

Citation:

Waals Jr., J. D. van der, Levensbericht P.E. Weiss, in:
Jaarboek, 1941-1942, Amsterdam, pp. 220-225

LEVENSBERICHT

VAN

PIERRE WEISS

(1865—1940)

Pierre Weiss werd in 1865 te Mühlhausen in de Elzas geboren. Hij bezocht daar het gymnasium. Van 1882 tot 1885 studeerde hij aan de polytechnische hogeschool en van 1888 tot 1892 aan de Ecole Normale Supérieure. In 1892 verkreeg hij een Bourse des hautes Etudes; in 1893 werd hij aangesteld als Préparateur à l'Ecole Normale, in 1895 als Maître des conférences à la Faculté de Rennes en in 1899 verkreeg hij dezelfde functie te Lyon.

In 1902 werd hij benoemd tot professor aan de polytechnische hogeschool te Zürich.

In 1914—1916 vinden wij hem in Frankrijk, waar hij met *Aimé Cotton* voor het bureau voor uitvindingen te Bellevue een methode uitwerkt om uit het geluid de plaats van vuurmonden te bepalen. Daarna vertoefde hij weer twee jaren in Zürich.

In 1918 werd hij lid van de commissie onder voorzitterschap van *Paul Appel* ter reorganisatie van de Universiteit van Straatsburg. Hij werd hoogleraar aan deze universiteit en directeur van het Institut de Physique. In 1919 nam hij het initiatief voor de vestiging in Straatsburg van de eerste „section provinciale de la Société française de Physique”.

Ondertusschen was hij in 1896 gepromoveerd op een dissertatie, getiteld: „Recherches sur l'aimantation de la magnétite cristallisée et de quelques alliages de fer et d'antimoine”.

Geboren in de Elzas heeft hij het voornaamste gebied van zijn werkzaamheid in Straatsburg gevonden. En ook op het terrein der natuurkunde is hij zeer stabiel geweest. De studie van het magnetisme, die reeds het onderwerp voor zijn dissertatie opleverde, is hij zijn geheele leven trouw gebleven en op weinige na zijn zijn vele

onderzoekingen — veelal verricht met medewerking zijner leerlingen — aan het magnetisme gewijd.

In zijn experimenteel werk heeft hij een schat van gegevens verzameld, voornamelijk betreffende de magnetisatie als functie van de temperatuur, de veldsterkte en de voorgeschiedenis van de onderzochte stoffhoeveelheid (hysteresis verschijnselen). Een enkele maal heeft hij deze grootheden onderzocht bij diamagnetische stoffen, maar meer bij paramagnetische en vooral bij ferromagnetische, zoo o.a. bij ijzer, nikkel, cobalt, mangaan en bij de zeldzame aarden en bij de zouten en alliages van vele dezer stoffen. Veel onderzoek heeft hij gewijd aan magnetiet en aan pyrrhotien, welke laatste stof door de merkwaardige gedaante van de hysteresislus, die het in één-kristallijnen toestand vertoont, *Weiss* zeer belangrijke aanwijzingen heeft gegeven bij het opstellen van zijn theorie van de hysteresis en de daarbij optredende warmte-ontwikkeling. Bij de bepaling van de temperatuurafhankelijkheid voerde zijn wensch om hierbij ook het gebied der zeer lage temperaturen te betrekken hem naar Leiden, waar hij met *Kamerlingh Onnes* samenwerkte. Belangrijke onderzoekingen heeft hij ook aan het magnetocalorische effect gewijd en in verband daarmee aan de soortelijke warmte der onderzochte stoffen. Dit effect leverde hem belangrijke gegevens ter toetsing van zijn inzichten in het gedrag van para- en ferromagnetische stoffen. Later zou het bij paramagnetische stoffen gebruikt worden om de allerlaagste temperaturen te bereiken die thans voor het onderzoek toegankelijk zijn.

