



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Die logischen Grundlagen der exakten Wissenschaften

Natorp, Paul

Leipzig [u.a.], 1910

§ 5. Die mechanischen Prinzipien. Der Beharrungssatz.

urn:nbn:de:hbz:466:1-35817

änderungen, gesetzmäßig darstellen; empirisch ist mit einem Wort die ganze Aufstellung und die ganze Ausführung der Rechnung, welche die Natur darstellt, sowohl im Großen als vollends in jeder differenzierten und individualisierten Gestalt; *a priori* allein das Erkenntnisgesetz — dessen Vollstreckung dennoch diese ganze empirische Rechnung schließlich nur ist.

§ 5. (*Die mechanischen Prinzipien. Der Beharrungssatz.*) Es läßt sich nun aber noch eine Reihe von Bestimmungen ebenso rein methodischen Sinnes auf dieser selben erkenntnisgesetzlichen Grundlage sicher ableiten. Diese sind in den sogenannten „Prinzipien“ der Mechanik von den großen Forschern auf diesem Gebiet schon lange dem Kerne nach richtig getroffen worden. Aber fast jede ihrer Aufstellungen bedarf doch noch einer erkenntniskritischen Klärung, zu der wir durch die letzten Betrachtungen die feste Basis gewonnen zu haben hoffen.

Die Aufgabe ist, die Methode zu finden, gemäß welcher das im Punkte der Zeit und des Raumes gegenwärtige Reale definierbar wird. Zu definieren ist es, soviel ergab sich schon, als Punkt des Geschehens, und zwar zeit-räumlichen Geschehens; also der Bewegung. Das Reale der Bewegung aber ist zu definieren in einem solchen Etwas, das, obgleich stetiger Veränderung unterliegend, ja nur in dieser Veränderlichkeit selbst bestehend, dennoch und gerade so in der Substanz dieser seiner Veränderlichkeit sich identisch erhalte.

Daß irgendeine Erhaltung des Zustands überhaupt gefordert ist, wofern die Veränderung selbst soll zu Begriff gebracht werden können, wird wohl allgemein anerkannt, obgleich nicht immer in voller Klarheit als erkenntnisgesetzliche Notwendigkeit begriffen. Worin aber diese Erhaltung bestehe, das kann um so mehr als reine Erfahrungssache erscheinen, da die Vorstellungen darüber in der Geschichte

der Wissenschaft (wie oben schon bemerkt wurde) überaus geschwankt haben und bis heute nicht volle Übereinstimmung unter den Forschenden erreicht ist.

Allgemein verlassen zwar ist die dem Absolutismus des natürlichen Denkens zunächstliegende Voraussetzung, daß das im Raum Existierende, abgesehen von äußerer Einwirkung, seinen Ort im Raume beibehalten würde. Aber eben darin, daß diese im schlechten Sinne apriorische, nämlich für einen naiven Standpunkt des Denkens selbstverständlich scheinende Annahme zu keiner brauchbaren Methode der Naturwissenschaft führte und daher verlassen werden mußte, sieht der Empirismus gern den schlagenden Beweis dafür, daß der gegenteiligen, von Galilei ab allmählich durchgedrungenen, von Newton endgültig formulierten Voraussetzung, nach welcher nicht die zu bestimmter Zeit gegebene Ortsbeziehung (wechselseitige Lage und Entfernung) beweglicher Elemente, sondern ihr Bewegungszustand selbst (Ruhe als Bewegung = 0 miteingerechnet) sich zu erhalten strebe, ein Apriori-Charakter ebensowenig zukomme.¹⁾ Wir sagen mehr: die erstere Voraussetzung war nicht bloß *a priori* ebenso möglich, sondern sie war so lange die schlechthin als notwendig gegebene, als die Voraussetzung galt, daß es absolute Orte im Universum überhaupt gibt. Den Alten aber galt eben diese Voraussetzung. Ihnen lag die Erde in der Weltmitte absolut fest und mußten, in Beziehung auf sie als ruhende Bezugsgrundlage, die Bewegungen des Fixsternhimmels sich als ewige, absolut gleichförmige darstellen. Mit diesen Voraussetzungen war nicht wohl eine andere Annahme über den Urfaktor der Bewegungen der Materie vereinbar als die der „Trägheit“ im Sinne absoluter Ortsbehauptung, abgesehen von Änderung des Zustands durch äußere Einwirkung.²⁾ Noch Kopernikus, der zwar die Erde in Be-

1) So (mit vielen anderen) Mach S. 135.

