

Citation:

A. Looyenga-Vos, Levensbericht G. Hägg, in:
Jaarboek, 1988, Amsterdam, pp. 126-131



Gunnar Hägg

Gunnar Hägg

14 december 1903 – 28 mei 1986

Gunnar Hägg is op 14 december 1903 te Stockholm geboren. In deze stad heeft hij het grootste deel van zijn jeugd jaren, zijn studententijd en zijn eerste jaren als onderzoeker doorgebracht. In het begin van 1937 verhuist hij naar Uppsala waar hij tot na zijn emeritering in 1969 heeft gewerkt als hoogleraar in de anorganische en algemene chemie. Op 28 mei 1986 is hij aldaar overleden.

Jeugd jaren

Reeds in zijn jeugd geeft Gunnar blijk van een brede belangstelling. De school komt er niet zo erg op aan. Wel leest hij veel, in zijn vroege jeugd vooral boeken over de zee en het water. Deze belangstelling voor de zee heeft hij van huis uit meegekregen. Zijn grootvader, admiraal Jacob Hägg, schilderde zeegezichten en hield zich bezig met marine-geologie. Zijn vader, Erik Hägg, bekleedde verschillende functies bij de Zweedse marine. Tijdens Gunnar's schooltijd verblijft het gezin Hägg vaak op het eiland Gotland.

Gedurende zijn middelbare schoolperiode krijgt Gunnar steeds meer belangstelling voor de natuurwetenschappen; natuurkunde, sterrenkunde en later vooral scheikunde boeien hem. Hij doet graag proeven, ontwikkelt zelf de nodige apparaten en bouwt zijn experimenten van de grond af op. En dat alles met de grote mate van inventiviteit die ook zijn latere werk kenmerkt. Al zijn zakgeld besteedt hij aan experimenten. In 1920 krijgt hij hulp, een 'Von Friesens stipendium'. Zelden is een bedrag van 75 kronen zo goed besteed. De jonge Gunnar kan er fantastisch veel mee doen. Het heeft diepe indruk op hem gemaakt en ook later vertelt hij er nog graag over.

Studententijd en promotie

In 1922 behaalt Gunnar aan de 'Nya Elementarskolan' te Stockholm zijn middelbare schooldiploma. Daarna gaat hij natuurwetenschappen studeren aan de universiteit van Stockholm. Zijn brede belangstelling maakt de keuze van een afstudeer-richting niet gemakkelijk. Het wordt tenslotte scheikunde met als afstudeeronderwerp de hydrolyse van natriumsilicaat oplossingen. Na zijn licentiaatsexamen in 1926 krijgt Hägg een Ramseystipendium om aan het University College te Londen onder F.G. Donnan te werken aan de fysische chemie van oppervlakken.

De verdere researchloopbaan van Gunnar Hägg is op beslissende wijze beïnvloed door Arne Westgren, vanaf 1927 hoogleraar te Stockholm. Daarvoor had Westgren samen met Gösta Phragmén in het instituut voor metaalresearch te Stockholm onderzoek verricht aan metalen en legeringen. Als pioniers hebben zij daarbij röntgen-

diffRACTIE aan kristallen toegepast. Reeds omstreeks 1925 onderzoeken zij fase-diagrammen met behulp van poederopnamen en bepalen zij kristalstructuren van legeringen. De resultaten zijn verrassend! De onderzochte legeringen vertonen vrijwel nooit duidelijk aanwijsbare chemische bindingen zoals destijds bekend voor moleculen. Samen met Hume-Rothery formuleren zij nieuwe criteria om (voorkeurs) samenstelling en bindingswijze in de legeringen te beschrijven.

In deze tijd gaat Gunnar Hägg naar Westgren om over een eventueel promotie onderwerp te spreken. Westgren wijst hem enthousiast op de mogelijkheden van de röntgendiffractie: 'Je hebt bijna het gevoel dat je de atomen kunt aanraken'. Dit maakt zo'n indruk op Hägg dat hij zijn studies van chemische reacties in oplossing afbreekt en begint met de bestudering van de bouw van de vaste stof. Later zal blijken dat deze keuze vergaande gevolgen heeft gehad voor het gehele Zweedse vaste stof onderzoek.

