

Gustav Holmberg

Yngve Öhman, utbyteszonerna och svensk solforskning under efterkrigstiden

”We’re going interstitial”
William Gibson

”Solar research has taken a practical turn”
*Donald Menzel (1949)*¹

Utbyteszoner, materiell kultur och interstitiala samarbetsmönster

Vid tretiden på morgonen den 11 februari 1958 inträffade en geomagnetisk storm. Mätutrustning vid Statens järnvägar registrerade hur kraftiga och fluktuerande spänningar inducerades i ledningar utmed järnvägsnätet. SJ:s automatiska signalsystem gick inte längre att lita på och fick ersättas av manuellt bemannade ad hoc-lösningar. Telegraf- och telefontrafik stördes: bränder utbröt i telestationer och förstörde vitala delar i kommunikationssystemen; under en tid var det omöjligt att kommunicera per radio eller kabel med utlandet.

Yngve Öhman, astronom vid Saltsjöbadens observatorium, deltog strax därefter i ett möte på Telestyrelsen tillsammans med representanter från Telestyrelsen, Statens järnvägar, Sjöfartsverket och Chalmers tekniska högskola, där problemen i de svenska kommunikationssystemen diskuterades.² Är Öhmans deltagande i ett möte avsett att förbättra säkerheten i infrastrukturella system och liknande händelser, en marginell och meningslös kategori i den här tidens astronomihistoria jämfört med mer omtalade processer som striden mellan de kosmolo-

giska modellerna Big Bang och Steady State?³ Vad har Televerket och SJ med efterkrigstidens vetenskapshistoria att göra?

Fysikhistorikern Peter L. Galison har pekat på vetenskapens samtidigt sönderdelade och sammanhållna karaktär.⁴ Fysiken är uppdelad i vad han kallar vetenskapliga subkulturer. De utmärks av vad forskarna håller på med, vilka slags teorier eller instrument de arbetar med. Subkulturerna är förhållandevis självständiga, de marscherar inte i takt. Galisons arbete är i mångt och mycket en kritik av en homogeniserad bild av fysiken, som vanligtvis på ett exkluderande vis har satt teori eller experiment/observation som norm:

Historically, the significance of these partially separate lives is that – once one abandons "observation" or "theory" as the basis for an univocal account – no single narrative line can capture the physics of the twentieth century, even within a single specialty. If we follow the practices of instrumentation, we find ourselves crossing disciplinary boundaries at different points than would be suggested by a restriction to theory.⁵

Subkulturerna är beståndsdelar i forskarnas självförståelse, deras identitet. Men det autonoma är i Galisons bild inte total, han vill betona fysikens mångfald men inte heller ge en bild av vetenskapen som en arkipelag av forskaröar utan kontakt; mellan subkulturerna uppstår ibland *trading zones* där forskare kan idka utbyte och kommunicera med hjälp av vad som i Galisons metaforik kallas pidgin- och kreolspråk. Han hämtar inspiration hos antropologer som studerat hur grupper med olika symbolvärldar och taxonomier kan utbyta varor, även om de kulturella tolkningarna av dessa varor skiljer sig åt. Han intresserar sig för de utbyten "that grow and sometimes die in the interstices between subcultures."⁶ Liknande ting händer inom vetenskapen, menar Galison.

Galison menar att hans syn på vad som händer i utbyteszonernas heterogena samarbeten är besläktad med Star och Griesemers begrepp gränsobjekt, men att han vill översätta deras fokus på "översättning" med en metaforik uppbyggd kring pidgin- och kreolspråk. De vetenskapliga utbyteszonernas pidgin- och kreolspråk handlar inte bara om "ord", de handlar om praktiker.⁷ Galison vill pröva att rita om vetenskapliga disciplinära kartor utefter sådana praktikkluster.⁸ Med sin

utförliga beskrivning av vad forskare gör när de gör fysik – hans *Image and logic* är en tjock beskrivning i en tjock bok – vill Galison dra samman en mängd företeelser; en berättelse om fysik blir inte enbart en berättelse om människor som kan mycket om det som vanligtvis hänförs till den fysikaliska världsbilden. Det är ett perspektiv där instrument ses som "accretion points, loci where new worlds emerge through the recombination of physics, engineering, warfare, industry, philosophy, chemistry, and mathematics."⁹ Galison ger flera exempel. En bubbelkammarspecialist under 1980-talet måste såväl kunna teorier för kvarnar som ha kunskaper om det hårda och transparenta plastmaterial som användes i bubbelkammars behållare (och i stridsflygplans välvda fönster); vem som tillverkade det, vilka dess mekaniska och optiska egenskaper var. En partikelfysiker som på 1950-talet använde fotoplåtar som detektorer deltog i utbyten med tekniker från industrin och forskare från andra discipliner som var mer intresserade av fototeknik eller kolloidkemi än av elementarpartiklar. De utvecklade en kunskap om och ett samarbete kring fotografiska tekniker. Utbyteszonen kring Monte Carlo-metoden, en form av datorbaserade simuleringar, blev en vetenskaplig mötesplats för tekniker och forskare verksamma inom elektronikutveckling, fysik, flygplansindustri, tillämpad matematik och kärnvapenutveckling, för att senare utvecklas till ett centralt verksamhetsområde inom datavetenskapen.

Det är inte den här uppsatsens syfte att diskutera de kunskapsteoretiska konsekvenserna av en sådan vetenskapssyn.¹⁰ Det fruktbara i Galisons synsätt är kanske snarare att det så tydligt visar vetenskapens heterogena karaktär. Den kan därför utgöra ett avstamp för en rörelse bort från en historisk tradition som beskriver vetenskapen i termer av homogenitet (i detta liknar Galisons ansats flera andra angreppssätt som diskuteras i denna bok), *samtidigt* som den försöker fånga de sammanhållande faktorer som ändå finns i vetenskapen.

Olika vetenskapliga subkulturer har olika samarbetspartners utanför vetenskapen.¹¹ Därmed handlar en kontextualisering som utgår från utbyteszoner inte om en bredare "tidsanda" utan snarare om mer konkreta praktik- och resursrelaterade faktorer som skiljer för olika vetenskapliga subkulturer. För att förstå utbyteszonernas uppkomst, utveckling och eventuella nedmontering bör vi föra in dem i ett historiskt perspektiv som famnar vidare samhälleliga skeenden än vad som rymms i mikrostudiens praktikperspektiv. Omkringliggande samhälleliga,

vetenskapliga och teknologiska förändringar kan öppna upp potentialer för resurser som forskare eller forskargrupper kan försöka utnyttja. En analys av vetenskapens samverkan med verksamheten inom ibland radikalt annorlunda områden kan bidra till förståelse av varför vissa utbyteszoner uppstår. De storskaliga förvandlingarna, de konjunkturella moduleringarna, kan beskrivas som makroförändringar som skapar potentialfält för aktörer som bygger upp samarbeten. Det är därmed möjligt att anknyta till Svante Lindqvists argument för en tillämpning av Fernand Braudels tredelade tidsskala på modern teknik- och vetenskapshistoria.¹² Ett sätt att utveckla användningen av utbyteszoner blir då också att i större utsträckning än vad som gjordes i *Image and logic* anknyta till förändringar på olika nivåer och tidsskalor; att försöka knyta samman mikrostudiens fokus på praktik med större processer inom och utom vetenskapen.