2) Dies bemerkt auch Poincaré, [147] S. 96.

wegung setzte, aber dafür die Sonne und den ganzen Fixsternhimmel zu absolutem Stillstand verurteilte, brauchte diese mechanische Grundannahme nicht zu ändern, konnte sie kaum ändern. Es durfte, es mußte wohl bei ihr bleiben, solange die Vorstellung absoluter Ruhe und Bewegung selbst, die ihre Voraussetzung war, sich aufrechterhalten ließ. Erst seit Galilei die gänzliche Relativität aller Bestimmungen der Zeit, des Raumes und folglich der Bewegung klar begriff, wurde es eben damit unabweislich, die Annahme der Behauptung des Orts, abgesehen von äußerer Einwirkung, zu ersetzen durch die der Beharrung des Bewegungszustandes. Diese Annahme war ebenso notwendig unter der neuen Voraussetzung, daß kein Ort im Universum aus sich bestimmt oder bestimmbar sei, wie jene es unter der gegenteiligen Voraussetzung war. Bei Galilei hatte jener „scharfe Luftzug“ aus der Unendlichkeit, der (nach einem Wort F. A. Langes) mit der Entdeckung des Kopernikus hereingedrungen war, die Wirkung einer tiefen Klärung und Reinigung der mechanischen Grundbegriffe. Seinem geraden Verstande konnte nicht verborgen bleiben, daß mit diesem einzigen Schritt in die Unendlichkeit die ganze Aufgabe der Forschung zur unendlichen geworden war; daß also die Natur fortan mit solchen Hilfsmitteln, nämlich „Suppositionen“, Grundlegungen des Denkens¹⁾, zu bearbeiten sei, die auf einen unendlichen Progreß der Erfahrung von Haus aus berechnet und für ihn zureichend sind. Denn da im Unendlichen der Zeit und des Raumes nichts aus sich bestimmt ist, so war alle Bestimmtheit, die von Objekten der Natur gelten soll, aus den eigenen Mitteln der Erkenntnis erst herzustellen. Dazu aber bedurfte es eben solcher Grundvoraussetzungen, die — wie ja auch die der reinen Mathematik — auf einen Progreß ins Unend-

1) S. darüber besonders de Portu [150] und Cassirer [18], I bes. S. 295f.

liche ihrer ganzen Anlage nach gerichtet und für ihn geschaffen waren. Das erste dieser Konstruktionsstücke aber wurde nun notwendigerweise die geradlinig-gleichförmige Bewegung, die folglich als beharrend auszusprechen war in dem genauen Sinne, daß sie als unveränderlicher Faktor einzusetzen sei in die Rechnungen, welche die Vorgänge in der Natur darstellen sollen.

Dieser logische Grund des Beharrungssatzes liegt der Sache nach bei Galilei klar zutage; in den Formulierungen bleibt er höchstens dadurch einigermaßen verhüllt, daß von Anfang an diese erste Voraussetzung nicht abgetrennt wird von der zweiten, die mit ihr in der Tat in der denkbar engsten Korrelation steht: daß als Änderung des Zustandes eines Realen allein die Geschwindigkeitsänderung, nicht die Ortsveränderung zu denken sei. Es wird also das im Punkte der Zeit und des Raumes vorhandene Reale schon von Galilei gedacht als Bewegung, mit diesen zwei, voneinander untrennbaren Merkmalen: daß sie, abgesehen von der im wechselseitigen Kausalverhältnis zu bestimmenden Änderung, in ungeänderter Richtung und Geschwindigkeit verharrend, ihre Änderung selbst aber gedacht werden müsse als Änderung eben dieses, nach Richtung und Geschwindigkeit bestimmten Bewegungszustandes. Nach diesen Maßgaben waren fortan die Vorgänge in der Natur zu konstruieren, — wofern überhaupt und insoweit es gelingen mochte, sie in theoretischer Konstruktion auszudrücken.

Dieser determinierende Zusatz, der vielleicht nirgends bei Galilei so nackt dasteht, aber der Sache nach seinen Gedanken sicherlich trifft, beseitigt mit einem Schlage die Schwierigkeiten, die man im Beharrungsprinzip gerade in neuerer Zeit hat finden wollen und die einigen scharf und radikal denkenden Forschern so ernst erschienen sind, daß sie nahezu entschlossen waren, mit diesem Prinzip gänzlich zu brechen. Aber das zeigt sich nun sofort als kaum zugänglich. In der Geschwindigkeit und Beschleunigung, in

der Masse, der Bewegungsgröße, der Wirkung und Gegenwirkung, der Arbeit, der Energie, in jedem Begriff oder Satz der Mechanik überhaupt setzt man die Beharrung der Sache nach doch eben voraus und arbeitet mit ihr; dann aber müßte es wie eine Art begrifflicher Unredlichkeit erscheinen, sie nicht auch ausdrücklich als Voraussetzung auszusprechen und an die Spitze zu stellen.

