

# Lise Meitner

*En kulturdebatt i DN har aktualiserat minnet av Lise Meitner (1878—1968), den framstående fysikern som är välbekant världen över utom kanske just i Sverige, förvånansvärt nog eftersom hon var svensk medborgare i tjugo år och bodde i Sverige åren 1938—1960. Den som vill veta mer om henne än vad som får plats här bör läsa den utmärkta biografien Lise Meitner — A Life in Physics av Ruth Lewin Sime (University of California Press, 1996).*

**L**ise Meitner föddes i Wien i en musikälskande, intellektuell judisk medelklassfamilj, fadern var advokat. Hon hade sju syskon av vilka system Auguste (»Gusti«) blev mor till den kände fysikern Otto Robert Frisch. I likhet med flera av sina syskon övergav hon den judiska religionen, som föräldrarna aldrig gjort någon affär av, och blev döpt som protestant 1908.

Lise tog sin mogenhetsexamen som privatist 1901 och började samma år sina studier vid Wiens universitet, där hon studerade fysik hos den berömda och av eleverna dyrkade Ludwig Boltzmann. År 1905 klarade hon proven för doktorsgraden. Året därpå undersökte hon absorptionen av alfa- och betastrålning i metallfolier och blev förtrogen med litteraturen om radioaktivitet och med metoderna för mätning av joniserande strålning. År 1907 begav hon sig till Berlin för att studera hos Max Planck trots att kvinnor fortfarande



formellt var utestängda från preussiska universitet. Planck gick emellertid med på att hon skulle få bevista hans föreläsningar.

Till dessa föreläsningar kom också kemisten Otto Hahn som samma år börjat forska hos professor Emil Fischer, en av världens mest framstående

kemister och en pionjär inom den organiska kemien. Hahn hade redan upptäckt torium-228 (»radiotorium«) och hos Rutherford i Canada visat sin skicklighet i radiokemi, men han sågs med viss förundran av Fischers medarbetare och hade hänvisats till en snickarbod i universitetets källare där han placerade sin guldbladselektrometer för att påvisa och mäta de radioaktiva ämnen han kunde isolera.

Till följd av de andra kemisternas bristande intresse och okunnighet om radioaktivitet tog Hahn till vana att bevista fysikseminarierna och där träffade han Lise Meitner. Eftersom hon redan hade hunnit skriva ett par artiklar om strålning från radioaktiva ämnen väckte hon Hahns intresse. Han var 28 år och hon 29 när de träffades, men de var i många avseenden varandras kontraster. Meitner hade gott om tid utöver närvaron vid Plancks föreläsningar och var intresserad av att få tillfälle till forskning. Hahn behövde en medarbetare och de kom snart överens om att samarbeta.

Det var inte utan vidare som professor Fischer kunde acceptera en kvinnlig forskare i sina lokaler. Meitner kunde på nåder få hålla till i snickarboden i källaren om hon lovade att aldrig bege sig upp i de övre lokalerna där de manliga studenterna höll till. Hennes relation till Hahn var ytterligt formell, de åt aldrig lunch tillsammans och sågs över huvud taget bara i snickarboden eller på seminarier. Först efter ett par år hade friare vanor spritt sig inom universitetet, och Lise Meitner tilläts komma upp ur källarmörkret och sälla sig till Fischers studenter när hon så ville. Och 1912 skedde en stor förändring: tillkomsten av Kaiser-Wilhelminstitutet för kemi dit Hahn och Meitner flyttade 1912. Där blev Hahn

*Otto Hahn och Lise Meitner i ett laboratorium vid Berlins universitet år 1909*



☞ 1928 föreståndare för institutet under det att Lise Meitner från 1917 förestod dess fysiska institution som hon själv hade byggt upp.

Efter första världskriget och Hitlers inträde på scenen började många av Tysklands judiska fysiker lämna landet. Bland de fåtaliga som stannade kvar fanns Lise Meitner. Hon var österrikisk medborgare och Kaiser-Wilhelminstitutet var inte statliga, därför var hon tills vidare säker. Hon hade aldrig betraktat sig som judinna och hon var döpt som protestant, men snart blev hon tvingad att bära en judestjärna.