Författaren William Gibson har använt begreppet *interstitialitet* för att fånga kulturer som uppstår i samhällets sprickor; det är i samhällets mellanrum – mellan det levande och det simulerade livet; i de utrymmen som hamnat mellan en stads mer välmående stadsdelar, zonerna som samhällsutvecklingen och ekonomin lämnat – som det finns utrymmen för ett slags nydaning av människan.¹³ Kanske kan vi i analogi därmed benämna Galisons praktikorienterade kartografier över vetenskapen (och besläktade relationella och strukturella sätt att beskriva vetenskapliga utbyten som gränsobjekt och standardized packages) *interstitiala samarbeten*.

Solforskning

Med utgångspunkt från den interstitiala ansatsen och då specifikt begreppen utbyteszon och vetenskaplig subkultur behandlar den här uppsatsen svensk solforskning under några årtionden på 1900-talet. Mer specifikt kommer den verksamhet som utvecklades kring och av Yngve Öhman vid K. Vetenskapsakademiens observatorier i Saltsjöbaden och på Capri att diskuteras. Tanken är att se på solforskningens utveckling som ett samspel mellan individuella och strukturella faktorer. Därmed kommer vi att se på solforskningens utveckling som en blandning av individuella och mer strukturella faktorer. Uppsatsen följer inte en kronologisk linje utefter Öhmans livslinje och karriär, utan kommer istället att fokusera några av Öhmans interstitiala sam-

arbeten och försök till sådana: kontakter med geofysik, industri- och teknisk infrastruktur, observationsstationer och rymdteknik.

Karl Hufbauer har beskrivit solforskningen som en subdisciplin som expanderade under efterkrigstiden; under de ”boom times” som rådde inom solforskningen efter 1945 deltog den i en allmän expansion av naturvetenskaplig forskning. För solforskningens del tillkom nya metoder som radioastronomi samt raket- och satellitbaserade observationer. I samband med dessa tekniker kom solforskarna i kontakt med forskare, ingenjörer, politiker och andra grupperingar som inte kunde räknas till astrofysik och solforskning i snävare idé- eller teoricentrerad mening men som ändå, via sina interaktioner med solforskningen, påverkade dess historia. Hufbauer nämner en samling forskare som alla var i början av sina vetenskapliga karriärer 1945: Leo Goldberg (Michigan), Walter Orr Roberts (High Altitude Observatory, Colorado), J. W. Evans (Air Force’s Sacramento Peak Observatory, New Mexico), A. B. Severny (astrofysikaliska observatoriet, Krim), K. O. Kiepenheuer (Fraunhofer Institut, Freiburg). Inledningsvis var dessa forskare inte fullt etablerade i det vetenskapliga systemet och kanske därför mer öppna för nya och oprövade samarbetsformer, jämfört med äldre forskare som etablerats som ledare för observatorier i ett annat forskningspolitiskt sammanhang under mellankrigstiden.¹⁴ Hufbauer kallar dessa forskare för vetenskapliga ”entreprenörer” och han beskriver subdisciplinens framväxt som en process där samarbete med andra vetenskapliga fält var av stor vikt. Han pekar speciellt ut geofysiken och IGY, det internationella geofysiska året 1957–58, då 95 observatorier och observationsstationer samarbetade i ett storskaligt program för övervakning av solfenomen. Rymdteknikens utveckling ökade ytterligare solforskningens möjligheter till resurser. Längre fram, 1967, fick solforskningen en egen tidskrift, *Solar Physics*, en för varje subdisciplin viktig händelse. Solforskningen hade blivit ”a small, yet robust interdisciplinary community at the boundary between astronomy and physics.”¹⁵

En jämförelse mellan solfysik och solsystemsforskning kan vara relevant, om inte annat så för att samtidens astronomer själva ibland förde samman dem. Bägge studerar delar av kosmos som ligger relativt nära jorden och som haft samarbeten med bland annat geovetenskaperna. När det centrala fyrbandsverket *The Solar System* gavs ut under redaktion av solsystems astronomen Gerard P. Kuiper på 1950-talet var den första volymen *The Sun*, vilken följdes av *The Earth as a Planet* och

Planets and Comets I–II.¹⁶ Samhälleliga, instrumenttekniska, professionella och disciplinorienterade förändringar påverkade fältet. Ronald Doel har beskrivit amerikansk solsystemsforskning som ett interdisciplinärt fält där utvecklingen under 1900-talet varit tätt sammanvävd med meteorologi, geologi, geofysik och geokemi.¹⁷ I likhet med Hufbauer pekar han på makrofenomen som framväxten av större federala och militära finansieringsströmmar och forskningsprogram efter andra världskriget, följt av ett hastigt utvecklat intresse för solsystemsrelaterad forskning i samband med rymdtekniken. Doel pekar på den närmast extrema tillväxten hos astronomins disciplinranne geofysiken, framför allt via IGY, vilket bidrog till att disciplinära gränser och samarbetsmönster förändrades. Sammantaget fragmenterades därmed den tidigare sammanhållna disciplinen astronomi (vilket måhända gjorde specialiteter mer distinkta). Större observatorier satsade mer och mer på stellar- och galaxastronomi samtidigt som solsystemsastronomer sökte nya källor till stöd och samarbete än de normala disciplinorienterade.¹⁸

Föreliggande studie bygger framför allt på material i Yngve Öhmans arkiv samt intervjuer gjorda med astronomer. Öhman (1903–88) var ursprungligen adept till Bertil Lindblad och han använde dennes spektroskopiska metoder för avståndsbestämning till stjärnor. Öhman kom emellertid efter en tid att lämna den observationella astrofysikaliska stellarastronomi som då dominerade i Saltsjöbaden och Uppsala för att istället koncentrera sig på observationell solastronomi (men hans bakgrund som elev till Sveriges kanske mäktigaste astronom vid den här tiden bör även fortsättningsvis spelat viss roll för Öhmans karriär). Öhman hade först tjänst som observator i Uppsala (1938), sedan i Saltsjöbaden (1939), vilken omvandlades till en personlig professur i astrofysik. Han byggde upp och var direktör för Kungliga Vetenskapsakademiens (KVA) station för astrofysik på Capri, ett observatorium som under en följd av år observerade solytans och solatmosfärens dynamiska fenomen. Han vistades i början av sin karriär periodvis vid amerikanska observatorier och innehade internationella förtroendeuppdrag; han var ordförande för en solkommission inom IAU, den internationella astronomiska unionen, 1952–55 och var medlem av editorial board för tidskriften *Solar physics*. Ett viktigt internationellt uppdrag var hans arbete med att organisera övervakningen av solaktivitet under IGY. Vid sidan av sina arbeten inom solfysiken var Öhman under lång tid intresserad av vetenskaplig instrumentering. Han kon-

struerade och förbättrade ett ansevärt antal instrument, ofta baserade på ljusets polarisation. Han pensionerades 1968 vilket inte hindrade honom från att fortsätta arbeta på diverse tekniska och vetenskapliga problem.¹⁹

Min ambition är att betrakta svensk solforskning genom den lins som är Yngve Öhman och hans medarbetare och samarbetspartners; att följa och studera en forskare och forskningsledare som verkat i utbyteszoner. Genom att uppsatsen handlar så mycket om Öhman kan man få uppfattningen att jag här lyfter fram individen som den centrala historiska förklaringsmekanismen. Så är emellertid inte fallet. Jag vill i själva verket argumentera mot en individcentrerad historiskrivning och istället söka strukturella och relationella förklaringar. Att jag fokuserar på Öhman är delvis ett materialmässigt betingat val. Ett förhållandevis rikt personarkiv och mina intervjuer med elever och medarbetare till Öhman gör det möjligt att undersöka forskningens interstitiella samarbetsmönster. Genom att följa en enskild forskare får vi en viss inblick i hur utbyteszoner uppstår och utvecklas, och även hur de kan misslyckas.