Eines allerdings ist in diesen Untersuchungen¹⁾ sehr klar geworden, und gerade darin möchte ihr eigentlicher Wert zu suchen sein: daß es durchaus mißlingt, einen empirischen Tatbestand aufzuweisen, den das Prinzip der Beharrung ausdrückte. Newton bezog die Beharrung in geradlinig-gleichförmiger Bewegung auf den „absoluten Raum“; damit schien, da ein absoluter Raum empirisch nicht gegeben ist noch je gegeben werden kann, der Sinn dieses „Axioms“ überhaupt unbestimmt und unbestimmbar zu werden. Nachdem dies von C. Neumann (1870) mit Nachdruck ausgesprochen war, sehen wir eine ganze Reihe von Forschern eifrig bemüht, das wahre „Bezugssystem“ zu finden, für welches das Galileische Axiom empirische Gültigkeit habe. Mach [110] zeigt dagegen unwidersprechlich, daß das in dem Axiome (scheinbar oder wirklich) geforderte Absehen von allen übrigen Körpern in der Welt gar nicht ausführbar ist. Er will deshalb die Aussage des Axioms, um sie doch nicht ganz wegwerfen zu müssen, im Sinne einer „hinreichenden Annäherung“ auf die äußeren Körper, nämlich „räumlich auf den Fixsternhimmel, zeitlich auf die Drehung der Erde“ beziehen und die Korrektur oder Verschärfung der so gewonnenen, natürlich nun nicht mehr exakt gültigen Aussage von erweiterter Erfahrung erwarten (236). Damit ist aber implicite schon gesagt, und

1) Neumann (1870), Mach (1872. 83. 88. 97), Streintz (1883), Lange (1885. 86), L. Weber (1891), Johannesson (1896), Stallo (deutsch 1901), Poincaré (deutsch 1904 u. 1906) u. v. a.

es wird an anderer Stelle (231) auch geradezu ausgesprochen, daß die Schwierigkeit im Grunde dieselbe bleibt wie bei der Beziehung auf den absoluten Raum: „In dem einen Fall können wir des absoluten Raumes nicht habhaft werden, in dem andern Fall ist nur eine beschränkte Zahl von Massen unserer Kenntnis zugänglich und die angedeutete Summation also nicht zu vollenden.“ Darüber beruhigt ihn dann die Erwägung, daß dies eben allgemein die Lage unserer Erkenntnis sei; daß auch ihre fundamentalsten Sätze schließlich auf nicht nur unabgeschlossenen, sondern sogar nie vollständig abschließbaren Erfahrungen beruhen. — Hieran ist wertvoll und richtig der Hinweis auf die Unendlichkeit des Prozesses der Erfahrungserkenntnis überhaupt. Aus dieser folgt gewiß, daß der Satz der Beharrung, wenn er überhaupt ein Erfahrungssatz, eine Aussage über wirkliche Vorgänge in der Natur sein soll, nur diese Geltung einer im Fortgange der Erfahrung vielleicht sich verschärfenden, nie aber zu einem wirklichen Abschluß führenden Annäherung beanspruchen kann. Unter dieser Voraussetzung also hat Mach durchaus recht und wird gegen seine Behauptung weder durch Neumanns Hypothese eines absolut ruhenden Körpers im Weltall noch durch die nur künstlicheren Auskunftsmittel von Streintz und Lange etwas ausgerichtet. Jeder Versuch, für das Beharrungsgesetz einen empirischen und doch exakten Sinn zu retten, ist im Grunde nur Rückfall in eben jenen Absolutismus, der — seit Galilei in der Naturwissenschaft überwunden sein sollte.

§ 6. (*Lösung der Schwierigkeit im Beharrungssatz.*) Schärfer geht dem Problem die interessante Untersuchung von Johannesson [86] zuleibe. „Jede gradlinige Bewegung, sofern sie in unser Wahrnehmungsgebiet fallen soll, ist eine Beziehung des Bewegten zu anderen Massen; die Beharrungsbewegung aber schließt solche Beziehung aus; also