

Frenkel', V. Ja.

PAULI IN DER UDSSR - ZUR FRÜHGESCHICHTE DES NEUTRINO

(Deutsche Übersetzung eines unveröffentlichten Manuskripts, 1984,
aus dem Russischen)

Als Anhang zur Veröffentlichung eines Aufsatzes von Wolfgang Pauli (1900 bis 1958) erscheint angebracht, einiges über seine Kontakte zur Physik unseres Landes zu sagen. Der erste Kontakt war offensichtlich Jakov Il'ič Frenkel'. Im Herbst 1925 war er als Stipendiat der Rockefeller Foundation in Deutschland. Das Stipendium bei Pauli wurde durch Paul Ehrenfest vermittelt, dem Nachfolger von Lorentz am Lehrstuhl für theoretische Physik der Leidener Universität. Ehrenfest war ein großer Freund der sowjetischen Wissenschaft. Im Schriftwechsel von Ehrenfest und A.F. Ioffe taucht der Name Pauli mehrmals auf, insbesondere in Verbindung mit der beabsichtigten Auslandsreise Frenkel's. Ehrenfest, dessen kritisches Talent von seinen Zeitgenossen sehr geschätzt wurde, erkannte seinerseits bereits früh den außergewöhnlich scharfen Verstand von Pauli und wies darauf in seinen Briefen an A.F. Ioffe hin. Er schrieb über den 24jährigen Pauli, daß er "sowohl schlagfertig als auch scharf denkend" sei /1, S. 178/.

1925 war Pauli Dozent an der Hamburger Universität, an der damals unter anderen auch der Theoretiker G. Wentzel und O. Stern arbeiteten, letzterer nicht nur bekannt durch seine klassischen experimentellen Untersuchungen, sondern auch durch detaillierte Arbeiten zur Thermodynamik und Quantentheorie. Der "Physik"-Herbst 1925 war von anstrengender Arbeit der Theoretiker geprägt: die Grundlegung der Quantenmechanik wurde abgeschlossen. Herausragendes Ereignis war damals die von den Ehrenfest-Schülern Goudsmit und Uhlenbeck vorgebrachte Hypothese des rotierenden Elektrons. An der gedanklichen Vorbereitung waren neben den Autoren und Ehrenfest mehr

oder weniger viele Physiker beteiligt, angefangen bei den Koryphäen Lorentz und Einstein. Pauli gehörte bekanntlich anfangs nicht zu den Befürwortern des Elektronenspins (der in seinen eigenen Arbeiten zum Ausschließungsprinzip und in der Theorie des Paramagnetismus eines Elektronengases eine Rolle spielte). Er war auch gegen die Arbeiten, die Ja.I. Frenkel' in Hamburg in dieser Richtung begann (und bereits ein halbes Jahr später in Göttingen erfolgreich abschloß)¹⁾. Aber der Umgang mit Pauli (und Stern) hatte große Bedeutung für Ja.I. Frenkel', woran er auch häufig erinnerte.

Ein anderer sowjetischer theoretischer Physiker, auf den Pauli einen noch stärkeren Einfluß ausübte, war L. D. Landau. Er verkehrte mit ihm 1929 bis 1931 in Zürich. Darauf weist Landau ausdrücklich in seinem Bericht vom 21. Mai 1931 hin: "Von Oktober 1929 bis April 1930 befand ich mich auf Auslandsreise für das NKP²⁾, danach bis März 1931 als Stipendiat der Rockefeller Foundation. In dieser Zeit hatte ich Gelegenheit, mit den bedeutendsten heutigen Physikern zusammenzuarbeiten. Den größten Einfluß übten von diesen N. Bohr (Kopenhagen), W. Pauli (Zürich) und W. Heisenberg (Leipzig) auf meine Arbeit aus" /5, Blatt 4/. Ju.B. Rumer schreibt: "Die Begegnung mit Pauli rief bei Landau einen starken Eindruck hervor" /6, S. 101/, und er weist auf den großen Einfluß hin, den jener auf die Entwicklung von Landaus theoretischem Denkstil ausübte.

Pauli arbeitete viel mit V.A. Fock (Rockefeller-Stipendiat 1928) während Focks Dienstreise nach Deutschland zusammen. Pauli zeigte lebhaftes Interesse an seinen Arbeiten: der Name Fock - und er ist nur einer aus der Schar sowjetischer Physiker - dominiert im 1. Band der Pauli-Briefe (in seinen Briefen an Einstein und Ehrenfest über Focks Arbeiten zur relativistischen Quantenmechanik) /7, S. 523 - 526/.

Ende der 20er Jahre war Pauli berühmt durch seinen klassischen Relativitätsartikel (der von Einstein und anderen bedeutenden Physikern hochgeschätzt wurde), durch seine Beiträge zur Quantenmechanik und ihrer Anwendung auf konkrete physikalische Probleme und Aufgabenstellungen.

1) Diese Beziehungen spiegeln sich wider in Frenkel's Briefen in die Heimat, siehe /2, S. 169/; ebenso /3, S. 463/ und /4/.

2) Народный комиссариат просвещения - volkskommissariat für volksbildung (Anm.d.Übers.).

