till London, där han skulle få ett vackert lantgods utanför staden och god lön för sina tjänster. Ett liknande anbud kom från tsar Peter i Ryssland, men Polhem avböjde båda anbuden av kärlek till sitt fädernesland, som han själv uttryckte det. Det finns bara hans egna ord om detta, inga andra dokument finns bevarade.

Ur Atlas Maior, vol 1, Joan Blaeu, Amsterdam, 1662.
FOTO KUNGL. BIBLIOTEKET



LABORATORIUM MECHANICUM



I RESEBERÄTTELSEN till Bergskollegium vid hemkomsten hösten 1696 lade Polhem fram idén om att det skulle inrättas ett mekaniskt laboratorium

"till allehanda modeller af maskiner och konstverk". Detta för att unga, tekniska begåvningar skulle kunna lära sig hur allt fungerar och för att konungen och "andra höga överhetspersoner" skulle få se allt underbart och märkvärdigt. Dessutom skulle utlänningar på besök få se vad vi kunde göra här i landet. Mellan 8 – 10 personer skulle arbeta med dessa modeller i en verkstad och hjälpa honom själv och andra kunniga att presentera sina idéer och uppfinningar.

Med andra ord skulle det bli dels en skola för att utbilda elever och dels ett laboratorium för att ut-



Gripenheimska huset.

föra praktiska försök i mekaniken. Det skulle vara en permanent utställning av modeller där vanligt folk skulle kunna få idéer och en sevärdhet för utländska besökare.

Förmyndarregeringen för Karl XII gav sitt tillstånd den 20 april år 1697 och beviljade medel för utrustning och löner. Man skulle anställa en föreståndare, som till en början blev Polhem själv, samt en skicklig snickare "som kan arbeta efter ritning och skala" och en lärpojke. Dessutom skulle det utgå lön till en smed och en lärpojke under honom. Lokaler anvisades i det så kallade Gripenhiemska huset på Kungsholmen i Stockholm (senare Serafimerlasarettet). Där hade tidigare Urban Hjärne inrättat ett laboratorium chemicum (ett kemiskt laboratorium).

Laboratorium mechanicum blev inte så stort som man hade tänkt, men det var intressant för sin tid. Polhem var ständigt upptagen av andra projekt, framför allt av bergsmekaniska arbeten i Falun, samt av sitt manufakturverk i Stjärnsund.

Senare upphörde pengarna från staten att delas ut. Med all säkerhet flyttades modellerna till Falun på ett tidigt stadium och därefter till Stjärnsund. Samuel Buschenfeldt var en av dem som hjälpte till med modellerna i Falun.

I Polhems brevväxling med Karl XII i Bender i Turkiet diskuterades bl a statliga anslag till Laboratorium mechanicum. När kungen fick veta att pengarna hade dragits in befallde han genast att Laboratorium mechanicum skulle återuppstå och vidare utvecklas. Modellerna fanns nu i Stjärnsund och en instrumentmakare, Olof Telote, fick hand om verksamheten. Efter Karl XII:s död år 1718 tycks anslagen ha minskat igen.

År 1739 beviljade rikets ständer (riksdagen) medel till två snickare och en smed för att bygga modeller. Det var pengar från den så kallade manufaktur-fonden och de skulle användas "till nyttiga modellers förfärdigande". Verksamheten förlades nu troligen till Kersö gård på Ekerö, väster om Stockholm, där Polhem var bosatt hos sin dotter och hennes man, Carl Gripenstierna.

Polhem flyttade sedan till Stockholm vid mitten av 1740-talet. År 1748 utsågs en plats i Kungliga slottet där modellerna skulle stå, men de flyttades snart till Wrangelska palatset, det så kallade Gamla Kungshuset på Riddarholmen.

Från mitten av 1700-talet ställde man åter ut Laboratorium mechanicum, som från och med nu kallades för "Kongliga Modellkammaren".

Enligt en förteckning från år 1779, då föreståndaren hette Jonas Norberg, fanns det 212 modeller, varav 55 st ansågs vara Polhems egna uppfinningar. Det fanns även ett så kallat mekaniskt alfabet med ialles 80 modeller.

Det mekaniska alfabetet hade Christopher Polhem tidigare utvecklat som ett led i sin undervisning av elever i mekanik. Hans idé var att liksom man lär sig läsa med kunskap om de enskilda bok-

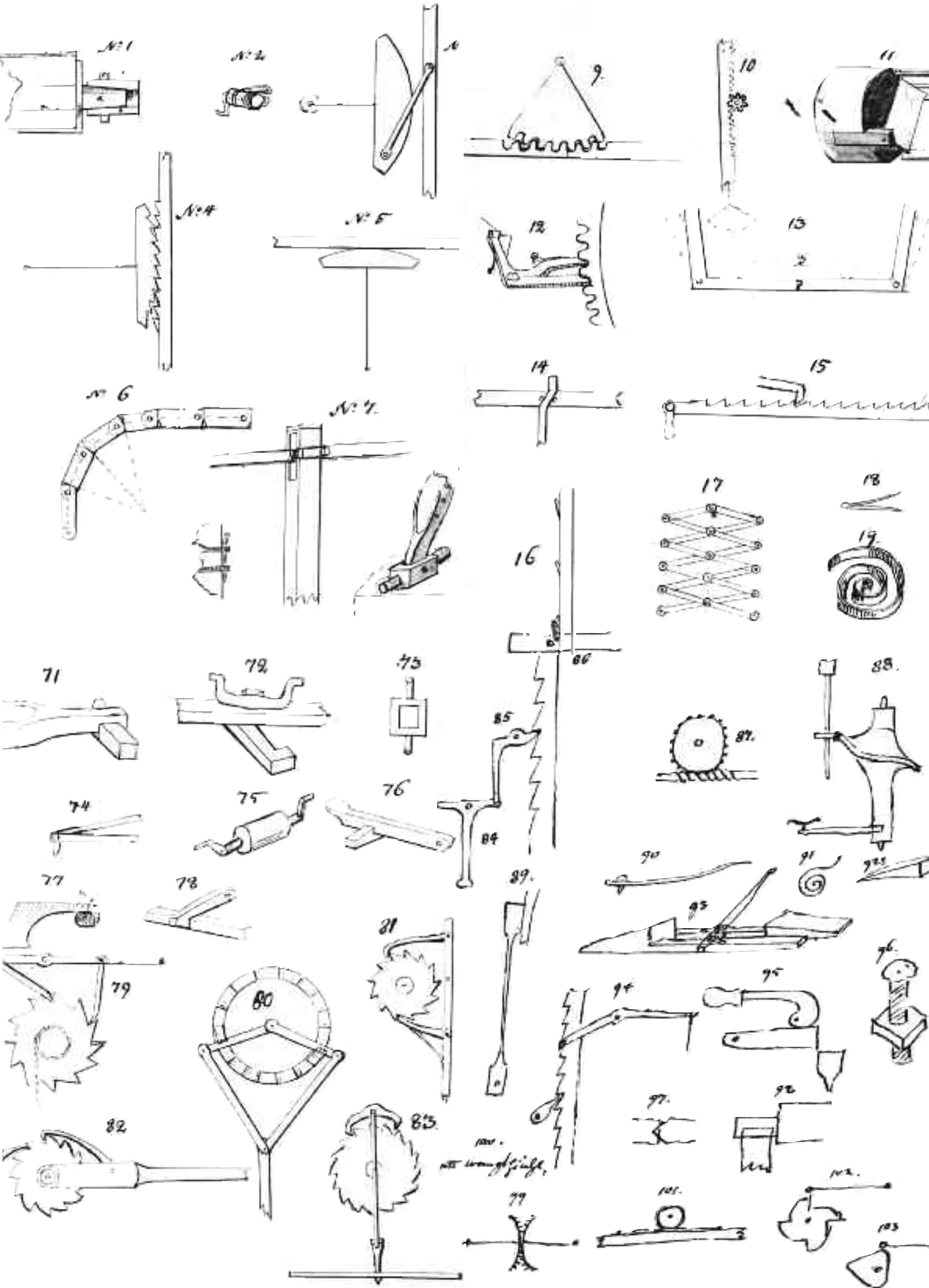
stäverna, så skulle man lära sig konstruera maskiner med hjälp av att kunna mekanikens enskilda delar. Därför hade han låtit bygga modeller av olika mekaniska konstruktioner och kallade detta för "det mekaniska alfabetet"

Den Kongl. Modellkammaren var mycket välbesökt och omtyckt. Den beskrevs i flera olika reseskildringar av utlänningar som vistades tillfälligt här. År 1787 gjorde den spanske generalen Francisco de Miranda en resa i Sverige. Han skriver i sin dagbok den 16 oktober: "... och jag gingo att söka upp Mr. Engeström, med vilken vi voro tillsammans för att se den så kallade Modellkammaren (Sala de modelos), i det gamla palatset på Riddarholmen. Det är en stor sal, som innehåller en samling modeller av olika maskiner, ungefär ett antal av 400 eller 500 stycken, vilka tjäna till att ge alla, som kommer hit och vill studera dem, en uppfattning av konstruktionen – en berömvärd och nyttig sak. Man ser en serie, som kallas Polhems alfabet (alphabeto de Polheim) en berömd mekaniker här, därför att de på ett verkligt alfabetiskt sätt mycket ingående visar de enskilda rörelserna. Bara 100 riksdaler står till disposition för att hålla denna nyttiga institution igång."



Några modeller från Modellkammarens "Mekaniska alfabet".
(Motstående sida) Cronstedts teckningar.





Natten mellan den 15 och 16 november år 1802 uppstod en häftig brand i Kungshusets södra flygel. Taket störtade in över modellkammaren och en gardist dödades och en sårades. Efter eldsvådan samlade man in modellerna. De räddades till olika ställen, men en del var skadade.

Föreståndaren, Jonas Norberg, inredde en verkstad och plats för alla modeller i en gammal kasern vid "Beridarebanan". Det är ungefär vid nuvarande Hötorget.

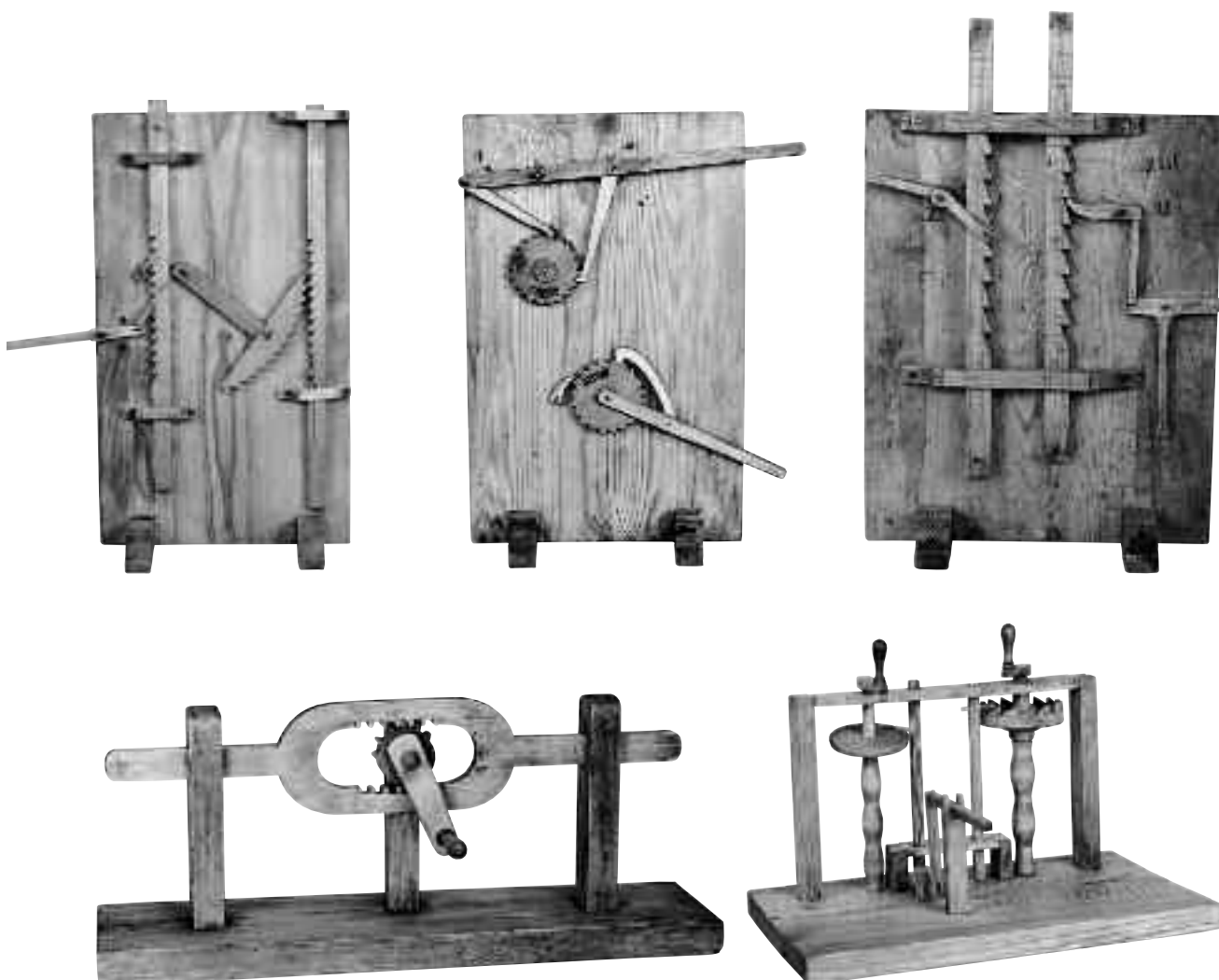
År 1813 blev Kongl Modellkammaren en mekanisk avdelning under Lantbruksakademiens styrelse. Modellerna fick plats i ett trångt rum där det

regnade in. Föreståndaren ålades att vissa tider hålla samlingen tillgänglig för allmänheten och att förklara modellerna för besökarna.

