Gedanken zur Rolle der Mathematik in Quantenphysik und Kosmologie

Mathias Hüfner 2025

Wenn wir in den Nachthimmel durch das James-Webb-Teleskop mit seinen abermillionen Galaxien sehen, sollten wir begreifen, dass in Form elektromagnetischer Impulse von den kleinsten Teilchen, den Elektronen, Licht zu uns über Zeitläufe von Äonen übertragen wird und dabei einen Teil seiner ursprünglichen Energie verloren hat. Mit diesen kleinen Teilchen beschäftigt sich die Quantenmechanik. Das ist nicht ganz korrekt, denn Quanten sind „Stupse“, die Elektronen untereinander verteilen und von denen einige wenige einen Reiz auf der Netzhaut unserer Augen auslösen. Es handelt sich gar nicht um die Teilchen selbst, sondern um ihre Wirkung, die sie wie die „Stille Post“ übermitteln.

James Maxwell hat den Mechanismus der Übermittlung dieser Stupse in seinem oft missverstandenen Gleichungssystem beschrieben. Missverstanden deshalb, weil er damit eine Asymmetrie zwischen *div E* und *div B* hineingebracht hat, ohne die eine Dynamik unmöglich wäre, und die Albert Einstein glaubte korrigieren zu müssen. [1]

Die Ingenieure haben uns das technische Mittel zur Beobachtung geschaffen. Das Grundlagenwissen dazu stammt aus dem 19. Jahrhundert, wie das meiste Grundlagenwissen, auf dem unser technischer Wohlstand basiert.

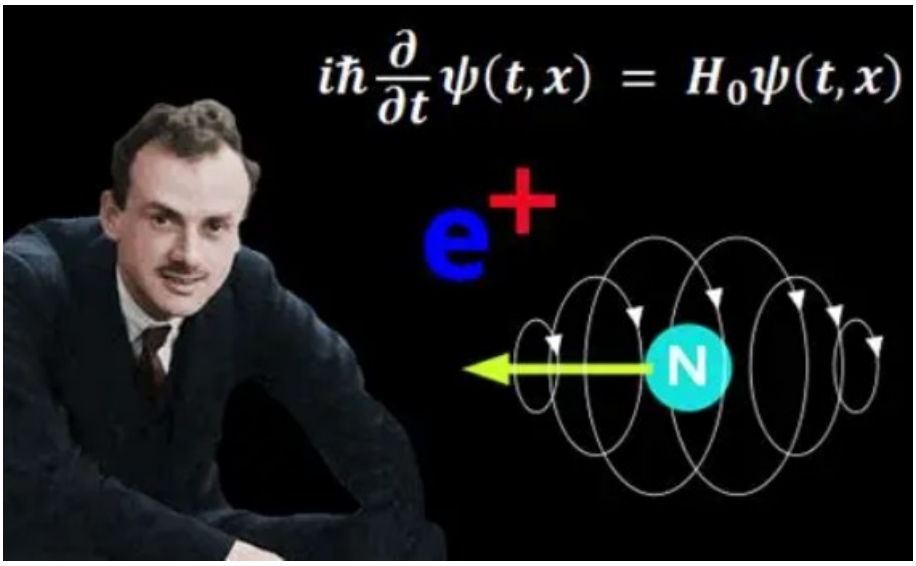

Abbildung 1: Interpretation der Wellenfunktion, welche die Anforderungen an die spezielle Relativitätstheorie erfüllen soll. Die Formel im Bild ist aber die klassische Schrödinger-Gleichung und nicht die Gleichung von Dirac mit Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren für Elektronen. Sie hat axiomatischen Charakter. - Quelle -Paul Dirac - Biography, Facts and Pictures https://www.famousscientists.org/paul-dirac/ (2.12.2025)

Doch was hat uns die Quantenmechanik eigentlich gelehrt? Einen Haufen Mathematik über Wahrscheinlichkeitsdichten und Phasenräume, in denen Punkte voneinander unabhängig irgendwelche Schwingung ausführen. Doch hier ist der Zusammenhang dieser Punkte Interpretationssache. So beschreibt die Gleichung in Abbildung 1 nicht die Bewegung von einem

