

MATTHIAS EGG : KOMMENTARE ZUM PROJEKT FÜR DREI SENDUNGEN DURCH RADIO MARIA SCHWEIZ ZUM THEMA “GLAUBE UND WISSENSCHAFT”

0. Vorwort

Dieses Manuskript verfasste ich als Vorbereitung, um einigermaßen in der Lage zu sein, den zweiten und dritten Teil der Sendereihe mit Matthias Egg zu moderieren. In Anbetracht

- 1) meiner rudimentären und arg eingerosteten Physik-Kenntnisse,
- 2) meiner völligen Unkenntnis der philosophischen Wissenschaft und
- 3) der knappen Zeit, die zur Verfügung stand

ein etwas waghalsiges Unterfangen! Hoffen wir, dass der Heilige Geist unser Bemühen anerkennt und das Seinige zum Gelingen beiträgt.

Matthias Egg danke ich für die Zustellung seines Artikels “Nature Pur?” und seines Buch-Textes “Scientific Realism in Particle Physics – A Causal Approach”. Beides war für mich in höchstem Masse anregend. Ich hoffe, dass die Hörerschaft davon profitieren wird. Ich hoffe auch, dass sich daraus vielleicht auch noch weiteres ergibt, etwas, was über die Modertion der beiden Teilsendungen hinausgeht.

1. Persönliche Gedanken, ausgelöst durch den Artikel “Nature Pur?” von Matthias Egg, erschienen in “Hermeneutische Blätter” 25|1 (2019), pg. 88 – 97; Institut für Hermeneutik und Religionsphilosophie an der Theologischen Fakultät Zürich, ISSN 1660-5403

1.1. Vorbemerkung

Da ich als ausgesprochener Nicht-Philosoph mit der Grundproblematik der (wissenschaftlich betriebenen) Metaphysik von Grund auf nicht vertraut bin, kann ich mich mit dem allgemeinen Inhalt des Artikels leider nicht kompetent auseinandersetzen.

Ganz stark angesprochen haben mich hingegen die Ausführungen im allerletzten Teil des Artikels (Mitte Seite 95 – Mitte Seite 97), in dem es um die Problematik des “Messens” und des “Messbegriffs” in der Quantenmechanik geht. Ich möchte als Grundlage für eine allfällige Diskussion mit Matthias Egg etwas ausholen und hier auch meinen “persönlichen Bezug” zu dieser Problematik schildern.

Mit diesen Gedanken hoffe ich, einen allfälligen Dialog während oder nach den geplanten Sendungen anzuregen, oder zumindestens einige Fragen oder Bemerkungen, die in die Sendung Eingang finden könnten.

1.2. Alte Erinnerungen an die “Quantenlogik”

Ich habe von 1966 – 1974 an der Universität Basel Mathematik studiert und in diesem Fach mit einer Dissertation aus dem Bereich der Kommutativen Algebra bei Walter Habicht promoviert [M.Brodmann: *Über die minimale Dimension der assoziierten Primideale der Kompletion eines lokalen Integritätsbereiches*, Commentarii Mathematici Helvetici 50, 219-232 (1975)] . Dazu

kamen Physik als grosses und Astronomie als kleines Nebenfach. Zum Glück war damals der Umfang der Nebenfach-Studien in Physik recht gross, und wir mussten den ganzen Zyklus “Theoretische Physik” belegen, zu dem insbesondere auch zwei Semester “Quantenmechanik” gehörten. Ich muss allerdings gestehen, dass ich die gewaltige seitherige Entwicklung in diesem Gebiet danach nur noch ganz am Rande weiter verfolgte.

In den Jahren 1969 – 1972 belegte ich bei Bruno Scarpellini (mein letzter noch lebender Professor) einen Zyklus von Vorlesungen und Seminaren über mathematische Logik (Aussagen- und Prädikatenkalkül, Gödelscher Unentscheidbarkeitssatz und Konsistenzprinzip für die Principia Arithmetica, Gödelsche Konsistenzsätze für die Kontinuumshypothese und das Auswahlaxiom in der ZF(Zermelo-Fraenkel)-Mengenlehre, Forcing und Cohens Unabhängigkeitssätze für die Kontinuumshypothese und das Auswahlaxiom in der ZF-Mengenlehre, Nicht-Standard-Analysis, Logische Modelltheorie). Scarpellini war es auch, der uns Studenten und Doktoranden auf die 1963 in Genf entstandene Dissertation von Constantin Piron (1932 – 2012) über “Quantenlogik” aufmerksam machte [Constantin Piron: *Axiomatique Quantique*, Helvetica Physica Acta 37, 439 – 468 (1964)]. Piron betrachtet “die Menge der operationalen Propositionen der Quantenmechanik” (also die Menge der “experimentell nachprüfbaren Aussagen der Quantenmechanik”), die er durch den “Verband der Eigenräume Hermitescher (oder selbstadjungierten) Operatoren im Hilbertraum” modelliert. Er beweist, dass dieser Verband ein “nicht distributiver aber modularer projektiver Verband” ist, und damit im Sinne von John von Neumann und Garret Birkhoff (1936) eine Nicht-Standard-Logik mit genau festgelegter Struktur bildet. Die Problematik der “Messbarkeit” und der “verborgenen Variablen” spielt dabei im Hintergrund eine sehr wichtige Rolle, und diese Problematik scheint mir, gemäss den Ausführungen von Matthias Egg, auch heute noch eine grosse Bedeutung zu haben in der philosophischen Grundlegung der Quantenmechanik.

Wir (das heisst eine Gruppe von Studenten und Doktoranden) stürzten uns mit Begeisterung auf die Dissertation Piron, arbeiteten uns in die Theorie der Verbände ein und führten dazu ein “Informelles Studentenseminar” durch. Wie sich etwas später zeigte, war die Arbeit Piron mathematisch nicht ganz korrekt und in ihrem Ansatz der Modellierung zu eingeschränkt, doch sie bedeutete trotzdem einen Durchbruch in dem durch von Neumann und Birkhoff initiierten Gebiet, das von vielen anderen weiter verfolgt und ausgebaut wurde. Das geringe Interesse meiner damaligen Physik-Dozenten an der ganzen Problematik enttäuschte mich, und führte auch dazu, dass ich mich endgültig dafür entschied, nicht in Theoretischer Physik, sondern in Mathematik zu doktorieren.

1.3. Die Problematik der Axiome und der Entscheidbarkeit in der Mathematik

Eigentlich wäre es nahe gelegen, dass ich in mathematischer Logik promoviert hätte. Doch einer der Gründe dafür, dass ich es nicht tat, war der starke Eindruck, dass mit Gödels Unentscheidbarkeitssatz für die Arithmetik und den Konsistenz- und Unabhängigkeitssätzen von Gödel und Cohen für die Mengenlehre, “alles gesagt sei, was zu sagen sei”: Der “metaphysische” Anspruch der Mathematik, dass sie im Bereich der von ihr untersuchten Objekte mit absoluter Sicherheit über “wahr oder falsch” entscheiden könne, ist nicht zu halten. Dies zeigt sich in doppelter Weise: Die Mathematik kann sich nicht auf Axiome beziehen, die man mit Fug und Recht als einleuchtende und unverrückbare Wahrheiten betrachten kann. Zudem kann auch innerhalb von mathematischen Theorien nicht für alle Aussagen in algorithmischer Weise entschieden werden, ob sie wahr oder falsch sind. Die Phase, in welcher diese Erkenntnisse (in der Zeit von ca. 1900 – 1935) die Mathematiker beschäftigten und zu einem Umdenken zwangen, nennt man sicher nicht zu Unrecht die “Grundlagenkrise”.