År 1825 inrättades genom ett kungligt brev Teknologiska Institutet, som började sin verksamhet år 1827. Denna institution fick senare namnet Kungliga Tekniska Högskolan. Modellsamlingen flyttades så småningom till denna skola.

I dag finns Modellkammaren i Tekniska museets samlingar.

Några modeller från Modellkammarens "Mekaniska alfabet".



STJÄRNSUNDS BRUK



VID SEKELSKIFTET 1700 när Polhem grundade Sjämsunds bruk var Sverige ett jordbruksland utan större industrier. Det fanns järnbruk och mässingsbruk samt gevärsfaktorier och styckebruk, som tillverkade kanoner. Men det fanns ofta bara en mindre produktion av bruksföremål vid järnbruken. I städerna pågick hantverksmässig produktion för lokat behov. Nästan allt tillverkades för den egna stadens marknad och arbetet var organiserat genom skråväsendet.

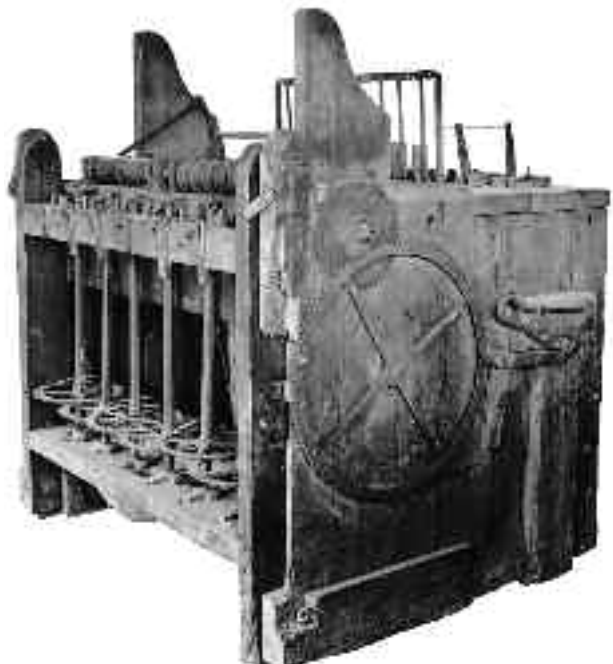
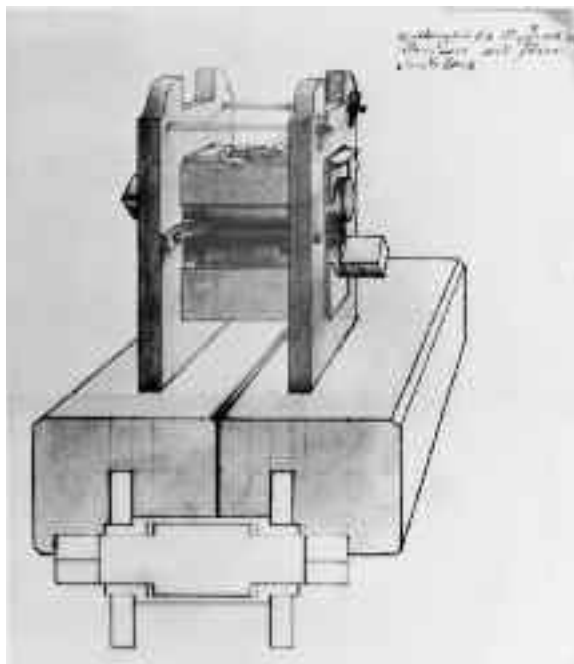
Den tidens myndigheter begränsade tillverkningen av järn. Man var angelägen om att sådana verksamheter skulle finnas utspridda över landet,

eftersom träkol användes vid både järnframställning i masugnarna och vid förädling av järn och andra metaller. Träkol framställs av ved och det fanns farhågor för att skogen helt enkelt skulle ta slut.

Polhem fann en kompanjon, Gabriel Stierncrona, som hade kapital att satsa. Tillsammans begärde de tillstånd hos Bergskollegium för att få inrätta ett så kallat manufakturverk för att tillverka produkter av järn, koppar och mässing.

De fick privilegium för att inrätta denna industri vid en gammal masugn, som kallades Sunds hytta. Den låg mellan sjöarna Grycken och Sörbosjön i södra Dalarna. För att komma igång fick de 20 års

Rekonstruktion av Polhems valsverk (tv) och en maskin för skärning av kuggjul till ur.



frihet från alla avgifter och rättigheter att använda 300 skeppund järn och 50 skeppund stål, samt mässing efter behov. 1 skeppund är 170 kilo.

Det var naturligt att anlägga en damm för att kunna utnyttja vattenkraften på ett effektivt sätt. Vattenhjulen drev hamrarna och blåsbälgarna, samt andra maskiner som Polhem konstruerade.

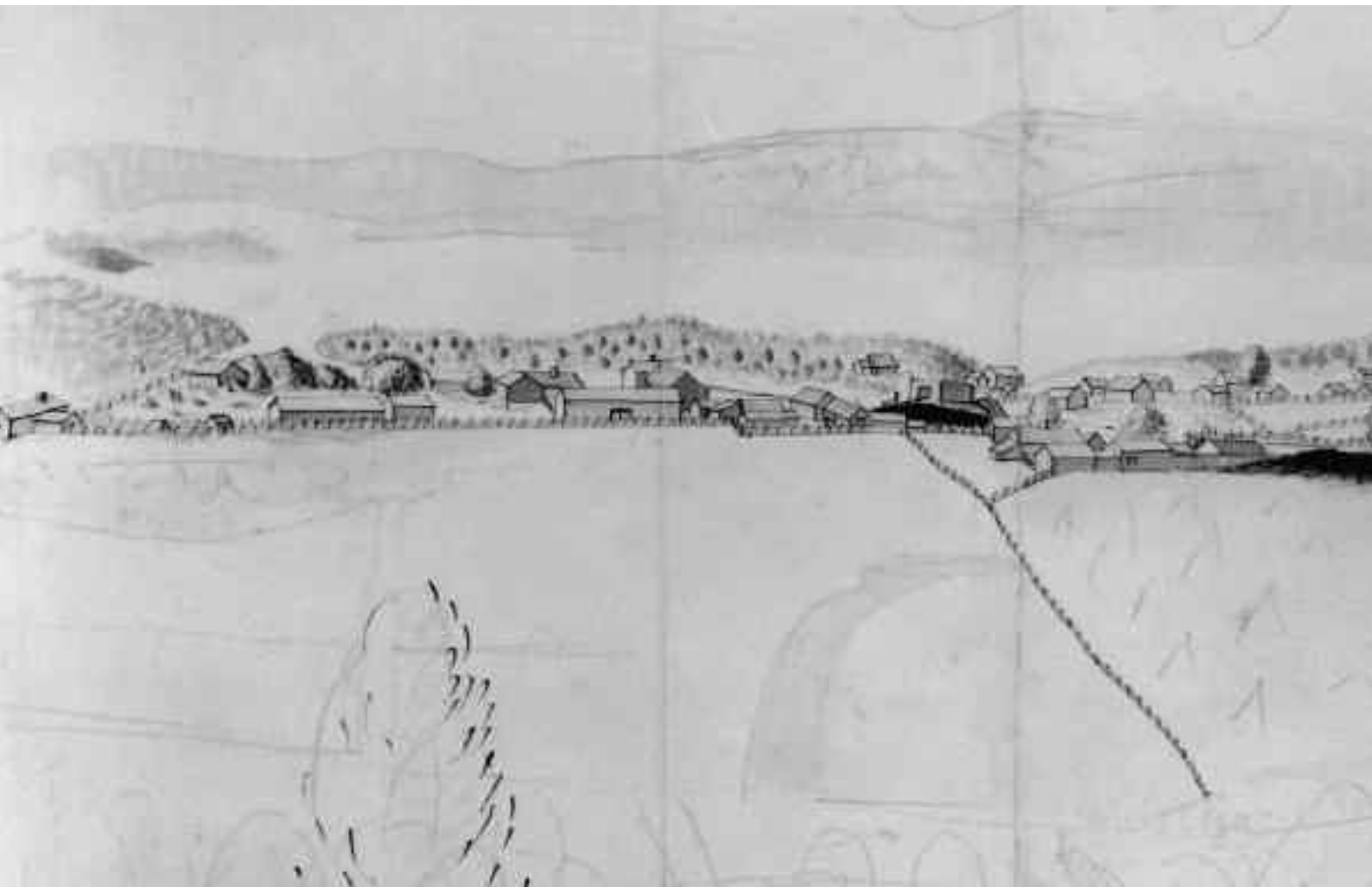
Det var maskiner som verkligen var unika för sin tid. Kugghjulen till urverken tillverkades i massupplaga. Man lade flera ämnen till kugghjul, som var utstansade i plåtar, ovanpå varandra. Sedan skars de ut med fräsar och filades med maskinen. Detta var en nyhet och det var de första maskinerna i sitt slag i vårt land - kanske i hela världen. Två av dessa kuggskärningsmaskiner finns ännu bevarade i Tekniska museets samlingar.

Stjärnsunds bruk kom att utvecklas till en industriell anläggning som var ovanligt storslagen för sin tid. Här tillverkades både golvur till hem-

men och stora tornur för kyrkor. För övrigt gjordes bleckkärl till hushållsändamål, lås, filar, spik och andra produkter i järn, bleck och mässing.

Till en början var det svårt att finna duktiga arbetare. Varje bruk hade sina smeder och yrket gick ofta i arv från far till son, vilket gjorde att de inte gärna flyttade från sin hemort. Polhem måste först själv lära upp sina medarbetare. Han började med en enda gruvsdräng från Falun, som hette Matts Mattson Grusell. Han kom att stanna hela livet på Stjärnsund, liksom hans barn och barnbarn.

Det byggdes en större huvudbyggnad, där Christopher Polhem bodde med sin familj och mindre bostäder till arbetarna. Varje familj fick en liten trädgård, en kålgård, där de kunde odla nyttiga växter och kanske ha en gris. Han lät också uppföra ett litet torn med ett tornur för att alla skulle kunna se vad klockan var. Han ansåg att alla barn borde lära sig att åtminstone kunna räkna till tolv



och detta skulle de lära sig med hjälp av klockan. Det var hundra år innan allmän folkskola infördes i Sverige.

Kung Karl XII beviljade bruket i Stjärnsund frihet från sjötull under åren 1712 – 1722 för att uppmuntra företaget. Detta medförde en verklig blomstringstid i brukets historia.

Efter denna tid fick man svårigheter att sälja varorna och därmed ekonomiska bekymmer. Det var ibland också andra svårigheter, t ex klagade bönderna i omgivningen över att dammanläggningarna dämde upp vatten på deras åkrar och förstörde grödan samt vägarna. Andra bruksägare anklagade Stjärnsunds bruk för att använda mera järn än privilegierna föreskrev. Detta var en vanlig anklagelse på den här tiden då produktionen var begränsad och många ansåg sig orättvist behandlade.