1 A. Einstein - *Zur Elektrodynamik bewegter Körper;* Annalen der Physik 1905 https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/andp.19053221004 (2.12. 2025)

einzelnen Teilchen, sondern von einem „Geistfeld“, das mit einem Stups angeregt wird. Dessen Punkte, angeregt durch das Geistfeld, sollen sich unabhängig von einander in einem Hamiltonschen n-dimensionalen Phasenraum bewegen und die Gesamtenergie beschreiben. Dort hört schon mal die Vorstellung auf und damit verliert man die Kontrolle über die angebliche Gleichung, und sie wird zu einer magischen Formel, die das Unwissen der angeblich Weisen, die von oben darauf schauen, verbergen soll. Der Fachbegriff dazu nennt man episkopisch, abgeleitet von dem griechischen Wort episkopos im Gegensatz zu ontologisch (Lehre vom Seien). Das Wort Episkopat wurde in kirchlichen Kreisen für bischöfliche Überwachung (im Sinne des Glaubens) gebraucht, ehe es Einzug in die Philosophie hielt. Was aber soll eine Wahrscheinlichkeitsdichte beschreiben? Die Wahrscheinlichkeit sagt etwas über den Grad der Gewissheit unseres Wissens, bzw. Unwissen, über einen bestimmten Fakt aus. Sie sagt nichts über den Fakt selbst. Doch was soll dann die Dichte? Also, wenn schon der Begriff Spielräume für Interpretation lässt, was soll man daraus für Erkenntnisse ziehen? Die Theorie der Quanten wirft mehr Fragen auf, als sie beantworten kann. Das Quantum selbst ist nur eine Mengenrelation. Worauf bezieht es sich? Kraft, Impuls oder Energie? Selbst Max Planck hat sich da nicht festgelegt als er von kleinen Resonatoren sprach. Trotzdem deuten die Magier der modernen Physik die wundersamsten Dinge aus den Umformungen ihrer Gleichungen. Einer dieser Magier war Paul Dirac, dessen Vortrag über die Beziehung zwischen Mathematik und Physik von 1939[2] mir kürzlich in die Hände fiel. Der Text zeichnet die Entwicklung von der Einfachheit der klassischen Mechanik über die Schönheit der Relativität und die Unbestimmtheit der Quantenmechanik bis hin zur kosmologischen Expansion nach. Er endet mit der spekulativen Hoffnung, dass die gesamte Natur eines Tages durch die Eigenschaften ganzer Zahlen und komplexe Funktionentheorie vollständig mathematisch erklärbar sein könnte. Doch Funktionen teilen nur Räume. Von der irrigen Hoffnung, die Natur mit Funktionen beschreiben zu können, träumen, gemäß der Autorität Diracs, Physiker noch heute.

Dazu habe ich die Entwicklungsstufen der Mathematisierung der Physik des 20. Jahrhunderts noch einmal in Tabelle 1 skizziert. Nach den 1930er Jahren verlagerte sich die Physik von den fundamentalen „Revolutionen“ (Relativität, Quantenmechanik, Kosmologie) hin zu einer Integration und Präzisierung der benannten Kernideen und dieser Zustand hält bis heute an.

- Aufbau des **Standardmodells** als umfassende Theorie der Teilchen.
- Erweiterung der Kosmologie durch Urknall, Dunkle Materie und Dunkle Energie.
- Neue Technologien (Beschleuniger, Quantencomputer) treiben die Forschung.

Dabei nimmt die Kritik an den verschiedenen Details immer mehr zu, ohne zum Kern des Problems wirklich vorzudringen und ohne eine Alternative in der Theorie anbieten zu können, die eine qualitative Verbesserung der Situation brächte[3], denn gemäß Dirac ist man dazu übergegangen, die Methode des mathematischen Denkens zu priorisieren und Experimente zur Bemäntelung der vorgelegten theoretischen Ergebnisse zu benutzen, obwohl es bereits andere Erklärungen für die Mantel-Belege ihrer Schreibtischentdeckungen gibt, die da sind: die kosmische Hintergrund-strahlung vom Urknall, die angebliche Ausdehnung des Kosmos, die Gravitationswellen, die

