

ERFAHRUNG UND DENKEN

Schriften zur Förderung der Beziehungen zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften

Band 26

Die Gravitation und die
philosophischen Grundlagen der Physik

Von

Prof. Dr. Bruno Thüring

ehem. Direktor der Universitäts-Sternwarte Wien



DUNCKER & HUMBLLOT / BERLIN

BRUNO THÜRING

Die Gravitation und die philosophischen Grundlagen der Physik

E R F A H R U N G U N D D E N K E N

Schriften zur Förderung der Beziehungen zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften

Band 26

Die Gravitation und die philosophischen Grundlagen der Physik

Von

Prof. Dr. Bruno Thüring
chem. Direktor der Universitäts-Sternwarte Wien



D U N C K E R & H U M B L O T / B E R L I N

Alle Rechte vorbehalten
© 1967 Duncker & Humblot, Berlin 41
Gedruckt 1967 bei Berliner Buchdruckerei Union GmbH., Berlin 61
Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
Einleitung: Die große Weltmaschine und der Empirismus	13
<i>Erstes Kapitel</i>	
Allgemeine Prinzipien, Geometrische und kinematische Grundlagen	29
1. Das Prinzip von der pragmatischen Ordnung	29
2. Über die Messung überhaupt	34
3. Die erste und einfachste Messungsbasis	36
4. Die Zeit und die Zeitmessung	44
5. Die Wurzel der exakten Wissenschaft	50
<i>Zweites Kapitel</i>	
Das Fundamental-Koordinatensystem für Drehbewegungen	52
1. Die Antithesen	52
2. Die eindeutige Auflösung der Antithesen	57
3. Das Copernicanische Problem der Bewegung der Erde	67
4. Das Problem einer translatorischen Bewegung der Sonne	71
<i>Drittes Kapitel</i>	
Die Kausalität und das Gravitations-Gesetz	75
1. Vorbemerkungen zum Begriff des Inertialsystems	75
2. Empirische Abhängigkeitsbeziehungen	77
3. Die Idee der physikalischen Abhängigkeit	78
4. Die protophysikalische Definition der einfachsten physikalischen Abhängigkeit	82
5. Der Begriff der Masse und der Satz von der allgemeinen Gravitation. Das Denkverfahren der Exhaustion. Der Begriff der Kraft	92

6. Gibt es absolute Drehbewegungen?	100
7. Die träge Masse	105
8. Historisches zum Denkverfahren der Exhaustion	107
9. Kraft und Trägheit	112
10. Der eingeschränkte Kraft-Begriff; die <i>causa formalis</i> und die <i>causa efficiens</i>	126

Viertes Kapitel

Realisierung des Gravitations-Axiomen-Systems 128

<i>A. Geistige Realisierung des Gravitations-Axioms durch Modell-Bildung</i>	128
1. Von Ptolemäus über Kepler zu Newton	128
2. Die Massenbestimmung der Planeten und Monde	136
3. Die Masse der Erdmondes; die Gezeiten; die Mondbewegung	139
4. Die Entdeckung des Planeten Neptun	145
5. Die Entdeckung des Planeten Pluto	150
6. Die empirischen Unstimmigkeiten in der Bewegung der vier innersten Planeten.....	151
7. Das Vakuum zwischen den Planeten	158
8. Anomalien in der Bewegung der Kometen	159
9. Die Massenbestimmungen an Körpern außerhalb des Sonnensystems	161
a) Doppelsterne: das System Zeta Cancri	161
b) Kosmische Wolken und Nebel	164
<i>B. Manuelle Realisierung des Gravitations-Axioms</i>	166
1. Die vier Arten der Realisierung	166
2. Realisierung I: Die gewöhnliche Waage als statisch-partielle Realisierung des Gravitations-Axioms	167
3. Realisierung II: Der freie Fall als nicht-statische partielle Realisierung des Gravitations-Axioms	171
4. Die Galilei-Legende	175
5. Realisierung III: Das Cavendish-Experiment als statische totale Realisierung des Gravitations-Axioms. Die sogenannte Gravitations-Konstante	178
6. Das Elektrizitäts-Gesetz von Coulomb in seinem Verhältnis zur Gravitation	184
7. Realisierung IV: Die Astronautik als totale nicht-statische Realisierung des Gravitations-Axioms	186

8. Zum Begriff der „Schwerelosigkeit“	190
9. Künstliche Gravitation?	196
10. Zwei mögliche, aber der Zukunft vorbehaltene Weltraum-Experimente	198
11. Der Stoß und seine Beziehungen zum Gravitations-Axiom	202
12. Die Welle und das physikalische Medium; Gravitation und Licht	205