”Arbetsrum och en sovplats för biolog”: observationsstationer och deras placering

När Öhman började utveckla en mer långtgående observationell solforskning ville han inte enbart använda sig av resurserna vid observatoriet i Saltsjöbaden. Det var i och för sig modernt (invigt 1931) men verksamheten var mer inriktad på den typ av stellarastronomi som bedrevs av forskare verksamma i den Bergstrand-Lindbladiska skolan. Meteorologiskt lämnade Saltsjöbaden dessutom en del övrigt att önska. Det var inte klart väder speciellt ofta, vilket medförde problem för mer långsiktiga projekt som handlade om att kontinuerligt övervaka solen för att fånga dynamiska skeenden. När vädret väl var klart så var luften inte tillräckligt transparent för vissa av de mätningar som Öhman ville utföra. Ett renodlat solobservatorium blev därför aktuellt. Men kunde en sådan station även användas av forskare från andra discipliner? Var skulle det placeras?

I sökandet efter lämpliga platser för ett nytt observatorium, den process astronomer kallar ”site selection”, fick Öhman hjälp av Donald Menzel, en ledande amerikansk solforskare med erfarenhet av att kon-

struera solobservatorier på bergstoppar.²⁰ Enligt Menzel borde ett observatorium förläggas till en plats som tillåter observationer av solytan under förhållandevis långa och sammanhängande tidsperioder. På så sätt kan solfenomenens förändringar över tid studeras. Himmelsluften måste dessutom vara stadig; i teleskop förstoras även luftorn och bilden blir suddig. Sikten mot horisonten måste vara relativt fri. Dessutom tillkom faktorer av mer logistisk karaktär. Installationen borde vara möjlig att nå utan större problem, vatten och elektricitet skulle finnas tillgängliga och man skulle helst kunna värma upp lokalerna utan att skapa allt för mycket rök som kunde störa observationerna.²¹

I Öhmans förslag till ett solobservatorium i den svenska fjällvärlden påpekades att en sådan station även kunde inhysa forskare från andra discipliner.²² På ritningarna över det planerade observatoriet finns arbetsrum för föreståndaren (en astronom), allmänt arbetsrum för astronomer samt arbetsrum för meteorologer och biologer.²³ Stationsplanerna var multidisciplinära, samlande forskning kring ett gemensamt intresse av att underhålla en vetenskaplig verksamhet i den norrländska ödemarken.²⁴ Arbetet med att föreslå en samlokalisering av astronomisk, geofysikalisk och biologisk forskning kan förstås i ljuset av den verksamhet som KVA drev för att utveckla studiet av norrsken och därmed angränsande fenomen. Det fanns flera forskningsstationer sedan tidigare, bland annat en i Abisko som 1934 övertogs av KVA. Där planerade man att föra samman geofysikaliska stationer till ett större observatorium. I ett förslag till omorganisation av den svenska geofysikaliska observationsstationsorganisationen som lades fram 1947 hävdade Bertil Lindblad att en sådan organisationsförändring också kunde vara till fördel för astronomin. Detta är den direkta bakgrunden till Öhmans och Menzels undersökningar av förutsättningarna för ett solobservatorium i norra Sverige.²⁵

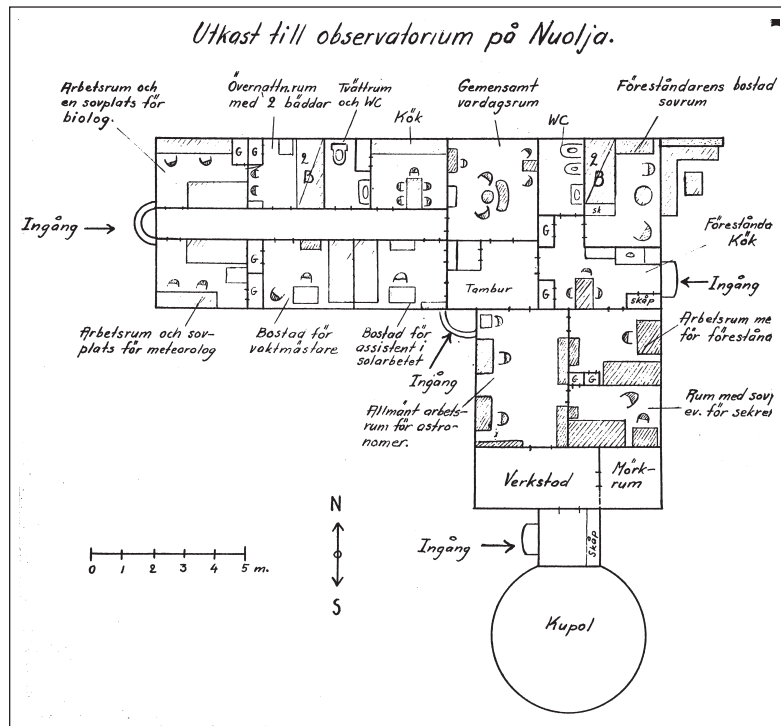
Planerna på samlokalisering fanns alltså redan i planeringsfasen och utvecklades i Menzels rapport till KVA. Han skrev där att ett solobservatorium gärna kunde förläggas i anslutning till geofysikaliska installationer som mäter geomagnetism, norrsken, kosmisk strålning och jonosfärsfenomen. Han pekade även på att ett utbyte med dessa forskningsfält kring solaktivitetsrelaterade frågor vore av intresse för alla inblandade. Men samlokaliseringsfrågan fick inte väga tyngre än de astronomiska kraven.²⁶

YNGVE ÖHMAN, UTBYTESZONERNA OCH ...

Under några somrar undersökte Öhman och Menzel platser i fjällvärlden som kunde vara lämpliga för ett framtida solobservatorium. Öhman hade även rekryterat en lokal amatörastronom som under två års tid noterade solbildens stabilitet. Bland resultaten märks insikten att stora moln av knott på några hundra meters höjd kunde förstöra



Site selection pågår; Yngve Öhman undersöker omkring 1950 den norrländska ödemarkens lämplighet som plats för ett framtida solobservatorium. Foto: Yngve Öhmans arkiv, KVA Centrum för vetenskapshistoria.



YÖA vol 8.

skärpan på solbilden i teleskopet, varför Menzel och Öhman rekommenderade att bespruta omkringliggande myrmark med DDT.²⁷

En planerad samlokalisering mellan biologisk, geo- och astrofysikalisk forskning i norra Sverige var bara ett av flera alternativ för en framtida svensk solstation. En annan möjlighet öppnades i början av 1950-talet när Axel Munthe skänkte sin egendom på Capri till svenska staten, och det blev detta senare alternativ Öhman valde. Här inrättades under Öhmans ledning en solstation, driven av KVA. På solobservatoriet på Capri anställdes under kortare eller längre tid astronomer och astronomistudenter. De observerade solen med patrullinstrument och de var en arbetskraft i den kontinuerliga solövervakning som var den huvudsakliga vetenskapliga verksamheten på Capri. I vissa fall var yngre forskare verksamma flera somrar på Capri och kunde samla in

empiriskt material som låg utanför rutinobservationerna och som kunde ligga till grund för egna vetenskapliga arbeten inom solforskningen.²⁸ Capristationen blev en faktor när det gällde att attrahera och rekrytera krafter till denna del av astronomin. Under åren 1955–67 var drygt 60 medarbetare, de flesta yngre, verksamma i den visuella solpatrulleringen på det svenska observatoriet på Capri.²⁹