Hägg stelt voor zijn promotie onderzoek te laten aansluiten bij zijn vroegere werk aan silicaten. Westgren raadt dit af omdat er op het gebied van de kristalstructuren van silicaten reeds een doorbraak is gerealiseerd door de school van W.L. Bragg te Manchester. In overleg wordt een onderwerp gekozen dat past bij het onderzoek in Westgren's groep. Hägg werkt eerst aan het binaire systeem ijzer-fosfor, maar al spoedig betreft hij in zijn studie ook de binaire systemen van ijzer met de andere elementen van de vijfde groep van het periodiek systeem (stikstof, arseen, antimoon en bismut). In 1929 verdedigt Hägg zijn dissertatie. De vader van de röntgendiffractie aan kristallen in Zweden, Gregori Aminoff, treedt op als faculteitsopponent. De promotie laat duidelijk zien dat toepassing van de röntgendiffractie het Zweedse vaste stof onderzoek sterk heeft verdiept.

Interstitiële oplossingen

Het baanbrekende karakter van Hägg's werk blijkt uit zijn in 1929 en 1931 verschenen artikelen over de structuur en eigenschappen van binaire fasen van overgangselementen met waterstof, borium, koolstof en stikstof. Door bestudering van eigen resultaten en literatuurgegevens ontdekt Hägg dat binaire fasen waarin de metalloid atomen voldoende klein en niet te sterk elektronegatief zijn, bij geschikt gekozen chemische samenstelling een eenvoudige kristalstructuur bezitten. Deze kristallen hebben metallisch karakter als het metaal een overgangselement is. De kleine metalloid atomen liggen in gaten (interstities) tussen de metaalatomen. Door de fractie gevulde gaten te variëren kan de chemische samenstelling binnen bepaalde grenzen worden gewijzigd zonder dat discontinue veranderingen in de kristalstructuur optreden. De gevonden structuren zijn in strijd met het idee dat men destijds had van een chemische verbinding. Hägg beschrijft ze als 'interstitiële oplossingen'.

Leven en werken in Stockholm

Nadat Hägg door zijn promotie de titel van docent heeft verworven wordt hij aangesteld aan de universiteit van Stockholm om onderwijs te geven in de algemene en anorganische chemie. Reeds spoedig trekt zijn werk ook in het buitenland de aandacht. In 1930 maakt hij een studiereis naar Duitsland. Om ervaring op te doen met de bereiding van metaalhydriden werkt Hägg enkele maanden in het laboratorium

van professor A. Sievert te Jena. Tijdens zijn rondreis langs enkele researchinstituten bezoekt hij ook het laboratorium van de bekende onderzoeker V.M. Goldschmidt te Göttingen. Hem wordt daar een financieel aantrekkelijke baan aangeboden. In het boek 'Fifty years of X-ray diffraction' schrijft Hägg: 'Gezien de gebeurtenissen in Duitsland enkele jaren later ben ik blij dat ik dit aanbod heb afgeslagen.'

In 1934 krijgt Hägg, naast zijn slecht betaalde functie aan de universiteit, een aanstelling tot assistent aan het instituut voor metaalresearch te Stockholm. Dit heeft zowel op zijn privé-leven als op zijn wetenschappelijke werk grote invloed gehad. Nu kan hij trouwen. Hij doet dat ook: met Gunnel Silfwerbrand, een jonge studente die hij in het laboratorium van Westgren had leren kennen. Gunnel en Gunnar hebben vijf kinderen gekregen: Ingemund, Erik, Birgitta, Anders en Bengt. Wat betreft het wetenschappelijke werk vormt de gecombineerde aanstelling een stimulans om verworven fundamentele inzichten toe te passen op praktische problemen. Voorbeelden zijn: vorming en ontleding van martensiet (een vaste oplossing van koolstof in α -ijzer) en metaalhardens door introductie van stikstofatomen in metaalroosters.