2 P. Dirac – *The Relation between Mathematics und Physics;* Veröffentlicht in: Proceedings of the Royal Society (Edinburgh), Band 59, 1938–39, Teil II, S. 122–129; http://152.84.50.234/fisica/Cursos/c2016/Dirac/The%20Relation%20Between%20Math.%20&%20Physics%20(1939).pdf (2.12.2025)

3 J. de Climont – *The worldwide List of dissident scientists;* https://www.researchgate.net/publication/342420797_The_worldwide_list_of_dissident_scientists_Critics_and_alternative_theories_see_verbete_Marcos_Cesar_Danhoni_Neves (2.12.2025)

schwarzen Löcher und im Mikrokosmos die Neutrinos, das Higgsboson und die Quarks der QCD-Theorie.

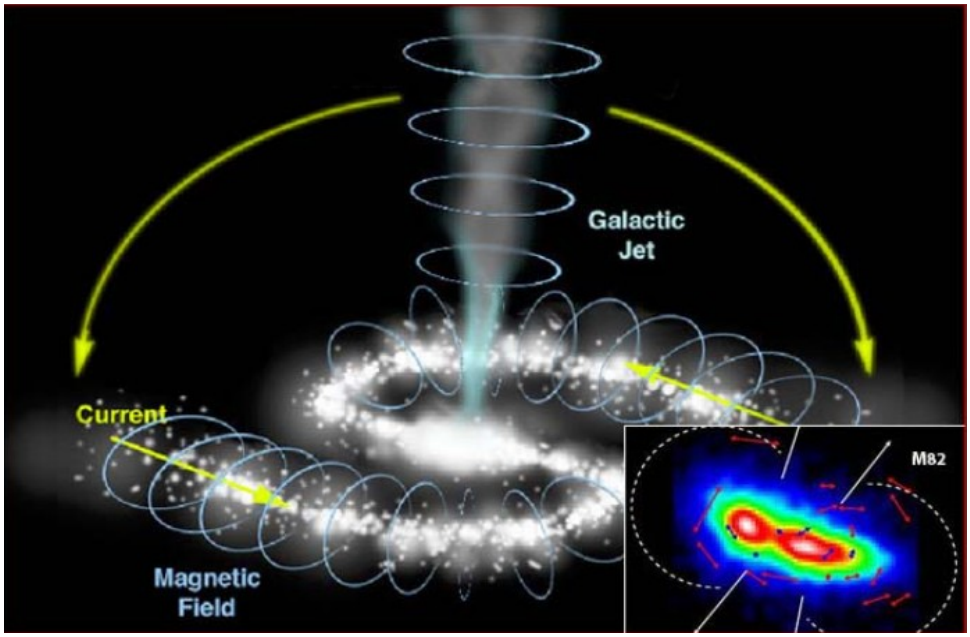

Abbildung 2: Elektrische Wirbelströme mit angedeuteten Magnetfeldern in einer Galaxis
Quelle: Andreas Otte http://www.elektrisches-universum.de/?page_id=217

Unter dem Sammelbegriff Elektrisches Universum haben Pioniere der Plasmaphysik eine Menge Fakten gesammelt, die gegen die Standardtheorien von Kosmologie und Teilchenphysik sprechen. (Abbildung 2) Diese Fakten werden aber nicht zur Kenntnis genommen, weil sie nicht in das vorgefertigte Glaubensmuster von der gestaltenden Kraft einer aus der Geometrie hervorgegangen Gravitation passen. Damit zeigt sich, dass der Glaube an die göttliche Kraft des menschlichen Geistes einmal an den Lehrstühlen etabliert auch ohne reale Fakten leben kann.

Es fehlt ein Paradigmenwechsel zu einer Quantendynamik auf Basis der asymmetrischen Maxwellschen Theorie, denn damit hat die Quantenmechanik der Kopenhagener Interpretation gebrochen. Ihr war der Determinismus lästig. Sie wurde zu einer probabilistischen Quantenstatik.

