

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN  
TE AMSTERDAM

---

BIJZONDERE VERGADERING  
DER AFDEELING NATUURKUNDE

OP ZATERDAG 31 OCTOBER 1931, 'S NAMIDDAGS 3 UUR, VOOR  
DE PLECHTIGE UITREIKING DER LORENTZ-MEDAILLE

Voorzitter: J. VAN DER HOEVE

Secretaris: B. BROUWER

---

---

Na heropening der openbare vergadering te 3¼ ure, wordt overgegaan tot de plechtige uitreiking der LORENTZ-medaille aan Prof. Dr. W. PAULI.

Tegenwoordig zijn de leden der Afdeeling, die de voorafgaande gewone vergadering bijwoonden, de familieleden van wijlen Prof. LORENTZ, de Zwitsersche Gezant, de heer ARTHUR DE PURY, de heer Jhr. Mr. Dr. A. ROËLL, Commissaris der Koningin in de provincie Noord-Holland, de heer W. DE VLUGT, Burgemeester van Amsterdam, de Rectores Magnifici der Gemeentelijke en der Vrije Universiteit, hoogleraren der verschillende Universiteiten en verdere genoodigden.

Nadat de heer PAULI, hoogleeraar aan de Technische Hoogeschool te Zürich, in het eeregestoelte voor de bestuurstaafel heeft plaats genomen, opent de voorzitter de vergadering. Hij spreekt een woord van erkentelijkheid, dat de familie van wijlen Prof. LORENTZ, Zijne Excellentie de Zwitsersche Gezant, Jhr. ROËLL, Commissaris der Koningin in deze provincie, de heer W. DE VLUGT, Burgemeester van Amsterdam en verdere genoodigden deze plechtigheid met hunne tegenwoordigheid hebben willen vereeren. Daarop richt de voorzitter zich tot den heer PAULI, dien hij hartelijk welkom heet en geeft hierna het woord aan den heer EHRENFEST, die de volgende toespraak houdt:

Hochverehrter, lieber Herr PAULI!

Sie kennen den Platz, den das Werk von H. A. LORENTZ in der Entwicklung der Physik einnimmt. Auch persönlich haben Sie LORENTZ kennen gelernt in seiner eigenartigen Wirkung auf die jüngeren Fachgenossen aller Nationen.

Sie müssten ihn aber auch noch in seinen Beziehungen zu Nederland und zu unserer Akademie gekannt haben! Dann würden Sie wissen, wie

viel hier bei uns mitklingt, wenn wir den Namen LORENTZ nennen. Der Gelehrte, dessen wissenschaftliche Leistung mit der LORENTZ-Medaille geehrt werden soll, wird eben dadurch unserem Gefühl in besonderer Weise nahegebracht. Das durfte doch wohl in diesem Augenblick offen ausgesprochen werden.

Mit der heutigen — der zweiten — Verleihung der LORENTZ-Medaille will unsere Akademie den Entdecker des tiefliegenden „Ausschliessungs-Prinzipes“ ehren. Hat doch diese Entdeckung — um einen Ausdruck des Statutes der Medaille zu gebrauchen — „einen grossen Einfluss auf die Entwicklung der Wissenschaft“ ausgeübt. Das sieht jeder klar, der die Entwicklung der theoretischen Physik im letzten Jahrzehnt verfolgt hat.

Wir bewundern die Schönheit und Rätselhaftigkeit dieses Prinzips und seine Fruchtbarkeit in den allerverschiedensten Gebieten der Physik. Aber nicht minder bewundern wir die Weise, in der Sie sich zu dieser Entdeckung durchgerungen haben.

Man kann in Ihrer berühmten Arbeit vom Januar 1925 nachschlagen, wie Sie dort Ihr „Ausschliessungs-Prinzip“ einführen. Das Prinzip, das wir andern das „PAULI-Verbot“ zu nennen pflegen. Sie lassen es dort besagen: In einem Atom (im starken äusseren Feld) können keine zwei Electronen einen und denselben Quantenzustand besitzen. Hat einmal ein Electron eine bestimmte Quantenzustand gewählt, so ist *dieser* Quantenzustand schon für jedes andere Electron „ausgeschlossen“, schon „verboten“.