Geofysikaliskt samarbete

Det som Öhman senare kom att kalla ”något av det jobbigaste, som jag någonsin uppleft [!]” var koordinerandet av de världsomspännande nätverken av solobservatörer under det internationella geofysiska året.³⁰ Han var medlem av editorial advisory board för *Annals of the International Geophysical Year* och publicerade ett viktigt dokument: manualen som sammanfattade standardiseringsarbetet inom organisationens solobservationer.³¹ Därtill bidrog hans grupp vid solobservatoriet på Capri med data till IGY. IGY kan ses som en organisation som skapade kontaktytor mellan geofysiker och andra discipliner. Det var en storskalig satsning: tusentals forskare från 67 deltagande länder och tolv geofysikaliska områden bedrev forskning och datainsamling med en budget på flera miljarder dollar. IGY hade dessutom kopplingar till försvarspolitiska intressen på global skala.³²

Patrullobservationer, som innebar en kontinuerlig bevakning av förändringar på solytan från stationer fördelade över hela världen, var en av de praktiker som gjorde solforskningen relevant för geofysiken. Globala observationer av detta slag krävde ett standardiserat språk för att beskriva och klassificera dynamiska skeenden på solytan. Dessa klassifikationer kunde sedan spridas inom det geofysikaliska och astronomiska systemet och bortom dessa vetenskapers gränser. Ett för patrullverksamheten viktigt instrument hade upfunnits av Bernard Lyot under 1930-talet.³³ Instrumentet gjorde det möjligt att avbilda solskivan i ljus hämtat från ett smalt våglängdsintervall i solspektrum, ofta i välets H α -linje, för registrering och avbildande av ”flares” och protuberanser (explosioner och utströmmande gas från solytan). Avbildningar av solytan i H α var en källa till många av de dataflöden som solforskarna producerade under IGY och i andra sammanhang. Det kunde handla om att notera när flares och protuberanser blossade upp samt en klassificering av dessa med avseende på morfologi, storlek och

styrka. Denna ur ett teoricentrerat vetenskapshistoriskt perspektiv oglamorösa verksamhet var en viktig anledning till att solforskningen kunde samarbeta med såväl andra vetenskaper som andra delar av samhället. Dessa observationer utgjorde en stomme i verksamheten vid observationsstationen på Capri.³⁴

Flödet av data över solar flares, protuberanser och andra solfenomen från övervakningsprogrammen på Capri och annorstädes gick till ett internationellt centrum för insamling av data angående solär-terresta relationer. Solens och de geofysikaliska fenomenens effekter på radio-trafiken var ett forskningspolitiskt motiverat skäl till programmen. Flödet av data motsvarades av ett flöde av ekonomiska resurser till observatoriet på Capri. Många av de internationella samarbetena i gränstrakterna mellan geofysik och övervakning av solaktivitet fortsatte även efter IGY. Till WDC-A, ett internationellt centrum för soldata vid University of Colorado, skickades under större delen av 1960-talet data från Capristationens solövervakning; tillbaka kom ett årligt anslag på \$3 500 som ett stöd för driften till stationen. Samarbetet var reglerat i ett formellt kontrakt.³⁵ När det gällde att säkerställa Capristationens ekonomi fanns tanken hos Öhman att låta meteorologer hyra in sig, "which would improve the budget for the astronomical station."³⁶ Samarbete i internationella sammanhang, utbyte med forskare utanför astronomins gränser och en eventuell samlokalisering med andra discipliner och forskningsfält kunde alltså ge konkreta resurstillskott till forskningen.

Studiet av hur jorden påverkas av solaktiviteten användes även retoriskt. När Öhman för presumtiva finansiärer skulle förklara varför solastronomi var viktigt kunde han peka på en forskning som "även för det praktiska livet [var] av stor vikt. Från vissa områden i solfläckarnas omgivning utsändas nämligen stundom intensiv ultraviolet strålning och strömmar av snabba partiklar som ej sällan framkalla allvarliga störningar på jorden i form av avbrott i de trådlösa radioförbindelserna, magnetiska stormar m.m. Särskilt i vårt land med dess utsatta läge i norrskenzonen, kunna dessa störningar vara mycket kännbara." Därför behövdes, menade Öhman, en nationell övervakningscentral, och en solstation på Capri som kunde leverera observationsdata.³⁷

Det fanns också en militär- och säkerhetspolitisk sida av solforskningen. Under andra världskriget hade solforskningen ofta figurerat i

militära sammanhang och dess resultat och metoder hade delvis varit hemligstämplade.³⁸ Även efter freden fanns antydningar om dess militära värde; nationellt såg Öhman med säkerhetspolitiska ögon på samarbetet med Telegrafstyrelsen kring de geofysikaliska störningarna. När Telegrafstyrelsen 1950 arbetade med utvecklingen av prognoser av de jonosfärfysikaliska förhållandena, vilket var intressant ur kommunikationsteknisk synpunkt, föreslog Öhman att man skulle inrätta ett solobservatorium i en annan del av landet beroende ”på önskvärdheten av att evakuera solavdelningen från Saltsjöbaden i händelse av krig.”³⁹ När Nationalkommittén för vetenskaplig radio 1950 diskuterades efterfrågade armén och marinen närvaron av en astronom som borde vara ordinarie medlem av kommittén; ”ett gott erkännande av våra små solrapporters värde”, kommenterade Öhman, som under lång tid var verksam som ledamot i Nationalkommittén.⁴⁰

Det internationella geofysiska året hade liksom andra program och finansieringskällor inom sol- och solsystemsforskningen tillkommit delvis utifrån en militär logik. Amerikanska flygvapnet finansierade till exempel forskning kring meteorer eftersom sådana studier länge var ett av få sätt att få fram kunskap om temperatur och densitet i de övre atmosfärsskikten.⁴¹ Trots detta värjde sig Öhman för att involveras alltför djupt i det kalla kriget. Ibland var han noga med att internationella anslag inte härrörde från militären.⁴² Med åren engagerade sig Öhman också mot kärnvapen. Från tidigt 1960-tal funderade han över hur mänskligheten skulle kunna överleva ett tredje världskrig. Hans lösning var att mänskligheten som helhet kunde överleva om små grupper, huvudsakligen yngre kvinnor, stuvades undan medan kärnvapenkriget härjade, för att sedan stiga upp ur denna modernitetens Noas ark och låta mänskligheten återigen befolka jordytan. När senare Carl Sagan och andra lanserat scenariot ”den nukleära vintern” anslöt sig Öhman till de forskare som försökte påverka världspolitikens gång genom att bland annat kontakta politiker.⁴³

Rymdteknik

Rymdtekniken medförde expansionsmöjligheter för svensk astronomi, men vilket slags astronomi? Här fanns det åtminstone två grupperingar med delvis skild identitet: solsystems- och solforskningen och den dominerande stellar- och vintergatsastronomi.⁴⁴ I Rymdnämnden

upplevdes ibland skillnaden mellan ”planetsystemsastronomien [och] kategorien stellarspektroskopister” som högst reell.⁴⁵ Ibland kunde en tävlan mellan solsystemsforskarna och ”stellar UV anhängarna” bli tydlig, menade en av aktörerna.⁴⁶ Solsystems- och solforskarna tycks i vissa fall haft lättare att etablera utbyteszoner med – teknologer och geofysiker än med stellar- och galaxastronomer. Begreppet utbyteszoner belyser samarbeten som kanske inte är så tydliga i en ”normal” disciplinär karta. Rymdteknologin innebar till en början en möjlighet till expansion för i första hand solsystemsrelaterad astronomi. Instrumenten var inledningsvis inte lämpade för studiet av ljussvaga objekt och de politiskt motiverade rymdtekniska programmen handlade ofta om spektakulära observationer av och landningar på närbelägna himlakroppar. Rymdåldern erbjöd en breddning av ramarna för vad som var möjligt att utföra inom solsystemsforskningen.⁴⁷

