

## Bohrs quantentheoretische Naturbeschreibung und die Psychologie

Ernst Plaum<sup>1</sup>

**Zusammenfassung:** Es wird in der Fachliteratur diskutiert, inwieweit die Konzeption der "Komplementarität" bei Nils Bohr von der Psychologie beeinflusst ist, wobei man vor allem auf William James verweist. Unabhängig von der Streitfrage, ob Bohr das Werk dieses amerikanischen Psychologen bekannt war, bevor er die Idee der Komplementarität entwickelte, lassen sich verschiedene Beziehungen zur Psychologie aufweisen, auf die der dänische Quantenphysiker ohne Zweifel zurückgreifen konnte. So spielte der Kopenhagener Philosoph und Psychologe Höffding im Leben Bohrs eine besondere Rolle, vor allem aber sein Freund Edgar Rubin. Die von diesem Wahrnehmungspsychologen untersuchten Kipp-Figuren stellen ein hervorragendes Beispiel für "Komplementarität" im Psychischen dar. Weshalb Bohr hierauf nicht Bezug genommen und darüber hinaus weder Höffding noch Rubin zitiert hat, läßt sich nur vermuten.

**Summary:** In the literature on our subject there has been discussed how far psychology had an influence on the conception of Niels Bohr's "complementarity", especially with references to William James. However, besides the controversial question, whether Bohr did know about the work of this american psychologist before he developed the idea of complementarity, there are diverse connexions with psychology to which the danish quantum physicist certainly could refer. So the philosopher and psychologist Höffding in Copenhagen was of special importance in Bohr's life, and above all his close friend Edgar Rubin. The reversible figures, which the latter studied, represent an outstanding example of "complementarity" in psychology. One can only suspect why Bohr did not mention them in this context and in addition neither Höffding nor Rubin.

### Psychologische Konzepte als Ausgangspunkte der „Komplementarität“ bei Niels Bohr?

Die quantentheoretische Naturbeschreibung hat das „wissenschaftliche Weltbild“ revolutionär verändert (Fischer, 1987). Dies ist natürlich auch nicht ohne Einfluß auf die Psychologie geblieben. Innerhalb dieser Disziplin verweist man gerne auf die moderne Physik, um eigene Vorstellungen von der Beschaffenheit der Natur und letztlich auch der Psyche zu begründen (Brandt, 1982; Stangl, 1989). Vor allem wenn es um Kausalität, Determinismus oder Probabilismus geht, werden immer wieder Hinweise nicht nur auf naturwissenschaftliche Erkenntnisse schlechthin gegeben, sondern insbesondere auch quantenphysikalische Phänomene angeführt (Polten, 1973; Rychlak, 1979; Stangl, 1989). In neuester Zeit sind Zusammenhänge bzw. Analogien zwischen physischen und psychischen Gege-

benheiten durch die „New-Age“-Strömungen verstärkt thematisiert worden (hierzu etwa Wilber, 1987). Von daher wird vielleicht der Gedanke vertrauter, daß die Beziehung Physik - Psychologie nicht nur einseitig gerichtet ist, sondern auch Einflüsse unserer Fachdisziplin auf die exakten Naturwissenschaften vorhanden sein mögen. Dennoch hat man vor allem außerhalb der Psychologie diskutiert, inwieweit diese Wissenschaft bei der Begründung der Quantentheorie eine Rolle gespielt hat. Psychologen, die sich allzu einseitig am Vorbild der Physik orientieren, dürfte dieser Gedanke einer umgekehrten Beeinflussung allerdings fremd sein (vgl. hierzu Meyer-Abich, 1965, S. 154; siehe auch Rychlak, 1979; Brandt, 1982; Stangl, 1989).

Ogleich auch andere Zusammenhänge zwischen diesen beiden Disziplinen bestehen - es sei nur auf die gemeinsame Publikation von W. Pauli und C.G. Jung zu den Themen „Archetypus“ und „Synchronizität“ verwiesen

(Jung & Pauli, 1952) - soll dieser Beitrag auf die Beziehungen des Atom- und Quantentheoretikers Niels Bohr zur Psychologie beschränkt bleiben und was diesen Autor betrifft, so konzentriert sich die Diskussion zu der soeben genannten Thematik auf den Begriff „Komplementarität“ (hierzu Rychlak, 1979, S. 26-27; Stangl, 1989, S. 173-175; siehe auch Fischer, 1987).