Die Konsistenz- und Unabhängigkeitssätze von Gödel und Cohen für die Mengenlehre (und z.B. auch schon der Unabhängigkeitsbeweise von Nikolai Lobatchevski (1829), Janos Bolyai (1831) und Eugenio Beltrami (1886) für das Parallelenaxiom in der ebenen Geometrie) besagen ja eigentlich gerade folgendes: Die Mathematik kann nicht auf “natürlich gegebenen Axiomen” aufgebaut werden. Die Axiomensysteme, auf denen die Mathematik ihre Theorien aufbaut, können also willkürlich gewählt werden. Sie müssen lediglich konsistent sein: Man darf aus ihnen nicht “alles beweisen können”, das heisst einen Satz und zugleich seine Verneinung. Abgesehen von der Konsistenzfrage ist also letztlich die Wahl eines Axiomensystems eine Konventionsfrage. Dabei hängt natürlich die auf einem bestimmten Axiomensystem beruhende Theorie von diesem System ab, also vom gewählten Fundament. Normalerweise wird man natürlich ein möglichst “starkes” Axiomensystem bevorzugen, das heisst eines, aus dem sich möglichst viele “interessante (!?)” Sätze herleiten lassen.

Am Beispiel der Mengenlehre kann man das genauer ausführen: Man kann im ZF-Axiomensystem (ZF) das Auswahlaxiom (AC) durch seine Negation (\neg AC) ersetzen (d.h. fordern, dass es “Mengen ohne Auswahlfunktion” gibt). Wenn das Axiomensystem (ZF) nach Entfernung des Auswahlaxioms, also das Axiomensystem $(ZF \setminus AC)$ konsistent war, so wird auch das Axiomensystem (ZF) konsistent sein, aber auch das Axiomensystem $(ZF \setminus AC, \neg AC)$ in welchem man das Axiom (AC) durch seine Negation (\neg AC) ersetzt hat. Doch ist weder vom Axiomensystem ZF, oder irgend einem anderen (von der Mehrheit der Mathematiker als hinreichend stark erachteten) Axiomensystem der Mengenlehre die Konsistenz im “eigentlichen Sinne” bewiesen. Dies leuchtet auch ein, denn ein von allen Mathematikern akzeptierter Beweis könnte letztlich nur im Rahmen einer Mengenlehre geführt werden, sodass sich “die Konsistenz der Theorie in der Theorie selbst beweisen lassen müsste”.

Die Vorstellung Leonhard Eulers (1707 - 1783), dass “die Mathematik reine Natur sei” (also “**Nature Pur**”) und der Mathematiker Dinge erforscht, die “von der Natur her vorgegeben sind”, ist mit unseren Überlegungen zur Axiomatik der Mengenlehre natürlich in Frage gestellt. Vielmehr sehen wir eher die Aussage von David Hilbert (1862 – 1943) bestätigt, dass “Mathematik nicht wahr sein müsse, sondern nur korrekt.”

Die Problematik der Entscheidbarkeit in der Mathematik trat mit Kurt Gödels (1906 - 1978) Unentscheidbarkeitssatz für die Arithmetik aus dem Jahre 1931 zu Tage. Denn Gödel zeigte ja, dass es in der (im Prädikatenkalkül formalisierten) Arithmetik wahre Aussagen gibt, die sich nicht formal (also “algorithmisch”) beweisen lassen. Man kann das als Hinweis darauf sehen, dass die Mathematik – selbst innerhalb der elementaren Arithmetik – “nicht mit absoluter Sicherheit” über “wahr oder falsch” entscheiden kann. Als “absolut sicher” gilt dem Mathematiker dabei ein logisch einwandfreier Beweis, der sich nur auf die Axiome der Theorie stützt. Und im Prädikatenkalkül lassen sich solche Beweise rein formal verifizieren, das heisst “rein algorithmisch”. Letzters heisst, dass ein “Computer darüber entscheiden kann, ob der angebliche Beweis korrekt ist”. (Der Anspruch, dass der Computer auch selbst einen Beweis finden sollte, wird hier nicht gestellt.)

Mit seinem Unentscheidbarkeits-Resultat zeigte Gödel auch, dass das “Axiomatisierungsprojekt” Hilberts dem gestellten Anspruch nicht genügen konnte. Hilbert ging nämlich von der Idee aus, dass jede mathematische Theorie durch Vorgabe eines geeigneten “endlichen Axiomensystems” und unter Verwendung einer formalen Sprache (wie etwa des Prädikatenkalküls) im “algorithmischen Sinn” entscheidbar würde. Wie die Hilbert-Biographin Constance Reid schrieb, wollte “Hilbert dem formalen Kalkül die ganze Last der Entscheidung (über wahr und falsch) aufbürden”. Hilberts “Arbeitsphilosophie” war ausgesprochen neo-positivistisch geprägt, was sich auch an seiner Lieblingsmaxime zeigt, die auf seinem Grabstein in Göttingen zu sehen ist: “Wir müssen wissen und wir werden wissen!” Man kann sich also ruhig Gedanken darüber machen, ob Hilbert diese Maxime im Hinblick auf die Grundlegung der Mathematik nicht allzu wörtlich nahm. Auffällig ist

auch "Hilberts Schweigen" zu Gödels Unvollständigkeitssatz, der das "Axiomatisierungsprojekt" ja seiner ursprünglichen Motivation beraubte. Die entsprechende Szene vom "sich davon machenden Hilbert" in "Logicomix" [Aposolos Doxiadis, Chrisotos Papadimitriou (aus dem Englischen übersetzt), Atirum-Verlag, 2. Auflage 2010] ist wohl kaum historisch fundiert.

1. 4. Was bleibt nun schliesslich

Nachdem ich durch meine Beschäftigung mit der Logik den Eindruck gewonnen hatte, es "sei nun alles gesagt was zu sagen sei", schien mir das Weitere, was ich dort in Seminaren noch erfuhr und lernte, eigentlich fast nur noch "technischer Aktivismus" zu sein, dem doch weitgehend der ästhetische Reiz abging, den ich an der Algebra so sehr schätzte. So kam es zu einem weiteren "Spurwechsel" in die "Kommutative Algebra und Algebraische Geometrie". Doch trotz diesem Wechsel hat mich meine damalige Beschäftigung mit den Grundlagen der Mathematik stark beeinflusst in der Einstellung zu meiner mathematischen Arbeit. Immer wieder machte ich mir auf Grund dieser Erfahrung meine Gedanken darüber, was "denn da schliesslich noch bleibe". Ich suchte sozusagen nach meiner persönlichen "Metamathematik" (den Ausdruck "Metaphysik" will ich hier tunlichst vermeiden).

Nach Jahren kam dann für mich eine ganz neue Sicht dazu: die des Glaubens. Nun war es mir ein Bedürfnis, einem wissenschaftlich interessierten Publikum aus dieser neu gefundenen Sicht heraus über die Beziehung zwischen Wissenschaft und Glauben zu erzählen, natürlich aus meiner persönlichen Perspektive als Mathematiker. Daraus entstand eine Reihe von Vorträgen mit den zugehörigen "Hintergrund-Manuskripten" oder Präsentationen, von denen ich am Schluss einige angebe. In diesem Sinne möchte nun die folgende Passage aus dem Vortragsmanuskript [4] anführen:

Unsere Reise durch die neuere Geschichte der Mathematik hat uns vor Augen geführt, dass sich mit fortschreitender wissenschaftlicher Erkenntnis auch die Grenzen der menschlichen Erkenntnisfähigkeit immer klarer zeigen. Denn eines haben wir bei unserem Streifzug gesehen: Dem Anspruch, alles mit absoluter Sicherheit zu wissen, kann unser Verstand nicht genügen. Doch heisst das jetzt, dass wir uns resigniert von der Wissenschaft als Quelle von Erkenntnissen abwenden müssen?