In Tabelle 1 ist mathematische Schönheit als Leitprinzip hervorgehoben. Doch was ist Schönheit? Da haben wir wieder so einen schwammigen Begriff wie schon die Wahrscheinlichkeitsdichte. Man meinte wohl Eleganz und Symmetrie, die bis zur Supersymmetrie hochstilisiert wurden. Aber **Schönheit** im ursprünglichen Sinne **bedeutet das Versprechen auf Fruchtbarkeit.** Während mathematische Schönheit Statik und Tod meint, meint reale Schönheit Leben und Bewegung. Bewegung erfordert Asymmetrie.

Meine Kritik an der Kernidee ist:

- Wenn die Masse der Atome aus positiven und negativ geladenen Elementen besteht kann die Gravitation keine eigenständige Kraft sein, sondern muss eine **elektrostatische Erscheinung** sein.
- Raum und Zeit sind keine Substanzen, sondern **Ordnungsrelationen**.
- Die Raumzeit sollte durch einen **Prozess** ersetzt werden, da Zeit eine Funktion der Bewegung im Raum ist. Zeit ist nicht unabhängig vom Raum, sonst brauchten wir keine Zeitzonen.

Die Rolle der Mathematik für die Physik ist neu zu bewerten:

- Nichteuklidische Geometrien sind nur **Geometrien gekrümmter Oberflächen**. Räume unterscheiden sich von Oberflächen dadurch, dass sie keine Krümmungen besitzen, da Krümmungen durch Funktionen *in* Räumen beschrieben werden. Funktionen teilen Räume. Physiker müssen mathematisch insbesondere in den Grundlagen der nichtnumerischen Mathematik qualifiziert werden.
- Die Lorentz-Gruppe ist eine **projektive Gruppe**, also eine perspektivische Abbildung von 4D auf 3D, eine Virtualität. ➡ Das projektive Verzerrungen bei Abbildungen von 3D auf 2D nicht real sind, lehrt uns die Erfahrung. Ein vierdimensionaler Raum ist ein mathematisches Konstrukt außerhalb der Erfahrungswelt unserer Natur. Physik ist aber keine Geisteswissenschaft sondern eine Naturwissenschaft. Mathematiker verwechseln ihre geistigen Modelle mit der Wirklichkeit, ohne sie je studiert zu haben. Sie nennen sich aber theoretische Physiker und wollen der Natur mit ihren Axiomen beikommen und fühlen sich dabei den Göttern nahe.
- Mathematik ist keine Wesenheit der Natur, sondern nur ein sprachlich symbolisches Werkzeug zur ontologischen Beschreibung von physikalischen Vorgängen in der Natur mittels kausaler Relationen. Die Gleichheit ist nur e i n e Relation unter vielen.

Das hat die philosophischen Konsequenz, dass Schönheit als Forschungsmaßstab problematisch ist, wenn sie nicht mit Fruchtbarkeit verbunden ist. Nobel hat seinen Preis für denjenigen gestiftet, der den größten Nutzen im verflossenen Jahr für die Gesellschaft gebracht hat. Bewertet man nach dem ursprünglichen Kriterium die Verleihung von Preisen für Theoretische Physik, müssten eine Reihe vorn Preisträgern aus den letzten Jahrzehnten ihre Preise zurückgeben. Jede Kritik soll auch eine Zukunftsperspektive enthalten. Die Tabelle 2 skizziert den Weg zu einem Paradigmenwechsel zu einer **prozesshaften,** ursprünglichen **Physik**. Damit würde die Forschung von einem ästhetischen Maßstab („schön“) zu einem **produktiven Maßstab („fruchtbar“) verschoben werden**. Das könnte langfristig eine neue Synthese von Theorie und Experiment hervorbringen – ähnlich wie die Elektrizitätslehre im 19. Jahrhundert, aber mit einem tieferen ontologischen Fundament.

Mein Kredo zur heutigen Physik fasse ich zusammen:

Schönheit ist kein Ornament,
sie ist das Versprechen auf Fruchtbarkeit.

