

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Gesammelte Werke**

Die Prinzipien der Mechanik

**Hertz, Heinrich**

**Leipzig, 1910**

Vorwort des Verfassers

[urn:nbn:de:bsz:31-288857](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-288857)

## Vorwort des Verfassers.

Alle Physiker sind einstimmig darin, daß es die Aufgabe der Physik sei, die Erscheinungen der Natur auf die einfachen Gesetze der Mechanik zurückzuführen. Welches aber diese einfachen Gesetze sind, darüber herrscht nicht mehr die gleiche Einstimmigkeit. Die meisten verstehen unter jener Bezeichnung wohl schlechthin die NEWTONSchen Gesetze der Bewegung. In Wahrheit aber erhalten diese letzteren Gesetze ihren inneren Sinn und ihre physikalische Bedeutung erst durch den stillen Nebengedanken, daß die Kräfte, von welchen sie reden, einfacher Natur sind und einfache Eigenschaften haben. Was nun aber hier noch einfach und noch zulässig sei und was schon nicht mehr, das steht nicht fest; eben hier ist der Punkt, wo die Berufung auf allgemeine Einstimmigkeit aufhört. Daher sehen wir auch wirklich Meinungsverschiedenheiten entstehen, ob diese oder jene Annahme noch der gewöhnlichen Mechanik entspreche oder ob nicht mehr. Daß hier offene Fragen liegen, tritt freilich nur bei neuen Aufgaben hervor, hier aber als erstes Hindernis der Untersuchung. So ist z. B. der Versuch verfrüht, die Bewegungsgleichungen des Äthers auf die Gesetze der Mechanik zurückführen zu wollen, solange man sich nicht eindeutig darüber verständigt hat, was man mit diesem Namen bezeichnet haben will.

Die Aufgabe, deren Lösung die folgende Untersuchung anstrebt, ist diese, die hier vorhandene Lücke auszufüllen und



eine vollkommen bestimmte Zusammenstellung der Gesetze der Mechanik anzugeben, welche mit dem Stande unserer heutigen Kenntniss verträglich ist, welche nämlich in Beziehung auf den Umfang dieser Kenntniss weder zu eng ist, noch zu weit. Die Zusammenstellung soll nicht zu eng sein, das heißt, es soll keine natürliche Bewegung geben, welche ihren Forderungen nicht gehorcht. Die Zusammenstellung aber soll auch nicht zu weit sein, das heißt, sie soll auch keine Bewegung zulassen, deren Vorkommen in der Natur schon nach dem Stande unserer heutigen Erfahrung ausgeschlossen ist. Ob die Zusammenstellung, welche ich als Lösung dieser Aufgabe im folgenden gebe, die einzig mögliche ist, oder ob es andere, vielleicht bessere mögliche gibt, bleibt dahingestellt. Daß aber die gegebene Zusammenstellung in jeder Hinsicht eine mögliche ist, beweise ich dadurch, daß ich ihre Folgen entwickle und zeige, daß bei voller Entfaltung sie den Inhalt der gewöhnlichen Mechanik aufzunehmen vermag, sofern sich der letztere auf die wirklichen Kräfte und Zusammenhänge der Natur beschränkt und sich nicht als Spielplatz mathematischer Übungsarbeit betrachtet.

Durch diese Entwicklung ist freilich aus einer theoretischen Abhandlung ein Buch geworden, welches eine vollständige Übersicht aller wichtigeren allgemeinen Sätze der Dynamik enthält und welches sogar als ein systematisches Lehrbuch dieser Wissenschaft gelten kann. Zu einer ersten Einführung ist dasselbe freilich aus verschiedenen Gründen nicht wohl geeignet; mit um so mehr Überzeugung aber bietet es sich demjenigen als Führer an, welcher den Inhalt der Mechanik aus der gewöhnlichen Darstellung schon einigermaßen kennt. Einem solchen hofft es einen Standpunkt zeigen zu können, von welchem aus die physikalische Bedeutung, die innere Verwandtschaft und die Tragweite der mechanischen Prinzipien in durchsichtiger Klarheit vor Augen liegt; von welchem aus auch der Begriff der Kraft wie die übrigen mechanischen Grundbegriffe des letzten Restes von Dunkelheit entkleidet erscheinen.

