Elektronmikroskopet fyller 50 år

Under de sista decennierna av 1800-talet hade mikroskopet – ljusmikroskopet – nått gränsen för sin prestationsförmåga. Det var här inte blott en fråga om en praktisk gräns, professor Ernst Abbe i Jena hade också påvisat den teoretiska gränsen för upplösningsförmågan med sin välkända, enkla formel för mikroskopets upplösningsförmåga:

$$R = \frac{0{,}6 \cdot \lambda}{N.A.}$$

där λ är ljusets våglängd och N.A. är objektivets numeriska apertur, produkten av sinus för halva öppningsvinkeln hos det ingående strålknippet och brytningsindex för mediet – luft eller immersionsolja – framför objektivet. Ville man nå längre, måste man finna strålning med kortare våglängd än ljusets. Elektronstrålning föreföll att erbjuda en lösning; dess våglängd är ungefär en hundratusendel av ljusets.

Den tyske fysikern Julius Plücher upptäckte katodstrålarna år 1859, och hans elev och yngre kollega Johann Wilhelm Hittorf fann att de kan avlänkas av ett elektriskt eller magnetiskt fält. De kan göras synliga genom att de bringar ett kristallint ämne att fluorescera. Man fann så småningom att det är fråga om negativt laddad partikelstrålning och år 1897 visade J J Thomson, lord Kelvin, att den lille krabaten i strålarna är en elektron, som fått sitt namn av Heinrich Weber redan 1881. Norrskensforskaren i Oslo, Carl Størmer, publicerade år 1907 en uppsats vari han klarlägger partiklarnas banor i magnetiska kraftfält. Men det var först med italienaren de Broglies arbeten från 1924 som egentlig elektronoptik kom till stånd. Då visade han också att partikelstrålningen även har vågrörelsekaraktär. Det första praktiska resultatet av betydelse var katodstråleoscilloskopet, som utvecklades parallellt i USA och av en arbetsgrupp i Tyskland, i vilken även ingick Dennis Gabor, som gjorde magnetlinsen användbar och som år 1971 erhöll ett Nobelpris för holografien.

I den tyska arbetsgruppen ingick Ernst Ruska och M Knoll, vilka försökte utveckla ett mikroskop baserat på elektronstrålning och med utnyttjande av elektromagnetiska linser. Det första fungerande mikroskopet stod klart år 1931. I början var det inte mycket till mikroskop, förstoringen var blott ca 17x och det man lyckades avbilda var en silhuett eller den kropp som utsände elektronerna. Under de fortsatta experimenten uppnåddes bortåt 400 gångers förstoring. Man lyckades därmed visa att elektronmikroskopet kunde vara en möjlig väg att komma vidare.

Som så ofta händer var herrarna Ruska och Knoll inte de enda som ägnade sig åt dessa problem. En landsman, Reinhold Rüdenberg, erhöll samma år flera patent som förutsåg den kommande utvecklingen. Han fortsatte sitt utvecklingsarbete i USA. L Marton i Bryssel hade redan 1932 ett fungerande elektronmikroskop i drift och två år senare publicerade han de första bilderna av ett biologiskt preparat, tagna med genomfallande strålning. Marton fann att elektronmikroskopet ställde nya och mycket strängare krav på preparationstekniken – mikrotekniken – än vad optiska mikroskop gör, framför allt därför att snitten måste vara så mycket tunnare. Ernst Ruska fortsatte sina experiment och 1933 hade han ett nytt mikroskop färdigt, vilket kan anses vara förebilden till alla senare modeller. Han lyckades också åstadkomma bilder med genomgående strålning. Ruska lierade sig med företaget Siemens & Halske i Berlin, som nu började tillverka elektronmikroskop. Prototypen blev färdig år 1938 och följande år levererades det första exemplaret till företaget I G Farben. Det var världens första kommersiellt serietillverkade elektronmikroskop.

Tekniska museet har ett par intressanta elektronmikroskop i sina samlingar. Det ena är tillverkat hos Siemens & Halske och är det första som inköptes till Sverige. Professor Arne Tiselius vistades hos Siemens i Berlin några dagar i september 1942 för att studera deras elektronmikroskop. Samma höst beställdes ett instrument. Det levererades i september 1943 och följande vår stod det uppsatt och klart på Fysikalisk-Kemiska Institutionen i Uppsala, där The Svedberg, Arne Tiselius,

Sven Gard och andra haft stor nytta av instrumentet. Det var i drift till 1959 och ersattes då av två nya Siemensmikroskop. Det gamla överlämnades till Tekniska Museet. Det kostade på sin tid 162 000:– kr och inköptes för medel som hotade att frysa inne i Tyskland.

Det har också tillverkats elektronmikroskop i Sverige. Kring mitten av 1940-talet konstruerade professor Manne Siegbahn vid Nobelinstitutet för fysik ett elektronmikroskop, som under åren 1946–48 tillverkades i fem exemplar av företaget Georg Schönander i Stockholm. Ett mikroskop torde ha sålts till Polen, ett annat levererades till ASEA:s laboratorium i Västerås, där det var i drift till slutet av 1960-talet, varefter det överläts till museet. I stället för den vanligen använda oljediffusionspumpen, i vilken strömmande, varm oljedimma drar med sig luftmolekylerna ut ur mikroskopet, nyttjade Siegbahn en av honom konstruerad molekylarpump för att åstadkomma det låga lufttryck som erfordras, ca 10^{-4} mm Hg. Siegbahns pump består av en ganska tunn stålskiva – ca 10×400 mm ∅ – som roterar med mycket högt varvtal mellan två med spiralspår försedda sköldar i pumphöljet. Då spalten mellan skivan och sköldarna är knappt 0,1 mm river den roterande pumpskivan med sig luftmolekylerna, som kastas ut ur pumpen av centrifugalkraften och spiralspåren. Det är en betydande fördel med molekylarpumpen att man slipper få mikroskopets inre förorenat av oljedimma.

Vi hoppas snart kunna visa bägge mikroskopen i den kommande nya fysikavdelningen.

Gunnar Pipping

Källor

Intervju med prof Harald Norinder, 1969.
Bradbury, S., The evolution of the microscope, London 1967.
Ruska, E., Uber die Technik der Elektronmikroskopie, Berlin 1952.