Öhman verkade för att kollegor som Kerstin Fredga, Jan Olof Stenflo och Bertil Anders Lindblad skulle få tillgång till rymdtekniska plattformar. Geografiskt vette det rymdteknologiska samarbetet hos Öhman och hans grupp åt såväl USA som Sovjet och Europa. Kerstin Fredga observerade solen i ultraviolett med hjälp av amerikanska sondraketer under andra hälften av 1960-talet.⁴⁸ Öhman arbetade med svenska Rymdbolagets och NASA:s sondraketsprogram.⁴⁹ För svenska nationalkommitténs för astronomi räkning utarbetade Öhman förslag för framtida rymdbaserade observationer i den europeiska rymdorganisationen ESRO:s regi.⁵⁰ De svensk-sovjetiska rymdkontaktarna hade sin upprinnelse i ett samarbete med sovjetiska solforskare som Öhman, Hannes Alfvén, Jan Olof Stenflo och andra byggt upp. Sovjetiska solforskare gästade Uppsala, Stenflo observerade vid det astrofysikaliska observatoriet på Krim och hade instrument ombord på sovjetiska satelliter.⁵¹

Även om Öhman var aktiv i det svenska rymdtekniska systemet på beslutande och administrativ nivå – han var ledamot av forskningsrådets rymdnämnd 1964–67 – var hans huvudsakliga verksamhet inte byråkratens. I rymdtekniska sammanhang uppstod ofta heterogena samarbeten. Öhman utvecklade instrument för användning i sondraketer och på satelliter, bland annat en spektrograf som möjliggjorde solobservationer från icke-stabiliserade sondraketer i fritt fall.⁵² Utvecklingsarbetet kring instrument för studium av solen i ultraviolett ljus medförde att astronomerna arbetade med personal från Rymdtekniska

gruppen, FOA, Optiska institutet och L.K.B. produkter.⁵³ En samlingsgrupp som Öhman organiserade för att hantera utvecklingen och användningen av rymdburna instrument för observation av solen i ultraviolett ljus avspeglar arbetets heterogena karaktär. Där ingick förutom flera av Öhmans närmaste kollegor och lärjungar Fredrik Engström, en ledande företrädare för det svenska rymdindustriella komplexet; Bo Rydgren, laborator vid FOA, meteorolog och dessutom tidigare medarbetare till Öhman på solobservatoriet på Capri; Per Carlqvist, plasmafysiker vid KTH; Lennart Dahlmark, en amatörastronom ”som beträffande fotografisk teknik är en obestridlig talang.”⁵⁴ Kring det högst konkreta målet att skapa nya instrument för observation av solen från noskonen på en ostabiliserad tumlande sondraket i fritt fall uppstod en utbyteszon där personer med olika bevaknings- och bakgrunder för en tid kunde samarbeta.

Industri och teknisk infrastruktur

Öhmans försök att utveckla interstitiellt samarbete gällde inte enbart områden som geofysik och rymdteknik. I hans arbete förekom flera fall av samarbete mellan vetenskap och företag. Det kunde gälla Öhmans patent, som han stundtals försökte använda för att generera ekonomiska resurser till sin forskningsgrupp.⁵⁵ Ibland fanns kopplingar mellan Öhmans vetenskap och produktutveckling. Nya infrarödspektroskopiska studier av grafitkorn i stjärnatmosfärer genererade idéer angående utvecklingen av lampstekniker åt Luma, ett företag som å sin sida bidrog till Öhmans forskning genom att bygga komponenter till hans instrument. Här möttes alltså såväl vetenskapliga rön från astronomin som Öhmans vetenskapliga instrumentpark och ett ledande svenskt industriföretag, KF:s Luma. När utbyteszoner väl fungerade var de ibland verkligen så heterogena som Galison beskriver dem.⁵⁶ Flera gånger samarbetade Öhman med Luma i frågor som hängde samman med utvecklingen av vetenskapliga instrument, bland annat gällde det framställningen av glasbehållare med lågt tryck.⁵⁷ Öhmans instrumentkonstruktioner resulterade i patentering från Lumas sida för framtida teknikutveckling inom belysningsteknologin.⁵⁸ Han utvecklade optiska system för vapenteknologiska tillämpningar och samarbetade under längre tid med Bertil Agdur, sedermera professor vid Institutionen för Mikrovågsteknik, KTH, och generaldirektör

vid Styrelsen för teknisk utveckling (de hade handelsbolaget Bertil Agdur & co tillsammans).⁵⁹

Öhman intresserade sig också för solenergi och annan energiteknisk forskning, inte minst alternativa energikällor. På Capristationen installerades en anläggning, konstruerad av Gunnar Pleijel, för uppvärmning av vatten med solenergi som lär ha varit en av de första storskaliga i sitt slag i Europa. Öhman och hans medarbetare Bo Rydgren gjorde en vetenskaplig studie av anläggningens effektivitet.⁶⁰ Öhman argumenterade även offentligt för satsningar på solenergi. Han ville se solenergianläggningen på observatoriet på Capri som en prototyp för större anläggningar, där ett samarbete mellan svensk forskning och industri och utvecklingsländer borde aktualiseras. För Öhman var energifrågan ett centralt intresse, inte minst under senare delen av hans karriär. Han försökte få resurser från Nämnden för energiproduktionsforskning för att undersöka nya energitekniska metoder baserade på elektrostatiska fenomen och diskuterade risker med kärnkraften.⁶¹ De samhälleliga konjunkturen för energiteknisk utveckling var i stigande under 1970-talet, men då hade Öhman redan pensionerats och den pionjärsats inom solenergi som han och Gunnar Pleijel utfört på Capri låg långt tillbaka i tiden. Det är inte alla utbyteszoner som blir framgångsrik, även om vetenskapliga entreprenörer verkar för deras tillblivelse. På det nya observatorium som ersatte Öhmans Capristation gjordes ingen satsning på solenergi.

Några av solforskningens utomvetenskapliga kontakter rör solaktivitetens inverkan på geofysikaliska förhållanden som i sin tur kan påverka infrastrukturella system. Öhmans data över solaktiviteten var av intresse för Telegrafstyrelsen/Telestyrelsen. Som nämndes inledningsvis samarbetade olika myndigheter med solforskare för att förbättra systemens säkerhet. Ett av resultaten blev en serie nya riktlinjer för att minimera störningar på landets telekommunikationssystem.⁶² Med hjälp av Öhmans grupp satte så småningom Telestyrelsen upp och drev ett mindre solfysikobservatorium i Farsta.⁶³ Utifrån dessa samarbeten flödade även mätningar till Öhman och dennes forskning.⁶⁴ Data över solrelaterade geomagnetiska störningar och prognoser över sannolika framtida sådana levererades till Vattenfallsstyrelsens driftbyrå, då soleruptioner och därmed sammanhängande geomagnetiska oväder orsakade störningar i kraftnätet.⁶⁵ Observationer av flares som producerades under IGY:s patrullverksamhet var av intresse för Telestyrelsen och SJ,



Solobservatoriet på Capri. Lägg märke till solfångarna under fönstren. Foto: Yngve Öhmans arkiv, KVA Centrum för vetenskapshistoria.

och ingenjörer som arbetade där blev därför tvungna att sätta sig in i solfysik och solär-terrest fysik.