Redan 1934 hade Fermi i Rom trott sig ha funnit ett nytt grundämne, »element 93«, efter neutronbestrålning av uran, men i själva verket hade han missat upptäckten av kärnklyvningen — det var klyvningsprodukter och inte transuraner han hade iakttagit.

På Kaiser-Wilhelminstitutet inledde Otto Hahn och Lise Meitner tillsammans med en ny, 23 år yngre medarbetare, kemisten Fritz Strassmann, ett samarbete för att forska efter de tänkbara grundämnena som var tyngre än uran och som Fermi så ivrigt letat efter.

År 1936 fann Hahn och Meitner ett radioaktivt ämne med 23 minuters halveringstid efter neutronbestrålning av uran. Året därpå kunde Meitner tillsammans med Hahn och Strassmann visa att det nya ämnet var en uran isotop, uran-239. Det nya uranet sönderföll under utsändande av betastrålning, dvs. elektroner. Man kunde då vänta sig att det skulle ge upphov till en atomkärna med en förlust av en negativ laddning, dvs. med ett tillskott av en positiv laddning och således med atomnummer 93. Detta nya ämne, »element 93« måste gå att påvisa, menade Lise Meitner.

Givetvis var också makarna Joliot-Curie i Paris mycket energiska efter sin första bedrift att vara först med att framställa ett konstgjort radioaktivt ämne. År 1938 kom konkurrerande uppgifter från Paris. Paret Joliot-Curie rapporterade att de, efter att ha bestrålat uran med neutroner, hade funnit ett radioaktivt transurant ämne med en halveringstid på tre och en halv timme. Irène Curie skrev »Analysresultaten säger att 3,5-timmarsämnet har samma egenskaper som lantan, från vilket det för närvarande syns omöjligt att separera det med andra medel än fraktionering.«



Lise Meitner håller föredrag i USA år 1946.

När forskarna i Berlin fick se Irène Joliot-Curies rapport om ett transurant grundämne med samma egenskaper som lantan, utförde de snabbt en serie experiment och fann att parisforskarna hade haft rätt i att det bildades lantan- och bariumlänkande ämnen. Tanken att det nya ämnet faktiskt skulle kunna vara lantan var emellertid så orimlig att den inte ens diskuterades. En så lätt atomkärna som lantan, endast hälften så tung som uran, kunde omöjligtvis uppstå genom radioaktivt sönderfall efter neutronbombardemang.

Nu började forskarna i Europa på allvar drabbas av Hitlers framfart. I mars 1938 gick tyskarna över gränsen till Österrike, och den 16 april antogs »Anschluss« till Tyska riket med 99,75% av de avgivna rösterna. Härmed upphörde Lise Meitners österrikiska pass att utgöra något skydd, och som judinna löpte hon en mycket stor risk i det nazistiska riket. I juli 1938 flydde hon därför till Stockholm, där hon förstogs emot av Manne Siegbahn vid Nobelinstitutet för fysik. Därmed förlorade Kaiser-Wilhelminstitutet för kemi sin ledande fysiker.

Hahn och Strassmann gjorde fler och mer komplicerade analyser. Till slut var de övertygade. Hur de än hade ansträngt sig att skilja bort det nya förmodade transurana ämnet från barium liksom dess dotterprodukt från lantan

hade det visat sig omöjligt. Det fanns bara en slutsats, hur orimlig den än tycktes: de mystiska ämnena måste helt enkelt vara just barium och lantan.

Den 19 december 1938 klockan elva på kvällen skrev Otto Hahn slutligen ett brev till sin gamla medarbetare Lise Meitner. Han värdjade: »Kanske Du kan föreslå någon fantastisk förklaring. Vi förstår att /uranet/ verkligen inte kan brytas upp till barium. [...] Så försök tänk ut någon annan möjlighet.« Meitner, som kände sig ensam och isolerad i Sverige, förberedde sig då att resa till Kungälv för att fira jul med vänninnan Eva von Bahr-Bergius som var docent i experimentell fysik.