Nicht Symmetrie, die den Atem anhält,
sondern Asymmetrie, die Bewegung gebiert,

Nicht Raumzeit als starres Gewebe,
sondern Prozess, der Ordnung schafft,

Nicht Mathematik als Realität,
sondern Werkzeug, das Relationen deutet,

Das ist die wahre Physik. Sie sucht nicht Eleganz,
sie sucht das Neue, das Bewegte,

Das Experiment, das Weltbild, die Technik,
die aus dem Denken hervorgehen.

Theorie	Kernidee	Rolle der Mathematik	Leitprinzip	Philosophische Konsequenz
Relativitätstheorie (Einstein) (1905–1915)	Raum und Zeit sind relativ; Gravitation als Krümmung der Raumzeit	Einführung neuer Geometrien (Lorentz-Gruppe statt Galilei-Gruppe)	**Mathematische Schönheit** ersetzt Einfachheit	Naturgesetze erscheinen eleganter, aber komplexer; Schönheit wird zum Forschungsmaßstab
Quantentheorie (1920er Jahre)	Atomare Prozesse folgen nicht-kommutativer Algebra; Ergebnisse sind probabilistisch	Nutzung nicht-kommutativer Algebra; enge Analogie zur klassischen Mechanik	Erweiterung der Mathematik durch neue Strukturen	Bruch mit Determinismus: nur Wahrscheinlichkeiten berechenbar; Quantensprünge außerhalb der Theorie
Neue Kosmologie (1930er Jahre)	Universum expandiert; Ursprung in einem „Ur-Atom“ (Big Bang)	Anwendung einfacher geometrischer Modelle (Kugelbild); Verbindung zu großen Zahlen (10^{39})	Kombination von Einfachheit und Schönheit; Transformationen sind zentral	Anfang der Zeit als Grenze; Naturgesetze variieren mit Epoche und Raum; mögliche Vereinigung von Atomtheorie und Kosmologie

Tabelle 1: Vergleich der drei Entwicklungsstufen in der Physik des 20. Jahrhunderts

Ebene	Orthodoxe Physik	Meine Kritik / Alternative Sicht	Zukunftsperspektive
Kernidee	Gravitation als eigenständige Grundkraft; Raumzeit als Kontinuum	Gravitation ist eine elektrische Erscheinung; Raum und Zeit sind Ordnungsrelationen; Zeit = Funktion der Bewegung im Raum	Entwicklung einer **prozessbasierten Ontologie**, in der Gravitation als emergentes elektrisches Phänomen verstanden wird; Raum und Zeit als dynamische Relationen statt Substanzen.
Rolle der Mathematik	Nichteuklidische Geometrien und Lorentz-Gruppe beschreiben die Realität	Geometrien sind nur Modelle; Lorentz-Gruppe ist eine projektive Abbildung, keine Realität	Einsatz von **topologischen und knotentheoretischen Modellen**, die Prozesse und Relationen abbilden; Mathematik als Werkzeug, nicht als ontologische Grundlage
Leitprinzip	Mathematische Schönheit (Symmetrie, Eleganz, Konsistenz) als Forschungsmaßstab	Schönheit = Versprechen auf Fruchtbarkeit; Symmetrie = Stillstand, Asymmetrie = Bewegung	Orientierung an **natürlicher Schönheit** (Goldener Schnitt, Asymmetrie, Dynamik); Bewertung von Theorien nach ihrem Potenzial, neue Phänomene und Anwendungen hervorzubringen.
Philosophische Konsequenz	Schönheit legitimiert Theorien; moderne Physik gilt als fruchtbar durch Konzepte	Moderne Physik weniger fruchtbar als die Physik des 19. Jahrhunderts (Elektrizität, Thermodynamik)	Aufbau eines **fruchtbarkeitsorientierten Forschungsprogramms**: Theorien werden danach beurteilt, ob sie neue Experimente, neue Technologien oder Weltbilder ermöglichen.

Tabelle 2: Zukunftsperspektive für physikalische Forschung

Der Paradigmenwechsel in der theoretischen Physik wird mit dem zunehmenden Klimawandel immer dringender. Physik muss endlich wieder technologisch belastbare Ergebnisse liefern und kann nicht weiter teure Konzepte für Luftschlösser in magischen Räumen liefern.