Als man in unserem Sowjetland die Vorbereitungen für den Physikkongreß begann (dies war der 7. Physikerkongreß seit der Revolution und der erste physikalische Allunions-Kongreß¹⁾), war Pauli zur Teilnahme eingeladen, neben W. Bothe, A. Sommerfeld, R. Peierls, K. Ramsauer und F. Simon. Der Kongreß fand vom 19. - 24. August 1930 in Odessa statt. Er spielte eine große Rolle in der Weiterentwicklung der sowjetischen Physik, in der Planung wissenschaftlicher Forschungen und bei der Einrichtung und dem Ausbau physikalischer Forschungszentren in verschiedenen Städten und Republiken unseres Landes.

Beiträge lieferten auf dem Kongreß Vertreter der Moskauer Schule über nicht-lineare Schwankungen (A.A. Andronov, A.A. Vitt, N.D. Paleksi, S.E. Chajkin), der Leningrader Physikscheule (V.R. Bursian, G.A. Grinberg, V.N. Kondrat'ev, P.N. Lukirskij, P.S. Tartakovskij), die Kiewer Physiker (L.I. Kordyś, V.K. Roše, V.M. Tučkovič, P.V. Saravskij) u.a. Eine Sondersitzung widmete der Kongreß allgemeinen Fragen der Quantenmechanik. Referenten waren dabei W. Pauli, E.I. Tamm und Ja.I. Frenkel'. Pauli (wie auch die anderen ausländischen Gäste) hatten die Möglichkeit, sich mit den Errungenschaften der sowjetischen Physik und ihren Vertretern bekanntzumachen. Nach einem reichen wissenschaftlichen Programm machten die Kongreßteilnehmer eine Schwarzmeer-Kreuzfahrt auf dem Dampfer "Gruzija" mit Landgängen in Jalta, Sotschi und Batumi. Hier, auf dem Dampfer setzte man die wissenschaftlichen Kontakte fort und entwickelte geschäftliche und freundschaftliche Beziehungen. Es gibt viele Fotografien vom Kongreß selbst und von der Kreuzfahrt. Einige von ihnen hat nach über 40 Jahren R. Peierls veröffentlicht, ein Gruppenbild mit Pauli, Tamm, Frenkel', Simon in Männer-Badeanzügen, lebhaft diskutierend am Kieselstrand von Luzanovka bei Odessa.

Leider ist der Text des Vortrages von Pauli (und anderer Kongreßteilnehmer) nicht erhalten. Es gibt nur eine unvollständige Liste von Vortragsreferaten /8/. Somit war es uns leider nicht möglich, den Pauli-Forschern an der Stuttgarter Universität weiterzuhelfen, die den Kongreß in Odessa mit dem Datum des berühmten Pauli-Briefs aus Zürich "an die radioaktiven Damen und Herren" (4. Dezember 1930) in Zusammenhang brachten, in der Hoffnung

¹⁾Die ersten sechs Kongresse hießen "Kongresse russischer Physiker". Ab dem 4. Kongreß (Leningrad 1924) wurden auch ausländische Wissenschaftler zur Teilnahme eingeladen.

in diesem Vortrag einige Vor-Ideen über die Hypothese des Neutrinos zu finden.

Pauli wurde, wie man weiß, mehrmals in die Sowjetunion zu spezielleren Konferenzen eingeladen: zur Festkörperphysik (Leningrad 1932), zur 1. Allunions-Atomkonferenz (Leningrad 1933), zur Konferenz über theoretische Physik (Char'kov 1934), an der auch Bohr teilnahm. Aus dem einen oder anderen Grund konnte Pauli damals nicht in unser Land kommen.

Er kam aber immerhin zur repräsentativen 2. Allunionskonferenz über Kernphysik am 20. - 26. Dezember 1937 in Moskau. An der Konferenz beteiligten sich etwa 120 sowjetische Physiker, die auf diesem sich stürmisch entfaltenden Wissenschaftsgebiet arbeiteten. Annähernd 20 Vorträge wurden in Moskau gehalten; Konferenzgäste mit Vorträgen waren P. Auger (Frankreich), D. Williams und R. Peierls (England). Diesmal wurden die Vorträge veröffentlicht. Nach der damaligen Tradition wurden die Diskussionen auf der Konferenz mitsteno-graphiert; somit wurden auch die Beiträge Paulis und anderer Kongreßteilnehmer veröffentlicht /9/. Die Vorträge berührten folgende Probleme: 1) Der Durchgang der Beta-Strahlen und schneller Elektronen durch Materie (Vortrag von A.I. Alianov und Vortrag von L.V. Grošev und I.M. Frank über die Erzeugung von Elektron-Positron-Paaren unter Einwirkung von Gamma-Strahlen; I.E. Tamm, I.M. Frank und P.A. Cerenkov über die Experimente und Theorien zum Vavilov-Cerenkov-Effekt und über Beta-Strahlen von D.V. Skobelicyn); 2) kosmische Strahlen (P. Auger, V.I. Veksler, A.B. Berigo, S.N. Vernov); 3) Theoretische Arbeiten über Kernstruktur und Kernkräfte (L.D. Landau, I.E. Tamm, Ja.I. Frenkel'); 4) Physik der Neutronen und ihre Wechselwirkung mit der Materie (I.V. Kurčatov, A.I. Leipunskij, L.I. Risinov, I.Ja. Pomerančuk u.a.).