Fünftes Kapitel

**Änderungen und Erklärungsversuche des
Newton'schen Gesetzes; Nicht-Newton'sche Physiken** 211

Vorbemerkung zu deskriptiver Physik und Astronomie	211
1. Formale Abänderungen des Gravitations-Gesetzes unter Beibehaltung der operativen Geometrie	212
a) Erste Versuche	212
b) Änderungen des Newton'schen Gesetzes mit kausaler Schein- begründung	214
c) Denkmöglichkeiten	219
2. Einschneidende Änderung des Gravitations-Axiomensystems unter gleichzeitiger Verwendung einer nicht-Euklidischen Geometrie	223
3. Abänderung des Gravitations-Axiomensystems durch Einführung statistischer und dualistischer Gesichtspunkte	225
4. Kausale Erklärungsversuche des Newton'schen Gesetzes	230
5. Zur psychologischen Situation	233
6. Das Inertial-System	234
7. Der Energie-Erhaltungs-Satz und das perpetuum mobile	240

Rückblick und Schluß 248

Personenverzeichnis 252

Sachverzeichnis 255

„Wo faß ich dich, unendliche Natur?“

Goethe, *Faust*

Vorwort

Dieses Buch wendet sich gleichermaßen an den astronomisch oder physikalisch wie an den naturphilosophisch Interessierten; es behandelt die *Fundamental*-Fragen der Astronomie und der Physik, es will diesen Wissenschaften tragfähige Fundamente geben und auf dieser Grundlage eine Reihe berühmter Fragen in wohlbegründeter Weise beantworten. Es will so ein Beitrag zur Bewältigung der seit Beginn unseres Jahrhunderts schwelenden Grundlagenkrise der exakten Naturwissenschaften und der Naturphilosophie sein. Das Buch will vor allem unter Einhaltung strenger geistiger Ordnung jene wenig tragfähigen Brücken über nicht bewältigte Tiefen vermeiden, die durch das Schlagwort „Die Erfahrung lehrt“ gekennzeichnet sind. Es will nicht einfach, wie üblich, z. B. das Wort „Masse“ wie einen deus ex machina erscheinen lassen und so tun, als wüßte jedermann oder wenigstens der Physiker und Astronom, was Masse eigentlich sei oder bedeute. Da dem nämlich nicht so ist, kann auch das Wort „Kraft“, von Kindesbeinen an allen so vertraut, um so weniger aus der bloßen Erlebens-Sphäre in die Naturwissenschaft übernommen werden, als es dort sofort mit jenem deus ex machina „Masse“ unlösbar verknüpft auftritt, nachdem dies viele Jahrhunderte lang *nicht* der Fall gewesen war und man sich trotzdem zu allen Zeiten auf das alltägliche Krafterlebnis berief. Und gar die, wie man meint, so alltägliche „Schwere“ der Körper (gravitas), bis vor wenigen Jahrhunderten das Gegenstück zur „Leichtheit“ (levitas) anderer Körper, wodurch diese „der Erfahrung entsprechend“ nach oben getrieben wurden (eine Vorstellung, die heute aus der Physik vollständig verschwunden ist), hängt im Begriff der Gravitation mit jenem deus ex machina „Masse“ auf eine Art zusammen, welche als ganz besonders geheimnisvoll, rätselhaft, wunderlich und unheimlich empfunden und bezeichnet wird, soweit man sich nicht einfach mit dem schon erwähnten Zauberwort „Die Erfahrung lehrt“ zufriedengibt.

Der Verfasser weiß sehr wohl, daß er mit diesem Buch im Grenzgebiet zweier wissenschaftlicher Welten wandert, welches von Physikern und Astronomen meist ebenso gemieden wird wie von Naturphilosophen; die Physiker und Astronomen bezeichnen den Wanderer im Grenzgebiet als Philosophen, dessen Denken nichts mit der Natur zu tun habe und sie somit wenig oder nichts angehe; dem Philosophen aber sind die physikalisch-astronomischen Fragestellungen und bisherigen Lösungsversuche zu fremd, als daß sie sich mit ihnen auseinandersetzen möchten; sie erklären sich also für unzuständig. Beide Haltungen werden aber diesem Gebiet der strengen geistigen „*Methodik*“ nicht gerecht. Insoweit es sich nämlich dort um Geistiges handelt, kann man es zur Philosophie rechnen, und insoweit es sich um die Erklärung von „Phänomenen“ handelt, muß es zur exakten Naturwissenschaft gezählt werden. Es ist also jene Nahtstelle, in welcher notwendig „das Empirische“ vor das Forum strengen Denkens gestellt wird und seine Ansprüche nüchtern und ohne Vorurteile untersucht werden. Weder die exakten Naturwissenschaften noch die Naturphilosophie werden auf die Dauer darum herumkommen, diesen Dingen wesentlich mehr Aufmerksamkeit zu schenken als bisher und von jenem Schubfach-Denken abzugehen, welches zwischen methodischer Naturphilosophie einerseits und exakter Naturwissenschaft andererseits einen unüberbrückbaren Graben aufgerichtet hat, während in Wahrheit gerade an dieser Grenze die Lösungen der Fundamental-Probleme beider wissenschaftlichen Welten zu finden sind.