Diese Frage will ich mit ein paar persönlichen Vorstellungen beantworten. Ich möchte dazu die Wissenschaftler mit Kindern vergleichen, die daran sind, in einem Garten eine Hütte zu bauen. Begeistert und eifrig werkeln sie mit Hammer, Säge, Nägeln und Schrauben und sehen voll Freude das Werk ihrer Hände wachsen – und es erscheint ihnen strahlend schön und grossartig. In einem nachdenklichen Augenblick sieht das eine oder andere der Kinder zwar vielleicht schon, dass die Hütte etwas wacklig ist, weil sie nicht so gut im Boden verankert und nicht allzu solide aufgebaut ist. Auch das Dach ist stellenweise undicht und die Wände halten den Wind nicht sehr gut ab.

Doch nützlich ist die Hütte allemal schon so: Man kann sich in ihr um den Tisch setzen und vielleicht eine gemeinsam gekochte Suppe essen. Wenn es regnet, bietet die Hütte Schirm, auch wenn es an der einen oder anderen Stelle noch durch das Dach tropft. Sogar vor dem kalten Wind bietet sie einen gewissen Schutz, auch wenn dieser schon noch durch einige Ritzen hereinbläst. Man kann aber auch nur ruhig in der Hütte sitzen, einander Geschichten erzählen, ein Buch lesen oder einfach durch das vielleicht etwas schiefe Fenster hinaus schauen und den vorbeiziehenden Wolken nachträumen...

Aber, da ist noch Einer, ein Vater, dem der Garten gehört und der weiss, dass das eigentliche Fundament für die Hütte der Boden ist, den Er in diesem Garten bereitet hat. Er ist es auch, der für die Kinder Bretter, Nägel, Schrauben und Werkzeuge bereitgestellt hat. Auch die Geschicklichkeit, den Fleiss, die Ausdauer und die Begeisterung, die sie für ihr Werk brauchen, hat er ihnen verliehen.

Er sieht natürlich sehr gut, dass die Hütte recht wacklig dasteht und einem ernsthaften Sturm nicht standhalten kann. Da er aber selbst einmal Kind geworden ist, kann er das ganze Werk gleichzeitig mit den Augen der Kinder sehen, sich wie sie daran freuen und sich mit ihnen darüber wundern, was da Schönes entstanden ist. Wenn unter den Kindern vielleicht auch nur einige wenige sind, die erahnen, wer eigentlich die Hütte wirklich erbaut hat, segnet er doch ihretwegen das ganze Werk, mit all seinen Stärken aber auch seinen Mängeln.

Ist es aber da noch wichtig, ob die Hütte in wissenschaftlicher Forschung, in handwerklicher oder in künstlerischer Tätigkeit, in Hausarbeit oder in irgendeiner anderen Arbeit errichtet wurde? Wo soll da in den Augen des Vaters noch ein Unterschied bestehen? Wichtig ist schliesslich doch nur eines: **dass Er das Haus baut!** Und so möchte ich meine Ausführungen mit dem ersten Satz aus Vers 1 von Psalm 127 beschliessen: „**Wenn nicht der Herr das Haus baut, müht sich jeder umsonst, der daran baut.**“

1.5. Ein Blick über die Grenze

Es mag etwas tollkühn anmuten, dass ich nun auch einen Blick über die Grenze wage, also in die Physik. Persönlich denke ich, dass Gott jeder Wissenschaft auch Erkenntnisse gibt, welche den Forschenden zeigen, dass nicht “alles wissbar und machbar” ist. Und ich glaube auch, dass sich mit dem Fortschreiten einer Wissenschaft solche Hinweise vermehren. So schenkt Gott den Wissenschaftlern die Möglichkeit zu erkennen dass Er **“den Menschen wenig geringer gemacht hat als Gott”** (vgl. Psalm 8, 6), zugleich aber auch, dass der Mensch sich nicht überhebe und erkenne: **„So hoch der Himmel über der Erde ist, so hoch erhaben sind Meine Wege über eure Wege und Meine Gedanken über eure Gedanken“** (vgl. Jesaja 55,9).

Was die Physik betrifft, halte ich es für durchaus möglich, dass die Rolle des “Messens” oder der “Messbarkeit” eine Rolle spielt, welche vergleichbar ist mit der Rolle der Entscheidbarkeit in der Mathematik. Das tiefere Verständnis dafür, was hinter der **Bornschen Regel** steht, könnte ja allenfalls gelegentlich auch zu einer besseren Einsicht in die Problematik des Messens führen. Es mag vielleicht da auch eine “Vorläufer-Krise” den Anstoss geben. Im Vergleich mit der Entscheidungsfrage in der Mathematik denke ich da etwa an die Antinomie von Jules Richard (1862 – 1956) aus dem Jahre 1905, (manchmal als “semantisches Analogon des Gödelschen Unvollständigkeitssatzes” bezeichnet, die allerdings schon früher von Ernst Zermelo (1871 – 1953) gefunden worden war, aber durch ihn nie veröffentlicht wurde) und die (zwar in logisch unzulänglicher Weise) den “Finger auf den wunden Punkt der Entscheidbarkeit” legte.

Für der Physik könnte sich also – oder hat sich vielleicht schon – aus ihren Erkenntnissen über die Messbarkeitsproblematik eine vertiefte Einsicht in ihr eigentliches Wesen ergeben, wie das bei der Mathematik bei der Entscheidungsproblematik der Fall war. Wer weiss, ob da nicht auch eine “Grundlagenkrise” zu erwarten ist, oder gegenwärtig schon stattfindet, welche die Physiker in manchen Dingen zum Umdenken zwingt? Die entsprechenden Erfahrungen in der Mathematik zeigen meines Erachtens, dass dies zu unerwarteten Einsichten führen kann, Einsichten, die uns letztlich auch wieder näher zu dem bringen können, der alles geschaffen hat und in Händen hält. Die Ausführungen im Artikel “Nature Pur” bestärken mich in dieser Ansicht. Es freut mich natürlich auch, dass nun gerade die Problematik, mit der ich in meinen Studienjahren konfrontiert wurde, in diesem Artikel eine so wichtige Rolle spielt. Das, was wir damals in unserem Seminar so eifrig diskutierten, gehört also noch nicht “zum alten Eisen” der Wissenschaft, sondern scheint immer noch aktuell zu sein.

Ich möchte diese Betrachtung nun nicht schliessen, indem ich über humorige Gespräche berichte, die ich während meines “Vorgerückten-Praktikums” im Basler Physik-Institut mit “eifrig messenden Doktoranden” führen konnte. Vielmehr möchte ich schliessen mit einer nicht minder humorigen, aber auch tiefsinnigen Bemerkung eines Physikers aus Konstanz, ausgesprochen anlässlich eines gemeinsamen Seminars von Theologen, Naturwissenschaftlern und Mathematikern an der Universität Zürich: **“Wenn wir Physiker heute glauben, dass etwas so ist, dann können wir es oft auch durch unsere Experimente belegen.”**

2. Einige Bemerkungen über das Manuskript zum Buch “Scientific Realism in Particle Physics – A Causal Approach” von Matthias Egg, publiziert durch Walter de Gruyter Verlag, Berlin/Boston 2014

2.1. Vorbemerkung

Niemals kann ich diesem Buch gerecht werden. Denn ich bin ja “nicht vom Fach”, was sowohl die Physik, vor allem aber auch die Philosophie betrifft. Zudem war die Zeit, um das Manuskript anzuschauen, nur sehr kurz. Ich möchte mich deshalb auf ein paar “Splitter” beschränken, die sich

mit Dingen befassen, die mir ohne weitere Vorbereitung zugänglich sind. Ich kann allerdings aufgrund der geringen Zeit zur Vorbereitung nur ganz wenige Fragen anschneiden, die sich zudem alle auf die Physik beziehen, und über die ich mir selbst früher schon meine Gedanken zu machen versuchte. Ich wähle dazu bewusst die Formulierungsweise, die dem Denken des Mathematikers entspricht, der nicht über "reale Objekte" redet, sondern über die "Denkmodelle" mit welchen man diese Objekte zu beschreiben versucht.