År 1737 förstördes det mesta av anläggningarna av en eldsvåda. Bruket byggdes upp igen och verk-

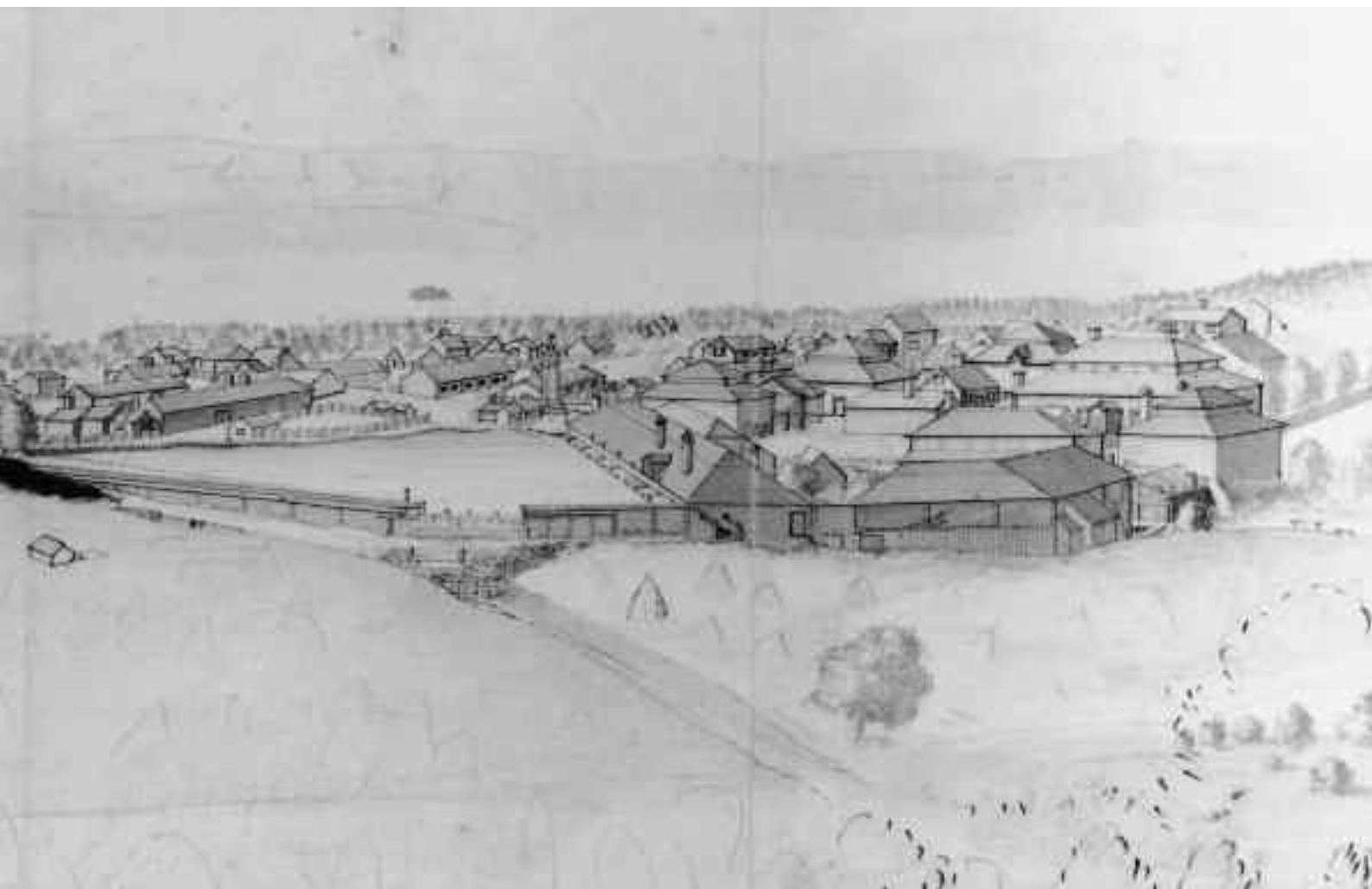
samheten pågick ända in på 1900-talet. Polhem själv flyttade från Stjärnsund år 1735 när hans hustru dog. Han var då 76 år och återsåg sedan aldrig detta sitt livsverk.

Den kunskap vi har om hur det såg ut vid Stjärnsund på Polhems tid är till stor del baserad på några handlingar som finns i Tekniska museets arkiv. Det är anteckningsböcker och skisser från två av Polhems elever, Carl Johan Cronstedt och Augustin Ehrensvärd. Sommaren år 1729 var de båda 20 år och Polhem gav dem i uppdrag att dokumentera hans anläggning i Stjärnsund.

AUGUSTIN EHRENSVÄRDS TECKNING

Ehrensvärd gjorde en pennteckning, delvis laverad med tusch, som visar hela Stjärnsunds bruk, se nedan. Sjön Grycken bildar bakgrund på bilden. Man ser en del gårdar med bostadshus och uthus till väns-

Augustin Ehrensvärd, en av Polhems elever, gjorde denna teckning av Stjärnsunds bruk år 1729.



ter. De hörde till Sunds hytta, som fanns här redan tidigare. En tredjedel ägdes av bergsmän i Sund och Stickbo och två tredjedelar av Stjärnsunds manufakturverk. Själva masugnen är belägen vid övre änden av gärdesgården som går över bildens förgrund. Det är byggnaden som saknar tak. En man kör en skottkärra nedför bron från hyttkranen. Ett litet hus eller tillbyggnad som inrymmer vattenhjulet syns också invid masugnen. Därinne fanns blåsbälgarna som drevs med vattenkraft.

I mitten av teckningen finns bruksdammen och till höger om den ett hus med två skorstenar på taket. Denna byggnad var ca 45 x 12 meter och inrymde den så kallade Stora smedjan. (Det är den som finns på Cronstedts plan och som han också har tecknat av från insidan.) Valsverket var inrymt i huset som verkar tillbyggt parallellt bakom stora smedjan.

Utefter det stora huset vid kanten av dammen fanns de inbyggda vattenhjulen. Det ser ut som stora lådor utefter långväggen. Vattnet leddes här till vattenhjulen som drev hamrarna och bälgarna inne i smedjan. Sedan rann vattnet vidare i rännor och kanaler till nästa hus. Här fanns också vattenhjul, som drev maskinerna där. På så sätt utnyttjades vattnet effektivt som drivkraft.

I husen till höger om stora smedjan var det troligen tillverkning av verktyg, spik, lås, betsmän (en sorts våg) och andra produkter. Ett vattenhjul syns till höger och de andra var enligt uppgift på ett sinnrikt sätt inbyggda så att vattnet leddes till dem i rännor delvis under golvet.

Det större huset med säteritak och två skorstenar ovanför smedjorna var själva mangårdsbyggnaden. Här bodde Polhem med sin familj. Man ser gårdspumpen och köksträdgården utanför.

Vid bruksdammen syns en klockstapel med tornur, som hade fyra urtavlor och vindflöjel. De övriga mindre byggnaderna däromkring är arbetarnas bostäder med en liten trädgård vid varje hus.

Alla byggnader var timrade. Polhem berömde de präktiga dalkarlarna som byggde åt honom. Han

jämförde med många av de hantverkare och arbetare som kom från andra delar av landet och som inte alltid motsvarade förväntningarna.

Vid branden år 1737 förstördes alla byggnaderna. En ny herrgård byggdes under 1700-talets senare hälft. Det är den som ännu finns kvar här.

TECKNINGEN AV STORA SMEDJAN

Cronstedt gjorde dels en teckning av interiören och dels en planritning över stora smedjan vid Stjärnsund, signerad den 18 juli år 1729. Han var då 20 år och tillsammans med sin jämnåriga kamrat Augustin Ehrensvärd elev hos Polhem.

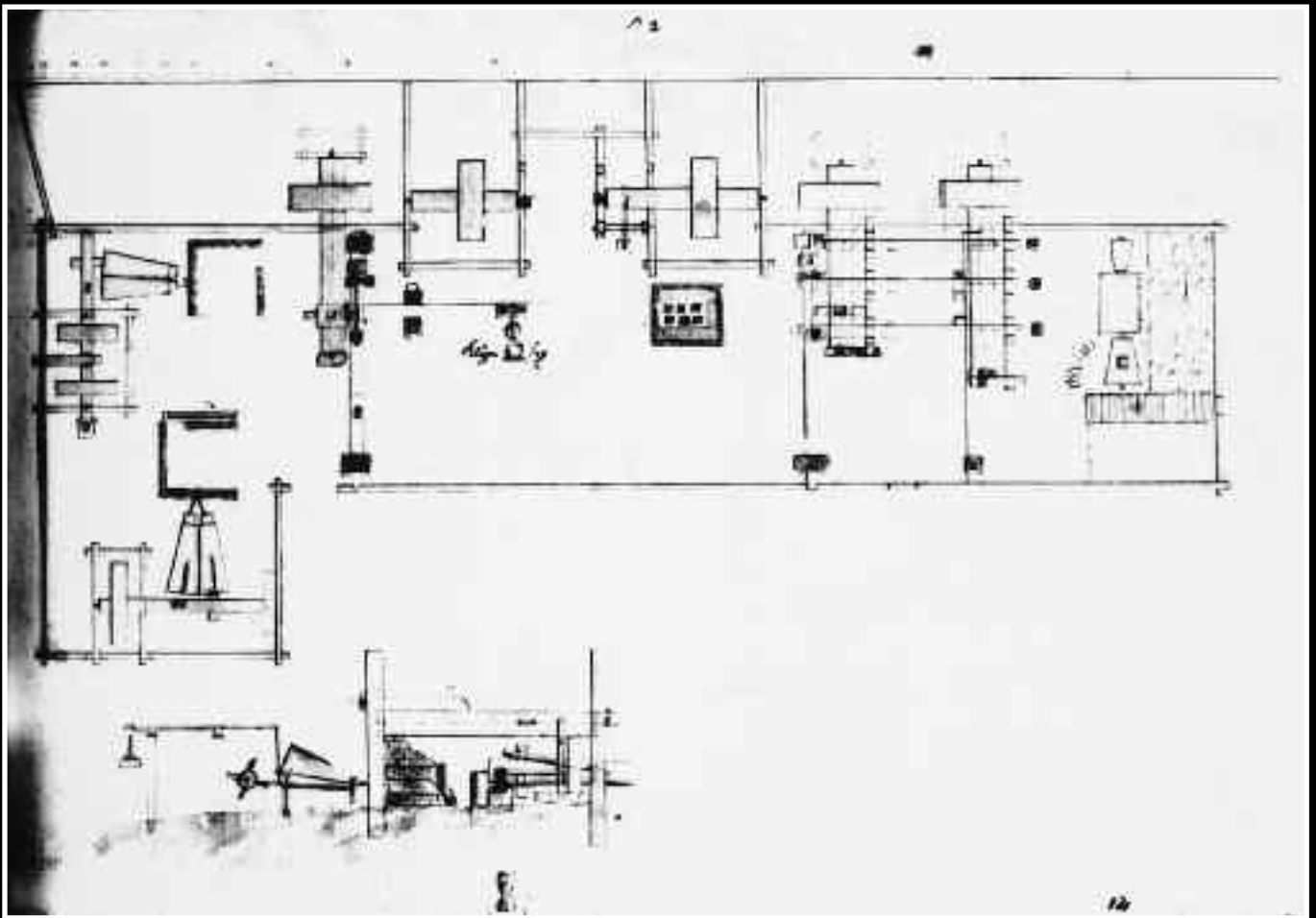
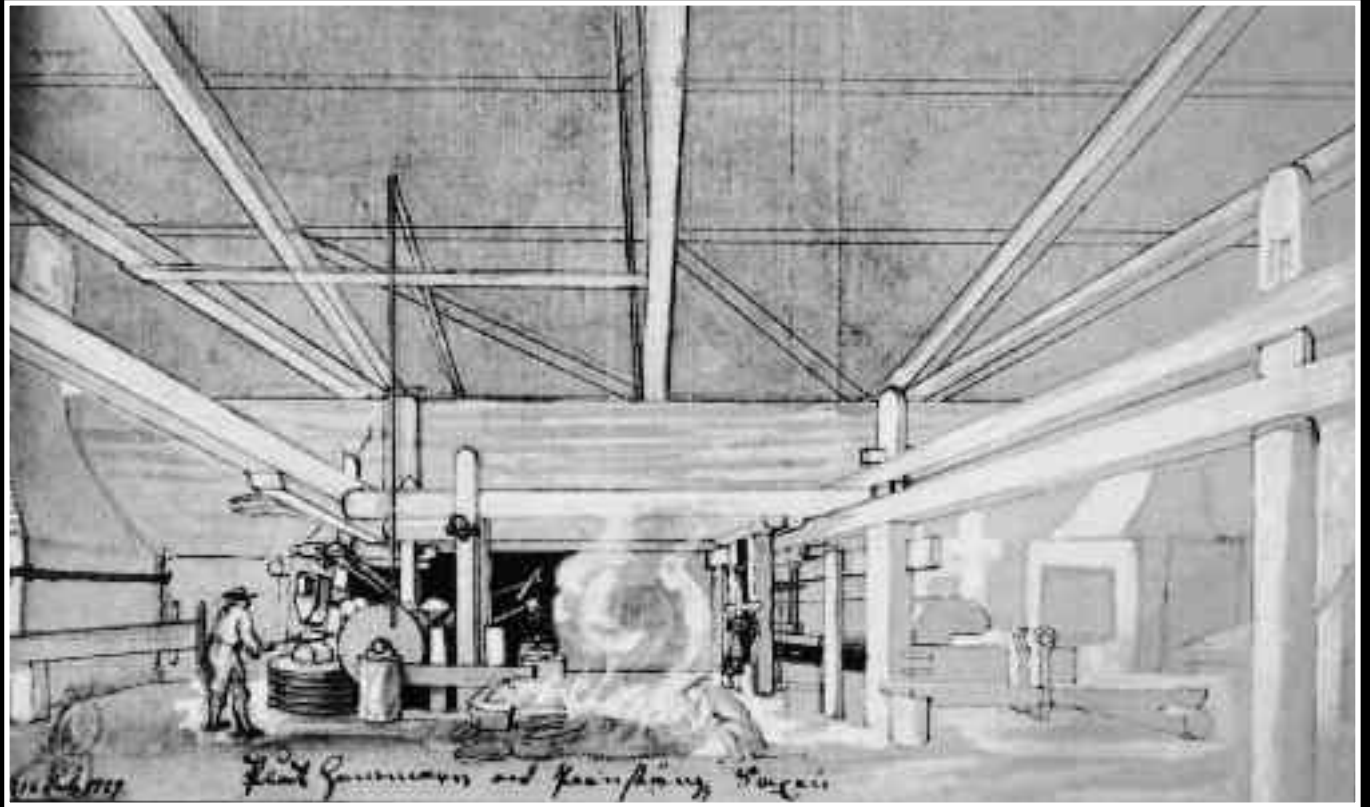
Stora smedjan hade måtten 76 x 20 alnar (ca 45 x 12 meter). Den hade "avsevärd höjd i tak". Utanför långväggen vid dammen var platsen för vattenhjulen. Teckningen avbildar en del av interiören, som syns i sin helhet på planritningen. Cronstedt har tecknat noggrant och tydligt för att visa den tekniska konstruktionen. Texten till teckningen lyder: "Plåthammaren och Järnstängs saxen".