Gaan wij zijn in 1926 ¹⁾ in samenwerking met *G. Foëx* uitgegeven boekje „Le Magnétisme” na, dan lezen wij in de voorrede, dat de schrijvers de voornaamste questies, behandeld in klassieke boeken over het magnetisme, terzijde hebben gelaten. „Nous nous sommes proposé de mettre le lecteur au courant des recherches récentes qui ne figurent guère encore que dans les mémoires originaux. Pour présenter le résultat de ces recherches — dans la mesure du possible — sous forme d’un ensemble cohérent, nous avons indiqué

¹⁾ In 1931 verscheen een 2de druk.

comment on les a interprétés au moyen de la thermodynamique, de la mécanique statistique et de l'anisotropie des cristaux". En bij het verder lezen van het boekje worden wij getroffen door het groote aandeel, dat *Weiss* zelf heeft gehad niet alleen bij het verrichten van die „recherches nouvelles", maar ook bij het opstellen van die interpretaties. Dit is trouwens niet alleen bij het boekje van *Weiss* en *Foëx* het geval. Ook later verschenen werken over magnetisme, waarin de theorie meer uitvoerig wordt ontwikkeld op de basis van de moderne quantum-theorie zooals dat van *Stoner* en dat van *Van Vleck*, grijpen ieder oogenblik op het fundamenteele werk van *Weiss* terug.

Weiss is hoofdzakelijk te beschouwen als experimenteel physicus. Toch heeft hij ook veel aandacht geschonken aan de verklaring der verschijnselen, aan de theorie, en ook daarvoor heeft hij zeer belangrijke bijdragen geleverd. Zijn werk is een treffend bewijs, hoe vruchtdragend zonder mathematische verfijning opgestelde theoretische beschouwingen van een experimentator voor de natuurkunde kunnen zijn. Dat is voornamelijk het geval, wanneer deze zich beweegt op een nog weinig ontgonnen gebied, waar het er om te doen is met werkelijkheidsintuïtie de algemeene grondslagen voor een theoretisch inzicht aan te geven. Zijn deze eenmaal opgesteld en is het gebied reeds meer ontgonnen, dan bestaat uit den aard der zaak behoefte aan een mathematisch meer verfijnde theorie.

Toen *Weiss* begon zich met het magnetisme bezig te houden, was dat terrein nog weinig ontgonnen en ook op het gebied der theorie kon *Weiss* pionierswerk verrichten.

In de eerste plaats kunnen wij hier noemen het invoeren van het zoogenaamde moleculaire veld. Wanneer magnetische moleculen nabij elkaar zijn, oefenen zij richtende krachten op elkander uit. Dit brengt o.a. mee, dat het gedeeltelijk gelijkgericht zijn der moleculaire dipolen door een uitwendig veld, ten gevolge van deze onderlinge richtkrachten der moleculen versterkt nog wordt, zoodat de permeabiliteit grooter wordt gevonden dan zij zonder deze werking zou zijn. *Weiss* merkte echter op, dat dit effect experimenteel onge-

veer 3000 maal groter blijkt te zijn dan zou moeten verwacht worden, wanneer men alleen de magnetische wisselwerking ervoor aansprakelijk stelde. Hij voerde daarom de onderstelling in, dat magnetische moleculen behalve de magnetische krachten nog krachten van anderen aard op elkaar uitoefenen, die hij met den naam „champ moleculaire” aanduidde en die veel groter zijn dan de magnetische. De verhoogde permeabiliteit zou dan een indicatie zijn van het niet direct waarneembare moleculaire veld. *Weiss* sprak ook reeds de onderstelling uit, dat dit moleculaire veld van elektrischen aard zou zijn. Later heeft *Heisenberg* aangetoond, dat de quantum-theorie in verband met het Pauli-principe en de zoogenaamde „verwisselingskrachten” inderdaad tot het bestaan van een dergelijk richtend elektrisch veld leiden, waardoor de intuïtie van *Weiss* op schitterende wijze bevestigd werd.

Bij paramagnetische lichamen heeft dit moleculaire veld den invloed, dat de magnetisatie, die bij gegeven temperatuur T en sterkte van het magnetisch veld H volgens de wet van *Langevin* bij benadering zou moeten voorgesteld worden door $\frac{\mu H}{kT}$ ($\mu =$ moment van de elementair magneet, $k =$ de constante van *Boltzmann*) volgens *Weiss* moet voorgesteld worden door $\frac{\mu H}{k(T-\Delta)}$ waarin Δ een voor de stof karakteristieke constante is van de dimensie van een temperatuur en waarvan de waarde door het moleculaire veld bepaald wordt. De zoo gecorrigeerde wet van *Langevin* wordt wet van *Weiss* genoemd. Zooals uit proeven met Gadoliniumsulfaat te Leiden is gebleken, geeft zij een goede benadering tot zeer lage temperaturen.