2.2. Teilchen oder Welle?

Das scheint mir doch immer noch eine der faszinierenden Fragen zur Natur des Lichtes, oder allgemein zur der elektromagnetischen Wellen zu sein. Es scheint zunächst natürlich, dass die Physiker neu entdeckte Naturerscheinungen mit schon bekannten Begriffen zu fassen suchten, wie eben zum Beispiel mit der Vorstellung "Teilchen" oder "Welle", die schon im "bürgerlichen Alltag" eine konkrete Bedeutung hatten – die aber auch schon hinreichend gut mathematisch modelliert waren, sodass im Bereich der "Vor-Quantenphysik" die "Rechnungen (weitgehend) mit der Messung" übereinstimmten. Dabei wurden andererseits schon in der Newtonschen Mechanik "irreale Objekte" verwendet, wie etwa der Begriff des "Massenpunktes". Ich denke, dass die meisten Physiker diesen Begriff akzeptieren, obwohl sie davon ausgehen, dass ein Massenpunkt als materielles (oder dann halt eben "reales") Objekt "nicht existiert". Der allgemeine Konsens darüber wie "dieser Begriff zu verstehen ist" und wohl auch die Tatsache, dass die Newton'sche Mechanik die "ganze (mechanische) Welt aufs beste erklärte" gab dem Begriff des "Massenpunktes" wohl seine Existenzberechtigung.

Im Bereich der klassischen Optik lernte man, die beobachteten Phänomene mit den "Wellenmodell" zu erklären, obwohl reale Wellen nach der damaligen Vorstellung ja nur in einem materiellen Medium auftreten konnten, z.B. dem "Äther", dem dann später die Physiker auf Grund ihrer Experimente die Existenz absprachen. Zum Glück stand dann aber schon das Modell der elektromagnetischen Welle zur Verfügung, der ja die Existenz auch im ätherfreien Raum zugebilligt wurde.

Komplexer schienen dann die Dinge in der Quantenmechanik zu liegen. Die Unschärfe-Relation zeigte ja, dass das Denkmodell des diskreten Massepunktes in der Beschreibung der kleinsten Teilchen versagte. Eigenartiges Paradoxon: mit dem Modell des "unendlich kleinen Massenpunktes" liess sich zwar die "Physik im Grossen" wunderbar erklären (denken wir z.B. an die Erklärung der Keplerschen Gesetze der Planetenbewegung), doch ausgerechnet bei der Erklärung der "kleinsten Teilchen" versagte dieses Modell.

Ich persönlich wurde noch "zweistufig" in die "Theorie der kleinsten Teilchen" eingeführt: In der Sekundarschule galt noch das Bohr'sche Atommodell, "dieses Abbild des Sonnensystems". Erst im Fach "Chemie" am Gymnasium schwirrten dann plötzlich die "nicht mehr lokalisierbaren Elektronen in verschiedenen wolkenförmigen Schalen" um den Atomkern herum. In der Physik gab es dann aber wieder scharfe und feine Elektronenstrahlen und wurde von der Masse des Elektrons geredet. Die naive Frage, warum "diese nicht lokalisierbaren Winzlinge" sich doch auf so schöne glatte Bahnen zwingen und sogar wägen liessen, wurde aber nicht diskutiert. Da ich der Physik höhere Kompetenz in der Beschreibung der Naturphänomene zusprach, tröstete ich mich schliesslich damit, dass das Atommodell, das ich aus der Chemie kannte, "vielleicht nur ein Denkmodell sei, um die chemischen Verbindungen gut zu erklären".

An der Uni tauchte dann als "versöhnendes Objekt" das Wellenpaket auf. Allerdings blieb und bleibt für mich immer noch die Frage offen, wann und unter welchen Umständen es denn einem solchen Paket gefalle "mehr wie ein Teilchen" oder "mehr wie eine Welle" wechselzuwirken. Ich erwartete dazu eine eingehende Erklärung mit dem mathematischen Modell, und nicht einfach

beredte heuristische Erläuterungen. Die damalige Vorlesung war aber tatsächlich nicht in meinem Sinne auf die Beantwortung solcher Fragen aus, und weil ich dann ja gelegentlich die Physik verliess, blieb das Problem für mich offen. Die mathematische Theorie der Solitonen befasst sich auch mit verwandten Fragen, die sogar im Rahmen der “klassischen Physik” relevant sind. Doch befasste ich mich nie näher mit diesem Gebiet, das doch von meinen eigentlichen Forschungsinteressen sehr weit weg liegt.

Das ***Geiger-Marsden-Rutherford-Experiment über die Streuung von Alpha-Teilchen*** scheint mir mit der Frage nach dem Verhältnis von “Wellennatur und Teilchennatur” zusammen zu hängen. Hier dazu also der Vorschlag zu einer konkreten Frage:

Lässt sich aus heutiger Sicht, und für Laien zugänglich, Rutherfords Schlussfolgerung auf die Existenz des Atomkerns nachvollziehen, die er aus dem genannten Experiment zog? Das wäre meines Erachtens wünschenswert für die geplanten Vorträge.

Nun sind wir bei der ***Frage des Existenznachweises*** angelangt, eine Frage, welche in der Physik und der Mathematik, grösste Bedeutung hat, und diese Theorien zugleich trennt und eint.

2.2. Das “Gottesteilchen” – das Higgs-Boson

Froh bin ich, dass dieses Teilchen im Buch seinen Platz findet, denn ich habe mir über dieses bereits einige Gedanken, gemacht. Existenz-Postulate sind ja sowohl in der Physik als auch in der Mathematik von besonderer Bedeutung. Der “philosophische Hintergrund” in den beiden Wissenschaften ist aber wohl doch recht unterschiedlich. Der Physiker postuliert ja die Existenz eines “realen Objekts”, (wobei ich bewusst vermeide, darauf einzugehen, was das heissen könnte). Er muss dessen Existenz durch ein Experiment nachweisen. Natürlich bleibt dabei, abgesehen von möglichen Fehlern in der Versuchsanordnung, die Frage offen, ob das, was sich im Experiment manifestiert, auch tatsächlich das gesuchte Objekt ist. Natürlich muss dieses neue Objekt dadurch erkennbar sein, dass es Eigenschaften hat, die es von allen schon “bekannten” (das heisst experimentell nachgewiesenen) Objekten unterscheidet. Beim Higgs-Boson waren diese Eigenschaften bereits lange Zeit vor dem “physikalischen” Existenzbeweis aus dem sogenannten Standard-Modell der Partikelphysik theoretisch vorgegeben. Offen blieb aber sehr lange der experimentelle Nachweis der Existenz dieses Teilchens, das vermutlich auf unrühmliche Weise zu seinem Spitznamen “Gottesteilchen” kam. Ich erlaube mir, dazu einen Abschnitt aus dem Manuskript [9] einzublenden, der aus einem “fiktiven Dialog” mit dem Samsung-Gründer Lee Byunchull stammt.