Zwei Vorträge waren auch den Problemen des Beta-Zerfalls gewidmet, einer zum Experiment von A.I. Alichan'jan und einer zur Theorie von Pauli. Pauli äußerte kritische Vorstellungen zur Theorie des Beta-Zerfalls von Fermi, erörterte, daß es angebracht sei, die Störungstheorie zur Beschreibung dieser Erscheinung anzuwenden und dementsprechend die quantenmechanische Gleichung nach Potenzen eines kleinen Parameters (der Fermi-Konstante) zu entwickeln /10/¹⁾.

¹⁾Wie nach den Literaturangaben beurteilt werden kann, wurde diese Kritik

An den von Pauli gemachten Äußerungen ist die skeptische Einschätzung der Ideen interessant, die Breit und Condon über die Ladungsunabhängigkeit starker Wechselwirkungen entwickelt hatten. Er schrieb, daß "die Annahme einer Kräftegleichheit zwischen den unterschiedlich schweren Teilchen, die die amerikanischen Wissenschaftler machen, sehr vereinfacht ist und damit unrichtig". Wir haben hier die im Russischen eindrucksvolle Variante der Zauberformel Paulis "Das ist entweder falsch oder trivial", die er häufig (und nicht immer angebracht, siehe /2, S. 284/ und /14/) auf verschiedene Arbeiten seiner Kollegen anwandte.

Im Bericht über die 2. Konferenz /15/ wird speziell darauf hingewiesen, daß "neben den Vorträgen auf der Konferenz selbst eine Reihe von Übersichtsreferaten für einen größeren Kreis von Wissenschaftlern, Studenten und fortgeschrittenen Arbeitern organisiert wurde²⁾. Wahrscheinlich hielt Pauli gerade im Rahmen dieses Programms seinen bereits veröffentlichten Vortrag. Offensichtlich blieb kein deutsches Manuskript erhalten. Vielleicht hat es dies überhaupt nicht gegeben, und vielleicht hielt Pauli seinen Vortrag, ohne sich auf irgendeinen schriftlichen Text zu stützen. Als Übersetzer von Pauli fungierte I.E. Tamm. Nach I.M. Franks Meinung dürfte die vorliegende Übersetzung von Paulis Beitrag durch Tamm anhand von Notizen ergänzt worden sein, die irgendeiner seiner Schüler während des Vortrags machte.

nicht weiter fortgesetzt. Wir beziehen uns auf F. Rasetti, der in seinem Kommentar zu Fermis fundamentalem Aufsatz über die Theorie des Beta-Zerfalls schrieb, daß diese "... Theorie fast ohne Veränderungen zweieinhalb Jahrzehnte revolutionärer Kernphysik zu bestehen vermochte" /11, S. 522/. Derselben Meinung ist auch V.M. Pontekorvo: "Erstaunlicherweise existierte diese Theorie mit relativ geringen Änderungen, auch wenn äußerst wichtigen und zahlreichen Ergänzungen, beinahe unverändert bis zur vereinigten Theorie elektroschwacher Wechselwirkungen von Gleeshow-Weinberg-Salam" /12, S. 47/. Andererseits sagte selbst Fermi in seinen Vorlesungen 1950: "Die auf die Hypothese der Existenz eines Neutrinos gegründete Theorie des Beta-Zerfalls hatte einigen Erfolg bei der Erklärung einiger allgemeiner Eigenschaften der Erscheinungen... Aber andererseits wurde bis heute keine völlig befriedigende Form dieser Theorie gefunden" /13, S. 9/.

2) Das Gleiche gab es auch während der vorhergehenden 1. Allunions-Atomkonferenz in Leningrad. So hielt damals F. Joliot einen Vortrag vor einem großen Zuhörerkreis im Vyborger Kulturhaus.

Paulis Vortrag wurde in einem Sammelband von der N.D. Zelinskij-Universität für physikalische Chemie und chemische Technologie veröffentlicht. Vor Paulis Artikel in diesem Sammelband steht die erste Veröffentlichung der berühmten Memoiren des Akademiemitglieds P.L. Kapica über E. Rutherford. Unter anderen Autoren des Sammelbandes finden sich N.D. Zelinskij und P.A. Rebinder. Ein Teil der Materialien des Sammelbandes sind Professor A.I. Bačinskij gewidmet anlässlich des 25jährigen Bestehens seines Viskositätsgesetzes der Flüssigkeiten.

Die Zelinskij-Universität wurde 1934 zu Ehren der 50jährigen wissenschaftlichen Tätigkeit von N.D. Zelinskij gegründet und spielte die Rolle einer Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse im Bereich der physikalischen Chemie. Sie arbeitete in Moskau, in der Staropanskij pereulok 1/5, in einem Haus, wo heute das Institut für Geschichte der Naturwissenschaften und Technik der UdSSR untergebracht ist. Innerhalb einiger Fakultäten der Universität hielten hervorragende sowjetische Wissenschaftler populäre (manchmal auch unpopuläre) Vorlesungen, die in einzelnen Broschüren veröffentlicht wurden. In dieser Form erschienen die Vorträge von A.A. Balandin-B.V. Derjagin, N.D. Zelinskij, I.V. Kurčatov, V.A. Fok, Ja.I. Frenkel', E.V. Spol'skij und anderer.