Solstormarna gav medial uppmärksamhet åt IGY och dess solforskare och geofysiker. I en artikel som var huvudnyhet på *Dagens Nyheter* förstasida den 27 juni 1957 presenterades solforskarna på Capri som de som ”gav förvarning om magnetstorm”.⁶⁶ Såväl *Dagens Nyheter* som *Svenska Dagbladet* framhävde att forskare inom det geo- och astrofysikaliska fälten bidrog till att skydda samhället från sådana risker i framtiden. Det gällde Stockholms observatorium där ”man väntat sig svåra jordmagnetiska störningar ända sedan man började studera en stor och långsträckt solfläcksgrupp för någon vecka sedan.”⁶⁷ Sjökarteverkets jordmagnetiska observatorium på Lovö lyftes fram, liksom Lars Block vid KTH som ”med hjälp av matematikmaskinen Besk” studerade interaktionen mellan solen och jorden. I detta sammanhang nämndes även Alfvéns norrskensteori och det observationsmaterial över norrsken som insamlats och sammanställt av Vilhelm Carlheim-Gyllensköld vid den svenska polarexpeditionen till Spetsbergen 1882–83.⁶⁸

Dagstidningarnas rapportering om den kraftiga solstormen den 11 februari 1958 poängterade samhällets utsatthet. Artiklarna innehöll kataloger över de skador som åsamkats vitala samhällsfunktioner. Den inhemska teletrafiken hade drabbats:

flera reläer i överdragsstationen i Jönköping sattes ur funktion, från Sundsvall rapporterades att säkringar gick sönder i Stugum, i Strömsund kapsejsade 90 slutrörsboxar för riks- och landslinjer, i Lycksele gick fem Stockholmslinjer sönder, i Storuman började bakelit brinna i stationen, i Tärnaby fick man rökutveckling i stationen och i Hammarnäs gick en transformator sönder. I norra Jämtland sattes samtliga riksledningar ur funktion vid Frostvikens, Täsjö och Ströms stationer

Medierna själva hörde till de drabbade; TT:s teleprinterlinjer tappade kontakten med omvärlden och på ”Dagens Nyheters redaktion slog det gnistor från teleprinterapparaturen även långt in på tisdagseftermiddagen”. Svensk kommunikation med utlandet drabbades, telegramförmedlingen via såväl radio som kabel avbröts, ”vi vadar i [osända] telegram” uppgav vaktchefen vid radiocentralen i Stockholm. Inte minst de avbrutna förbindelserna med USA lyftes fram. Även SJ:s signalsystem drabbades av störningar till följd av solstormen, det automatiska signalsystemet blev otillförlitligt och fick stängas av för trafiksäkerhetens skull.⁶⁹

I dagspressens rapportering poängterades såväl utsattheten hos samhällets infrastruktur som forskningens viktiga roll som trygghetsskapare. Geofysikerna hade till uppgift att ”bevaka jonosfären”, de ställde prognoser över vilka radiofrekvenser som skulle bli extra känsliga för störningar den närmaste tiden, och de sände ut varningar.⁷⁰ I dagspressen kom geofysiken och IGY alltså att framställas som en viktig angelägenhet för samhället. Det faktum att IGY planerats för att sammanfalla med ett maximum i solens aktivitetscykel innebar inte enbart att forskarna fick många fenomen att studera utan även att media lyfte fram den geo- och solfysiska forskningens stora betydelse för samhället. Denna goda publicitet bör ha spelat viss roll för uppkomsten av vissa av Öhmans samarbeten.

Avslutande kommentarer

När en flyttning av solobservatoriet från Capri till La Palma blev aktuell sammanfattades verksamheten under de första decennierna. Personalresurser och instrumentering vid Capriobservatoriet hade varit inriktade på solövervakning med patrullteleskop med H α -filter. Under de senaste fem åren, skrev rapportförfattarna 1975, hade emellertid solforskningen skiftat fokus och allt mer kommit att inriktas på detaljerade studier av solens finstrukturer snarare än långa serier av lågupplösta solavbildningar.⁷¹ Därmed aktualiserades nya instrumenttyper för KVA:s solstation. Parallellt upphörde några av de interstitiala samarbeten som knutit samman solforskarna på Capri och i Saltsjöbaden med bland andra geofysikaliskt och solfysikaliskt orienterade grupper nationellt och internationellt. I och med att tonvikten kom att ligga på högupplösningsstudier uppstod andra samarbetsmönster. Kopplingarna mellan studiet av solaktivitet och geofysikaliska förhållanden har i och för sig inte försvunnit. I Sverige företräds fältet främst av en grupp kring Henrik Lundstedt som sedan 1980-talet arbetar med att förutsäga ”rymdväder” och bland annat skapa tillämpningar där sådana förutsägelser kan levereras till kraftbolag och företag i informationstekniska branscher.⁷² Gruppen har organiserats som en avdelning inom IRF, Institutet för rymdfysik.

Vetenskapliga taxonomier överensstämmer inte alltid med forskningens praktik. Det visste Yngve Öhman. När han på sin ålders höst kommenterade KVA:s dåvarande klassindelning menade han att han hade ”en stark förankring i såväl klassen II [astronomi] som i klassen XI [geofysik]. Ett val mellan dessa är för mig själv nästan otänkbart.”⁷³ Det är viktigt att inte heller som historiker låta sig låsas vid vetenskapens egna taxonomier. Begreppen utbyteszon och vetenskaplig subkultur är användbara verktyg för den som går till källorna för att analysera en mer komplicerad verklighet än den officiella disciplinbaserade bilden av vetenskapen. Denna uppsats ger inte hela historien om svensk astronomi under efterkrigstiden, inte ens hela historien om svensk solfysik under efterkrigstiden. Men den behandlar en historia som bör läggas till den annars dominerande berättelsen om astrofysik. En historia om interstitiala samarbeten och disciplingränserns töjbarhet. Något annat är för mig själv nästan otänkbart.