De zoo door *Weiss* ingevoerde grootheid Δ geeft tevens de Curie-temperatuur aan, d.w.z. de temperatuur, waarbij, als zij in dalende richting overschreden wordt, paramagnetische stoffen in een anderen toestand overgaan, die men den ferromagnetischen toestand noemt. Experimenteel was het bestaan van zulk een, voor verschillende ferromagnetische stoffen verschillende overgangstemperatuur reeds door *Curie* vastgesteld. Met behulp van het moleculaire veld kon *Weiss* nu een verklaring van den ferromagne-

tischen toestand en van het bestaan van zulk een overgangstemperatuur geven.

Evenals bij dampen bij voldoende lage temperatuur de moleculaire attractie aanleiding kan geven tot druppelvorming, kan volgens *Weiss* het „champ moleculaire” beneden de Curie-temperatuur aanleiding geven tot het vormen van kleine gebiedjes, waarbinnen de magnetische assen der elementairmagneetjes gelijk of nagenoeg gelijk gericht zijn ¹⁾. Deze spontane magnetisatie onder invloed van het eigen veld der magnetische moleculen is dus geheel analoog aan de spontane verdichting van een damp onder invloed van de eigen attractie der moleculen. Zoo kan men een magnetische toestandsvergelijking opstellen. En evengoed als het opstellen van de toestandsvergelijking aanleiding heeft gegeven tot het formuleeren van de wet der overeenstemmende toestanden, heeft ook *Weiss* een wet van magnetisch overeenstemmende toestanden opgesteld. De twee gevallen zijn in hooge mate analoog: beide wetten worden niet streng vervuld doch slechts met benadering. En evenals men bij de toestandsvergelijking „families” van stoffen kan onderscheiden, waarbij onderling de wet van overeenstemmende toestanden beter vervuld is dan bij twee stoffen, die tot verschillende families behooren, is dit bij de magnetische toestanden het geval. Later is gebleken, dat stoffen met dezelfde resulterende spin per atoom tot dezelfde „magnetische familie” behooren.

Een ander belangrijk begrip, dat *Weiss* het eerst in de natuurkunde heeft ingevoerd is dat van het magneton. *Weiss* meende namelijk uit zijn experimenten af te leiden, dat de magnetische momenten van verschillende atomen onderling een rationale verhouding hebben, zoodat er van een elementair quantum van magnetisch moment sprake zou kunnen zijn. Zoo zou ijzer 11, nikkel 3 van deze elementair quanta of magnetonen bevatten. Nu is het reeds aan *Weiss* zelf gebleken dat de zaak niet zoo eenvoudig is. Sommige stoffen vertoonden een veranderlijk aantal magne-

¹⁾ Het Barkhausen effect kan als bevestiging van het bestaan van deze gebiedjes worden opgevat.

tonen, terwijl het moment van andere niet door een geheel aantal magnetonen was voor te stellen. Dit laatste was volgens *Weiss* geen overwegend bezwaar: het experimenteel bepaalde moment zou het gemiddelde van een aantal „magnetische isotopen” kunnen voorstellen. Maar de grond voor het aannemen van het bestaan van het magneton van *Weiss* werd er wel zeer door verzwakt.

De latere ontwikkeling van theorie en experiment hebben tot de conclusie geleid, dat er inderdaad sprake kan zijn van een magneton, maar dan van het magneton van *Bohr*, dat ongeveer vijf maal zoo groot is als de door *Weiss* aan het magneton toegekende waarde. Bovendien is *Bohr*'s magneton wel een natuurlijke eenheid van magnetisch moment, maar behoeft bij de samenstelling van de bijdragen tot het moment van de verschillende electronen het resulterend moment van een atoom niet steeds een geheel aantal magnetonen te bedragen.

Toch blijft — hoezeer de tegenwoordige opvatting van het magneton ook van die van *Weiss* moge verschillen — het merkwaardig, dat *Weiss* reeds het bestaan van een natuurlijke eenheid van magnetisch moment in zijn experimenteële gegevens gevoeld heeft.

J. D. VAN DER WAALS Jr.