Dies zu zeigen ist der Zweck des vorliegenden Buches.

Die *Einleitung* gibt einen Überblick über die Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens bis in die neuere Zeit und wirft erstes Licht auf den Begriff „Masse“ und auf das Newtonsche Gesetz der allgemeinen Gravitation.

Das 1. *Kapitel* versucht vor aller messenden Erfahrung eine Ordnung in das *Denken* zu bringen, welche dann nicht mehr verlassen werden soll. Dabei treten bereits so abgründige Gedankengebilde wie die sog. „Nicht-Euklidischen Geometrien“ ins Blickfeld, sowie die physikalische „Zeit“ und die Möglichkeit ihrer Messung.

Das 2. *Kapitel* versucht von vorneherein eine unangreifbare geistige Ordnung in alles das zu bringen, was man *Bewegung* nennt, und schafft den universellen geistigen Rahmen hierfür im Fundamental-Koordinaten-System.

Das 3. Kapitel erschließt auf der in den vorangegangenen Kapiteln erarbeiteten geistigen Ordnung das bisherige Geheimnis des Gravitationsgesetzes und jenes *deus ex machina* „Masse“. Auch zwei weitere Fundamentalbegriffe alles bisherigen naturwissenschaftlichen Denkens, „Kraft“ und „Trägheit“, erscheinen in einer neuen Bedeutung, die auf die Einzelfragen der nächsten Kapitel in überraschender Weise klärend wirkt.

Die mit diesen *neuen* Begriffsbestimmungen begründete *neue*, „methodische“ Physik ist keine klassische, aber auch keine relativistische Physik im bisherigen Sinne: Denn die letzten Reste des Glaubens an *absolute* Wesenheiten in der Natur, welche auch in der relativistischen Physik noch vorhanden sind, verfallen der Auflösung; Newtons berühmter „Eimerversuch“ verliert seine bisherige Rätselhaftigkeit; die Gravitationsbewegung wird als kraftfreie *Trägheitsbeschleunigung* erkannt, analog, aber entgegen der mittelalterlichen Scholastik, wo die *Ruhe* als ein „Von-selbst-Zustand“, und analog, aber entgegen der klassischen Physik, wo die *gleichförmig-geradlinige* Bewegung als „Von-selbst-Bewegung“ deklariert worden war, beides aber ohne zureichende Begründung. Die Anwendbarkeit des Kraftbegriffes wird in der neuen methodischen Physik auf diejenigen *empirischen* Fälle eingeschränkt, deren Erklärung durch Gravitation allein bis heute nicht gelungen ist.

Im 4. Kapitel werden einige Spezialfrüchte der neuen methodischen Physik geerntet. Die astronomischen Bestimmungen der Massen der Planeten und Monde, die Gezeiten, die Entdeckung des Planeten Neptun durch *Leverrier* (1840) sowie andere Tatsachen und Phänomene der Astronomie erhalten ein neues Gesicht; ganz besonders trifft dies auf die vier Arten unmittelbarer manueller Realisierung von Gravitationsvorgängen zu: Die Waage, der freie Fall, das Experiment von *Cavendish* und die Möglichkeit und Verwirklichung der Astronautik (Welt-Raumfahrt).

Die weit verbreitete Galilei-Legende über die Entdeckung der Fallgesetze wird ebenso berichtigt wie der widerspruchsvolle Begriff der „Schwerelosigkeit“, der heute die astronautische Literatur beherrscht. Neuartige Zusammenhänge zwischen Gravitation und Stoß, Welle und Licht werden sichtbar.

Das 5. Kapitel behandelt schließlich viele Denkbemühungen seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts, die zum Zusammenbruch der klassischen Physik geführt haben und zu immer erneuten und wieder verworfenen Versuchen, an ihrer Stelle ein tragfähiges Gebäude zu errichten.