Noter

- 1 William Gibson, *All tomorrow's parties* (London, 1999; 2000), 213, Donald Menzel, *Our sun* (Philadelphia & Toronto, 1949), vii.
- 2 Åke Karsberg, "Solen och de jordmagnetiska störningarna i ledningar", *Tele: Meddelanden från Kungl. Telestyrelsen*, nr. 3 (1958), 131–144.
- 3 Helge Kragh, *Cosmology and controversy: The historical development of two theories of the universe* (Princeton, 1996; 1999).
- 4 Peter L. Galison, *Image and logic: A material culture of microphysics* (Chicago, 1997).
- 5 *Ibid.*, 9.
- 6 *Ibid.*, 47.
- 7 *Ibid.*, 47, not 48. Med sitt fokus på interaktion är det lite märkligt att Galison inte positionerar sig i förhållande till Fujimuras "standardized packages", vars definition kanske ligger närmare det som sker i en utbyteszon än Star och Griesemers gränsobjekt. Ett "standardized package" innehåller flera gränsobjekt och standardiserade arbetsmetoder som bidrar till att definiera gränsobjekten. De underlättar interaktion och samarbete, de är gränssytor som underlättar flödet av resurser. Joan H. Fujimura, "Crafting science: Standardized packages, boundary objects, and 'translation'", i *Science as practice and culture*, Andrew Pickering red., (Chicago, 1992). Jämför Jenny Beckmans uppsats i denna volym.
- 8 Galison, *Image and logic*, 194.
- 9 Peter L. Galison, "Reflections on *Image and logic: a material culture of microphysics*", *Perspectives on science* vol. 7 (1999), 255–284, citat på s. 256.
- 10 En sådan mer kunskapsteoretisk diskussion förs till exempel i de flesta uppsatserna i ett temanummer om *Image and logic*, *Perspectives on science*, vol. 7 (1999).
- 11 Galison, *Image and logic*, 46–63.
- 12 Svante Lindqvist, "La lagom *longue durée*: Tidsanda och struktur i en studie kring Hannes Alfvén" i Evert Baudou (red.), *Forskarbiografen: Föredrag vid ett symposium i Stockholm 12–13 maj 1997* (Stockholm, 1998). Om den tredelade tidsskalan och dess mottagande, se bland annat Fernand Braudel, "History and the social sciences: The *longue durée*", i *On history* (Chicago, 1980); Peter Burke, *Annales-skolan: En introduktion* (Göteborg, 1992), 57–69.
- 13 Jfr Tama Leaver, "Interstitial spaces and multiple histories in William Gibson's *Virtual light*, *Idoru* and *All tomorrow's parties*", *Limina: A journal of historical and cultural studies* vol. 9 (2003), 118–130. Det finns även andra användningar av begreppet interstitialitet. Sedan några år tillbaka finns en "Interstitial Arts Foundation" som vill propagera för "interstitial konst", "art made in the interstices between genres and categories. It is art that flourishes in the borderlands between different disciplines, mediums, and cultures. It is art that crosses borders, made by artists who refuse to be constrained by category labels." <http://www.interstitialarts.org/mission.html> (3 oktober 2006). Begreppet har använts för att fånga in berättelseformer där etablerade genredefinitioner inte fungerar; datorspel har kal-

- lats interstitial litteratur, placerad mellan spel och litteratur. Stuart Moulthrop, "Misadventure: Future fiction and the new networks," *Style* vol. 33 (1999), 184–203. Det har använts inom informationsvetenskap och för att försöka ringa in ungdomskulturers rumsliga placering. Andrew Cox, "What are communities of practice? A comparative review of four seminal works," *Journal of information science* vol. 31 (2005), 527–540; Hugh Matthews et al., "The unacceptable flaneur: The shopping mall as a teenage hangout", *Childhood* vol. 7 (2000), 279–294. (Dessa mer kulturteoretiska diskussioner går ofta tillbaka på Homi K. Bhabhas idé om en interstitial "third space".) En användning som kommer närmare den här föreslagna är när vetenskapssociologerna Shinn och Joerges talar om en grupp forskare som befinner sig mellan akademi och teknik, mellan akademi och företag, forskare som "operate out of an interstitial arena that lies between the usual poles of interest and organization – university, firms, the state, military etc." Terry Shinn & Bernward Joerges, "The transverse science and technology culture: Dynamics and roles of research-technology", *Social science information* vol. 41 (2002), 207–251, citat s. 207.
- 14 Karl Hufbauer, *Exploring the sun: Solar science since Galileo* (Baltimore & London, 1993); idem, "Solar physics evolution into a subdiscipline (1945–1975)", i R.P.W. Visser et al. (red.), *New trends in the history of science: Proceedings of a conference held at the university of Utrecht* (Amsterdam, 1989).
 - 15 Hufbauer, "Solar physics evolution into a subdiscipline (1945–1975)", 87.
 - 16 Gerard P. Kuiper, red., *The Sun*, vol. 1, *The Solar System* (Chicago, 1953).
 - 17 Ronald E. Doel, *Solar system astronomy in America: Communities, patronage, and interdisciplinary science, 1920–1960* (Cambridge, 1996).
 - 18 Ibid. kap. 6.
 - 19 Aina Elvius, "Yngve Öhman", *Kungliga Fysiografiska Sällskapets i Lund årsbok 1989–1990*, 111–116; Gustav Holmberg, *Reaching for the stars: Studies in the history of Swedish stellar and nebular astronomy, 1860–1940* (Lund, 1999), kap. 5; idem, "Öhman, K. Yngve," i Thomas Hockey et al. (red.), *The biographical encyclopedia of astronomers* (New York, 2007); Arne A. Wyller, "Yngve Öhman (1903–1988)", *Solar physics* vol. 119 (1989), 1–3.
 - 20 Ruth Prelowski Liebowitz, "Donald Menzel and the creation of the Sacramento Peak Observatory," *Journal for the history of astronomy* vol. 33 (2002), 193–211.
 - 21 Donald Menzel, "Report on possible solar observing stations in Sweden", Yngve Öhmans arkiv, Centrum för vetenskapshistoria, KVA, (härefter YÖA), vol. 8.
 - 22 "P.M. beträffande eventuellt koronaobservatorium på Nuolja", 26 juni 1950, YÖA vol. 8.
 - 23 "Utkast till observatorium på Nuolja", YÖA vol. 8.
 - 24 Detta samarbete förlöpte inte alltid helt perfekt. När det geofysiska observatoriet, efter en annan process av *site selection*, förlades till en plats utanför Kiruna var Öhman kritisk "då den placerats i en tråkig och efter vad jag förstår osund trakt /.../ jag skulle icke vilja placera koronagrafen därstädes." Öhman till Lindblad 28 juni 1950, YÖA vol. 6.

- 25 *SOU 1947:6. Betänkande med förslag till geofysiskt observatorium i Kiruna m.m.* (Stockholm, 1947), 23.
- 26 Donald Menzel, "Report on Possible Solar Observing Stations in Sweden", *YÖA* vol. 8.
- 27 *Ibid.*; Yngve Öhman, "Till interimstyrelsen för vetenskapsakademiens forskningsstationer i Övre Norrland", daterad 4 september 1950; "Redogörelse för Stockholms Observatoriums expedition till Kiruna för undersökning av luftoran genom solobservationer"; "P.M. beträffande eventuellt koronaobservatorium på Nuolja"; alla i *YÖA* vol. 8.
- 28 Se till exempel Öhmans intyg om Kerstin Fredgas assistentarbete på Capri 1955–1959 daterat 7 mars 1960 och motsvarande om Gösta Gahm daterat 31 januari 1968, *YÖA* vol. 5. Intervjuer med Dainis Dravins, Kerstin Fredga, Ulf Kusoffsky.
- 29 Yngve Öhman, "Experiences from 16 years of solar work in Anacapri", *Solar physics* vol. 4 (1968), 493–497.
- 30 Öhman till Bengt Gustafsson 23 oktober 1987, *YÖA* vol. 5.
- 31 Yngve Öhman, "Solar activity", *Annals of the International Geophysical Year* vol. 5 (1958).
- 32 Ronald E. Doel, "The earth sciences and geophysics", i John Krige & Dominique Pestre (red.), *Companion to science in the twentieth century* (London & New York, 2003); Allan A. Needell, *Science, cold war and the American state: Lloyd V. Berkner and the balance of professional ideals* (Amsterdam, 2000).
- 33 Öhman tycks ha, oberoende av Lyot, även ha upfunnit ett sådant filter och han tycks även ha varit först med en fungerande konstruktion av det som senare kom att kallas Lyotfilter. Yngve Öhman, "A new monochromator", *Nature* vol. 141 (1938), 157–160.
- 34 Jfr George Ellery Hales försök att organisera en internationell solpatrullering i tidigt 1900-tal (fast då med andra instrumenttyper än Öhman och hans samtida använde). Sven Widmalm, *Det öppna laboratoriet: Uppsalafysiken och dess nätverk 1853–1910* (Stockholm, 2001), kap. 5.
- 35 Öhman till Virginia Lincoln 6 mars 1964, 11 maj 1966, 20 mars 1968; Erik Rudberg till Virginia Lincoln 9 april 1968. *YÖA* vol. 6.
- 36 Öhman till E. A. Ackerman 2 februari 1962, *YÖA* vol. 5.
- 37 Yngve Öhman, "Promemoria rörande svenskt solobservatorium på Capri", 16 april 1950, *YÖA* vol. 8.
- 38 Hufbauer, *Exploring the sun*, 120–129; Donald H. Menzel, *Our sun*, vii.
- 39 Öhman till Bertil Lindblad 13 maj 1950, *YÖA* vol. 6.
- 40 Öhman till Bertil Lindblad 5 april 1950, *YÖA* vol. 6.
- 41 Doel, *Solar system astronomy in America: Communities, patronage, and interdisciplinary science, 1920–1960*; Joseph N. Tatarewicz, *Space technology & planetary astronomy* (Bloomington, 1990).
- 42 Öhman till E.A. Ackerman 2 februari 1962, *YÖA* vol. 5.