Es scheint nun angebracht, auf die "Geschichte des Neutrinos" zu sprechen zu kommen (und einige neue Erkenntnisse und Bemerkungen hinzuzufügen). Wie bekannt und bereits bemerkt, hat Pauli zuerst seine Kollegen in Tübingen (vor allem G. Geiger und L. Meitner) in einem Schreiben vom 4. Dezember 1930 mit der Hypothese der neutralen Teilchen bekanntgemacht. Diese Hypothese sollte durch ihre Existenz Schwierigkeiten beseitigen, die bei der Erklärung des kontinuierlichen Spektrums des Beta-Zerfalls aufgetreten waren. (Den Text dieses Briefes erhielt er wieder von L. Meitner Mitte der 50er Jahre zurück. In russischer Sprache erschien er in /16, S. 300/ und /17, S. 108 bis 109/.) Das hypothetische Teilchen wurde in dem Brief "Neutron" genannt. Der Spin dieses Teilchens ist nach Pauli $1/2$, die Masse wurde gleich der Elektronenmasse angenommen (oder jedenfalls nicht mehr als 0,01 der Protonenmasse). Angenommen wurde ferner, daß das Neutron ein Magnetmoment besitzen sollte. In der Arbeit /18/ wird die damalige Situation in der Physik und in der wissenschaftlichen (und persönlichen) Laufbahn Paulis analysiert und wie es zu dieser Hypothese kam¹⁾.

Vor einem großen Publikum während seines Amerikaaufenthalts im Sommer 1931 sprach Pauli erstmals von einem Teilchen, das einen Teil der Energie beim Beta-Zerfall wegtransportiert. Dies war im Juni 1931 in Pasadena, auf der 171. Sitzung der Amerikanischen physikalischen Gesellschaft. Der Sekretär dieser Sitzung, Prof. L. Loeb, bezeichnete sie "als erfolgreichste von allen, die jemals an der Küste des Stillen Ozeans stattfanden" /19/. Der Grund für Loeb's derartige Einschätzung: unter den Sitzungsteilnehmern und Rednern nennt man die Namen P. Bridgeman, S. Goudsmit, U. Coolidge, K. Davisson, E. Lawrence (Vortrag über das Zyklotron!), Ch. Lauritzen, R. Oppenheimer, M. Tewe, G. Ury. Unter den europäischen Gästen befanden sich Pauli und R. Fowler.

Zum Kongreß in Pasadena kam auch der damals in den USA weilende Ja.I. Frenkel'. Er schrieb aus Los Angeles am 15. Juni 1931 in die Heimat: "Ich traf auf dem Kongreß einige alte Bekannte, darunter Fowler und Pauli. Letzterer ist so dick wie im letzten Jahr (in Odessa - V.F.). Nach einer Stunde kam er mit Heitler und noch einem deutschen Physiker²⁾ zu mir ins Hotel, um irgendein gemeinsames Amüsement zu veranstalten" /2, S. 297/.

Auf dem Kongreß wurden drei Symposien abgehalten: "Kristallphysik", "Die gegenwärtige Lage der Kernphysik" und "Die Erzeugung von geladenen Teilchen hoher Energie". Die Referate der Beiträge auf den Symposien sind in den Kongreßberichten nicht enthalten. Somit ist nur der Titel von Pauli's Vortrag auf dem zweiten Symposium bekannt: "Probleme der Hyperfeinstruktur".

Die nächste Episode in den "Neutrino-Annalen" ist der Oktober 1931, die Konferenz über Kernphysik in Rom. Dort traf sich die gesamte Elite der europäischen (und amerikanischen - Anm.d.Übers.) Physik. Gerade hier be-

1) In dieser interessanten Arbeit ist ein kurzer Abriß der "Vorläufer" des 1932 entdeckten Chadwickschen Neutrons enthalten. Es zeigt sich, daß nicht nur Rutherford auf die Hypothese von der Existenz eines neutralen Teilchens gekommen war (in seiner berühmten Baker-Vorlesung 1920), sondern bereits früher W. Nernst (1909) und später R. Fürth (1929). Pauli kannte Fürth's Arbeit und diskutierte sie mit Ehrenfest.

2) Vorträge hielten auf dem Kongreß O. Stern, R. Frisch und I. Oestermann. Da der Adressat von Ja.I. Frenkel's Brief mit Stern bekannt war, handelt es sich entweder um Frisch oder Oestermann.

kräftigte Fermi in Gesprächen mit Pauli seine Gedanken über ein hypothetisches Teilchen, das beim Beta-Zerfall emittiert wird¹⁾. Jedoch wurden in den Schriften der Rom-Konferenz keine Diskussionsbeiträge veröffentlicht, so daß es dort keine Spuren über das "Neutrino" gibt. Außerdem wurde das Interesse der Teilnehmer überwiegend durch N. Bohrs Vortrag eingenommen. Darin schlug er vor, das Rätsel des kontinuierlichen Beta-Spektrums zu lösen, indem man die Gültigkeit des Energieerhaltungssatzes bei Mikroprozessen aufgibt. P. Ehrenfest, der an der Rom-Konferenz teilnahm, verriet in seinem Brief an Ioffe kein einziges Wort über diese Alternativlösung des Beta-Zerfalls, die durch Paulis Hypothese gegeben war. Er beschränkte sich auf die positive Einschätzung des Vorgehens von Bohr /1, S. 238/. Desweiteren sei bemerkt, daß Pauli direkt aus den USA nach Rom gekommen war und von Italien direkt nach Leiden fuhr, wo ihm am 31. Oktober die Lorentz-Medaille verliehen wurde. Bei der Aufzählung der wissenschaftlichen Verdienste und Leistungen des neuen Medaillen-Trägers wies Ehrenfest mit keinem Wort in seiner Grußrede auf das Neutrino hin /21, S. 621/.