Dit skulle systersonen Otto Frisch komma på besök från Niels Bohrs laboratorium i Köpenhamn, där han tillfälligt arbetade. I Kungälv kunde Meitner och Frisch med stöd av den så kallade vätskedroppsmodellen acceptera möjligheten av en kärnklyvning. De kunde också uppskatta den energi som skulle frigöras vid en sådan kärnklyvning till c:a 200 miljoner elektronvolt. Det verkar inte som om de först såg informationen om denna enorma energimängd (inte i absolut mått men relativt till en enda kärnklyvning) som annat än en pusselbit i ett fysikaliskt problem. Troligen insåg de inte möjligheten av en kedjereaktion och utvinnandet av kärnenergi i stor skala.



Lise Meitner och Otto Hahn i sitt laboratorium i Kaiser-Wilhelm-Institutet för kemi i Berlin-Dahlem.

☞ På nyårsdagen 1939 lämnade Frisch och Meitner Kungälv, den ene till Köpenhamn, den andra till Stockholm. Den 3 januari träffade Frisch Niels Bohr och började berätta för honom. Innan han hade talat färdigt slog sig Bohr för pannan och utropade: »Åh, vilka idioter vi har varit! Åh, men detta är underbart! Vi kunde ha förutsett det alltsammans! Detta är precis som det måste vara!«

Tillbaka i Stockholm fann Lise Meitner Hahns rättade korrektur. Hennes osäkerhet var nu borta och hon skrev till Hahn: »Jag är alldeles säker nu att ni verkligen har klivit till barium och jag tycker det är ett underbart resultat för vilket jag gratulerar Dig och Strassmann mycket varmt.«

Rapporten från Hahn och Strassmann i *Naturwissenschaften* publicerades den 6 januari 1939 och Frisch fick den i sin hand följande dag. Men Frisch behövde mer bevis. En mätning av strömpulserna i en jonisationskammare vore enkel. Han påbörjade sitt experiment på eftermiddagen fredagen den 13 januari. Han fortsatte hela natten och fann vad han önskade: tillräckligt kraftiga strömpulser.

I de två uppsatser som Frisch postade till *Nature* den 16 januari 1939, användes ordet »fission« för första

gången för att beteckna kärnklyvning. Den första uppsatsen, som hade moster Lise som medförfattare, hade titeln »Sönderfall av uran genom neutroner: en ny typ av kärnreaktion«. Den andra uppsatsen beskrev hans eget fysikaliska bevis för kärnklyvningen.

Den 26 januari 1939, öppnades en fysikerkonferens i Washington med deltagande av kända forskare såsom Bethe, Bohr, Fermi, Gamow, Rabi och Teller. Där berättade Bohr om kärnklyvningen. Nyheten var definitivt utsläppt.

I Europa hade varken Frisch eller Meitner tyckts ha omedelbart

funderat över möjligheten till en kedjereaktion och inte heller Hahn själv insåg till en början denna möjlighet. Det gjorde däremot Frédéric Joliot och hans medarbetare i Paris.

Joliot var en framstående experimentator och var under 1937-1938 ansvarig för konstruktionen av den första cyklotron som byggdes i Europa. Paret Joliot-Curie hade drabbats av ett antal misräkningar, de hade bl.a. missat de stora upptäckterna av neutronen och kärnklyvningen. Det var naturligt att Hahn och Meitners upptäckter sporrade dem, och framför allt fysikern Fré-

déric Joliot, till fortsatt experimentellt arbete med neutronbestrålning av uran.