Im Rahmen eines psychologiehistorischen Beitrages läßt sich die Perspektive des Physikers bezüglich der Verwendung dieses Terminus gewiß nicht adäquat behandeln; er wird jedoch - soweit der Verfasser sehen kann - mit unterschiedlichen Bedeutungen gebraucht (siehe z.B. Jammer, 1966, S. 355-356) und ist sehr umstritten (hierzu etwa Gal-Or, 1981; Fischer, 1987). Meyer-Abich (1965, S. 151-152) gibt folgende Umschreibung: „Komplementär heißen Elemente, die in der klassischen Theorie zusammengehören, einander in der Quantentheorie jedoch ausschließen, und deren Zusammengehörigkeit insofern für die klassische Theorie charakteristisch ist“. Scheibe (1989, S. 382) findet drei wesentliche Verwendungsweisen für diesen Begriff, denen gemeinsam ist, „daß Komplementarität zwischen A und B erstens eine gewisse *Unvereinbarkeit* von A und B und zweitens eine gegenseitige *Ergänzung* von A durch B und umgekehrt ist ... . Die Komplementarität von Phänomenen wird nun in zweifacher Weise durch die beiden anderen Komplementaritäten verdeutlicht, von denen Bohr spricht: die Komplementarität von *Wellen* - und *Teilchenbild*, sowie diejenige von *Raumzeitbeschreibung* und *dynamischen Erhaltungssätzen*“ (Hervorhebungen im Original).

Die „Komplementarität“ ist nun von ganz entscheidender Bedeutung für die sogenannte Kopenhagener Deutung der Quantenmechanik geworden und hat somit schwerwiegende Wirkungen weit über die Physik hinaus gehabt, so etwa in der Biologie, den Kulturwissenschaften, der Philosophie, ja sogar der Theologie - und eben auch der Psychologie (Gal-Or, 1981; Fischer, 1987; Scheibe, 1989). Man meinte, sehr wesentliche Erkenntnisse

hinsichtlich der Rolle des Zufalls im Kosmos gewonnen zu haben und sah äußerst wichtige Konsequenzen für die Behandlung des Kausalitäts- bzw. Determinismusproblems und letztlich sogar die Frage nach dem freien Willen (Rychlak, 1979; Gal-Or, 1981; Fischer, 1987). So kann die Komplementarität nach Bohr als die Lehre der Quantenmechanik schlechthin bezeichnet werden und sie ist eine fachübergreifende, philosophische Doktrin (Fischer, 1987; Scheibe, 1989). Nach weitverbreiteter Überzeugung hat sich diese ausschließlich auf empirisch-experimenteller Basis aus der Physik herausentwickelt. Manche Autoren, wie Meyer-Abich (1965) bezweifeln dies und verweisen auf Wurzeln in der Psychologie. Gal-Or (1981) meint, von daher Fehlentwicklungen der modernen Physik zu erkennen, indem das Bewußtsein und damit die Subjektivität dort eingeführt worden seien, wo sie nichts zu suchen hätten (hierzu auch Fischer, 1987).

### Niels Bohr und William James

Nach einer weitgehend akzeptierten Auffassung lassen sich erstaunliche Parallelitäten zwischen der Psychologie von William James und der quantentheoretischen Naturbeschreibung des Nobelpreisträgers Bohr erkennen (Jammer, 1966; Holton, 1970; Gal-Or, 1981). Meyer-Abich (1965, S. 104) geht gar so weit, zu schreiben: „Bohrs Deutung der Quantentheorie ist ihrem philosophischen Gehalt nach in den Jahren 1884 - 1890 von William James weithin vorgedacht worden“. Gemeinsamkeiten der beiden Wissenschaftler sind im Relationscharakter der Erfahrungserkenntnis zu sehen, wobei vor allem Kontinuität und Diskontinuität („Individualität“) des Bewußtseins eine Rolle spielen. Dies ist auch von Bedeutung im Hinblick auf die Komplementarität: Bei der Introspektion erhält man nur durch den Beobachtungseingriff hergestellte Gegebenheiten; der hierbei erforderliche Übergang zwischen zwei Bewußtseinsinhalten kommt einer Zerstörung des einen von ihnen gleich.

„Die Übergänge selbst können nicht als allmählich eintretende Prozesse zum Gegenstand der Untersuchung gemacht werden und sind insofern unteilbar“ (Meyer-Abich, 1965, S. 139). Es ist, als wolle man das Licht einschalten, um sehen zu können, wie die Dunkelheit beschaffen sei: „Wie geschickt man sich dabei auch anstellen mag, die Dunkelheit ist hin, sowie man Licht einschaltet“ (Meyer-Abich, 1965, S. 139).