Das CERN wurde 1954 gegründet und wird getragen von 21 Europäischen Staaten und Israel. Das Jahresbudget 2016 betrug ca. 1.2 Milliarden Franken. Die direkten Forschungsergebnisse aus dem CERN sind überwiegend der Grundlagenforschung zuzurechnen. Prominent war etwa die Entdeckung des sogenannten Higgs-Bosons im Jahre 2012, das auch als Gottesteilchen durch die Weltpresse geisterte. Dieses Elementar-Teilchen ist hochgradig instabil, also extrem kurzlebig, und ist verantwortlich für die „relativistische Masse der Bindungsenergie der schwachen Wechselwirkung im Atomkern“. Vergleicht man seine Grösse mit seiner Masse, so entspricht dieses Teilchen einer „Mücke mit dem Gewicht eines Elefanten“. Schon seit Jahrzehnten war die Existenz dieses Teilchens durch das sogenannte Standard-Modell der Teilchenphysik theoretisch vorhergesagt worden. Nun wurde die Existenz am CERN endlich experimentell nachgewiesen – genauer gesagt, fast nachgewiesen. Die Wahrscheinlichkeit, dass es sich um das gesuchte Teilchen handelt beträgt nämlich leider nicht genau 100 % sondern nur etwa 99.95 %. Aber keine Angst: Die Kollisionsenergie für Protonen im Large Hadron Collider des CERN (grösster Teilchen-Beschleuniger der Welt, Inbetriebnahme 2008, 26.7 km langer Ringtunnel, Kosten ohne Mess-Dedetoren 4 Milliarden Franken, Stromverbrauch ca. 10% des Verbrauchs im ganzen Kanton Genf) wurde mittlerweile von 7 auf 14 TeV (1 Tera-ElektronVolt = 1'000'000'000'000 ElektronVolt) erhöht, was wesentlich genauere Messungen der Eigenschaften des mutmasslichen Higgs-Bosons erlauben soll ...

Ich würde es sehr begrüessen, wenn das „Gottesteilchen“, wie es sogar in den Schlagzeilen „herumgeisterte“ (und so vielleicht einem Teil der Hörerschaft noch in Erinnerung ist), durch Matthias Egg in allgemein verständlicher Form zur Sprache käme.

Die Frage, die sich daran anschliesst ist ethischer Art und scheint mir sehr wichtig. Sie hat nicht nur für das Gottesteilchen ihre Bedeutung, sondern für die ganze Physik, ja sogar für die Wissenschaft insgesamt. Nämlich: „Wie viel darf Wissen eigentlich kosten?“ Mich würde es sehr freuen, wenn Matthias Egg sich zu dieser Frage äussern könnte.

Mit der „Kosten-Frage“ stellt sich ja immer auch die Anschluss-Frage: Wer bezahlt die Zeche, wenn ein sehr teures Experiment „daneben geht“? Ich denke da etwa an das vor einigen Jahren in der Schweiz mit beträchtlichem Aufwand durchgeführte und angeblich missglückte Experiment zum experimentellen Nachweis von „überlichtschnellen Teilchen“.

Obwohl die oben angeschnittene Kosten-Frage nicht nur für die Physik von Belang ist, hat sie doch für diese eine besondere Bedeutung. Die Physik galt ja lange Zeit als eine sehr teure Wissenschaft. Wo sie heute (im Vergleich etwa zur Biologie oder Chemie) steht, weiss ich nicht. Dazu noch ein paar Gedanken aus dem schon genannten fiktiven Dialog mit Lee Byunchull.

Als *Realist* fragen Sie natürlich auch, was die Europäischen Regierung bewogen hat, während 65 Jahren derart horrenden Summen in die *physikalische Grundlagenforschung* zu stecken. Auch dahinter steckt ein *Glaube der obigen weltlichen Art*, der mir persönlich nicht unbekannt ist, auch wenn ich ihn mir nie in besonderer Masse zu eigen gemacht habe. Als ich nämlich im Jahre 1966 an der Universität Basel mit meinem Studium der Mathematik, Physik und Astronomie anfang, fiel mir bald einmal auf, dass kaum ein öffentlicher Vortrag eines Physikers zu hören war, in dem nicht auf die vordringliche Wichtigkeit der *Förderung der Atom-Physik* hingewiesen wurde. Es gelte nämlich dringend das Problem der *kontrollierbaren Kernfusion* zu lösen. Damit sei die „Energie-Frage der Menschheit für immer gelöst“. Denn anstatt mit dem schwer erhältlichen und schwierig anzureichernden Uran könnte man dann Atomkraftwerke mit *Wasserstoff* betreiben, der ja im Wasser in beliebigen Mengen vorhanden ist. Dieser „*Glaube*“, der wohl schon kurz nach der Explosion der ersten *Wasserstoff-Bombe* im Jahre 1952 entstanden ist, muss in den politischen Gremien bald einmal Fuss gefasst haben und führte zu einer sehr starken Förderung der Atom-Forschung. Sozial-Skeptiker behaupten allerdings, dass wohl eher die Angst dahinter stand, im *Rüstungs-Wettlauf des Kalten Krieges* zurück zu bleiben...

Diese weltliche *Art von Glauben*, von der nun die Rede war, mag Ihnen, lieber Herr Lee, bestens vertraut sein: Es handelt sich um den *Glauben* daran, dass „*dem Menschen (fast) nichts unmöglich ist, wenn er es nur erreichen will*“, also der Glaube daran, dass der Mensch Grosses und Grösstes schaffen kann. Man könnte also von einem *human-positivistischen* Glauben reden. Auch in dieser Art von Glauben kann es allerdings zu *Krisen* kommen, wovon ich selbst Zeuge wurde. Als ich nämlich im Jahre 1980 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am FIM-ETHZ (dem Mathematischen Forschungs-Institut der ETH Zürich) tätig war, beging die ETH ihr *125-jähriges Jubiläum*. Es fand ein Kolloquium mit mehreren international bekannten Referenten aus Wissenschaft und Wirtschaft statt (wie etwa Aurelio Peccei vom „Club of Rome“ oder Ralf Dahrendorf von der „London School of Economics“). Bedenken sollte man auch, dass sich die Welt damals immer noch mitten im *Kalten Krieg* befand. Beeindruckend war der Vortrag des früheren Präsidenten der *Amerikanischen Akademie der Wissenschaften*. Er enthielt nämlich einen fast flehentlichen *Aufruf*, dass sich weltweit endlich alle Länder zusammen tun sollten, um die physikalische Forschung *gemeinsam* zu betreiben. Diese Forschung sei mittlerweile so *teuer* geworden, dass kein einzelnes Land sie finanzieren könne, nicht einmal die USA. Der Glaube an die baldige Realisierung der kontrollierbaren Kernfusion erschien nun plötzlich doch auch als eine überspannte Idee, welche drohte, Länder in den Ruin zu treiben. Auf neuere, auch von Seiten der *Physiker* her geäusserte Zweifel am „Glauben an eine kontrollierbare Kernfusion“ will ich gar nicht mehr eingehen.