- 43 Gustav Holmberg, ”Människoartens utplåning kan inte uteslutas’: Om en hotad planet,” i Gunnar Broberg et al. (red.), *Filosofiska citat: Festskrift till Svante Nordin* (Stockholm, 2006).
- 44 Bertil Anders Lindblad till Öhman 21 december 1970, YÖA vol. 2.
- 45 Bertil Anders Lindblad till Öhman 17 november 1970, YÖA vol. 2.
- 46 Bertil Anders Lindblad till Öhman 23 november 1970, YÖA vol. 2.
- 47 Doel, *Solar system astronomy in America*; Tatarewicz, *Space technology & planetary astronomy*.
- 48 Intervju med Kerstin Fredga. Brev Kerstin Fredga till Yngve Öhman 5 februari, 19 mars 1968, YÖA vol. 1. Kerstin Fredga, ”A comparison between MgII and CaII spectroheliograms”, *Solar physics*, vol. 21 (1971), 60–81; Kerstin Fredga, ”Monochromatic pictures of the sun in the MgII line at 2801.7 Å”, *Astrophysical journal* vol. 144 (1966), 854–857; Kerstin Fredga, ”Spectroheliograms in the MgII line at 2795.5 Å”, *Solar physics* vol. 9, 1969, 358–371.
- 49 Se till exempel Öhman till Kerstin Fredga 12 december 1968, YÖA vol. 5, brev från Aina Elvius till Öhman 12 maj 1965, YÖA vol. 1.
- 50 Yngve Öhman, ”ESRO Large Astronomical Satellite. Swedish proposals for instrumentation with preliminary observing programmes”, YÖA vol. 21.
- 51 ”Draft Program of Cooperated [!] Work on the Problem of Solar Physics for the Soviet and Swedish Scientific Astronomical Institutions”, bilaga till brev från Hannes Alfvén till Öhman 6 juni 1967, YÖA vol. 1. Intervju med Jan Olof Stenflo.
- 52 Yngve Öhman mfl, patentansökan, ”Optiskt instrument i form av en spektrometer, som innefattar en kring en vertikallinje vridbar kropp”, Patent- och registreringsverket utläggningsskrift nr 342 698; Yngve Öhman, ”Underhandsrapport rörande utvecklingsarbetet på ’kulspektrografen’ och besläktade konstruktioner”; idem, ”A Swedish proposal for ultra-violet solar photography without pointing control”; idem, ”Rapport rörande utveckling av spektrografer för icke stabiliserade raketer och ballonger”. Samtliga YÖA vol. 21.
- 53 Yngve Öhman, dokument kring olika instrumentkonstruktioner för observation av solen från sondraketer daterat 19 september 1968, YÖA vol. 21.
- 54 Öhman till Kerstin Fredga 12 december 1968, YÖA vol 5. Om Rydgren: Öhman till Paul Hall 17 mars 1970, YÖA vol. 5. Lennart Dahlmark, ett av de stora namnen i svensk amatörastronomi under efterkrigstiden, hade som ung varit verksam vid Saltsjöbadens observatorium med fotografiska observationer. Öhman till Bertil Lindblad 14 augusti 1946, YÖA vol. 6.
- 55 Öhman till Bertil Agdur 21 juli 1968, YÖA vol. 5.
- 56 Öhman till Bertil Agdur 31 augusti 1969, YÖA vol. 5; Öhmans självbiografiska skiss, bilaga till brev från Öhman till Arne Wylle 31 oktober 1984, YÖA vol. 7.
- 57 Öhman till Lumalampan/Gösta Siljeholm 2 augusti 1947, YÖA vol. 7.
- 58 Öhman till Bertil Lindblad 4 juli 1961, 13 augusti 1961, YÖA vol. 6; Öhman till Gösta Siljeholm 4 juli 1961, YÖA vol. 7; Gösta Siljeholm till Öhman 5 september 1961, 15 september 1961, YÖA vol. 3.

VETENSKAPENS GRÄNSLAND

- 59 Den här verksamheten började relativt tidigt i hans karriär, när Öhman lämnade in patentansökningar i flera länder på nya optiska gevärsikten. Överenskommelse mellan Yngve Öhman och Svenska Ackumulator Aktiebolaget Jungner daterad 5 juni 1945, YÖA vol. 21. Brev undertecknat av Öhman, Agdur mfl till Kooperativa Förbundet, februari 1964, YÖA vol. 21.
- 60 Öhman till Gunnar Hambraeus 9 juni 1974, YÖA vol. 5; Gunnar Pleijel, *Solen-ergi* (Stockholm, 1966).
- 61 Yngve Öhman, "Svensk industri kan bidra till solprojektets lösning", *Forskning och framsteg* 1972, nr. 2, 25f. Öhman till Carl Gustaf Bernhard 15 oktober 1986; Clas Blomberg till Yngve Öhman 13 december 1980, YÖA vol. 1. Evelyn Sokolowski till Yngve Öhman 11 augusti 1978, YÖA vol. 4.
- 62 Karsberg, "Solen och de jordmagnetiska störningarna i ledningar"; Gustaf Swedenborg och Kjell Wyke, "De jordmagnetiska störningarna på teleanläggningar", *Tele: Meddelanden från Kungl. Telestyrelsen*, nr 3 (1958), 144-150.
- 63 Intervjuer med Ulf Kusoffsky och Göran Scharmer.
- 64 Se exempelvis data över jordmagnetiska störningar från Telestyrelsens kontrollstation i Enköping som sändes till Öhman, Kungl. Telestyrelsens radiobyrå, avdelningen för allmän radioteknik 1 december 1960, YÖA vol. 4.
- 65 Se exempelvis P.O. Persson/K. Vattenfallsstyrelsen till Öhman 10 december 1960, YÖA vol. 3.
- 66 "Jordforskarna tjuvstartar: Eruption mitt i solens yta utlöste första världslarmet", *Dagens Nyheter*, 27 juni 1957.
- 67 "Solfläckar förbådade radiostopp", *Svenska Dagbladet*, 12 februari 1958.
- 68 "Jorden i elstorm", *Dagens Nyheter*, 12 februari 1958.
- 69 Ibid.; "Solfläckar förbådade radiostopp." (Citaten kommer från *DN*.)
- 70 "Solfläckar förbådade radiostopp."
- 71 Göran Hosinsky, Ulf Kusoffsky & Arne Wyller, "Utredning om Capristationens flyttning till Kanarieöarna", YÖA vol. 8.
- 72 Intervju med Henrik Lundstedt.
- 73 Yngve Öhman till Bengt Gustafsson, Lund 23 oktober 1987, YÖA vol. 5.