Hammarens konstruktion framgår klart av teckningen. Den tjocka hjulstocken hade kammar som lyfte hammaren när vattnet drev den runt. Från taket hänger ett långt handtag, den s k pådragsstången. Den gick till dammluckan som reglerar vattentillförseln till denna hammars vattenhjul.

Ett särskilt vattenhjul bakom plåtugnen drev en plåtsax som klippte av plåtjärnen i kanterna.

Saxen som klippte av stångjärnet var en uppfinning som Polhem hade gjort, troligen år 1705. Saxens rörliga käft fördes upp och ned i vertikalt led med hjälp av en hävstång, påverkad av en eller två kammar på vattenhjulets axel. Käften var stålbelagd i eggen. De avklippta tenarna kallades

Cronstedts teckning (överst) och plan (underst).



knippjärn eller skärjärn. Denna Polhems plåtsax kom till användning även vid andra bruk.

På samma vattenhjul som plåtsaxen drevs även en hammare med tryckare och städ. Tryckaren var en anordning som gjorde att hammaren slog ned med större kraft för att hamra ut det glödheta järnet till plåt.

I förgrunden av teckningen finns en glöduggn som ryker. Där värmdes stångjärnet innan det klipptes eller skars i tre delar för ämnen till spik eller andra produkter, t ex knivar.

Med samma vattenhjul drevs även tre lätta, så kallade stjärthammare, troligen spikhammare. De användes antagligen för olika sorters smidesarbeten. Det fanns också en klensmideshård med två bälgar. En klensmed smider enklare beslag och verktyg.

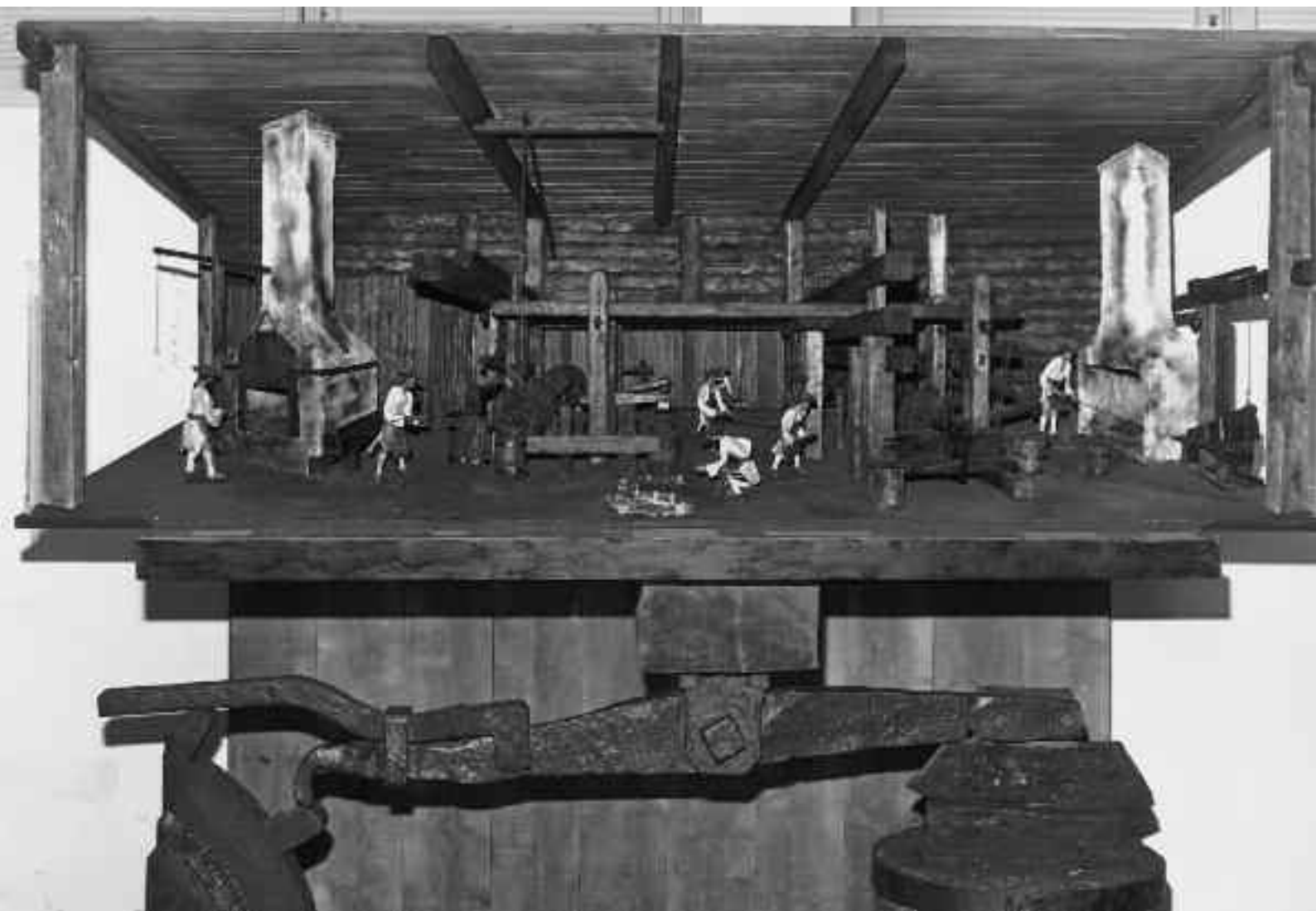
Modell av stora smedjan vid Stjärnsunds bruk, efter Cronstedts plan och teckning från 1729. Under den en rekonstruktion av Polhems plåtsax, som fanns i stora smedjan.

PLANEN AV STORA SMEDJAN

Planen över stora smedjan visar två så kallade tysk-härddar, där järnet värmdes. Två bälgar användes till varje härd. Bälgarna drevs av vattenhjulen och blåste luft in i träkolen. Luften får kolet att glöda för att värma järnet. Det behövs en hög temperatur för att kunna bearbeta järnet under hammaren. Hammaren syns på ritningen till höger om härddarna.

Till höger på planen finns glödugnen för plåtar, plåthammaren och glödugnen för järnstänger. Där finns också saxen för klippning av ämnen till spik, samt spikhamrarna och klensmedeshärden.

Cronstedt har också tecknat två smeder i arbete. Smedsdräkten var på den här tiden en lång vit linnen skjorta och trekantig karolinsk hatt. Sven Rinman, som var den tidens mest kände järnexpert, skrev om hur man arbetade med plåtsmidet på Stjärnsund år 1744: "...Två mästare med två drängar var och en av dem arbetade i 6 timmar..."



POLHEMS PEDAGOGISKA VERKSAMHET



I BÖRJAN VAR DET SVÅRT att få tag på skickliga smeder och andra hantverkare till bruket vid Stjärnsund. Trots att det var emot hans principer, tänkte Polhem först söka arbetare från utlandet. Det visade sig emellertid att den här skogstrakten var "alltför mager för utlänningen att trivas på". Polhem fick lov att själv lära upp sina svenska arbetare.

En av de första arbetarna vid bruket var gruvdrängen Matts Mattsson Grusell (1669 – 1766) från Falun, som Polhem anställde år 1702. Han hade anlag för mekanik och Polhem lärde upp honom i mekaniska arbeten, särskilt urmakeri. Han blev Polhems högra hand och fick tillverka och sköta de flesta av maskinerna. Polhem kallade honom för: "Den förste, äldste och färdigaste Uhrmakare och Wärckmästare Wid Stjernsund". Hans söner Johan, Hans och Petter var de främsta urmakarna på bruket. Under 1730-talet fanns det tolv verksamma personer som hette Grusell och på 1760-talet fanns det ett sextiotal arbetare med detta namn. Det finns fortfarande ättlingar till Grusell som arbetar med urmakeri i Stjärnsund.

Två män från Harz i Tyskland var lärjungar i två och ett halvt år. Det var gruvmästaren Bernt Ripking och timmermannen Kristian Schwarzkopf. Efter lärotiden återvände de till Harz och uppförde där bland annat ett likartat uppfodringsverk med stånggång och dubbla vevar, som Polhem hade gjort för Karl XI:s och Karl XII:s schakt i Falun. Senare, på 1720-talet skickade man åter två tyska elever från Harz till Polhem i Stjärnsund.

Polhem brukade ha elever i mekanik på statens bekostnad. Det var ett stipendium som man kunde

få från Bergskollegium. En del av dessa elever blev sedan kända för olika arbeten, t ex Gabriel Polhem (Christopher Polhems son), Göran Wallerius, Daniel Menlös och Samuel Sohlberg. Dessa stipendieplatser var eftertraktade. Men rekryteringen skedde mera efter släktförbindelser än efter anlag och fallenhet, vilket Polhem klagade över hos Bergskollegium och hos kungen, Karl XII. Polhem tog också emot privata elever vid Stjärnsund.

Sommaren 1729 var Carl Johan Cronstedt och Augustin Ehrensvärd elever på Stjernsund. Det är genom deras efterlämnade skisser och anteckningsböcker, i Tekniska museets arkiv, som vi nu har kunskap om hur bruket såg ut. Senare blev Cronstedt en känd arkitekt och Ehrensvärd var den som byggde fästningen Sveaborg vid Helsingfors.

Daniel af Thunberg var också elev till Polhem. Han blev sedan byggare av skeppsdockor och kanaler.

Emanuel Swedenborg var assistent till Polhem i vissa arbeten som utfördes åt Karl XII. Swedenborg gav en tid ut en skrift i Uppsala, Daedalus hyperboreus, som handlade om fysik, matematik och mekanik samt om praktiska tekniska problem. Den kom ut under åren 1716 – 18 med sex häften. Polhem var en av författarna i den. Swedenborg brevväxlade med Polhem och bad honom uttala sig om hans idé att bygga en flygmaskin. Polhem menade att detta nog var lika svårt som att bygga ett perpetuum mobile (en maskin som går av sig själv i evighet), eller lika svårt som att göra guld. Han avvisade inte tanken helt, men föreslog att man skulle börja med en liten maskin för en person.

Polhem har lämnat många sidor av handskrifter efter sig. Ca 20 000 sidor av olika manuskript finns

bevarade till vår tid, men mycket litet har blivit tryckt. Det är uppsatser i olika ämnen. Mest handlar det om hans erfarenheter från sitt arbete, vilket han ville delge sin samtid. Han har till exempel skrivit betänkande om segelfarten mellan Stockholm och Göteborg. Ett annat exempel handlar om att järnintressenter i Bergslagen borde bilda en förening för att utverka skäligen priser.

Det finns uppsatser i de mest skilda ämnen som t ex linberedning, husbyggnad, kvarnar, gevär, klockgjutning och alla möjliga hantverk som svarvning, tunnbinderi och urmakeri. Men även i filosofiska frågor och om barnuppfostran och matlagning har Polhem skrivit ner sina tankar och åsikter. Han har till och med skrivit skådespel: "Fröken Teoria och byggmästar Praktikus".