Kurz nach der Rom-Konferenz, im Juli 1932, fand in Paris der Fünfte Internationale Elektrizitätskongreß statt. An der ersten (physikalischen) Sektion dieses Kongresses nahmen M. de Broglie, F. Bloch, P. Zeeman, Marie Curie, R. Kronig, W. Coolidge, F. London u.a. teil. Auf der Sektionssitzung am 7. Juli hielt Fermi seinen Vortrag "Der gegenwärtige Stand der Kernphysik" /11, S. 458 - 472/²⁾. Zu dieser Zeit hatte Chadwick bereits das Neutron entdeckt, aber im Haupttext des Vortrags wird nur das Elektron-Proton-Modell

1) F. Rasetti /11, S. 521/ nimmt an, gerade damals sei die Bezeichnung "Neutrino" aufgekommen, aber Pauli sagte in seinem Vortrag in Zürich (1957) /16, S. 392/, in einer Nebenbemerkung auf eine Mitteilung E. Amaldis, sie sei später zustande gekommen, auf den Seminaren Fermis in Rom, d.h. nach Chadwicks Entdeckung des Neutrons (Februar 1932), um das "Pauli-Teilchen" vom schweren Neutron Chadwicks zu unterscheiden. Wir weisen auf eine weitere Ungenauigkeit im gleichen Kommentar Rasettis zu Fermis Aufsatz hin: Paulis Vortrag fand im Herbst 1931 statt. Wir fügen dieser interessanten Einzelheit hinzu: Hermann Weyl, der am 10. Dezember 1945 im Institute for Advanced Study in Princetown sprach (sein Kollege war damals Pauli) anläßlich einer Festveranstaltung zur Verleihung des Physik-Nobelpreises an Pauli, erinnert daran, daß man seinerzeit das Pauli-Teilchen - in Fermis Sinne - "Paulino" nannte /20/.

2) /11/ enthält eine Übersetzung dieses Vortrags, der in einer italienischen Zeitschrift veröffentlicht worden war.

des Atomkerns referiert. Über die Entdeckung des Neutrons gibt es dort ganze fünf Zeilen, sozusagen als Schluß (Anhang) des Vortrags. Offensichtlich war er bereits im Februar 1932 eingereicht worden, und Fermi hatte ihn vor der Schlußredaktion nicht mehr überarbeitet, die bereits nach Abschluß des Kongresses stattfand.

In § 4 behandelt Fermi unter dem Titel "Beta-Strahlen" die Paulischen Neutronen, die - wie er sich ausdrückte - "nach Paulis Annahme ... gleichzeitig mit den Beta-Teilchen emittiert werden. Diese Neutronen könnten eine große Materie fast ohne Zeitverluste durchqueren, und deshalb seien sie praktisch unbeobachtbar. Die Existenz von Neutronen könnte auf einfache Weise einige bislang unverstandene Fragen erklären, wie etwa die Statistik der Atomkerne" /11, S. 468/. In der Diskussion zu dem Vortrag sagte Fermi, auf die Frage des polnischen Physikers Bertenstein zum Beta-Zerfall antwortend, die dabei emittierten Neutronen "sind nicht die von /Chadwick/ (V.F.) entdeckten, sondern Neutronen mit viel geringerer Masse" (Kommentar von E. Segré, siehe /11, S. 457 - 458/). Wie wir sehen, hält Fermi noch ein Jahr nach der Entdeckung des Neutrons¹⁾ voller Eifer und mit aller Zähigkeit an der Frage über die Natur des Beta-Zerfalls fest, obwohl er, wie in B.M. Pontekorvos Kommentar zu Recht bemerkt wird, "... bereits völlig den Unterschied zwischen dem "kleinen" und dem "großen" Neutron erkannt hatte" /11, S. 458/. Für uns ist aber wichtig, daß in einer Nummer der italienischen Zeitschrift *Ricerca Scientifica* vom 15. - 31. August 1932 zusammenfassend der bereits ein Jahr zuvor geäußerte Gedanke von Pauli dargelegt wurde.

In den genannten Kommentaren zu Fermis Pariser Vortrag weist E. Segré darauf hin, daß im Zeitraum 1931 bis 1933 drei wichtige internationale Physiker-Kongresse stattfanden: die Rom-Konferenz, der Pariser Kongreß (beide bereits erwähnt) und außerdem der 7. Solvey-Kongreß (Brüssel, Oktober 1933). Bei uns, wie auch im Ausland erregte in den letzten Jahren jedoch größere Aufmerksamkeit (mit Recht) die 1. Allunions-Atomkonferenz (Leningrad, Ende September 1933). Aufgrund der Teilnahme von hervorragenden sowjetischen und ausländischen Wissenschaftlern (G. Beck, W. Weißkopf, P. Dirac, F. Joliot, F. Perrin, F. Rasetti) handelte es sich um eine internationale Konferenz und sie spielte eine große Rolle in der Entwicklung der Kernphysik. Es soll an dieser Stelle mehr hierüber ausgesagt werden, was umso angebrachter ist, als 1983 der 50. Jahrestag ihrer Durchführung war.

1) Frenkel' schreibt "Neutrino", es muß aber "Neutron" heißen (Anm.d.Übers.).