Das Kapitel zum „Stream of Thought“ in den „Principles of Psychology“ von James (1981, Neudruck) hat Bohr zweifellos sehr beschäftigt und nach dessen eigenen Angaben geschah dies vor der Entwicklung seines Atommodells bzw. der Formulierung des Komplementaritätsprinzips (Meyer-Abich, 1965, S. 137; siehe auch Jammer, 1966). Daß unser Atom- und Quantentheoretiker den berühmten amerikanischen Psychologen häufig erwähnt, die „Principles“ gekannt und mit lebhaftem Interesse davon berichtet hat, steht wohl außer Zweifel; Holton (1970, S. 1035) zitiert jedoch Rosenfeld, der aufgrund einer persönlichen Begegnung mit Bohr davon überzeugt war, daß diesem das genannte Hauptwerk von James erst um das Jahr 1932 herum (also nach der öffentlichen Bekanntgabe des Komplementaritätsprinzips in der Quantenphysik) zugänglich geworden sei. Zudem habe der Quantentheoretiker anlässlich einer Diskussion seiner einschlägigen Pionierarbeiten der Jahre 1912 - 1913 mit einem ungewöhnlich feierlichen Ton in der Stimme erklärt, diese Gedanken seien von ihm ganz allein und ohne Hilfe durch irgendjemand sonst ausgearbeitet worden (Holton, 1970, S. 1035). Die von Rosenfeld erwähnte Zeitspanne stimmt allerdings nicht mit eigenen Angaben Bohrs überein, die ebenfalls bei Holton (1970, S. 1034 - 1035) zu finden sind.

Hierin muß man jedoch nicht unbedingt einen Widerspruch sehen, denn es ist denkbar, daß dem Nobelpreisträger der Philosoph und Psychologe James - möglicherweise auch dessen Hauptwerk - zwar früher bereits bekannt war, die Übereinstimmung der eigenen Gedanken mit dem Inhalt der „Principles“ jedoch

erst später (vielleicht nach einem sorgfältigen Studium um das Jahr 1932 herum) klar wurde. Man könnte dann allenfalls an eine unwissentliche Beeinflussung durch James denken (Jammer, 1966, S. 178), ansonsten aber über die Ähnlichkeit der Überlegungen beider Wissenschaftler erstaunt sein (Holton, S. 1035) und „unabhängig von aller direkten Beeinflussung einfach ein geistesgeschichtlich hochinteressantes Phänomen“ (Meyer-Abich, 1965, S. 134) konstatieren. Daß Bohr bereits lange vor dem Jahre 1912 von James zumindest gehört hatte, darf jedoch als so gut wie sicher angesehen werden (Holton 1970, S. 1040).

Dies ergibt sich schon aus seiner persönlichen, aber auch wissenschaftlichen Verbundenheit mit dem Kopenhagener Philosophen und Psychoiogen Harald Höffding. Dieser Wissenschaftler war eng mit der Familie unseres Quantentheoretikers befreundet und Bohr betrachtete ihn als seinen philosophischen Lehrer (Holton, 1970). Höffding besuchte nun im Jahre 1904 William James, welcher in der Folge ein Vorwort zur englischen Übersetzung der „Philosophischen Probleme“ des dänischen Wissenschaftlers verfaßte. Dieser nahm wiederum eine Abhandlung über den amerikanischen Psychologen als letztes Kapitel in sein Buch „Moderne Philosophen“ mit auf, wobei allerdings nur die Religionspsychologie bzw. -philosophie von James gewürdigt wurde (Höffding, 1905). Dieser Band beinhaltet Vorlesungen aus einer Zeit, in der auch Bohr bei Höffding Lehrveranstaltungen besucht hatte (Holton, 1970, S. 1040). Der Kopenhagener Philosoph scheint James - wie übrigens auch Kierkegaard und Fechner - bewundert zu haben (Holton, 1970, S. 1040). Bohr wiederum hat Höffding als seinen Lehrer geradezu verehrt. (Dies geht schon allein daraus hervor, daß dessen Bild - als einziges eines Nichtfamilienangehörigen - von unserem Nobelpreisträger zusammen mit Portraits sehr naher Verwandter aufgehängt worden war - siehe Moore, 1966, S. 432). Daher darf bei dem Begründer der physikalischen Komplementaritätslehre mindestens seit dem Jahre 1905 eine große Aufgeschlossenheit für die Philosophie

und Psychologie des Nordamerikaners angenommen werden (Holton, 1970, S. 1040).