Polhems tårta kallas ett recept som finns i hans skrift, "Husregler för ungt och nygift folk.":

TÅRTBAKNINGAR

En deg av vettmiöhl och miölk, (vattn i nödfall) kaflas ut i tunna kaakor, sammaledes smöhr huar rest salt i vattn ähr utdragit, huilka läggas till skiffetes ihopa och med vijdare kaflande förblandar det ena maed det andra till en massa, huar af tårtformer göras, uthi huilka läggas bruneller, stött mandel, torra äplen, sviskon, niupon etc, huilketdera man har för hand och pungen tillsejer.

BUDDING

Sedhan formen på lijka sätt som till tårta ähr färdig, kookas miölk med färsk märg, huar uthi läggas tuna skjiffor af vettbröd till att sönderblötas, huilket med ägg, carde-mumer, såcker, russin eller corinter, roosenvattn etc tillberedes, och uthi tårtformen lägges att torkas i ugn eller tårtpanna på vanligt sätt som anan tårta.



NÅGRA ORDFÖRKLARINGAR

Nuförtiden är inte smöret så salt som på den här tiden, *urlakning* behövs inte. *Bruneller* är plommon. *Tillsejer* betyder vad man har råd till. *Märg* är roosenvattn. *Att torkas i ugn* betyder gräddas i ugnen.

POLHEM OCH KARL XII



NÄR KARL XII vistades i Bender kom ett rekommendationsbrev om Polhem från en sammanslutning i Uppsala, Collegium curiosorum. Det var en del professorer och andra lärda män som hade bildat en förening för fysik och matematik. Karl XII blev på detta sätt uppmärksam på Polhems förtjänster. Även Casten Feif, som var statssekreterare vid inrikesexpeditionen hos Karl XII i Bender, talade väl om Polhem och kungen befallde att Polhem skulle stödjas på alla sätt.

Det finns fem brev kvar som Casten Feif skrev till Polhem under år 1712. Karl XII läser alla breven från Polhem med stort intresse meddelar Feif. De handlar om tekniska lösningar på olika problem i samband med kriget, beläringar och fälttågen i svår terräng. Polhem ger förslag om kranar, pontonbroar, tröskmaskiner och kvarnar. Kungen granskar förslagen och föreslår ändringar och förbättringar. ...”H:s M:t har en särdeles lust til mechanicen...” skriver Feif.

Feif sände ritningar över turkiska anläggningar till Polhem, bland annat en sinnrik bakugn. Han sände även tyska tidningar med tekniska nyheter. Han frågar om Polhem har "...några inventioner på bränspeglar och af vad art..." och fortsätter: "Jag måste få en uppsatz på alla H:r Direct. inventioner, små och stora, det förnöjer H:s M:t at läsa dem."

I ett annat brev skriver Feif att "...H:r Direct. bref kunna aldrig wara för långa. Hans M:t läser dem alla sielf med nöije igenom..." I det sista brevet har kungen befallt brevskrivaren att skriva detta långa brev och att ställa många tekniska frågor om krigsmaskiner.

Feif skrev också om ett svavelbruk, som han ägde i Dylta i Närke. Polhem gjorde ett besök där och gav goda råd rent tekniskt.

Man förstår av breven att Polhem har haft problem med sina arbetare vid Stjärnsund och Feif ger i sin tur goda råd om arbetskraften. Han skriver att det är fel att tvinga arbetare kvar vid bruken. Det är viktigt att i stället styra och ställa så att de vill stanna kvar. Självt hade han efterskönt alla deras skulder och givit dem skälig lön och underhåll, samt även låtit dem arbeta lite vid sidan om för att tjäna



Karl XII. *Ur Suecia Antiqua et Hodierna*, 1717.

något extra. Han "... hanterar dem väl och visar en ömhet om dem, samt att jag gärna ser att de må väl..." Förmodligen tog Polhem intryck av dessa råd och även han intresserade sig för sina smeder. Han fick till sist många duktiga arbetare vid Stjärnsund.

Kalabaliken i Bender innebar ett snabbt slut på brevväxlingen mellan Karl XII och Polhem. Senare träffades de för första gången i december år 1715, när Karl XII kom till Skåne. Från september år 1716 bodde Karl XII i Lund, med några avbrott fram till sin död år 1718.

Den 10 december år 1716 utnämnde kungen Polhammar till kommerseråd i Kommerskollegium, en viktig post på den tiden. Han blev samtidigt adlad till namnet Polhem.

Vid denna tid blev Lund en medelpunkt för den svenska krigsrustningen och för den svenska diplomatin. Men det var inget lyxigt hovliv hos kung Karl XII. Kungen ville leva enkelt och utan flärd. Bordsservisen var en enkel fältmässig uppsättning av tallrikar och bestick av metall, en gåva från Christopher Polhem, som tillverkade sådana enklare hushållsartiklar i Stjärnsund. Kungen tyckte om denna enkla servis och hade den sedan med sig på sitt sista fälttåg till Norge.

Karl XII ägnade sig i Lund åt krigsrustningar, samt åt planer för att rycka upp landet industriellt och kommersiellt. Polhem föreslog att en kanal skulle byggas för att förbinda Östersjön med Nordsjön. Detta projekt, som senare kom att genomföras och kallas Göta kanal, påbörjades redan då. Men det avbröts vid kungens död år 1718. Det som ännu finns kvar är "Polhems sluss" i Trollhättan. Här ser man hur storslagna planerna var.

Under kriget var det svårt att få salt till landet, eftersom det var en importvara. Därför lade Polhem fram ett förslag till att inrätta saltsjuderier på västkusten. Ett saltsjuderi är en anläggning för att framställa salt ur havsvatten. Man kokar bort vattnet tills saltet återstår. För att pumpa upp vattnet

till ugnarna hade Polhem konstruerat en väderkvarn, som skulle placeras på en vändbar pråm, för att kunna utnyttja alla vindar.

Den 26 juni år 1717 utfärdade Karl XII privilegier för Polhem att anlägga detta saltsjuderi vid Gullmarsfjorden. Men det byggdes aldrig på grund av det pågående kriget, som gjorde det svårt att hitta någon som ville satsa pengar i företaget.

Som specialist inom järn- och kopparhanteringen kallades Polhem som rådgivare vid tillverkningen av nödmynt under kriget. Egentligen tyckte Polhem inte om nödmynt. Han protesterade mot denna värdeförsämring av mynten, som han kallade för "...barnsliga galenskaper eller blotta filurstreck...". Han jämförde denna penningpolitik med den, som han ansåg, dumheten att geringa och gemena människor höga titlar.

POLHEMS FÄLTQVARN

På den här tiden var det svårigheter med matförsörjningen till soldaterna under kriget. Det fanns inte förpackningar som höll för längre transporter av mjöl, som var en färskvara. Det gick inte att baka utan färskt mjöl. Därför var kvarnar för fältmässigt bruk mycket viktiga i krigsutrustningen.

De fältkvarnar som fanns var tunga och kunde inte transporteras snabbt. Karl XII var känd för att hans hästar rörde sig snabbare än vad som var vanligt vid den här tiden. Därför sändes överstelöjtnant Carl Cronstedt till Stjärnsund i januari år 1711 för att konferera med Polhem om kvarnarna.

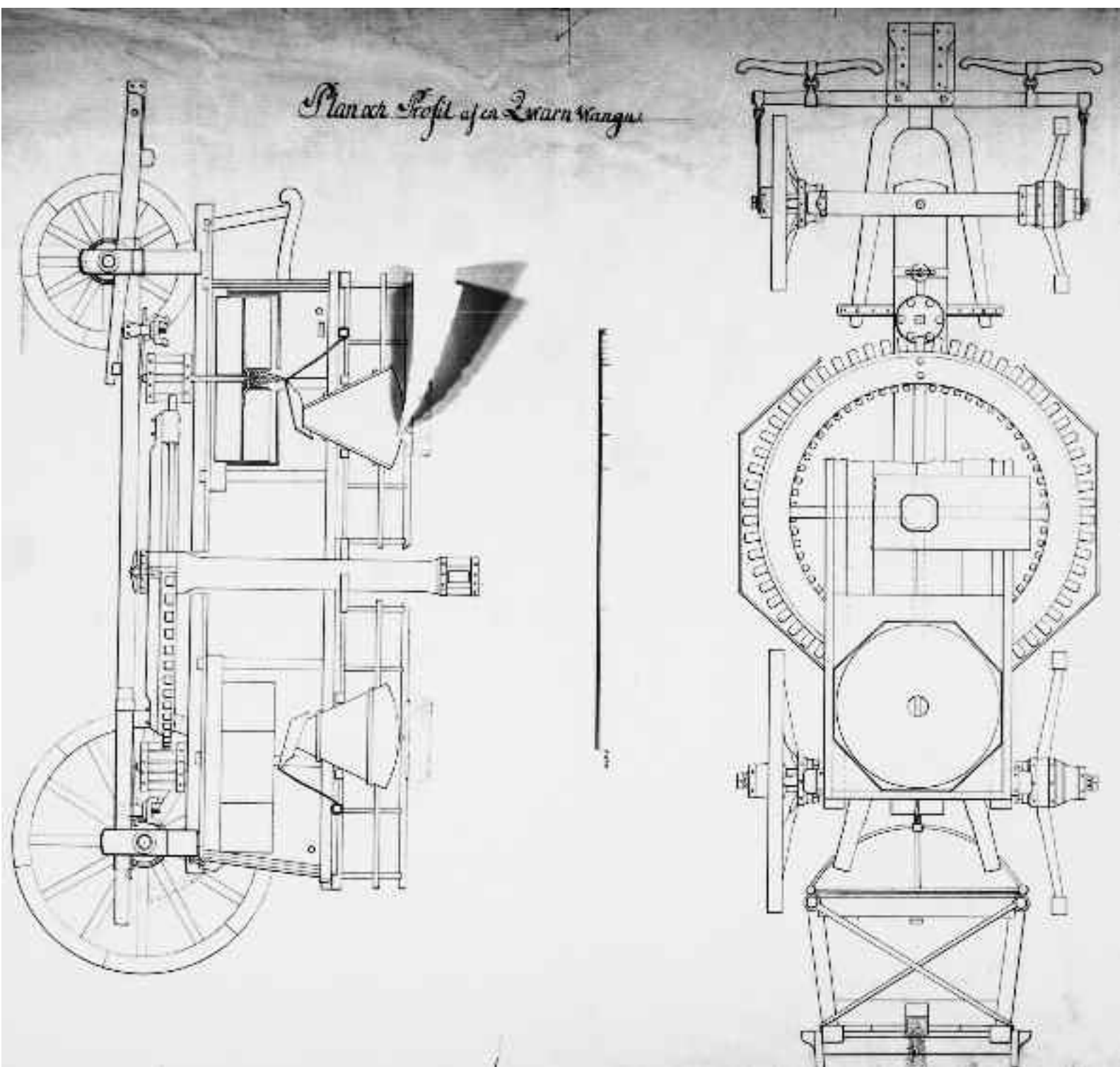
Polhem konstruerade en förbättrad och förenklad typ av dessa fältarmékvarnar. Den var färdig i september samma år och fördes till kungen i det pågående kriget mot Ryssland.

Fördelarna med Polhems kvarn var att den var lätt och kunde dras av endast ett par hästar. När man malde säden behövdes bara en häst och två man för arbetet mot tidigare flera hästar. Fältkvarnen kunde mala "spannmål, så råg som malt

vinst av tiden, menage och mödans besparing". Kapaciteten var 6 tunnor råg och 24 tunnor malt per dygn och dessutom krossning av gryn. Det betyder att den var användbar till olika sorters malning och att man sparade både tid och möda.

Armén beställde genast flera kvarnar från Stjärnsunds bruk.

Plan och profil av Polbems fältkvarn.
FOTO KRIGSARKIVET



POLHEMS KÄNDA UPPFINNINGAR



POLHEMSSTICKAN KALLAS ett mått som Polhem troligen har konstruerat. Det finns inte många bevarade av dessa enkla mätinstrument. De finns inte beskrivna i någon bok från den här tiden och Polhem själv nämner inte detta verktyg i sina skrifter.

Vid järnbruken i Sverige har det förekommit liknande mätdon, så kallade tolkar. Smederna använde förr sådana tolkar i sitt arbete när stångjärnet smiddes ut till stänger. Man har förmodligen hållit "polhemsstickan" i handen under arbetets gång för att få en jämn och likadan utformning vid smide. Genom att hålla den på olika sätt kunde man snabbt mäta sitt arbete.