Im Zeichen der Entdeckung des Neutrons und des Positrons und hinsichtlich der Schlußfolgerungen, die sich aus diesen Entdeckungen für ein breites Spektrum von Fragen der Kernphysik ergaben, wurde die Leningrader Konferenz abgehalten. Der Anfang lag beim neuen Proton+Neutron-Modell des Atomkerns. Eine Durchsicht der Vorträge und der darüber geführten Diskussionen (sie wurden in /22/ veröffentlicht) zeigt, daß das Problem des Beta-Zerfalls entsprechend auf der Konferenz gewürdigt wurde. Mehrfach erwähnten die Konferenzteilnehmer Paulis "Neutron", sie nannten es "Neutrino"¹⁾. Um den Beta-Zerfall geht es in den Vorträgen (Ivanenko, Joliot, Perrin) und Diskussionsbeiträgen (Ivanenko, Beck). Obwohl man den hypothetischen Charakter dieses neuen Teilchens hervorhob, wird Paulis Hypothese der Vorzug vor Bohrs Annahme gegeben (über die Nichteinhaltung des Energieerhaltungssatzes). Wir merken an, daß die gesammelten Berichte der Leningrader Konferenz Anfang 1934 veröffentlicht wurden (Drucklegung 9. Februar 1934).

In diesem Jahr 1934 wurden auch die Materialien des 7. Solvey-Kongresses veröffentlicht. Auf diesem Kongreß wurde ebenfalls über das Neutrino gesprochen, besonders ausführlich in Paulis Diskussionsbeitrag zu Heisenbergs Vortrag (auf Russisch abgedruckt in /16, S. 393 - 394/). In seinem Beitrag setzt Pauli das Wort Neutrino in Klammern! Pauli spricht sich scharf gegen die Bohrsche Fassung der Verletzung des Energieerhaltungssatzes aus und geht von seiner eigenen Annahme über die Existenz eines Magnetfeldes ab, einer Annahme, die er noch in seinem Brief vom 4. Dezember 1930 geäußert hatte.

Vor diesem Hintergrund ist eine Zwischenbemerkung von I.E. Tamm (dem Übersetzer von Paulis Moskau-Vortrag 1937) von besonderem Interesse. Tamm bemerkt darin, wie wir sahen, daß Paulis Hypothese erstmals in Carlsons und Oppenheimers Aufsatz /23/ veröffentlicht wurde mit einer Auflösung der Hypothese durch den Verfasser. Wir meinen die Arbeit der amerikanischen Physiker, die in der Ausgabe des Physical Review vom 15. September 1932 erschien. In diesem Aufsatz wird die Frage erörtert, wie die relativistischen Elektronen und die magnetischen Neutronen (magnetic neutrons), die Pauli-Teilchen also, mit der Materie wechselwirken. Es wird darauf hingewiesen, daß Pauli im Sommer 1931 auf einem Seminar über theoretische Physik

¹⁾Erstmals wird dieses Teilchen auf der Konferenz in D.D. Ivanenkos Vortrag genannt /22, S. 53/.

in Ann Arbor zur Diskussion stellte¹⁾. Er hoffte, mit ihrer Hilfe "einige Schwierigkeiten in der Kerntheorie zu lösen" /23, S. 763/. Anschließend wird die ursprüngliche und später von Pauli korrigierte Idee dargelegt, daß "... derartige Neutronen dritte Bausteine der Kernstruktur außer den Elektronen und Protonen sein könnten; auf diesem Wege könnte man die Anomalien des Spins, die Statistik einiger Kerne und die scheinbare Nichterhaltung der Energie beim Beta-Zerfall verstehen". Obwohl über die gleichzeitige Emission von Elektron und "Neutron" (d.h. nach heutiger Terminologie: dem Neutrino) beim Beta-Zerfall nichts gesagt wird, wird das von Pauli diskutierte Teilchen formal mit dem Problem des Beta-Zerfalls in Zusammenhang gebracht. In dem Artikel /23/ ist auch von Neutronen mit Proton-Masse die Rede ("die durchdringende Beryllium-Radiation"), aber aus irgendwelchen Gründen ohne Hinweis auf Chadwicks Arbeiten, obwohl der Aufsatz /22/ einige Monate nach der Entdeckung des Neutrons im Juli 1932 in Druck ging.

Somit erschienen die ersten gedruckten Hinweise auf Paulis Hypothese nahezu gleichzeitig in Abständen von insgesamt zwei Wochen, in E. Fermis Aufsatz "Der gegenwärtige Stand der Kernphysik" /11, S. 458 - 472/ und im Aufsatz der amerikanischen Verfasser /23/. Darauf wird auch (offensichtlich auf Paulis Hinweis) in I.E. Tamms Bemerkung hingewiesen. Der Begriff Neutrino entstand Anfang 1932 in Rom und spielte eine Rolle in den Diskussionen auf den Konferenzen des Herbst 1933, zuerst in Leningrad, danach in Brüssel. Gedruckt tauchte er erstmals in E. Fermis Aufsatz auf, der in der damals zweimal wöchentlich erscheinenden italienischen Zeitschrift *Ricerca Scientifica* in der Nummer vom 31. Dezember 1933 veröffentlicht wurde /24/. Sie ist bereits 1934 herausgekommen. Obwohl entgegen den Vorschriften des Herausgebers der Redaktionseingang nicht angegeben ist, ist dennoch klar, daß Fermis Aufsatz kurz nach dem Solvey-Kongreß bei der Redaktion eintraf (in der Nummer vom 31. Dezember waren Materialien veröffentlicht worden,