### Verschiedene psychologische Gegebenheiten und die Komplementarität

Damit ist jedoch, wie gesagt, noch nicht erwiesen, daß Bohr das Werk von James schon damals genau gekannt hat, vor allem im Hinblick auf die Komplementarität. Dieser Begriff ist tatsächlich in den „Principles“ zu finden, und zwar auf der Seite 204 des Neudruckes von 1981, allerdings nur ein einziges Mal. Vermutlich hat der Verfasser dieses Werk von James daraufhin hinreichend gründlich durchgesehen, denn es wird auch von anderen Autoren immer nur auf diese eine Stelle verwiesen (Meyer-Abich, 1965, S. 154; Jammer, 1966, S. 350; Gal-Or, 1981, S. 266). Sie lautet (durch den Verfasser frei übersetzt): „Es muß ... zugegeben werden, daß ... das Bewußtsein in Teilbereiche aufgespalten werden kann, die nebeneinander existieren, aber sich gegenseitig ignorieren ... . Noch bemerkenswerter ist, daß sie komplementär sind. Wird ein Objekt dem einen Teilbewußtsein zur Verfügung gestellt, bedeutet dies, daß es dem oder den anderen entzogen wird ... was das obere Selbst weiß, ist dem unteren unbekannt und umgekehrt“. James bezieht sich dabei auf hypnotische und hysterische Zustände (nicht „schizophrene“, wie Meyer-Abich meint), unter Berufung auf Experimente von Janet. Bohr zitiert diese Stelle nicht - ebensowenig wie James überhaupt, jedenfalls nicht im Zusammenhang mit seiner Begründung des Komplementaritätsprinzips (Eine diesbezügliche Bemerkung bei Meyer-Abich, 1965, S. 134 ist mißverständlich).

Da der Begriff „komplementär“ bei dem amerikanischen Psychologen, zwar mit Kursivdruck hervorgehoben, aber doch nur einmal auftaucht, mag er dem Quantentheoretiker entgangen sein oder es ist möglich, daß er ihn zumindest nicht bewußt in sich aufgenommen hat. Dennoch stellt Meyer-Abich (1965, S. 155) fest: „Augenscheinlich haben Bohr und James das Wort 'komplementär' in demselben Sinn benutzt“.

Die Tatsache jedoch, daß Bohr weitaus engere Beziehungen zu anderen Psychologen hatte als zu James, läßt diesen Wissenschaftler bezüglich der Frage nach den allgemeinen psychologischen Wurzeln der Quantentheorie weniger bedeutsam erscheinen, als dies etwa die Abhandlungen von Meyer-Abich, Jammer oder auch Fischer vermuten lassen. Man findet nämlich auch bei Höffding und in dessen Umfeld Gedankengänge, die für die quantentheoretische Naturbeschreibung entscheidend sind (Jammer, 1966, S. 349; Klein, 1967, S. 74; Holton, 1970, S. 1038-1040). Vor allem werden in den Werken dieses dänischen Psychologen immer wieder Probleme der Kontinuität (versus Diskontinuität), des „Individuellen“, vor allem auch im Zusammenhang mit dem Bewußtsein, der Subjektivität bei der Erkenntnis sowie des ganzheitlichen Zusammenwirkens von Teilaspekten diskutiert (siehe etwa Höffding, 1903). Ein einziges Zitat soll exemplarisch verdeutlichen, wie eng die Beziehungen dieser Themenbereiche zu quantentheoretischen Gedankengängen, aber auch der Komplementarität bei James sind (vgl. hierzu Meyer-Abich, 1965; Jammer, 1966; Holton, 1970): „Zur wissenschaftlichen Behandlung des Bewußtseins gehört der Nachweis einer Kontinuität ... . Die Aussicht auf Erreichung dieses Ideals wird aber durch die Diskontinuität versperrt, welche die Erfahrung darzulegen scheint. Es gibt ja unbewußte Zwischenräume zwischen unseren bewußten Zuständen - in Ohnmachten, im traumlosen Schläfe ..., und es gibt qualitative Unterschiede zwischen den verschiedenen Bewußtseinszuständen und Bewußtseinselementen, so daß jeder einzelne Zustand und jedes einzelne Element, wenn wir bei der streng psychologischen Betrachtung stehen bleiben, aus einem Nichts zu entstehen scheint. Zwischen den verschiedenen individuellen Bewußtseinen herrscht jedenfalls große und auffallende Diskontinuität ... . Diese psychischen Diskontinuitätsverhältnisse treten besonders scharf hervor, wenn sie als Gegensatz der Kontinuität und der Äquivalenzverhältnisse aufgestellt werden, welche die materiellen Verhältnisse darbieten ...“ (Höffding, 1903, S. 14-15). Daß derartige Darlegungen

zu einer Art dialektischer Versöhnung von Kontinuität und Diskontinuität (bzw. „Individualität“) in der Quantenlehre hinführen können, liegt auf der Hand (Holton, 1970; Fischer, 1987; Scheibe, 1989); man braucht also keineswegs auf James zu verweisen, um zu zeigen, daß sich Bohr vermutlich auf psychologische Überlegungen gestützt hat, wobei es jedoch erhebliche Gemeinsamkeiten zwischen der Lehre des amerikanischen Psychologen und Höffdings Ansichten gibt (Holton, 1970, S. 1043). Zu berücksichtigen ist, daß in der damaligen Zeit noch keine deutliche Unterscheidung zwischen Philosophie und Psychologie möglich war.