De olika polhemsstickor som finns bevarade är antingen av trä eller av järn eller mässing. De är ett par decimeter långa och lätta att hålla i handen. Det finns klackar som anger olika mått och

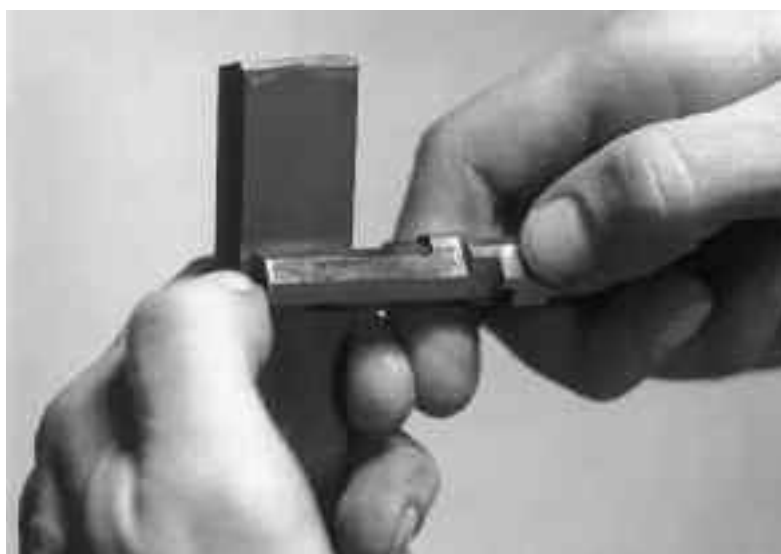
det är lätt att känna detta under själva arbetets gång, även om belysningen är dålig.

Siffrorna är prydligt utstansade och typiska för 1700-talet. Polhemsstickor har kanske använts som tolkar vid serietillverkning av ur eller lås vid Stjärnsunds bruk. Några av dessa mätinstrument finns i Tekniska museets samlingar.

En del av dessa mätinstrument har mätklackar ordnade i högerviden skruvlinje. Siffrorna kan läsas rättvända när staven hålles i vänster hand. Det finns också några som har mätklackarna i vänstervriden skruvlinje och som måste hållas i höger hand när man läser av siffrorna.

Det finns ingen säker kunskap om dessa tidiga mätinstrument, man vet inte exakt hur många som finns bevarade och inte med säkerhet hur de har använts. Men traditionen tillskriver Polhem äran av att ha konstruerat detta mätverktyg och därför kallas det för Polhemsstickan.

Polhemssticka.



POLHEMSLÅSET

Polhems konstruktion av hänglås var helt unik för sin tid. Nyckeln har en profil med infilade hakar som passar till plåtar inne i låset. Plåtarna är fasta med lösa bitar emellan. Den nyckel som passar öppnar rännor så att bygeln går att dra ut och nyckeln sitter kvar. När man låser igen genom att trycka in bygeln och vrida ett fjärdedels varv åker nyckeln ut och bygeln sitter kvar.

Det finns även polhemsås som har en förlängd del av bygeln med ett stopp i änden för att den inte skall kunna dras ut helt och tappas bort.



Polhemsås.

POLHEMSKNUTEN

Länkförbindelsen mellan två axlar har många namn: kardanknut, kardan och polhemsknut. Ur teknikhistorisk synpunkt är ingen av benämningarna särskilt bra.

Girolamo Cardano (1501 – 1576) var en italiensk filosof, matematiker och läkare, som har fått sitt namn med i sammanhanget, trots att han inte har upfunnit konstruktionen. Uppfinnaren anses i stället vara en jesuitpräst vid namn Kaspar Schott, som dog i Würzburg år 1666. Han levde alltså senare än Cardano och när han dog var Christopher Polhem bara fem år gammal.

Polhem var troligen den förste i vårt land som använde konstruktionen som länkförbindelse mellan två axlar. Den fanns i en del av de maskiner han konstruerade för sitt manufakturverk i Stjärnsund. I sina skrifter har han också propagerat för användningen av denna axelkoppling.



Polhemsknut.

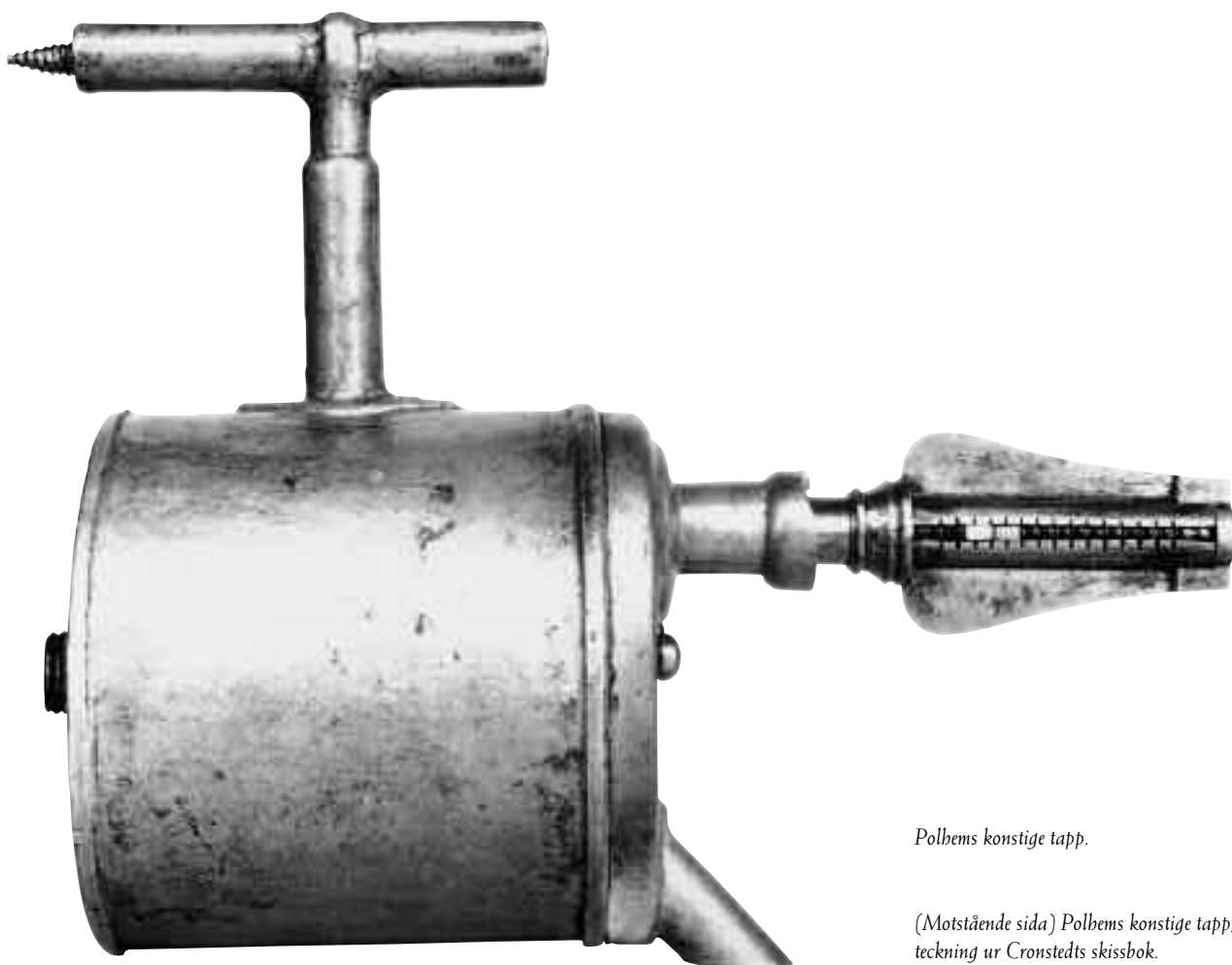
POLHEMS KONSTIGE TAPP

Den "konstige tapp" var mycket märkvärdig i samtidens ögon. Den skulle användas i tunnor för avtappning av dyrbara vätskor, t ex vin eller brännvin. Tappen monterades i tunnan och den mätte vätskemängden som tappades ut. På det sättet kunde man kontrollera hur mycket som hade tappats ut ur tunnan. Den fungerade också som ett lås. När tappen var insatt i tunnan kunde man endast tappa ut något om man hade rätt nyckel.

TVå sådana tappar finns i Tekniska museets ägo. De är båda tillverkade vid Stjärnsunds bruk. Polhem förbättrade senare denna sin konstruktion, men ingen senare modell finns bevarad så vitt man vet.

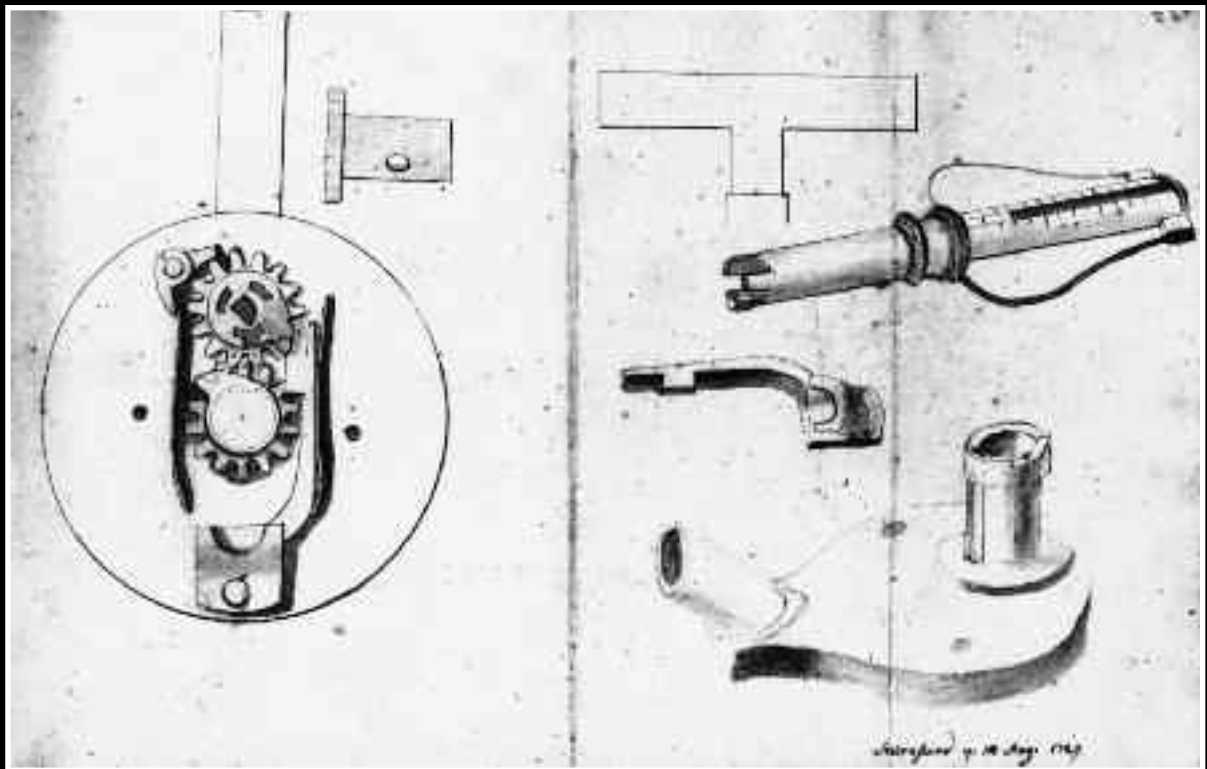
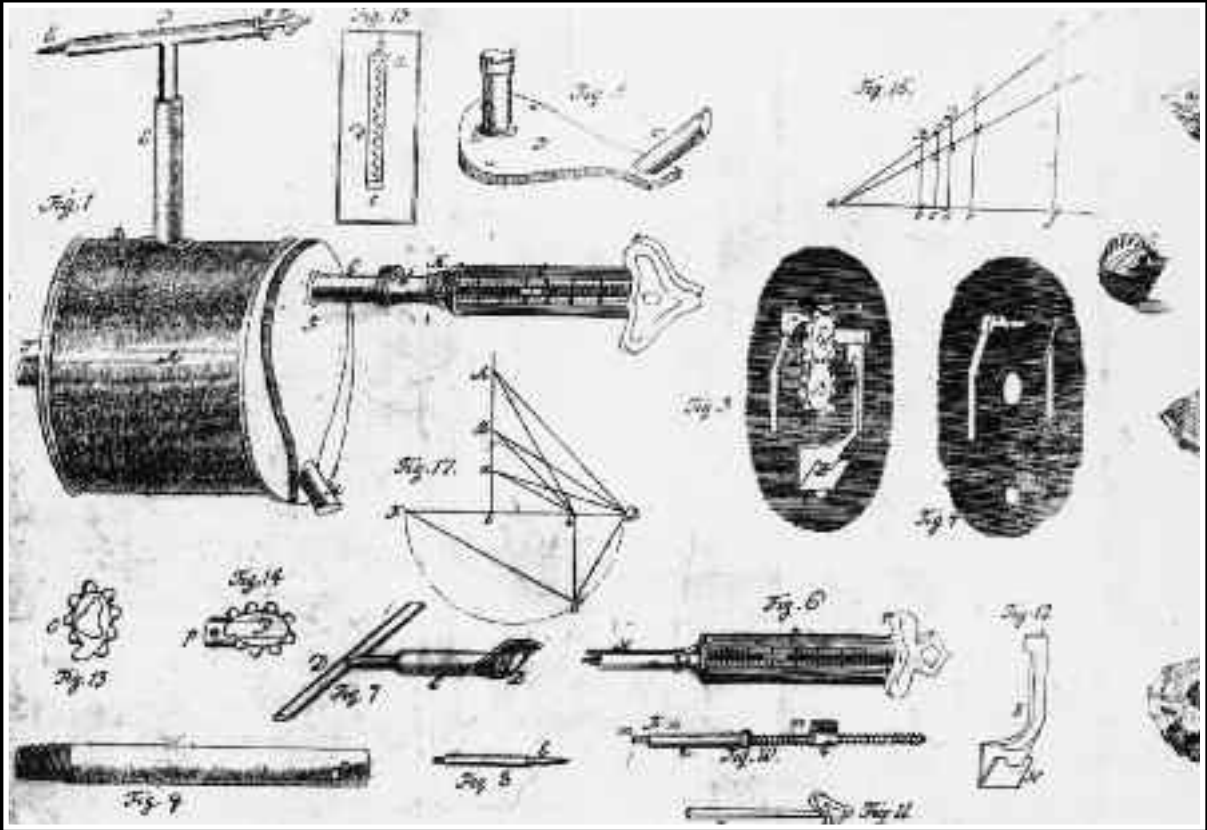
Båda dessa tappar är gjorda av förtent bleckplåt med de fasta delarna nitade och lödda. Kugghjulet och dess hylsa, muffen på röret och ett foder i behållarens avlopp är av mässing. Måtten är 10,5 cm i diameter och längden är 15 cm med nyckeln.