Auf den ersten Blick scheint so das PAULI-Verbot allein solche Leute was anzugehen, die sich mit der genauen Electronen-Verteilung in BOHRschen Atomen beschäftigen, oder mit deren Spectren. Und der Titel der Arbeit scheint diesen Eindruck zu bestätigen. Lautet er doch: „Über den Zusammenhang des Abschlusses der Electronengruppen im Atom mit der Komplex-Structur der Spectren“. Aber dieses so esoterisch aussehende Prinzip kann mitten in unsere Alltags-Welt hineingreifen! Es ist reizvoll, sich das an einem einfachen Beispiel deutlich zu machen.

Wir nehmen ein Stück Metall in die Hand. Oder einen Stein. Schon ein wenig Nachdenken macht uns erstaunt, dass dieses Quantum Stoff nicht einen viel geringeren Raum einnimmt. Denn wohl liegen die Moleküle schon ganz dicht aufeinandergepackt. Und ebenso die Atome im Molekül. — Gut. — Aber warum sind die Atome selber so dick?!

Betrachtet man zum Beispiel das BOHRsche Modell für ein Blei-Atom. Warum laufen von den 82 Electronen des Atoms nur so ganz wenige auf den Quantenbahnen *dicht* um den Kern, alle anderen aber in immer weiteren und weiteren Bahnen? Die Anziehung der 82 positiven Ladungseinheiten des Atomkernes ist doch so mächtig. Viel mehr von den 82 Electronen könnten sich also auf die inneren Quantenbahnen zusammenziehen, ehe ihre wechselseitige Abstossung zu gross wird. Was verhindert dann also das Atom sich in dieser Weise viel kleiner zu machen?!

Antwort: Nur das PAULI-Verbot: „Keine zwei Electronen im selben Quantenzustand!“ Darum also die Atome so unnötig dick; darum der Stein, das Metallstück etc. so voluminös!

Sie müssen zugeben Herr PAULI: Durch eine *partielle* Aufhebung Ihres Verbotes könnten Sie uns von gar vielen Sorgen des Alltags befreien: z.B. vom Verkehrsproblem unserer Strassen.

Aber nicht nur der Aufbau der Atome, das periodische System der Elemente und die Structur der Spectren wird durch das PAULI-Verbot beherrscht. Gespenstisch-coquet winkt uns das PAULI-Verbot auch hinter allen möglichen anderen Erscheinungen der Physik und Chemie entgegen. Es versorgt uns z.B. mit zwei Sorten Wasserstoff-Molekülen (Ortho- und Para-Wasserstoff) und ohne Übertreibung darf man sagen, dass die Valenzstriche der Chemie ihre Anwendbarkeit in dieser Welt dem PAULI-Verbot verdanken. Entscheidend greift es in die magnetischen Eigenschaften der Materie ein und in die Electricitätsleitung und spezifische Wärme der Metalle.

Denn warum laufen doch die Leitungselectronen im Metall gemittelt mit so enorm grosser kinetischer Energie herum? Auch bei den tiefsten Temperaturen — auch schon beim absoluten Nullpunkt? Nur weil das PAULI-Verbot sie verhindert, sich auf den bequemen Quantenbahnen langsamster Bewegung zu versammeln! Oder (wie man es zu formulieren pflegt): Weil in dieser Welt des PAULI-Verbotes die Electronen der Fermi-Dirac-Statistik zu gehorchen haben.

Wahrlich nicht ohne Arbeit und nur durch eine überaus scharfsinnige Analyse der Erscheinungen ist Ihnen die grosse Entdeckung der vierten Quantenzahl des Electrons und damit des PAULI-Verbotes gelungen.

Das Rätsel faszinierte Sie, das sich im anomalen ZEEMANeffect hinter LANDE's *g*-Factoren und den halben Quantenzahlen verbarg. In fast trotziger Selbst-Versagung verzichten Sie zunächst auf die Hülfe der verlockenden Modell-Vorstellung. Möglichst phaenomenologisch analysieren Sie die Regeln des anomalen ZEEMAN-effectes. So finden Sie April 1923 die Invarianz der reduzierten Energie-Summen bei Veränderung des Magnetfeldes.