2.3. Das Doppelspalt-Experiment

Das Doppelspalt-Experiment von Thomas Young (1773 – 1829) aus dem Jahre 1802 wird in Kapitel 8 des Buches von Mathias Egg ebenfalls behandelt. Es ist erstaunlich, dass dieses Experiment aus der Frühzeit der Physik auch heute noch so viele Fragen aufwirft. Im Herbst 2019 hielt Professor Jürg Leuthold, Direktor des IEF (Institute of Electromagnetic Fields) der ETH im christlichen Zürcher „Dozentenforum“ einen sehr eindrücklichen Vortrag über das Licht. Ich war überrascht zu hören, dass dieses Experiment aus der „Vorquanten-Zeit“ auch noch heute die Quantenmechanik beschäftigt. In den „Feynman-Lectures on Physics“ (zu meiner Studienzeit ein „Hype“, wie man heute sagen würde) wird dieses Experiment sogar als „das Herz der Quantenmechanik“ bezeichnet. Das Experiment konfrontiert uns ja in gewisser Weise mit der Frage, „ob Teilchen untereinander kommunizieren“ können – eine Frage, die mir, so gestellt von höchster „philosophischer Brisanz

erscheint.“ Persönlich meine ich dazu, dass Teilchen ja wohl eher kein Gedächtnis und kein Bewusstsein haben. Aber, könnte die Quantenmechanik durch dieses alte Experiment nicht zu Fug und Recht mit der Frage konfrontiert sein, **ob da nicht Einer ist, der ALLES, JEDES EINZELNE TEILCHEN IM GANZEN UNIVERSUM in Seinen Händen hält, und der das als Einziger kann, weil Er sich ALLES AUSGEDACHT und ALLES ERSCHAFFEN hat. Dann wäre unter die Quantenmechanik ein ganz grosses Halleluja zu setzen!** Und dann sollten wir dankerfüllt den Kopf neigen und an das denken, was Paulus im Römerbrief schrieb (vgl. Röm 1, 10) : **"Seit der Erschaffung der Welt wird Gottes unsichtbare Herrlichkeit an den Werken der Schöpfung mit der Vernunft wahrgenommen, Seine ewige Macht und Gottheit."**

2.4. Das Verhältnis zwischen Physik und Mathematik

Der Umgang mit der "Existenzproblematik" ist natürlich in der Mathematik ganz anders als in der Physik. Denn die Physik macht ja Existenzaussagen über "real existierende Objekte" (was das bei näherem Zusehen auch immer bedeuten mag). Der Mathematiker macht Existenzaussagen nur innerhalb eines "Denkmodells" (auch hier kann man nach der Bedeutung dieses Begriffes fragen). Er redet also eigentlich nicht über Dinge, welche sich ausserhalb des "menschlichen Bewusstseins" befinden.

Anders als der Physiker beweist der Mathematiker "in seiner Welt" letztlich "nur" dass die Nicht-Existenz des fraglichen Objektes zu einem Widerspruch innerhalb der ihm gerade vorliegenden Theorie führt. Natürlich bleibt dabei, abgesehen von möglichen logischen Fehlern in seinem "indirekten Existenzbeweis", die Frage, was man mit einem Objekt "anfangen soll", das man nur durch seine (notwendigen) Eigenschaften charakterisieren aber zunächst innerhalb der Theorie vielleicht gar nicht "konstruieren" kann. Gibt es dann dieses Objekt wirklich? Sind also indirekte Existenzbeweise sinnvoll, und ist es gängig, über Objekte zu reden, die man nur durch ihre Eigenschaften charakterisiert, ohne sie "in Händen zu haben"? Der Umgang mit dieser Frage innerhalb der Mathematik ist historisch recht interessant. Schon im frühen 19. Jahrhundert waren im Gebiet der Analysis (etwa bei Augustin-Louis Cauchy (1789 – 1857) und Peter Gustav Lejeune Dirichlet (1805 – 1859)) indirekte Existenzbeweise gang und gäbe.

In der Algebra, die zunächst (irrtümlicherweise) als "konstruktivistische Theorie" verstanden wurde, stiessen indirekte Existenzbeweise anfangs auf starke Ablehnung. Genau deshalb wurde auch die Mengenlehre Georg Cantors (1845 – 1918) ursprünglich von den meisten Mathematikern abgelehnt, denn sie bediente sich in ausgesprochener Weise "nicht-konstruktivistischer" Methoden. Dazu kopiere ich einen Abschnitt aus dem Manuskript [8] ein:

Im Gebiet der Algebra bedeutete die neue Sichtweise, dass man nun auch sogenannte *nicht-konstruktive Existenzbeweise* führen konnte, was vorher in diesem Gebiet nicht üblich war. Um etwa zu zeigen, dass ein *mathematisches Problem* (zum Beispiel ein Gleichungs-System) eine *Lösung* hat, musste man gemäss der alten konstruktivistischen Vorgehensweise eine Lösung angeben oder ein Verfahren vorschlagen um eine Lösung zu gewinnen. In der neuen Sichtweise war es legitim, nach dem schon mehrfach genannten Prinzip der *Reductio ad Absurdum* vorzugehen. Man durfte nun also nun annehmen, dass das gegebene Problem keine Lösung hätte und versuchen aus dieser Annahme einen Widerspruch herzuleiten. Wenn dies gelang, war dann in der Tat die Existenz einer Lösung nachgewiesen. Eine konkrete Lösung oder ein Lösungsverfahren war damit allerdings noch nicht gewonnen.

Der schon mehrfach erwähnte grosse Deutsche Mathematiker *David Hilbert* (1862-1943) war wohl einer der Ersten, der diesen nicht-konstruktiven und auf der Mengenlehre beruhenden Weg konsequent ging. Bereits in seiner Habilitationsschrift bewies er so ganz grundlegende Existenzaussagen aus dem Gebiet der sogenannten *Invarianten-Theorie*. Von Seiten seines älteren Kollegen *Paul Albert Gordan* (1837 – 1912) – einem Konstruktivisten alter Schule und heute wohl am ehesten bekannt durch die nach ihm mit-benannten *Clebsch-Gordan-Koeffizienten* aus der *Quanten-Mechanik* – trug dies Hilbert die Bemerkung ein: „*Herr Hilbert, was Sie da gemacht haben, ist doch keine Mathematik! Das ist ja Theologie!*“ Hilbert hingegen verlieh seinen Standpunkt andernorts Ausdruck durch die Aussage: „*Wir lassen uns nicht aus dem Paradies vertreiben, das uns Cantor eröffnet hat!*“

Im Rahmen der Kategorientheorie fasste dann die Algebra ab ca. 1935 mit dem Begriff der "Universellen Eigenschaft" die "nicht-konstruktivistische" Methode streng und legitimierte sie damit allgemein. So ist es heute auch in fortgeschrittenen Vorlesungen möglich geworden, sehr eingehend mathematische Objekte zu behandeln, bevor man eine Konstruktion für sie angibt. Als "intellektuelle Schulung" habe ich das einmal in einer Vorlesung "Ausgewählte Kapitel der Kommutativen Algebra" mit dem Objekt "Differentialmodul" versucht, und stiess damit bei den meisten Studierenden auf reges Interesse.

Trotz ihrer unterschiedlichen "Existenz-Philosophie" sind aber Physik und Mathematik aufs Engste verbunden. Die Physiker bedienen sich ja in sehr eingehender Weise der Mathematik, wobei sie dies oft so tun, dass das "physikalische Denken" ihrem mathematischen Tun seinen Stempel aufprägt. Sehr viele Mathematiker "schauen sich auch die Physik an", wobei ihnen ihre "mathematische Optik" die Physik oftmals anders erscheinen lässt, als sie den Physikern selbst erscheint. Aus persönlichen Diskussionen und wissenschaftlichen Kontakten könnte ich dazu allerlei "Anekdotisches", "Ernsthaftes" und "Inspirierendes" berichten. Doch leider fehlt dazu nun die Zeit. Aber die folgende Anregung zur Vortragsreihe von Matthias Egg möchte ich doch machen:

Vielleicht bleibt doch auch für diesen Grundsatzvergleich zwischen den beiden untrennbar verbundenen uns doch so oft untereinander zerstritten Schwestern – der Physik und der Mathematik – in den Vorträgen von Matthias Egg noch ein wenig Raum.