Bei ihren Überlegungen zur Entwicklung der „Denkfigur Komplementarität“ beziehen sich verschiedene Autoren auf eine Begebenheit, die hier mit den Worten von Fischer (1987, S. 43) wiedergegeben werden soll: „Als Bohr nach seinem ersten Vortrag über die Idee der Komplementarität nach Kopenhagen zurückgekehrt war, erzählte er auf einer Segeltour alten Schulfreunden von seinen Vorstellungen. Sie hörten seinen Argumenten aufmerksam zu und kommentierten sie mit dem Hinweis, daß Bohr zugeben müsse, dies alles vor zwanzig Jahren auch schon gesagt zu haben. Mit anderen Worten, offenbar ist die Denkfigur der Komplementarität älter als das Problem, auf das Bohr sie im Rahmen der Atomphysik angewendet hat. Vor zwanzig Jahren, das heißt, Bohr mußte diesen Gedanken schon als Schüler gefaßt haben. Es ist bekannt, daß er sich bereits im Alter von 18 Jahren mit Fragen der Erkenntnis beschäftigt hat“. Falls dies der Wahrheit entspricht, dann wurde die Idee der Komplementarität *nicht* aus der Quantenphysik heraus entwickelt; man darf vielmehr auf Höffdings Einfluß schließen, der als enger Freund der Familie Bohr sehr früh auch zu dem Sohn Niels Kontakt hatte, wobei erwiesenermaßen philosophische Themen zur Sprache kamen (Moore, 1966, besonders S. 9).

Der Nobelpreisträger steht zwar zu dem Einfluß, den Höffding auf ihn hatte (Holton, 1970, S. 1039), zitiert diesen Psychologen

aber bei der Darstellung seiner Lehre ebenfalls nicht. Aus dessen Korrespondenz mit Meyerson geht hervor, daß der Quantentheoretiker erklärt haben soll, er habe in Höffdings Büchern Ideen gefunden, die „den Wissenschaftlern“ beim Verstehen ihrer Forschungsergebnisse eine echte Hilfe gewesen seien (Holton, 1970, S. 1040).

## Die Wahrnehmungspsychologie Rubins

Ein weiterer Psychologe, den Bohr in einem anderen Zusammenhang ausdrücklich erwähnt hat, ist der Däne Edgar Rubin. Im Rahmen eines Projektes, das von Thomas S. Kuhn geleitet wurde, fand ein Interview mit Bohr am 17. November 1962 statt, in dessen Verlauf die Sprache auf Philosophen kam, welche den Quantentheoretiker beeinflußt haben könnten. Dieser berichtete, daß er durch Rubin, mit dem er eng befreundet war, auf William James aufmerksam geworden sei (Holton, 1970, S. 1034). Während Bohr - wie oben erwähnt - meinte, er habe sich bereits um das Jahr 1905 oder kurz danach mit dem Werk des bewunderten amerikanischen Philosophen befaßt, datierte Rosenfeld die erste Begegnung mit James - ebenfalls durch Vermittlung von Rubin - um 1932 (siehe oben). Tatsächlich hat der dänische Wahrnehmungspsychologe im August dieses Jahres einen Vortrag gehalten, in dem er sich ausführlich auf den „stream of thought“ bei James bezieht (Rubin, 1949, S. 59-65). Rosenfelds Bericht, wonach Rubin Bohr um diese Zeit (erneut?) auf den Autor der „Principles“ aufmerksam gemacht hat, ist also auch von daher durchaus glaubwürdig. Unser Quantentheoretiker deutete in dem genannten Interview an, diese Zusammenhänge noch weiter vertiefen zu wollen; hierzu kam es jedoch nicht mehr, weil Bohr am darauffolgenden Tag plötzlich verstarb. Rubin ist für ihn aber ohne Zweifel keineswegs nur als Vermittler des Werkes von James von Bedeutung gewesen.