Så kom det sig att Joliot, liksom samtidigt i USA Fermi och Szilard, påvisade neutronöverskottet vid kärnklyvningen och drog den viktiga slutsatsen att en kedjereaktion borde vara möjlig. Tillsammans med sina medarbetare publicerade han två artiklar i *Nature* om sina resultat och slutsatser. Den första kom den 18 mars 1939, dagen efter det att Fermi, Szilard och Teller i USA hade kommit överens om att hemlighålla samma upptäckt för att den inte skulle missbrukas av de tyska forskarna.

Fransmännens andra *Nature*-artikel den 22 april åstadkom precis det som Szilard och hans kolleger hade fruktat: den uppmärksammades genast av tyska forskare. Den 24 april skrev den kände professorn Georg Joos ett brev till riksministeriet för vetenskap, undervisning och folkbildning och uppmärksammade dem på artikeln. Två unga fysiker i Hamburg, Paul Harteck och Wilhelm Groth, skrev samma dag till krigsministeriet för att fästa deras uppmärksamhet på möjligheten av militär användning av kärnklyvningen.

Som flykting i Sverige var Lise Meitner gästforskare hos Manne Siegbahn, men förhållandet mellan henne och Siegbahn var inte det bästa. Dels var Meitner missbelåten över att vara utstött från Kaiser-Wilhelminstitutet för kemi och kontakten med Hahn och Strassmann, dels saknade hon de resurser hon hade haft och kände sig som en svan i en ankdamn, dels slutli-



Lise Meitner 1921

gen ansåg hon att hon inte hade fått den uppskattning hon hade förtjänat för sin medverkan i upptäckten av kärnklyvningen. Siegbahn å sin sida var närmast besvärad över hennes närvaro. När Siegbahn helst ville visa och diskutera sina egna forskningsprojekt verkade besökarna främst vara intresserade av att träffa den berömda Lise Meitner. Andra svenska fysiker blev emellertid goda vänner med Meitner, t.ex. Sigvard Eklund och fysikprofessor Gudmund Borelius vid KTH.

Lise Meitner vändades över de begränsade möjligheterna till forskning i Sverige. Det som hon framför allt ville



Lise Meitner 1931

lyckas med var att påvisa det mystiska »element 93« som så länge hade gäckat Fermi i Rom. Upptäckten av kärnklyvningen hade lett till att alla ämnen som iaktogs efter neutronbestrålning av uran förutsattes vara klyvningsprodukter. Lise Meitner var emellertid säker på att ett radioaktivt ämne med 2,3 dygns halveringstid som kunde påvisas efter sönderfall av uran-239 inte var någon klyvningsprodukt utan en transuran, det sökta »element 93«. Men för att kunna utföra det försök som skulle påvisa »element 93« behövde Lise Meitner en stark neutronkälla. Någon sådan fanns inte att tillgå på Siegbahns institut, eftersom den nya cyklotronen visserligen hade provstartats i oktober 1939 men ännu inte var fullt driftsduglig.

Sedan hon länge förgäves väntat på att Nobelinstitutets cyklotron skulle komma i gång, beslöt sig Lise Meitner i april 1940 för att åka till Köpenhamn för att utföra sina experiment med hjälp av Bohrs cyklotron. Hon reste den 8 april, dagen före den tyska invasionen. Hon stannade hos Bohr i tre veckor. Bohr var inte utan fara. Han skulle av

tyskarna räknas som ”icke-ariar” eftersom hans mor var judinna. På hans institut fanns dessutom en för tyskarna värdefull cyklotron, och det var välkänt att många framstående judiska fysiker arbetat där. Till följd av den tyska ockupationen tvingades Lise Meitner lämna Danmark utan att ha hunnit påvisa det efterforska »element 93«. Det gjorde däremot Edwin McMillan och Phil Abelson i Berkeley några veckor senare, och den 27 maj 1940 publicerades deras artikel »Radioactive element 93« i tidskriften *Physical Review*. Senare döpte de »element 93« till »neptunium«, efter planeten Neptunus, den planet som ligger närmast utanför Uranus.