Gedurfde researchprojecten

Ook in zijn verdere researchcarrière schroomt Hägg niet om nieuwe gedurfde projecten aan te pakken. Reeds kort na 1931 breidt hij zijn onderzoek uit tot niet-metallische systemen met variabele chemische samenstelling.

Voorbeelden zijn: systemen gebaseerd op de FeS of FeSe structuur, magnesium-aluminium spinellen met meer Al_2O_3 dan de formule $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ aangeeft, de natriumwolfraambronzen met de samenstelling Na_xWO_3 ($x \leq 1$). In tegenstelling tot de verwachting blijkt voor de structuren gebaseerd op het FeS-rooster de waargenomen overmaat zwavel niet veroorzaakt te worden door extra zwavelatomen in roostergaten maar door aanwezigheid van lege Fe-plaatsen. Het geheel blijft elektroneutraal doordat steeds drie Fe^{2+} -ionen door twee Fe^{3+} -ionen vervangen worden. Bij samenstellingen variërend van ongeveer $\text{Fe}_{0,97}\text{S}_{1,03}$ tot $\text{Fe}_{0,89}\text{S}_{1,11}$, de grens van het homogeniteitsgebied, zijn de lege plaatsen statistisch over het rooster verdeeld. Ook in de spinellen treden lege plaatsen op, nu door vervanging van Mg^{2+} door Al^{3+} . De kubische natriumwolfraambronzen vertonen bij afnemend natriumgehalte een verdieping van de kleur van geel via rood naar blauw. Ook hier is er weer sprake van lege roosterplaatsen, thans van de Na^+ -ionen. De verdieping van de kleur ontstaat doordat een steeds groter deel van de wolframionen overgaat van W^{5+} naar W^{6+} . In het blauwe brons is ongeveer $\frac{2}{3}$ van de natrium posities leeg ($x \approx \frac{1}{3}$).

In 1935 classificeert Hägg de dan bekende systemen met, binnen bepaalde grenzen, variabele chemische samenstelling in zijn klassiek geworden artikel 'Solid solutions with a varying number of atoms in the unit cell'. De daarin gegeven analyse van de aard van de 'vaste oplossingen' heeft geleid tot een duidelijke verdieping van het inzicht in systemen waarin niet-stoichiometrische samenstelling gepaard gaat met gemengde valenties voor bepaalde kationen. Het grote belang van dit soort systemen voor de latere kristalfysica kon toen nog nauwelijks worden vermoed. Wegens zijn fundamentele structuuronderzoek en invoering van nieuwe concepten moet Hägg als één van de grondleggers van de anorganische vaste stof chemie worden beschouwd.

Nieuw levenswerk

Eind 1936 wordt door de benoeming van Hägg tot hoogleraar in de anorganische en algemene chemie aan de universiteit van Uppsala zijn Stockholmse periode afgesloten. De hoeveelheid schitterend en baanbrekend werk die hij in die tien jaar heeft verzet kan nauwelijks overschat worden.

Begin 1937 verhuist Hägg naar Uppsala. De toestand die hij daar aantreft tart elke beschrijving: tientallen jaren is er nauwelijks spoorwerk in de anorganische chemie verricht, het onderwijs is hopeloos verouderd en alle apparatuur die Hägg nodig heeft ontbreekt. Geld om apparatuur aan te schaffen is er niet en – wegens de economische crisis – ook nauwelijks te bemachtigen. Maar Hägg zit niet bij de pakken neer. Hij zet zijn directe onderzoekambities opzij en begint met de modernisering van het onderwijs en met de opbouw van het researchinstituut. Vrijwel alle apparatuur wordt door hem zelf ontworpen en onder zijn leiding in het laboratorium of in andere werkplaatsen gebouwd. Zijn talent als apparaatontwerper komt nu goed van pas en ook zijn ervaring, opgedaan in het laboratorium van Westgren. Daar bouwde hij de eerste Zweedse Weissenberg camera, en samen met Phragmén focusserende poedercamera's van het Seemann-Bohlin type, met bijzonder hoog oplosend vermogen en een hoge stralingsintensiteit. In Uppsala vervaardigt Hägg naast andere apparatuur een Guinier camera en een analoogmachine voor Fourier sommaties. Kort na 1940 is er in Uppsala voldoende goede apparatuur beschikbaar om researchstudenten vruchtbaar onderzoek te laten doen. Maar de uitbreiding en verbetering van apparatuur blijven doorgaan. Zelfs na zijn emeritering in 1969 heeft Hägg zich hier nog mee bezig gehouden. Het werk spitst zich dan toe op apparatuur voor diffractie experimenten bij ongebruikelijke temperaturen en drukken.