Wenn der Name dieses dänischen Psychologen heute noch erwähnt wird, dann geschieht

dies so gut wie ausschließlich im Zusammenhang mit seinen Kippfiguren. Psychologiestudenten ist der Wechsel von Figur und Hintergrund bei dem bekannten Pokal-Kippbild (siehe Abbildung) geläufig. Hierbei handelt es sich nun um ein psychisches Phänomen, das par excellence das Komplementaritätsprinzip verdeutlichen könnte: Beide Auffassungsweisen des einen Bildes schließen einander aus; wenn die eine gegeben ist, verschwindet die andere - sie sind „komplementär“! So kommt denn auch Scheibe (1989, S. 384) zu der Feststellung: „Die Quantenmechanik ist ... vergleichbar mit einem Bild für einen Gestaltswitz, wo ebenfalls interpretatorisch unvereinbare Bilder zu einer höheren Einheit ver-

schmolzen sind, - einer Einheit, die, wie in der Quantenmechanik, nicht ihrerseits ein Bild in demselben Sinn ist“. Bohr hätte eine solche Kippfigur - die Schröder'sche Treppe - schon in der erweiterten Ausgabe der „Philosophischen Probleme“ Höffdings (erschieden in deutscher Sprache 1911 unter dem Titel: „Der menschliche Gedanke, seine Formen und seine Aufgaben“) finden können, aber er führt ein derartiges Beispiel nicht an. Waren ihm etwa sogar die wahrnehmungspsychologischen Arbeiten seines engen Freundes nicht bekannt? Jedenfalls sucht man auch den Namen Rubin in Bohrs Beiträgen zur Komplementarität (1931) vergebens.

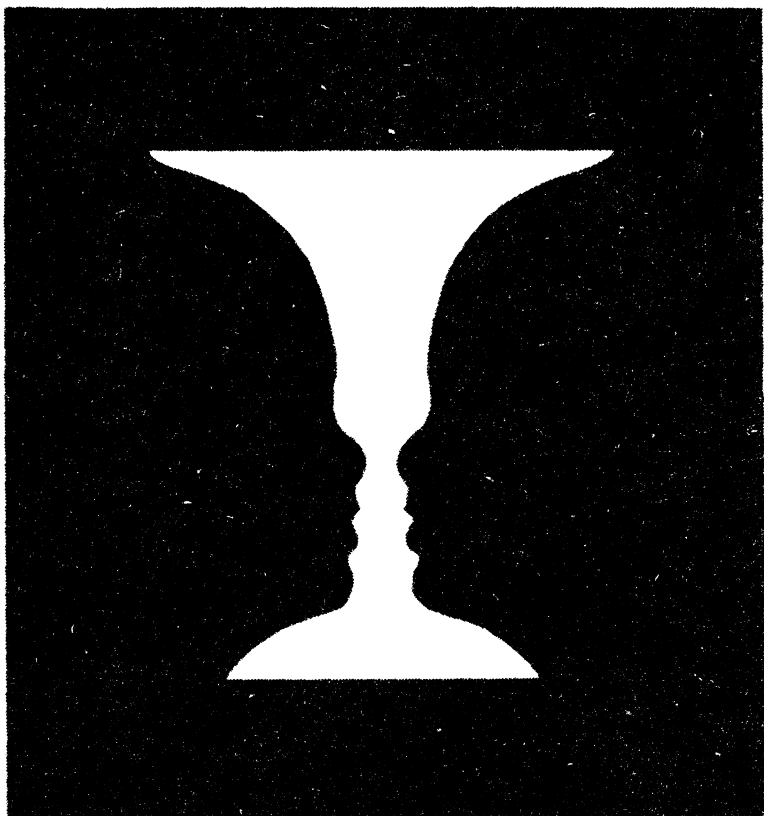


Abbildung: Pokalbild nach E. Rubin.

Das Studium des einschlägigen Werkes des dänischen Psychologen (deutsche Übersetzung: Rubin, 1921) führt jedoch zu höchst bemerkenswerten Entdeckungen. Da findet man außer den Kippfiguren interessante wahrnehmungspsychologische Beobachtungen unter verschiedenen extremen (physikalischen) Bedingungen, beispielsweise zum Fehlen einer einfachen, immer gültigen Regel für die Verbindung von scheinbarer Größe und scheinbarer Entfernung - die erstere kann bei bestimmten Gegebenheiten unbestimmbar sein; es ist die Rede von der Schwierigkeit, unter ungewöhnlichen Bedingungen erlebte Gegenstände „in das gewöhnliche, anschauliche Weltbild“ einzugliedern, von Diskontinuität, „diskreten Elementen“, dem mathematischen Kontinuum und schließlich weist Rubin auf die Beziehung zwischen Atomtheorie und Wahrnehmungspsychologie hin (Rubin, 1921, S. 62-63, 67, 162-163). Dies alles sind Themen, die von der Diskussion des Komplementaritätsprinzips her durchaus vertraut sind (vgl. Meyer-Abich, 1965; Jammer, 1966; Holton, 1970). Ähnlich relevant ist auch folgende Feststellung: „Jedesmal, wenn man ein Phänomen richtig erhaschen will, hat es sich schon geändert“ (Rubin, 1921, S. 209).