Att ha missat denna upptäckt av »element 93« med dess halveringstid på 2,3 dygn grämde Lise Meitner oerhört. Man kan förstå hennes besvikelse. Hon hade tillsammans med Hahn och Strassman tidigt upptäckt uran-239 och hon hade dragit den riktiga slutsatsen att det ämnet måste ha en dotterprodukt med atomnumret 93. Hon tyckte att hon hade rätt till upptäckten, men hon hade faktiskt aldrig lyckats identifiera neptuniet.

McMillan drog samma slutsats beträffande neptunium-239 som Lise Meitner hade dragit om uran-239. Eftersom även neptuniet var instabilt, måste det finnas en dotterprodukt, och eftersom också neptuniet sönderföll under utsändande av betastrålning måste dotterprodukten vara en nuklid med atomnummer 94 och masstalet 239. Den 14 december 1940 bestrålade Seaborg och hans medarbetare uran-238 med deuterium och lyckades framställa »element 94«, som de i mars 1942 döpte till *plutonium* efter den planet, Pluto, som ligger utanför Neptunus.

Påvisandet av neptunium hade publicerats i *Physical Review* men påvisandet av plutonium och särskilt dess klyvbarhet hemlighölls. Men liksom Lise Meitner hade postulerat existensen av »element 93« hade många fysi-

ker världen över postulerat existensen av ett »element 94« med en isotop med masstalet 239 som dotterprodukt till neptunium-239. Även om påvisandet av plutonium hölls hemligt var dess existens redan förutsatt.

När nyheten om atombomben över Hiroshima nådde Sverige kom den som en total överraskning. Överraskande var också det intresse som utländska nyhetsbyråer visade för den österrikiska flykten Lise Meitner. I världspressen uppmärksammades hon med stora rubriker: »atombombens mor«, »den flyende judinnan« etc. Det verkade bara vara i Sverige som man tycktes ovetande om vilken stor fysiker som fanns i landet. Från utlandet kom förfrågningar, telegram, telefonsamtal...

»En massa nonsens kommer att tryckas ingen jag talade med förstod någonting av det«, anförtrodd hon sin dagbok. Och så var det. Den svenska pressens rapporter om atombomben lyckades inte förklara vad som verkligen hänt. Undantaget var en initierad artikel i *Falukuriren*; men till den hade Lise Meitner själv bidragit.

Något senare ställde hon upp för en intervju i en radiostation i New York för att försvara Otto Hahn mot anklagelser att vara nazist. Otto Hahn själv kunde varken intervjuas eller svara sig mot anklagelser, han satt med ett antal tyska kolleger internerad på Farm Hall i England för att inte falla i ryssarnas händer..

Lise Meitner avbröt aldrig sin vänskap med Otto Hahn. Hon skrev långa och ofta kritiska brev till honom, där hon anklagade honom för att vara alltför förstående för de tyska forskarnas passivitet gentemot nazisterna. Hahn å sin sida tycktes bit för bit glömma eller förtränga Lise Meitners insats. Han nämnde henne sällan, och när han gjorde det gav han intrycket att Meitner närmast varit hans assistent och inte den självständiga kollega som blivit betrodd att skapa och leda den fysiska institutionen inom Kaiser Wilhelminstitutet för kemi och som förklarat vad Hahn inte vågat tro på kärnklyvningen. Det gick så långt att Lise Meitners arbetsbord med instrument för fysikaliska mätningar länge ställdes ut på Deutsches Museum i München under etiketten »Otto Hahns arbetsbord«.

Det kan ha varit Hahns otillgänglighet i Farm Hall där ingen journalist vis-

ste att han var som fokuserade all uppmärksamhet på Lise Meitner och väckte obefogade misstankar om att Hahn var nazist och hittat på kärnklyvningen för Hitlers räkning. Det fanns heller knappast någon annan fysiker i Sverige som kunde svara på journalisternas frågor, eftersom atombomben hade kommit som en total överraskning. Det är möjligt att all den uppmärksamhet som riktades mot Lise Meitner ytterligare ökade den irritation som Manne Siegbahn kan ha känt inför den främmande fågeln på sin institution. Det är också möjligt att den påverkade hans inställning till Meitner när Vetenskapsakademien i december 1945 lät 1944 års nobelpris i kemi gå enbart till Otto Hahn utan något motsvarande pris i fysik till Lise Meitner. Inte heller Strassmann fick dela priset med Hahn.