Auf das Exemplar dieser Arbeit, das Sie mir damals zusandten haben Sie die Worte geschrieben: „Das ist eine scheussliche Arbeit!“ Ich möchte vermuten, dass der nun älter gewordene PAULI — vielleicht mit etwas weniger Humor aber dafür mit mehr Respect — auf diese Arbeit des jüngeren PAULI zurückblickt?

Um zu einer wechselseitigen Zuordnung der Terme im schwachen und starken Feld zu kommen nehmen Sie in der folgenden Arbeit (Oktober 1923) doch noch einmal das damalige Atommodell zu Hülfe. Das heisst Sie lassen da das Leuchtelectron noch brav und normal mit seinen alten drei Quantenzahlen herumlaufen und der Atomrest bleibt für alle Sünden verantwortlich. Aber jedenfalls lassen Sie den Leser nicht im Zweifel

wiesehr Sie diesem sogenannten „Ersatzmodell“ misstrauen. Endgültig totgeschlagen haben Sie dieses Modell ein Jahr später — Dezember 1924. Durch eine ebenso scharfsinnige, wie überzeugende Argumentation, indem Sie die relativistische Massencorrection und den anomalen ZEEMAN-Effect miteinander confrontieren.

Und nun erkennen Sie auch völlig klar: *Nicht der Atomrest, sondern das Leuchtelectron ist der Sitz der magneto-mechanischen Anomalie!* Der Atomrest kann erleichtert aufatmen: Sie haben ihn vom berüchtigten „unmechanischen Zwang“ erlöst und auch vom „Verzweigungs-Satz“, den die Boshaften unter uns doch den „Verzweiflungs-Satz“ zu nennen liebten.

Unmittelbar daran anschliessend (Januar 1925) können Sie nun den grossen Fund publizieren:

*Vier und nicht drei Quantenzahlen characterisieren den Zustand eines Electrons und — keine zwei Electronen im Atom dürfen (im starken Feld) den gleichen Quantenzustand besitzen.* Das PAULI-Verbot ist entdeckt!

Vermutlich hat Ihnen dieser Fund Freude bereitet. Ich sage „vermutlich“. Denn wir Leser bekommen hauptsächlich zu hören, womit Sie noch *nicht* zufrieden sind. Besonders scharf betonten Sie sogleich, dass Sie für die vierte Quantenzahl des Electrons keine Deutung geben können.

Da ist es amüsant an einen biographischen Umstand zu erinnern, den vielleicht selbst mancher Ihrer Freunde übersehen oder jetzt schon vergessen haben könnte. Ich meine den folgenden Umstand: Ein halbes Jahr zuvor hatten Sie einen Brief in den „Naturwissenschaften“ publiziert über die damals noch recht unbekannte Hyper-Feinstructur der Spectra. Sie schlagen dort eine kühne Hypothese betreffs des Atomkernes vor; dass er nämlich einen Drehimpuls besitze. Diese Hypothese ist seitdem der Leitstern eines tiefen, enorm wachsenden Forschungsgebietes geblieben. Sie sind also der Erfinder des Kern-Impulses oder wie wir in der heutigen Terminologie sagen: des „Kern-Spins“. Wie hat nun der Erfinder des Kern-Spins reagiert, als ihm später zur Deutung der rätselhaften vierten Quantenzahl des Electrons ein Electronen-Spin vorgeschlagen wurde?

Nun — eine mündliche Überlieferung murmelt, dass Sie dieses zarte, neugeborene Gedankenkind sehr wenig ermunternd, ja geradezu paulisch begrüsst haben! Aber natürlich; das Spin-Electron wird Ihnen diese anfänglich lebensgefährliche Unfreundlichkeit schon lange verziehen haben. Denn Sie, Herr PAULI, haben ja das Spinelectron bald danach so liebevoll in die Welt der Wellenmechanik eingeführt. Ja Sie haben sogar seinetwillen die Physik mit einer ganz neuen Klasse von mathematischen Grössen beschenkt: den Spinoren.