¹⁾In Ann Arbor arbeitete damals eine kleine Gruppe von Theoretikern, zu denen Goudsmit und Uhlenbeck gehörten. Ja.I. Frenkel' schrieb damals von dort (7. Mai 1931): "Zum Sommersemester kommen Sommerfeld und Pauli nach Ann Arbor" /2, S. 292/. Hier ist wegen einer Ungenauigkeit auf Seite 8 der Hinweis angebracht, daß Pauli, nach seinem Moskauer Vortrag zu urteilen, erstmals bei seinen Vorlesungen an der kalifornischen Universität im Sommer 1931 das Neutrino erwähnte. Offenbar hat er das Neutrino an allen drei Orten genannt, aber wohl zuerst auf dem Kongreß in Pasadena.

die bei der Zeitschrift in der Zeit von August bis Dezember 1933 eingegangen waren). Und schließlich ist vom Neutrino auch direkt in Fermis berühmtem Aufsatz "Zur Theorie des Beta-Zerfalls" die Rede, der in der Zeitschrift für Physik erschien (siehe /11, S. 525 - 541/), auch wenn darin der "Taufpate" des Neutrinos die Bezeichnung Pauli-Teilchen bei ihrer ersten Erwähnung in Klammern setzen läßt!

Abschließend halte ich es für meine Pflicht, A.P. Grinberg meinen Dank für die Begutachtung dieser Arbeit und seine wertvollen Hinweise auszusprechen.

Literatur

- 1. Эренфест - Иоффе. Научная переписка. Л.: Наука, 1973, 309 с.**
Erenfest - Ioffe. Naučnaja perepiska. (1907 - 1933 gg.)
Leningrad: Nauka, 1973.
/Ehrenfest - Ioffe. Wissenschaftlicher Briefwechsel; russ./
- 2. Френкеля В.Я. Яков Ильич Френкель. Л.: Наука, 1966, 472 с.**
Frenkel', Viktor Jakovlevič
Jakov Il'ič Frenkel'./russ./
Leningrad: Nauka, 1966.
- 3. Френкель Я.И. Собрание избранных трудов, т. 2.т М.: Изд-во АН СССР, 1958, 598 с.**
Frenkel', Jakov Il'ič
Sobranie izbrannyh trudov.
Moskva: Akademija nauk SSSR, 1958, Bd 2.
/Auswahl gesammelter Arbeiten; russ./
- 4. Френкель В.Я. Пауль Эренфест. М.: Атомиздат, 1977, 191 с.**
Frenkel', V/iktor/ Ja/kovlevič/
Paul' Erenfest.
Moskva: Atomizdat, 1971.
/Paul Ehrenfest; russ./
- 5. Ландау Л.Д. Отчет о научной заграничной командировке в Данию, Швейцарию и Германию в 1929-1931 г. Архив ФТИ, ф. I, оп. I, ед. хр. II9.**

Landau, L.D.: Otčet o naučnoj zagraničnoj kommandirovke v Daniju, Svejcariju i Germaniju v 1929 - 1931 g.

In: Fiziko-tehničeskij institut. Archiv. Moskva, f. 1, op. 1, ed.chr. 119. /Rechenschaftsbericht über die wissenschaftliche Auslandsreise nach Dänemark, Schweiz und Deutschland in den Jahren 1929 bis 1931 - Archivmaterial; russ./

6. Румер Д.В. Странички воспоминаний о Л.Д.Ландау. - Наука и жизнь, 1974, № 6, с. 99-101.

Rumer, Ju.V.: Stranički vospominanij o L.D. Landau.

In: Nauka i žizn'. Moskva, 1974, Nr 6, S. 99 - 101.

/Einges aus den Erinnerungen an L.D. Landau; russ./

7. Pauli, Wolfgang

Scientific Correspondence with Bohr, Einstein, Heisenberg a.o.

Bd 1: 1919 - 1929. Hrsg.v. A. Hermann, K.v.Meyenn, V.F. Weisskopf.

New York/Heidelberg/Berlin: Springer, 1979.

8. I-й Всесоюзный съезд физиков. Перечень докладов, представленных на Съезд, с кратким из содержанием. Л.: НХТИ, 1930, 97 с.

1j /Pervyj/ Vsesojuznyj s"ezd fizikov. Perečen' dokladov, predstavlennyh na s"ezd, s kratkim soderžaniem.

Leningrad: NChTI, 1930.

/1. Allunions-Physik-Kongreß. Verzeichnis der Kongreßvorträge mit kurzer Inhaltsangabe; russ./

9. Изв. АН СССР, сер. физ., 1938, № 1-2.

Izvestija. Akademija nauk SSSR. Otdelenie matematičeskich i estestvennyh nauk. Serija fizičeskaja. Moskva, 3 (1938), Nr 1, 2, S. 126 - 128, 154, 228, 231 - 232.

(Pauli, W.: Diskussionsbeiträge auf der 2. Allunions-Konferenz über Kernphysik, Moskau/20.-26. Sept. 1937 - Deutsche Übersetzung der Übersetzungsstelle der Universitätsbibliothek Stuttgart, Nr Ü/232)

107 Паули В. Некоторые принципиальные замечания относительно теории β -распада. См. [9, с. 149-152].