Schliesslich möchte ich allen Wissenschaftlern gerne (in der Franca Lingua der heutigen Wissenschaft) die folgenden Psalm-Verse ins Stammbuch des Herzens schreiben, wie ich sie in den Präsentationen [11] und [12] meinen fiktiv mitwirkenden Grosskindern Rona, Loris, Izaiah und Alec gewidmet habe:

Psalm 8, 1- 4:

***Yahweh our Lord, how majestic is
your name throughout the world! Whoever keeps singing of your
majesty higher than the heavens, even through the mouths of
children, or of babes in arms, you make him a fortress, firm
against your foes, to subdue the enemy and the rebel. I look up at
your heavens, shaped by your fingers, at the moon and the stars
you set firm -- what are human beings that you spare a thought for
them, or the child of Adam that you care for him? Hallelujah !***

Psalm 131, 2-3:

***Yahweh, my heart is not haughty, I do not
set my sights too high. I have taken no part
in great affairs, in wonders beyond my
scope. No, I hold myself in quiet and silence,
like a little child in its mother's arms, like a
little child, so I keep myself***

3. Vorschläge für die Fragen zum zweiten und dritten Teil der Sendereihe

3.1. Vorbemerkung

Die nun folgenden "Vorschläge für Fragen" haben sich aus den obigen Ausführungen ergeben. Sie sind direkt an Matthias Egg gerichtet.

3.2. Fragen biographischer Art

Gemäss Ihrem CV und Ihrer Publikationsliste sind Sie nach Ihrem Master in Physik mehr oder weniger direkt in die Philosophie übergetreten. Und dort sind sie nun offensichtlich sehr erfolgreich tätig. Dabei scheint mir aber immer noch die Physik das zu sein, was Sie zu Ihrer philosophischen Forschung motiviert. Seit dem 16. Jahrhundert haben sich die Geisteswissenschaften und die Naturwissenschaften immer weiter voneinander entfernt. Mit Ihrer Forschungsarbeit schlagen Sie nun eine Brücke zwischen den beiden Gebieten. Normalerweise sind es ja eher ältere Physiker und Mathematiker, die sich "im Lebensrückblick" mit der Geschichte und der Philosophie ihres Faches befassen. Sie, Herr Egg, sind aber noch jung, und was Sie tun, ist auf die Zukunft ausgerichtet, nicht auf den Rückblick.

Ich kann mir hier auch nicht verkneifen, die Bemerkung eines Zürcher Physikers anzuführen, die er machte, als in der Fakultät bekannt gegeben wurde, dass ein Kollege die Physik verlassen habe, und nun Biologie betreibe: **"Das ist immer gut, denn dann profitieren beide Gebiete: die Physik und das neue Gebiet."** Mein Fakultätskollege meinte das wohl eher ironisch. Man kann diese Aussage aber auch ernsthaft verstehen, und das will ich nun tun. Deshalb meine erste Frage an Sie:

1) Können Sie ganz kurz darlegen, wie die Physik und die Philosophie von der Brücke profitieren könnten, die Sie mit Ihrer Forschung schlagen?

Nun möchte ich Ihnen als nächstes bestens zu ihrem Buch "Scientific Realism in Particle Physics - A Causal Approach" gratulieren, das 2014 im De Gruyter Verlag erschienen ist. Es geht darin also um den "Wissenschaftlichen Realismus in der Teilchenphysik". Dieses Buch soll uns durch die beiden verbleibenden Sendungen begleiten. Im Moment möchte ich Sie aber noch nicht bitten, uns das Thema des Buches inhaltlich näher zu bringen. Das Buch enthält aber ein sehr persönlich gehaltenes Vorwort, in dem Sie sich unter anderem bei vielen Personen bedanken, die in irgendeiner Weise zum Zustandekommen des Buches beitrugen. Ich kenne von diesen nur zwei persönlich, nämlich Kollege Ulrich Straumann vom Institut für Physik an der Universität Zürich und Jesus. Deshalb beiden folgenden Fragen:

2) a) Haben Sie noch Kontakt mit den Zürcher Physikern, und wie ist deren Verhältnis zu Ihrer jetzigen Arbeit?

2) b) Nun die Frage, die mir am meisten am Herzen liegt: Können Sie uns kurz darüber berichten, wie Sie das Wirken Jesu beim Zustandekommen Ihres Buches wahrgenommen und erlebt haben?

Sie liessen uns Ihren Artikel "Nature Pur?" zukommen, der in den Hermeneutischen Blättern der Theologischen Fakultät der Universität Zürich erschienen ist. Wie ich ihnen berichtet habe, hat mich der letzte Teil dieses Artikels stark angesprochen und mir gezeigt, dass physikalische Grundlagenfragen der Quantenmechanik, die wir damals als Studenten an der Uni Basel diskutierten, immer noch ihre Aktualität haben. Aufgefallen ist mir auch, dass im Artikel keine eigentlichen Bezüge zur Theologie und schon gar nicht zu Ihrem persönlichen Glauben genannt werden. Deshalb meine vielleicht naive Frage:

3) Können Sie erklären, warum dieser Artikel "Nature Pur?" in den Hermeneutischen Blättern erschienen ist?

3.2. Fragen zu Ihrem Buch "Scientific Realism in Particle Physics - A Causal Approach"

Nun also ein paar Fragen zu ihrem Buch, von dem ja bereits die Rede war:

1) Können Sie uns als Laien erklären, was wir uns unter "Wissenschaftlicher Realismus in der Teilchenphysik" vorstellen sollen, und welche Bedeutung dieses Thema in der Philosophie hat?

Zu Beginn Ihres Buches erwähnen Sie das *Experiment von Geiger-Marsden-Rutherford aus dem Jahre 1909, bei dem es um die Streuung von Alpha-Teilchen an einer dünnen Goldfolie* ging. Dieses Experiment scheint in Ihrem Buch eine wichtige Rolle zu spielen, und es wird ja auch später nochmals erwähnt.

2) a) Können Sie uns diese Experiment kurz beschreiben.

2) b) Können Sie uns darlegen, warum dieses Experiment Rutherford dazu führte, die Existenz des Atomkerns zu postulieren?

2) c) Können Sie uns kurz darlegen, was dieses Experiment mit dem Thema Ihres Buches zu tun hat.

Sie erwähnen in Ihrem Buch auch das sogenannte "*Gottesteilchen*", das *Higgs-Boson*, dessen Existenz im Jahre 2012 am CERN unter exorbitantem Aufwand experimentell bewiesen wurde. Manche Hörerinnen und Hörer haben die entstprechenden Medien-Meldungen wohl noch in Erinnerung.

3) a) Können Sie uns genauer erklären, worum es dabei ging, und warum die Physiker diesem Experiment so grosse Bedeutung beimessen.

3) b) Worin sehen Sie die philosophische Bedeutung des Experiments?

3) c) Das Experiment am CERN konfrontiert uns auch mit der ethischen Frage: "Was darf Wissen überhaupt kosten?" Welches ist ihre Meinung dazu.

Im *Kapitel 8* Ihres Buches wird auch das sogenannte "*Doppelspalt-Experiment*" von *Thomas Young* aus dem *Jahre 1802* (!!) behandelt, zu dem sich auch Professor Leutold von der ETH Zürich im Herbst 2019 im Rahmen eines Vortrags über die "Natur des Lichts" im christlichen Zürcher Dozentenforum äusserte. Obwohl das Experiment schon sehr alt ist, beschäftigt seine Erklärung die Physiker auch heute noch intensiv. Es gilt als "das Schlüsselexperiment" der Quantenmechanik.