So gehen gar viele Entwicklungslinien von diesen, Ihren Arbeiten aus. Gestatten Sie mir nur noch kurz an eine einzige zu erinnern, weil sie uns direct bis an den Rand der heutigen Physik führt. Ich meine die schöne

Arbeit von HEISENBERG, wo er uns zeigt, wie wir das PAULI-Verbot sinn- gemäss in der Sprache der Wellenmechanik formulieren sollen. Er lehrt uns da, dass in der Natur wunderbarer Weise nicht alle möglichen Wellen-Lösungen für die Bewegung der Electronen realisiert sind, sondern ausschliesslich nur die sogenannten „antisymmetrischen“ Lösungen! Warum nun just gerade nur die antisymmetrischen und nicht z.B. gerade nur die symmetrischen? Sie Herr PAULI, haben uns oft und hartnäckig daran erinnert, dass dieses „just so“ eine beleidigende Herausforderung der Natur an die theoretischen Physiker vorstellt.

In der Tat: Die gegenwärtige Quantenmechanik beschreibt die Welt- maschine so, als ob sie characterlos gleichbereit wäre immerzu nur mit symmetrischen Lösungen zu spielen oder immerzu mit antisymmetrischen Lösungen. Und dann wird nur hinterher die Nachtragsbemerkung ange- klebt: „De facto spielt die Natur nur mit den antisymmetrischen Lösun- gen“. Das ist natürlich eine Schande. Aber wir sind hier eben am Rand der jetzigen Physik. Und jedesmal wenn ein Atomkern bei einem Beta- Zerfall „ein neues Electron in die Welt setzt“ — jedesmal müssen wir mit Herzklopfen abwarten; wird sich nun das neue Electron gehorsam dem PAULI-Verbot fügen oder wird es in boshafem Übermut den Anti- Symmetrie-Tanz seiner älteren Geschwister verwirren?

Leider gibt mir der heutige Tag keine Gelegenheit auch über andere Ihrer Leistungen zu sprechen, wie z.B. Ihre Formel für die Wechselwir- kung zwischen Strahlungsfeld und freien Electronen; oder über Ihre wunderbaren zusammenfassenden Berichte oder über die zahllosen wich- tigen Anregungen, die Sie stets in mündlichen Discussionen um sich streuen! Ich bedaure es. Man hätte Sie da so schön mit concentrirtem Lob quälen können, ungemildert durch adjungierbare Bosheiten.

Denn Sie selber, Herr PAULI, lieben es ja auch, Ihre Freunde — nicht zu verwöhnen. Bringen Sie es doch gelegentlich fertig selbst Ihren grössten und nächsten Freund aus seinem sonst so sorgfältig abgewogenen Voca- bular und Satzbau ungeduldig herauspringen zu lassen. Dennoch mussten wir darauf vorbereitet sein, ihn heute inmitten vieler anderer Ihrer Freunde bei dieser Feier anwesend zu sehen.

Ja Herr PAULI; es gelingt Ihnen halt doch nicht, alle Ihre Zeitgenossen zu verhindern, Sie sehr hoch zu schätzen, ja sogar zu lieben und also das Beste zu wünschen für Ihre Arbeit und für Ihr persönliches Glück.

Professor PAULI!

Heute, da mir die Ehre zuteil wird, Ihnen die LORENTZ-Medaille zu überreichen, ist es mir lieb, mich daran zu erinnern, wie sehr LORENTZ selber Sie geschätzt hat. Wegen Ihres Scharfsinns, Ihrer Klarheit und Ehrlichkeit und wegen der ausserordentlichen Sorgfalt, mit der Sie stets die Verdienste anderer Forscher zur Geltung kommen lassen.

Nadat de heer EHRENFEST aan het slot zijner rede de gouden medaille aan prof. PAULI heeft overhandigd, spreekt deze zijn dank en erkentelijkheid uit voor de hem te beurt gevallen hooge onderscheiding en wijst er op, hoe het wetenschappelijk werk van LORENTZ een voorbeeld voor de jongere generatie van physici blijft.

De voorzitter wenscht prof. PAULI geluk en spreekt den wensch uit, dat hij nog vele jaren voor de wetenschap werkzaam zal blijven.

Tenslotte deelt de voorzitter mede, dat na afloop van deze plechtigheid, in de aangrenzende receptiezaal thee zal worden geschonken en gelegenheid wordt geboden met prof. PAULI en de verdere gasten kennis te maken, waarna de vergadering wordt gesloten.

---