Ett möte med svenska fysiker hölls i Teknologföreningens hus vid Brunkebergstorg snart efter det att atombomberna hade släppts över Japan. Det hölls då föredrag om bomben på grundval av vad Smythrapporten hade sagt. Lise Meitner var närvarande och fick frågan om hon trodde att det vore tekniskt möjligt för Sverige att åstadkomma en atombomb. Jag var själv där och minns ännu Meitners min av löje och förakt när hon utan tvekan avfärdade möjligheten.

År 1945 hade Lise Meitner invalts som utländsk ledamot av Kungliga Vetenskapsakademien (KVA). De sista åren av 1940-talet samarbetade hon med Sigvard Eklund i forskningsuppgifter inför planeringen av den första svenska kärnreaktorn (R1) vid Drottning Kristinas väg i Stockholm. År 1949 fick hon ett arbetsrum hos Borelius på KTH och en ställning som forskare med professors lön. Samma år blev hon svensk medborgare och 1951 invaldes hon som ordinarie ledamot av KVA. År 1954, vid sjuttiofem års ålder, pensionerades hon från sin forskartjänst vid KTH och återupptog samarbetet med Sigvard Eklund som nu var forskningschef vid AB Atomenergi.

År 1960, vid åttiottva års ålder, flyttade Lise Meitner till Cambridge för att tillbringa sina sista år nära sin systemson Otto Frisch, som var professor i teoretisk fysik där sedan 1947. Från Sverige fick hon via Statens råd för Atomforskning på Tage Erlanders initiativ en pension så länge hon levde.

BO LINDELL



Foto: Ulf Wester

En »skog« av mätinstrument på hotell Tylösand:s tak.

## Sverige värd för internationella mätningar av UV och ozon

*Den 9-16 juni stod Sverige som värd för ett internationellt möte, NOGIC 2000, på hotell Tylösand utanför Halmstad. Syftet med mötet var att åstadkomma tillförlitliga mätningar av solstrålningen och av ozonskiktets tjocklek.*

Den nordiska UV- och ozongruppen, NOG, som är ett samarbetsorgan mellan meteorologiinstitut, strålskyddsmyndigheter och universitetsinstitutioner i de nordiska länderna. Gruppen arbetar med frågor rörande ozonskiktet och solens ultravioletta strålning. En viktig del i detta samarbete är att utveckla och harmonisera teknik för mätning av ozonskiktets tjocklek och instrålningen av UV från solen. Gruppen genomför bland annat instrumentkomparationer, vilket innebär att man jämför sina instrument i en verklig mätsituation. De två senaste komparationerna har skett på Teneriffa 1993 och 1996.

Ett trettiotal forskare och tekniker från Sverige, Norge, Finland, Polen, Tyskland, Nederländerna, Österrike och Canada hade sina instrument på hotellets tak under hela tiden. Instrumenten är dels speciella spektrometrar som kan mäta ozonskiktets tjocklek, dels s.k. spektroradiometrar och bredbandsinstrument som kan mäta styrkan på solens ultravioletta strålning. Normalt står instrumenten hos de deltagande institutionerna där de mäter kontinuerligt. Mätningarna är viktiga för att kontrollera tillståndet hos ozonskiktet och för att följa upp effekterna av utsläpps begränsningarna av bl.a. freoner enligt det s.k. Montreal-avtalet. Mätningar av detta slag ligger också bakom de dagliga prognoserna av solens skadliga UV-strålning (UV-index).

NOGIC2000 arrangerades och sponsrades av Statens strålskyddsinstitut (SSI) och Sveriges provnings- och forskningsinstitut (SP).

LARS-ERIK PAULSSON OCH ULF WESTER

*Icke joniserande strålning, SSI*