5) Können Sie uns dieses Experiment und seine philosophische Bedeutung kurz darlegen?

Auch von der Mathematik ist in Ihrem Buch mehrmals die Rede. Als Mathematiker würde ich doch gerne auch Ihre Meinung hören zu "*den beiden untrennbar verbundenen Schwestern Physik und Mathematik, die doch so oft im Streit liegen miteinander*".

6) Können Sie uns ein paar Worte über die Beziehung zwischen der Physik und der Mathematik sagen?

3.3. Alle Ehre dem Schöpfer

Im Römerbrief schreibt Paulus (vgl. Röm 1, 10): "*Seit der Erschaffung der Welt wird Gottes unsichtbare Herrlichkeit an den Werken der Schöpfung mit der Vernunft wahrgenommen, Seine ewige Macht und Gottheit.*"

1) Können Sie für uns Zeugnis ablegen darüber, auf welche Weise Sie in Ihrer Forschung "Gottes unsichtbare Herrlichkeit, Seine ewige Macht und Gottheit" wahrnehmen – speziell im Bereich der Teilchenphysik?

Persönlich glaube ich, dass uns Gott in jeder Wissenschaft die Grösse des menschlichen Geistes zeigt, also dass Er uns erfahren lässt, dass **"Er den Menschen wenig geringer gemacht hat als Gott"** (vgl. Psalm 8, 6). Doch gleichzeitig zeigt Gott in jeder einzelnen Wissenschaft auch, dass dem menschlichen Erkennen Grenzen gesetzt sind. Er zeigt uns also das, was Er selbst sagt (vgl. Jesaja 55, 9): **"So hoch der Himmel über der Erde ist, so hoch erhaben sind Meine Wege über Eure Wege und Meine Gedanken über Eure Gedanken."**

2) Was sagen Sie aus Ihrer Sicht dazu, besonders im Hinblick auf die Physik, aber auch über die Philosophie?

3.4. Wie soll es weitergehen, mit der Physik und den Wissenschaften überhaupt?

Eine sehr wichtige Frage, die oft auch grosse Ängste auslöst. Zu diesem Thema möchte ich das Wort weitgehend Ihnen überlassen und keine vorgefassten Fragen stellen, ausser der einen, die sich aus aktuellem Anlass ergibt. Den Jungen gehört ja die Zukunft, und nicht den Alten. Ich werde mir lediglich erlauben, "responsiv nachzuhaken" wenn ich mich dazu veranlasst fühle. Nun also hier die erwähnte "einzige Frage":

1) Denken Sie, dass die Wissenschaften wesentlich dazu beitragen können, dass die sogenannte Klima-Katastrophe nicht eintritt?

Ich stelle diese Frage aus aktuellem Anlass, weil ich nämlich eben eine Einladung erhielt an der internationalen "Scientist Rebellion Global Action" vom 25. - 28. März 2021 teilzunehmen, einem Art "internationalem Klimastreik der Wissenschaftler".

3.5. Abschliessender Impuls

Meinerseits möchte ich die Verse aus den beiden Psalmen anfügen, die ich schon im Teil 2 meines Vorbereitungsmanuskripts (symbolischerweise in Englisch) angeführt habe. Sie sollen uns nochmals die von Gott von gesetzten **"Leitplanken unseres menschlichen Tuns"** in Erinnerung rufen:

Psalm 8, 1 - 7: Herr unser Herrscher, wie gewaltig ist Dein Name auf der ganzen Erde; über den Himmel breitest Du Deine Hohheit aus.

Aus dem Mund der Kinder und Säuglinge schaffst Du Dir Lob,

Deinen Gegnern zum Trotz; Deine Feinde und Widersacher müssen verstummen.

Seh ich den Himmel, das Werk Deiner Hände, Mond und Sterne, die Du befestigt:

Was ist der Mensch, dass Du an ihn denkst,

des Menschen Kind, dass Du Dich seiner annimmst.

Du hast ihn nur wenig geringer gemacht als Gott,

hast ihn mit Herrlichkeit und Ehre gekrönt.

Du hast ihn als Herrscher eingesetzt über das Werk Deiner Hände,

hast ihm alles zu Füssen gelegt.

Psalm 131, 1 - 2: Herr, mein Herz ist nicht stolz, nicht hochmütig blicken meine Augen.

Ich gehe nicht um mit Dingen, die mir zu wunderbar und zu hoch sind.

Ich liess meine Seele ruhig werden und still; wie ein kleines Kind bei der Mutter ist meine Seele still in mir.

Natürlich sind Sie hoch willkommen, Ihren eigenen Schluss-Impuls zu setzen, allenfalls auch unter Weglassung des meinen!

4. Liste von Vortragsmanuskripten und Präsentationen

(Files aufzurufen unter: www.math.uzh.ch → Professoren → Emeritierte Professoren (und Titularprofessoren) → Brodmann → Publikationen → Testomonies: Glaubenszeugnisse und Vorträge → nach unten scrollen)

4.1. Vortragsmanuskripte

- [1] *Grenzen des menschlichen Erkennens I / II*: Manuskript für zwei Vorträge, gehalten an Radio Maria Schweiz am 5. März und 7. Mai 2014
- [2] *Wissenschaft, mit den Augen des Glaubens betrachtet*: Manuskript zu einem Vortrag, gehalten an Radio Maria Schweiz am 2. Juli 2014
- [3] *Maria – Mathematik*: Manuskript zu einem Vortrag, gehalten an Radio Maria Schweiz am 20. August 2014
- [4] *Der Griff nach dem Unendlichen I / II*: Manuskript zu zwei Vorträgen, gehalten an Radio Maria Schweiz am 3. September 2014 und am 29. Oktober 2014
- [5] *Wissenschaftliche Einsicht und Heiliger Geist*: Manuskript zu einem Vortrag, gehalten an Radio Maria am 12. November 2014
- [6] *Festlegung und Berechnung der Osterdaten in Ost und West*: Manuskript zu einem Vortrag, gehalten an Radio Maria Schweiz am 18. März 2015
- [7] *Zahlen in der Heiligen Schrift I / II*: Manuskript für zwei Vorträge, gehalten an Radio Maria Schweiz am 12. September 2015 und am 10. Oktober 2015
- [8] *Wahrheit und Beweisbarkeit I – III*: Manuskript für drei Vorträge gehalten an Radio Maria Schweiz am 13. Februar, am 12. März und am 16. April 2016
- [9] *Die 24 Fragen des Koreaners Lee Byunchull I - VI*: Hintergrund-Manuskript für eine sechsteilige Sendereihe bei Radio Maria Schweiz, erstes Halbjahr 2019

4.2. Präsentationen

- [10] *Maria und Mathematik*: Präsentation zu einem Vortrag, gehalten in der Pfarrei St. Joseph Zürich am 30. Mai 2014
- [11] *The Grasp for Infinity*: Presentation for a talk held at St. Joseph's College Irinjalakuda, Kerala/India, 22. June 2016
- [12] *Truth and Provability*: Presentation for a talk held at St. Joseph's College Irinjalakuda Kerala/India, 24. June 2016

Markus Brodmann
Grüzenstrasse 24
CH-8400 Winterthur

2. März 2021

Prof. em. Dr. Phil II
Institut für Mathematik der Universität
Winterhurerstrasse 190
8057 Zürich
brodmann@math.uzh.ch