Rubin (1921) verwendet nun für Bilder, die einen Figur-Hintergrund-Wechsel erlauben, die Bezeichnung „*reziproke*“ Muster bzw. Figuren; ein Begriff der später auch von Bohr (1931, S. 60-66) gebraucht wird! Die größte Überraschung für den Uneingeweihten bringt jedoch die Seite 204 des zitierten wahrnehmungspsychologischen Werkes von Rubin (1921); der Autor schreibt dort: „In Gemeinschaft mit Herrn Dr. N. Bohr, der die Liebenswürdigkeit hatte mir behilflich zu sein, habe ich folgende Versuche gemacht“!

Bohr waren also nicht nur Rubins wahrnehmungspsychologische Arbeiten bekannt, er hat sogar selbst bei einer Versuchsreihe mitgearbeitet! Bedenkt man die Faszination, welche die Kippfiguren aus dem Rubinschen Buch noch heute auszuüben vermögen, so erscheint es von daher ausgeschlossen, daß sie Bohr nicht bekannt waren; auch die Beziehungen zu seiner später entwickelten Kom-

mentaritätslehre dürften ihm kaum entgangen sein.

Einen wichtigen Hinweis in dieser Richtung stellt die Tatsache dar, daß Bohr den Begriff „Komplementarität“ vorübergehend durch den von Rubin im Hinblick auf seine Kippfiguren verwendeten Terminus „Reziprozität“ ersetzt hat (Bohr, 1931, S. 60-66; Meyer-Abich, 1965, S. 152). Weshalb der Quantenphysiker ursprünglich und dann auch weiterhin die Bezeichnung „Komplementarität“ vorgezogen hat, bleibt unklar. Von der Sache her kann an der weitgehenden Übereinstimmung dieser unterschiedlichen Bezeichnungen („reziprok“ bei Rubin, „komplementär“ bei Bohr) kein Zweifel bestehen.

Höfding (1922) spricht in ähnlichen Zusammenhängen von „*Supplierung*“ bzw. „*supplieren*“ (S. 15 u. 27) und bezieht sich übrigens ebenfalls auf die Atomtheorie (S. 51). Die Begriffe „*supplementär*“ und „*komplementär*“ finden beide im Sinne von „*ergänzend*“ Verwendung, sind also nahezu bedeutungsgleich. - Weshalb, so darf man fragen, hat Bohr letztlich nicht die Bezeichnung seines verehrten Lehrers oder seines guten Freundes übernommen - und mehr noch: beide trotz sehr verwandter Gedankengänge in seinen einschlägigen Arbeiten zur Komplementarität nicht erwähnt? Weshalb ist der Quantentheoretiker überhaupt nicht auf die *passendsten* Beispiele aus der Psychologie eingegangen?

## Schlußbemerkung

Diese Versäumnisse Bohrs sind umso erstaunlicher, als er durchaus Wert darauf legt, auf psychologische „Komplementaritäten“ hinzuweisen; dies tut er interessanterweise gerade in dem Beitrag, der vorübergehend den Rubinschen Begriff „Reziprozität“ einführt (Bohr, 1931, S. 60-66). Die dort angegebenen Beispiele aus der Psychologie sind aber allesamt weit weniger überzeugend, als die („reziproken“!) Kippfiguren bei Rubin oder die von James - zudem im Zusammenhang mit dem Begriff „Komplementarität“! - angeführ-

ten außergewöhnlichen Bewußtseinszustände, welche – beide zugehörige Autoren eingeschlossen – jedoch nicht herangezogen werden. Eine erwähnte „Gesetzmäßigkeit auf psychischem Gebiet“ (Bohr, 1931, S. 65) stammt offensichtlich von Höffding (1911, S. 23-35), ohne daß dessen Name auftaucht.