Pauli, V.: Nekotorye principial'nye zamečanja odnositel'no teorii beta-raspada.

In: Izvestija. Akademija nauk SSSR. Otdelenie matematičeskich i estestvennyh nauk. Serija fizičeskaja. Moskva, 3 (1938), Nr 1, S. 149 - 152. (= Pauli, Wolfgang: Collected Scientific Papers. Ed. by R. Kronig and V.F. Weisskopf. In 2 vols. New York /u.a./: Interscience Publ., 1964, Bd 2, S. 843 - 846.)

(Pauli, Wolfgang: Einige grundlegende Bemerkungen über die Theorie des Beta-Zerfalls - Deutsche Übersetzung der Übersetzungsstelle der Universitätsbibliothek Stuttgart, Nr Ü/185)

II. Берн Э. Научные труды, т. I, М.: Наука, 1971, 318 с.

Fermi, E.

Naučnye trudy.

Moskva: Nauka, 1971.

Russische Übersetzung von:

Fermi, Enrico: Note e Memoire. (Collected Papers). Roma: Academia Nazionale dei Lincei - Chicago: The University of Chicago Press, 1961.

12. Понтекорво Б.М. Детство и юность нейтринной физики: некоторые воспоминания. - Природа, 1983, № I, с. 43-57.

Pontekorvo, B.M.: Detstvo i junost' nejtrinnoj fiziki: nekotorye vospominanija. In: Priroda. Moskva, 1983, Nr 1, S. 43 - 57.

/Kindheit und Jugend der Neutrino-Physik: einige Erinnerungen; russ./

13. Ферми Э. Элементарные частицы. М.: ИЛ, 1952, 103 с.

Fermi, E.

Elementarnye časticy.

Moskva: Inostrannaja literatura, 1952.

Russische Übersetzung von:

Fermi, Enrico: Elementary particles. New Haven: Yale Univ. Press, 1952, 2. Aufl.

14. Френкель В.Я. О восприимчивости к новым физическим идеям и результатам. - В кн.: Научное открытие и его восприятие. М.: Наука, 1971, с. 296-307.

Frenkel', V.Ja.: O vosprijimčivosti k novym fizičeskim idejami i rezul'tatami.

In: Naučnoe otkrytie i ego vosprijatie. Moskva: Nauka, 1971, S. 296 - 307.

/Über die Aufnahme neuer physikalischer Ideen und Vorstellungen; russ./

15. Добротин Н. 2-я Всесоюзная конференция по атомному ядру. - УФН 1937, т. 18, вып. 4, с. 583-592.

Dobrotin, N.: II Vsesojuznaja konferencija po atomnomu jadru.

In: Uspechi fizičeskich nauk. Moskva, 18 (1937), Nr 4, S. 583 - 592.

/2. Allunions-Konferenz über Kernphysik; russ./

16. Теоретическая физика 20 века. М.: ИЛ, 1962, 440 с.

Teoretičeskaja fizika 20 veka.

Moskva: Inostrannaja literatura, 1962.

Russische Übersetzung von:

Theoretical physics in the twentieth century. A memorial volume to Wolfgang Pauli. Ed. by M. Fritz, V.F. Weisskopf.

New York/London: Interscience Publ., 1960.

17. Паули В. Физические очерки. М.: Наука, 1975, 254 с.

Pauli, V.

Fizičeskie očerki.

Moskva: Nauka, 1975.

/Physikalische Abhandlungen; russ./

18. Meyenn, Karl von: Pauli, das Neutrino und die Entdeckung des Neutrons vor 50 Jahren.

In: Naturwissenschaften. Berlin, 69 (1982), S. 564 - 573.

19. Loeb, L. - In: Physical Review. New York, 38 (1931), Nr 3, S. 579.

20. Weyl, Hermann: Encomium.

In: Science. Washington, 103 (1946), Nr 2669, S. 216 - 218.

21. Ehrenfest, Paul

Collected Scientific Papers. Ed. by Martin J. Klein.

Amsterdam: North-Holland Publication Co., 1959.

22. Атомное ядро. Сб. докладов I-й Всесоюзной ядерной конференции. Под ред. М.П.Бронштейна, В.М.Дукельского, Д.Д.Иваненко, Ю.Б.Харитона.

Л.-М.: ГТТИ, 1934, 226.

Atomnoe jadro. Sbornik dokladov 1-oj /pervoj/ Vsesojuznoj jadernoj konferencii. Pod red. M.P. Bronštejna, V.M. Dukel'skogo, D.D. Ivanenko, Ju.B. Charitona. Leningrad/Moskva: GTTI, 1934.

/Der Atomkern. Sammelband der Vorträge auf der 1. Allunionskonferenz über Kernphysik; russ./

23. Carlson, J.F., Oppenheimer, J.R.: The impacts of fast electrons and magnetic neutrons.

In: Physical Review. New York, 41 (1932), Nr 6, S. 763 - 792.

24. Fermi, Enrico: Tentativo di una teoria dell'emissione dei raggi "beta".
In: Ricerca Scientifica. Roma, 4(2) (1933), Nr 12, 1. S. 491 - 495.

Stuttgart, den 14. Dezember 1984

übersetzt von:

Ottmar Pertschi

(Ottmar Pertschi)
Dipl.-Übersetzer