Polhem menade att den här tappen kunde användas för att kontrollera tjänstefolkets brännvinskonsumention. Han ivrade mycket för nykterhet, något som samtidigt inte alls förstod eller uppskattade.



Polhems konstige tapp.

(Motstående sida) Polhems konstige tapp, teckning ur Cronstedts skissbok.



POLHEMS KONSTRUKTIONER



BROARNA PÅ 1700-TALET var gjorda av sten med valv om det gällde mindre vattendrag. När älven var bred och kanske ofta översvämmad i vårfloden byggde man broar av trä som vilade på stenkistor vid brofästena. Ibland gjordes de höj- och sänkbara med vattenståndet. Men isen kunde förstöra dem eller vårfloden kunde bli alltför strid så att de fördes bort med strömmen.

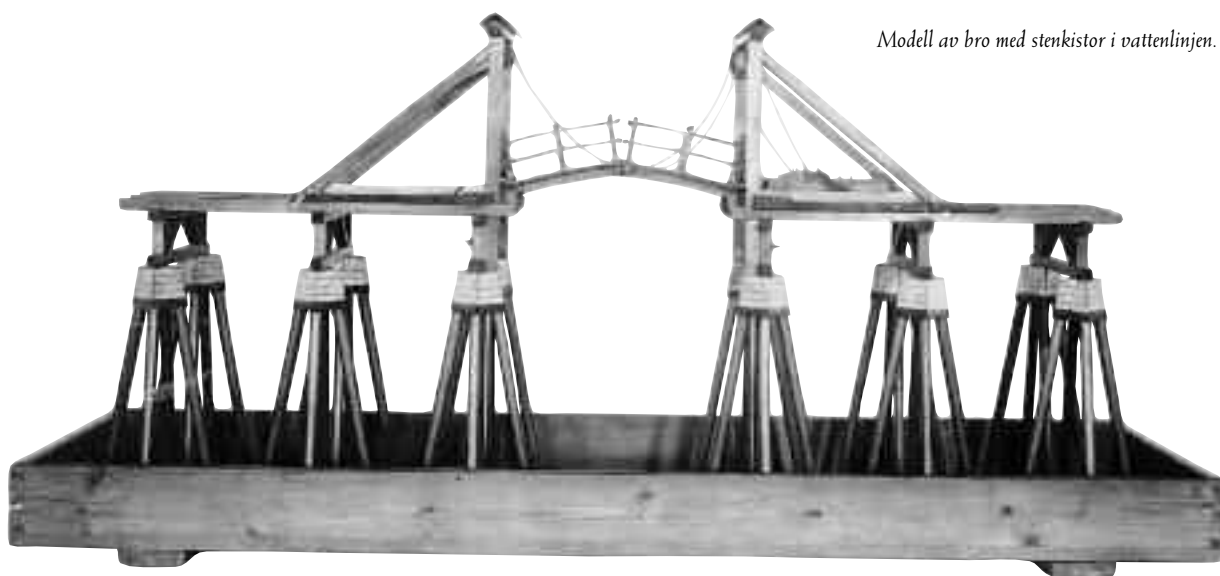
POLHEMS BROAR

Christopher Polhem färdades ofta mellan Stockholm, Falun och Stjärnsund. När han måste över Dalälven kunde det bli problem eftersom den är bred och påverkas av islossning och vårflod. Polhem uppmärksammade att broarna ofta inte höll

för naturens påfrestningar. Han konstruerade därför en flottbro, som skulle stå emot vårfloden.

Han byggde stenkistorna, som förankrar bron, på älvens strand i stället för i vattnet. Själva bron flöt på vattnet. Den var gjord av trästockar. Konstruktionen bestod av två delar, var och en med två rader av stockar. De var hopflätade så att stockarna bar lika stort tryck på alla delar från det strömmande vattnet. Därför kunde denna flottbro inte brytas sönder även om vattnet rann snabbt, bron flöt hela tiden ovanpå även om vattenmassorna ökade. Vid brofästena satt mindre flottar, som medgav en viss böjlighet vid olika vattenstånd. Tekniska museet äger en modell i trä av denna bro.

Det finns också i Tekniska museets samlingar en modell av en vindbro byggd omkring år 1750 efter Polhems idé. Bron står på pålar i vattnet, vilket var



Modell av bro med stenkistor i vattenlinjen.

en vanlig brokonstruktion, men i vattenlinjen finns stenkistor ovanpå pålarna. Dessa stenfunda- ment finns i vattenlinjen så att träpålarna alltid står under vatten och själva bron över vatten. Därmed förhindras den förruttelse av träet, som alltid an- nars sker i vattenlinjen.

MODELL AV ETT SKEPPSUPPHALNINGS- VERK

När skeppen skulle förbättras, lagas och rustas upp brukade man hala upp dem på land. Det gick till så att man drog upp dem på rullande stockar med hjälp av hästar eller oxar. De största skeppen var mycket svåra att dra upp, därför byggde man doc- kor, som torrlades då skeppet seglat in.

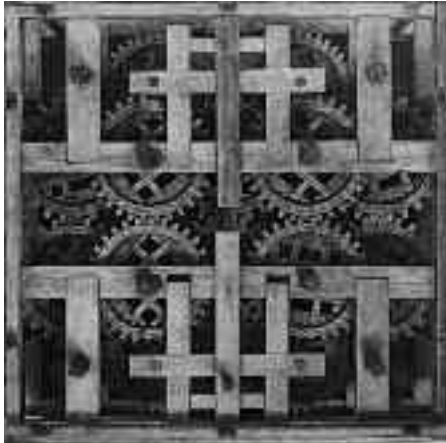
På 1730-talet presenterade Polhem en modell av ett skeppsupphalningsverk . Den var gjord i trä

i skala 1:10 och skulle i verkligheten kunna hala upp ett 70-kanoners skepp. Det var ett stort och tungt fartyg, eftersom det skulle bestyckas med 70 tunga järnkanoner. Verket skulle i verkligheten mäta 11 gånger 12 meter och största kugghjulet skulle ha haft en diameter på 3,20 meter.

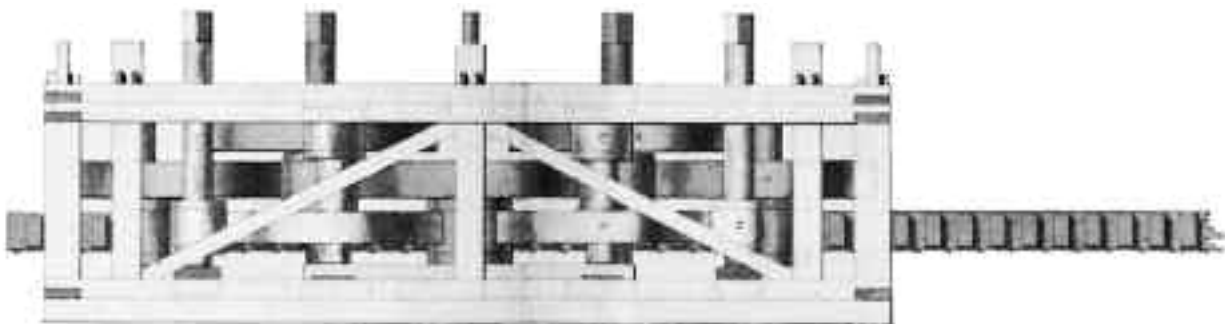
Kuggstången skulle dras av draghjulen och des- sa fyra kugghjul drivas av fyra parallellkopplade spel.

Verket hade 14 lika stora kugghjul och det skul- le nu behövas bara 16 män för att hala upp ett 70- kanoners skepp. Polhem menade att man också skulle kunna bygga detta i lite mindre skala för att hala upp mindre skepp.

Av olika anledningar, dels ekonomiska och dels praktiska kom detta verk aldrig att byggas i verk- ligheten. Men den vackra modellen i furu och ek från Polhems tid finns bevarad i Tekniska museet.



Polhems modell till ett skeppsupphalningsverk.



POLHEMS SLUSS

Den första slussen i Stockholm vid Mälarens utflöde i Östersjön byggdes redan i början av 1600-talet. Den kallades för drottning Kristinas sluss. Några år senare måste den förstärkas och förbättras. Förutom underhåll och reparationer blev det även nödvändigt att bygga för större fartyg. Under 1600-talet var det holländska slussbyggare som fick i uppdrag att bygga enligt sin tradition.

I början av 1700-talet ville man att Polhem skulle åta sig uppgiften att bygga en ny och större sluss. Inte förrän i början av 1740-talet blev avtalet mellan Polhem och Stockholms stad klart och Polhem som nu var över 80 år skulle samarbeta med sin son Gabriel.

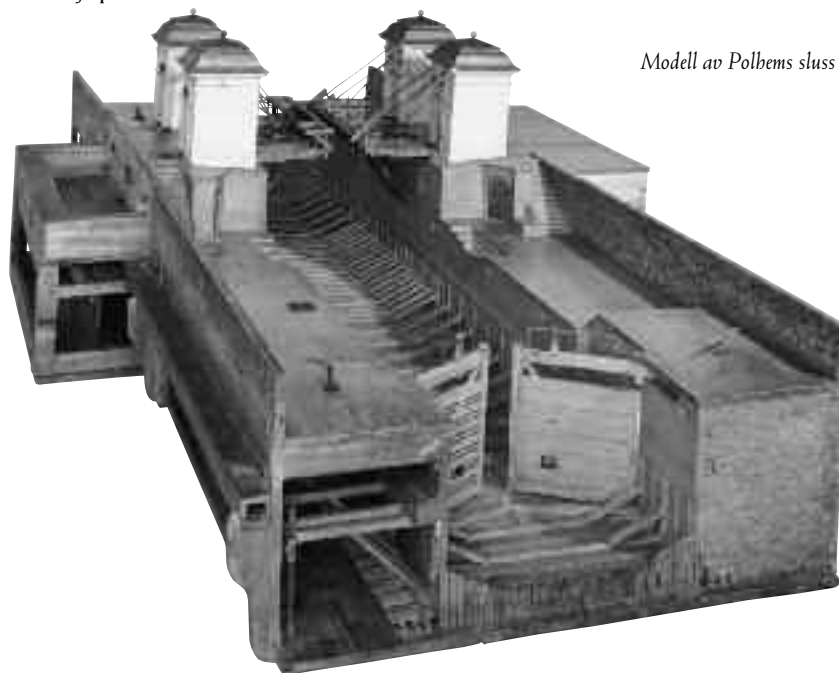
Polhem hade föreslagit att man skulle bygga en stor kasun av trä på land och sedan sänka ned den i vattnet. Det var som en stor trälåda hopsatt med skruvbultar i stålförstärkning och dessutom med dymlingar av trä för säkerhets skull. Denna jättelika låda sjösattes på en lerbädd i vattnet. Det tog 22 timmar för den att sjunka till botten. Därefter murade man stenar i botten och utefter kanterna. Kasunen hade följande mått: längd 45 meter, bredd 9,6 meter och djup 3 meter.