Es entsteht der Eindruck, daß Bohr hier bewußt die Wurzeln des Komplementaritätsprinzips in der Psychologie verschweigt. Über die möglichen Gründe hierfür kann man nur spekulieren. Zwei Erklärungsmöglichkeiten, die nicht voneinander unabhängig sind, kommen in Frage. Zum einen war sich Bohr wohl dessen bewußt, daß seine Lehre von der Komplementarität revolutionär war und auf harte Kritik stoßen würde (Bohr, 1931; siehe auch Meyer-Abich, 1965; Jammer, 1966; Holton, 1970; Fischer, 1987). Da erschien es wohl selbst für einen Nobelpreisträger nicht opportun, die Abhängigkeit von der Psychologie allzu deutlich herauszustellen; so hat beispielsweise Gal-Or noch im Jahre 1981 sehr kritisch auf diese Beziehungen hingewiesen.

Zum anderen kam das Verschweigen der psychologischen Wurzeln der Komplementaritätsidee vielleicht auch dem Bedürfnis des Wissenschaftlers entgegen, seine Eigenständigkeit besonders herauszustellen. Der „ungewöhnlich feierliche Ton“ mit dem Bohr (nach Rosenfeld – siehe Holton, 1970, S. 1035) hervorgehoben hat, die entsprechenden Gedanken ganz allein und ohne Hilfe von anderer Seite entwickelt zu haben, wäre von daher verständlich. – Auf jeden Fall ist Psychologen durch das Verhalten Bohrs die Rolle ihrer Disziplin bei der Entstehung einer der umstürzendsten Ideen der Wissenschaftsgeschichte (Fischer, 1987) weitgehend verborgen geblieben.

## Anmerkungen

1. Herrn Dipl.-Psych. Ludwig Linsl verdankt der Verfasser einige wertvolle Hinweise.

*Zum Autor:* Dr. Ernst Plaum, Univ.Prof., Dipl.-Psych., lehrt Differentielle und Persönlichkeitspsychologie sowie Psychodiagnostik an der Katholischen Universität Eichstätt. Anschrift: Philosophisch-Pädagogische Fakultät der Katholischen Universität Eichstätt Ostenstraße 25, WH, W - 8078 Eichstätt.

## Literatur

- Bohr, N. (1931). *Atomtheorie und Naturbeschreibung*. Berlin: Springer.
- Brandt, L.W. (1982). *Psychologists caught: A psychology of psychology*. Toronto: Univ. of Toronto Pr.
- Fischer, E.P. (1987). *Sowohl als auch. Denkerfahrungen der Naturwissenschaften*. Hamburg: Rasch & Röhrig.
- Gal-Or, B. (1981). *Cosmology, physics, and philosophy*. New York: Springer.
- Höffding, H. (1903). *Philosophische Probleme*. Leipzig: Reisland.
- Höffding, H. (1905). *Moderne Philosophen*. Leipzig: Reisland.
- Höffding, H. (1911). *Der menschliche Gedanke, seine Formen und Aufgaben*. Leipzig: Reisland.
- Höffding, H. (1922). *Der Relationsbegriff*. Leipzig: Reisland.
- Holton, G. (1970). *The roots of complementarity*. Daedalus 99 (No. 1-4): 1015-1055.
- Jammer, M. (1966). *The conceptual development of quantum mechanics*. New York: Mc Graw-Hill.
- Jung, C.G. & Pauli, W. (1952). *Naturerklärung und Psyche*. Zürich: Rascher.
- Klein, O. (1967). Glimpses of Niels Bohr as scientist and thinker. In S. Rozental (Ed.), *Niels Bohr. His life and work as seen by his friends and colleagues*. S. 74-93. Amsterdam: North-Holland Publ. Comp.
- Meyer-Abich, K.M. (1965). *Korrespondenz, Individualität und Komplementarität. Eine Studie zur Geistesgeschichte der Quantentheorie in den Beiträgen Niels Bohrs*. Wiesbaden: Franz Steiner.
- Moore, R. (1966). *Niels Bohr: The man, his science, & the world they changed*. New York: A.A. Knopf.
- Polten, E.C. (1973). *Critique of the psycho-physical identity theory*. Den Haag: Mouton.
- Rubin, E. (1921). *Visuell wahrgenommene Figuren*. Kopenhagen: Gyldendalske.
- Rubin, E. (1949). *Experimenta psychologica*. Kopenhagen: Munksgaard.
- Rychlak, J.F. (1979). *Discovering free will and personal responsibility*. New York: Oxford Univ. Pr.
- Scheibe, E. (1989). Die Kopenhagener Schule. In G. Böhme (Hg.), *Klassiker der Naturphilosophie. Von den Vorsokratikern bis zur Kopenhagener Schule*. S. 174-392. München: C.H. Beck.
- Stangl, W. (1989). *Das neue Paradigma der Psychologie*. Braunschweig: Vieweg.
- Wilber, K. (1987). *Das Spektrum des Bewußtseins*. Bern: Scherz.