Het scheikunde onderwijs in Zweden heeft veel aan Hägg te danken. Met zijn in 1940 verschenen leerboek '*Theorie van de chemische reacties*' (negen herdrukken; edities in het Duits, Spaans en Koreaans) introduceert hij o.a. het zuur-base concept van Brönstedt in het Zweedse onderwijs. In 1963 verschijnt zijn leerboek '*Algemene en anorganische chemie*' (vijf keer herdrukt en vertaald in het Engels). Beide boeken zijn logisch van opzet en compact, maar wel behoorlijk pittig. Vrijwel alle Zweedse scheikunde leraren hebben ze in hun boekenkast staan.

Na 1940 wordt – wegens steeds toenemende verplichtingen binnen en buiten de universiteit – het doen van eigen research voor Hägg een uitzondering. Wel weet hij zijn leerlingen geweldig te stimuleren. Zij mogen steeds gebruik maken van zijn goede ideeën en weten zich verzekerd van zijn voortdurende belangstelling. Zo ontstaat er onder zijn leiding een produktieve gestaag groeiende groep. Binnen zo'n tien jaar heeft Hägg zijn laboratorium opgewerkt tot een uitstekend, modern researchinstituut met een internationale faam. De talrijke publikaties uit dit instituut vermelden Hägg zelden als mede-auteur. Volgens zijn leerlingen wilde hij dat alleen maar zijn, als hij eigenhandig aan het beschreven onderzoek had meegewerkt. Van Hägg's leerlingen hebben er velen belangrijke posities verworven, zowel aan universiteiten als in de industrie.

Besturen en commissies

Niet alleen in het laboratorium maar ook in talrijke besturen en commissies heeft

Hägg zich verdienstelijk gemaakt. Vermeld moet worden zijn lidmaatschap van de Nobel-commissie voor chemie in de periode 1965–1976, waarvan het laatste jaar als voorzitter. Ook op kristallografisch gebied is hij actief geweest. Van 1951–1957 was hij vice voorzitter van de ‘International Union of Crystallography’ en tevens lid van de commissies voor apparatuur en ‘Structure reports’. In de redactie van ‘*Early papers on the diffraction of X-rays by crystals*’ heeft Hägg omstreeks 1970 samengewerkt met de bekende Nederlandse onderzoekers J.M. Bijvoet te Utrecht en W.G. Burgers te Delft.

Erkenning

Hägg heeft voor zijn werk veel erkenning ondervonden. Talrijke stipendia en prijzen zijn aan hem toegekend. In 1985 werd ter ere van André Guinier en Gunnar Hägg een Frans-Zweedse conferentie over poederdiffractie belegd. Verschillende wetenschappelijke academies hebben Hägg tot lid benoemd. De Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen deed dit in 1950 als eerste niet-Zweedse academie. Later volgden wetenschappelijke academies in Denemarken, Duitsland en Noorwegen.

Uit de herdenkingen geschreven door zijn leerlingen na zijn overlijden komt Hägg naar voren als een integere, bescheiden en onbaatzuchtige persoonlijkheid.

Arne Magnéli besluit zijn herdenkingsartikel in ‘*Journal of Applied Crystallography*’ als volgt: ‘Gunnar Hägg’s greatness as a scientist was combined with modesty and complete personal integrity. He was admired by his scientific colleagues and dear to his friends. He deserves to be remembered.’