För att läns pumpa slussen vid det fortsatta arbetet hade Polhem konstruerat en pump, som drevs av trampande arbetskarlar.

Slussportarna var stora och tunga, fästade i botten av kasunen med ståldubbar. Tidigare hade man behövt hästar för att köra runt öppningsanordningen. Polhems slussportar kunde öppnas av ett par man genom att utväxlingen konstruerades på ett bättre sätt.

Över slussen byggdes en vindbro för att trafiken skulle kunna flyta mellan Södermalm och Gamla stan. Den konstruerade Polhem så finurligt att man inte alltid behövde öppna hela bron när fartygen slussades. Det gick att bara öppna en mindre del i mitten där fartygets master i regel kunde passera. Själva bron hade fyra små torn, som blev en karakteristisk siluett i Stockholm under de nästan hundra åren som Polhems sluss var i bruk.

Polhem var mycket gammal när han bars ned i den läns pumpade slussen för att där, på själva arbetsplatsen, hyllas genom att konungen dubbade honom till kommandör av Nordstjärneorden. Polhem dog år 1751, två år innan slussen blev helt färdig.



Modell av Polhems sluss vid Slussen i Stockholm.

SAMMANFATTNING



CHRISTOPHER POLHEMS BARNDOM och ungdomstid var en kamp för kunskap och utbildning. Han var tvungen att försörja sig själv och att söka efter kunskap. Han måste göra allting själv, tillverka alla sina verktyg och gå nästan en mil till sin lärare varje kväll efter dagens arbete. Under studietiden vid universitetet arbetade han också med att laga eller konstruera nya, invecklade ur samtidigt som han studerade. Redan då blev han känd som en skicklig urmakare.

Efter att ha visat sina kunskaper när det gällde tekniska lösningar på gruvdriftens område ville kungen, Karl XI visa sin uppskattning. Han gav Polhem ett årligt understöd för att han skulle kunna utveckla sina idéer utan penningbekymmer. Nu fick Polhem en trygg inkomst och möjlighet att bilda familj. Han gifte sig år 1691 med Maria Hoffman, på Rikstens gård i Botkyrka. De fick sedan fem söner och fem döttrar. Endast en son och fyra döttrar överlevde fadern.

Kungen ville också att Polhem skulle få möjlighet att studera tekniska konstruktioner i andra länder och beviljade därför ett resestipendium. På den här tiden var det mycket viktigt med utlandsresor eftersom det knappast fanns några industriella anläggningar i vårt land.

Den industriella utvecklingen hade redan börjat i andra länder. I England och i Frankrike såg Polhem metall- och textilindustri av den typ hans visioner omfattade. Han förstod den ekonomiska betydelsen av denna utveckling.

Polhem hade en särskild känsla för Sverige, en nationell stolthet och omtanke om sitt fäder-

nesland. Han förstod vilka möjligheter som fanns outnyttjade i våra naturtillgångar. Han önskade att svenskarna skulle tillverka sina egna produkter och ansåg att det var onödigt att vi köpte utomlands vad vi skulle kunna göra här i landet. Han menade att det var ekonomiskt slöseri att sälja järn och andra metaller för att sedan dyrt köpa tillbaka färdiga produkter. Därför ville han grunda en svensk tillverkningsindustri.

I en hantverksmässig produktion används muskelkraften i stor utsträckning. Polhem menade att man i stället borde utnyttja vattenhjul eller väderkvarnar som drivkraft. Då kan man tillverka större mängder av samma sak. Genom att varje hantverkare gör ett mera specialiserat arbete kan man göra ett större antal produkter till en billigare kostnad. Dessa idéer ville Polhem förverkliga i sin industriella anläggning vid bruket i Stjärnsund.

De båda kungarna Karl XI och sonen Karl XII hade samma uppfattning om att Sverige på allt sätt borde utnyttja sina naturtillgångar och förädla råvarorna inom landet. De var intresserade av att stödja sådana företag.

Polhem byggde upp sin manufaktur, som det kallades på den här tiden, så att vattenkraften utnyttjades effektivt. Vattenhjulen vid den stora dammen drev hamrarna och blåsbälgarna till smedernas härdar. Detta var vanligt på den här tiden, men Polhem gick ett steg längre, han byggde även verktygsmaskiner som också drevs med vattenkraft. Han gjorde något nytt och mera rationellt än vad som var vanligt då.

Det var inte lätt att införa nyheter. I början hade Polhem svårigheter med att få arbetarna till att

stanna kvar vid hans bruk. Många av dem ansåg dels att massproduktion var ogudaktig, dels tyckte en del inte om hans nykterhetsiver. Det fanns också smeder som hellre ville pröva lyckan vid andra bruk. Polhem lyckades till sist överbygga motsättningarna och skapade en god arbetsmiljö med bra bostäder åt alla och en liten trädgård för varje hushåll.

Produkterna från Stjärnsunds bruk uppskattades av kunderna och det blev en ganska lönsam industri, särskilt under den tid som myndigheterna gav sitt stöd med en viss tullfrihet.

Karl XII som lärde känna Polhem personligen uppskattade hans begåvning och idéer på olika områden. De brevväxlade när kungen vistades i Bender och sedan träffades de när Karl XII bodde i Lund. Den karolinska tidens enkla vardagsliv och nyktra ideal passade dem båda.

Det var flera lärda män som umgicks med Karl XII i Lund och man diskuterade olika frågor. En av dem var Polhems elev Emanuel Swedenborg.

En gång var Polhem närvarande då kungen framförde en egen idé om ett nytt räknesätt med 64 som grundtal i stället för decimalsystemet. Kungen menade att det då skulle vara jämnt delbart och enklare att räkna med. Polhem höll inte med om att detta skulle vara bättre än det system vi redan använde, men han skrev att han var imponerad av kungens stora skicklighet i huvudräkning. Han hade endast mött en man tidigare med sådana gåvor, engelsmannen John Wallis, en av grundarna till The Royal Society.

Kung Karl XII har betytt mycket för Polhem genom att stödja honom och ge honom arbete med olika beställningar. Han uppmuntrade Polhem i en del fantastiska projekt, som delvis aldrig blev av på grund av kungens för tidiga död, t ex kanalbygget genom Sverige. Det var först mer än hundra år senare, som Göta kanal byggdes och då efter samma sträckning som Polhem och Karl XII hade skissat på.

Krigströtthet och nedgången av ekonomin i landet efter kungens död gjorde att många planer aldrig kom till stånd. En del av kungens kritiker, som efter hans död fick vind i seglen, kom att påverka inställningen till Polhem också. Det är inte utan fog som Polhem delvis kände sig motarbetad av vissa personer.

Den Kongl. Modellkammaren, som Polhem grundade, blev en attraktion för besökare både från vårt land och för utlänningar, som reste i Sverige. Den omnämns med uppskattning i många reseberättelser. Den var som både en skola och ett museum, en turistattraktion. Den har visats under flera hundra år på olika ställen, de senaste fyrtio åren har modellerna funnits i Tekniska museets samlingar.



Christopher Polhem adlades av Karl XII år 1716. Hans vapen med "theorema pythagoricum".

LITTERATURTIPS

Ett urval av den litteratur som använts. Den som vill läsa mera hänvisas till Tekniska museets bibliotek och arkiv.

- Andersson, P. Gunnar, *Christopher Polhem*, Falun, 1979
Andersson, P. Gunnar, *Svenska snillen*, Stockholm, 1964
Christopher Polhem, *Minnesskrift utgiven av Svenska Teknologföreningen*, Stockholm, 1911
Lindgren, Michael, "Den Kongliga Modellkammaren – en trädimensionell upplevelse",
i *Polhem*, nr 4/a, 1992, (temanummer om Christopher Polhem)
Lindgren, Michael, "Några tankar kring Christopher Polhems teknikpedagogik",
i *Teknik i skolan*, red Thomas Ginner och Gunilla Mattsson, Lund, 1996
Lindroth, Sten, *Christopher Polhem och Stora Kopparberget*, Uppsala, 1951
Strandh, Sigvard, *Polhem – mekanikens mästare*, Stockholm 1985
Strandh, Sigvard, *Maskinen genom tiderna*, Stockholm, 1979

ARTIKLAR UR DAEDALUS, TEKNISKA MUSEETS ÅRSBOK:

- Althin Torsten, *Polhemsstickan*, 1932
Althin Torsten, *Stjernsunds manufakturverk år 1729*, 1940
Althin, Torsten, *Ett Polhemsspel vid Falu gruva*, 1942
Althin, Torsten, *Om Polhemsknuten*, 1944
Anbo, L., Bjarne, A och Sköldberg, S., *Christopher Polhems valsverk vid Stjernsunds manufakturverk*, 1941
Baeckström, Arvid, *Kongl Modellkammaren*, 1959
Carlqvist, Sten, *Christopher Polhems klädespress*, 1932
Carlqvist, Sten, *Polhems flottbro*, 1933
Hallerdt, Björn, *Strumpvävstolar av Christopher Polhem*, 1951
Heckscher, Eli F, *Christopher Polhem och hans tid* (Anförande på Polhemsdagen den 30 augusti 1951), 1952
Hernmark, Carl, *Polhems snusdosa*, 1942
Humbla, Philibert, *Christopher Polhems järnväg i Gävle 1776*, 1947
Jansson, Sven, *Polhemsmonumentet med förhistoria*, 1974
Lindqvist, Svante, *Deutsches Museum, Tekniska Museet och bilden av Polhem*, 1985
Lundwall, Sten, *Christopher Polhems skärmaskiner för urhjul*, 1949
Lundwall, Sten, *Astronomiskt ur av Christopher Polhem*, 1951
Nisser, Marie, *Christopher Polhems modell till ett skeppsuppbalningsverk*, 1964
Pipping, Gunnar, *Christopher Polhems astronomiska ur*, 1992
Sköldberg, Sven, *Christopher Polhems Konstige Tapp*, 1939
Way-Matthiesen, L., *Polhemsstickan II*, 1944

KRONOLOGISK TABELL

1661	Christoper Polhem föds den 18 december i Tingstäde socken på Gotland.
1669	8 år, faderlös.
1671	10 år, flyttade han till farbrodern i Stockholm.
1673	12 år, blev han smådräng i Alsike.
1675	14 år, uppbördsman eller inspektor på Vansta säteri i Ösmo.
1685	24 år, inspektor på Fällnäs gård.
1687	26 år, för studier till Uppsala.
1690	29 år, bosatte sig i Stockholm.
1691	30 år, gift med Maria Hoffman.
1694 – 96	Studieresa utomlands.
1696	Åter i Stockholm på hösten.
1698	Utnämns till direktör över bergsmekaniken.
1697	Grundar Laboratotium mechanicum.
1700	Utnämns till konstmästare vid Falu Koppargruva och grundar Stjärnsunds bruk.
1707	Resan till Harz.
1711	Deltar i stiftandet av Collegium Curiosorum i Uppsala.
1714	Utnämns till assessor i Kommerskollegium.
1716	Adlas och utnämns till kommerseråd.
1729	Eleverna tecknar Stjärnsund (vår nuv kunskap om anläggningen).
1735	Änkeman.
1737	Stjärnsund brinner.
1739	Medlem av Kungl Svenska Vetenskapsakademien.
1751	Dör den 30 augusti.





© Kerstin Westerlund/Tekniska museet
Grafisk form och produktion: SJÖBOD 10
Tryck och repro: TRYDELLS TRYCKERI AB, Laholm 2000
ISBN 91-7616-015-7

CHRISTOPHER POLHEM

Konstruktör och företagare i 1700-talets Sverige

Tekniska museet ger ut en kortfattad skrift om Polhem, som vänder sig till allmänheten samt till lärare och elever på högstadium, gymnasium och folkhögskolor. Boken handlar om Polhems liv och gärning, om Stjärnsund och om hans mest kända uppfinningar. Den är skriven på ett modernt och lättläst språk med förklaringar av en del historiska begrepp. Något om förutsättningarna i den tid som Polhem levde i beskrivs, men allt kan inte förklaras utan att göra för stora utvikningar. Läsningen förutsätter en allmän kunskap om den historiska bakgrunden.

Skriften bygger på den litteratur som redan finns utgiven om Polhem och på de originalhandlingar som finns i Tekniska museets arkiv. De olika artiklarna som har publicerats i museets årsbok *Dædalus* under årens lopp är särskilt intressanta, men inte lättillgängliga för en yngre läsekrets. I museets samlingar finns modeller och föremål från Polhems bruk i Stjärnsund. En del av detta finns även utställt i museet.

Kerstin Westerlund är fil kand och intendent vid Tekniska museet. Hon har under många år arbetat med undervisning för skolklasser och visningar för allmänheten. Boken är tänkt att ge svar på de vanligaste frågorna som våra besökare ställer om Polhem. En lättläst bok om Polhem är sedan länge efterfrågad i museets butik.

Anne Louise Kemdal/museidirektör