Die Aufgabe, welche sich die vorliegende Untersuchung stellt, ist in verdeckter Weise bereits behandelt und mit einer möglichen Lösung beantwortet durch VON HELMHOLTZ in seiner



Arbeit über das Prinzip der kleinsten Wirkung und in der damit zusammenhängenden Arbeit über cyklische Systeme.<sup>1)</sup> In der ersteren wird die These aufgestellt und vertreten, daß die Mechanik auch dann noch die sämtlichen Vorgänge der Natur zu umfassen vermag, wenn man nicht nur die NEWTONSchen Grundlagen als allgemeingültig betrachtet, sondern auch die besonderen Voraussetzungen, welche neben jenen dem HAMILTONSchen Prinzip zugrunde liegen. In der zweitgenannten Arbeit wird zum erstenmale in allgemeiner Weise Sinn und Bedeutung der verborgenen Bewegungen behandelt. Von jenen Arbeiten ist meine eigene Untersuchung im ganzen und in ihren Teilen wesentlich beeinflußt und abhängig; der Abschnitt über cyklische Systeme ist ihnen fast unmittelbar entnommen. Von der Form abgesehen, bestehen die Abweichungen meiner eigenen Lösung hauptsächlich in zwei Punkten: Einmal suche ich dasjenige von vornherein von den Elementen der Mechanik fern zu halten, was von HELMHOLTZ durch nachträgliche Einschränkung aus der schon entwickelten Mechanik wieder entfernt. Zweitens entferne ich aus der Mechanik in gewissem Sinne weniger, indem ich mich nicht auf das HAMILTONSche Prinzip, noch auf ein anderes Integralprinzip stütze. Die Gründe hierfür und die Folgen hiervon werden aus der Arbeit selbst erhellen.

Ähnliche Gedankenreihen, wie in den von HELMHOLTZschen Arbeiten sind angesponnen in der bedeutenden Abhandlung von J. J. THOMSON über die physikalischen Anwendungen der Dynamik.<sup>2)</sup> Ebenfalls entwickelt hier der Verfasser die Folgen einer Dynamik, welche neben den NEWTONSchen Gesetzen der Bewegung noch weitere, besondere, nicht ausdrücklich ausgesprochene Voraussetzungen zur Grundlage hat. Auch an diese Abhandlung also hätte ich mich anlehnen können; tat-

---

1) H. von HELMHOLTZ, Über die physikalische Bedeutung des Prinzips der kleinsten Wirkung, *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 100, p. 137—166, 213—222, 1887; *Prinzipien der Statik monocyclischer Systeme*, ebenda, 97, p. 111—140, 317—336, 1884.

2) J. J. THOMSON, *On some Applications of Dynamical Principles to Physical Phenomena*, *Philosophical Transactions* 176, II, p. 307—342, 1885.



sächlich war meine eigene Untersuchung schon ziemlich fortgeschritten, als ich jene genauer kennen lernte. Das gleiche darf ich von den in mathematischer Hinsicht verwandten, aber weit älteren Arbeiten von BELTRAMI<sup>1)</sup> und LIPSCHITZ<sup>2)</sup> sagen; doch konnte ich noch reiche Anregung aus denselben schöpfen, ebenso aus der neueren Darstellung, welche DARBOUX<sup>3)</sup> von jenen Arbeiten mit eigenen Zusätzen gegeben hat. Manche mathematische Abhandlungen, welche ich hätte berücksichtigen können und sollen, mögen mir entgangen sein. In allgemeiner Hinsicht verdanke ich sehr viel dem schönen Buche über die Entwicklung der Mechanik von MACH.<sup>4)</sup> Es ist selbstverständlich, daß ich die bekannteren Lehrbücher der allgemeinen Mechanik zu Rate zog, nicht am wenigsten die umfassende Darstellung der Dynamik in dem Lehrbuche von THOMSON und TAIT.<sup>5)</sup> Wertvoll war mir auch das Heft einer Vorlesung über analytische Dynamik von BORCHARDT, welches ich im Winter 1878/79 nachschrieb. Hiermit habe ich die von mir benutzten Quellen genannt; im Texte werde ich nur soviel zitieren, als die Sache selbst es verlangt. Im einzelnen habe ich ja auch nichts vorzutragen, das neu wäre und nicht aus vielen Büchern genommen werden könnte. Was, wie ich hoffe, neu ist, und worauf ich einzig Wert lege, ist die Anordnung und Zusammenstellung des Ganzen, also die logische, oder, wenn man will, die philosophische Seite des Gegenstandes. Meine Arbeit hat ihr Ziel erreicht oder verfehlt, je nachdem in dieser Richtung etwas gewonnen ist oder nicht.

1) BELTRAMI, Sulla teoria generale dei parametri differenziali; Memorie della Reale Accademia di Bologna, 25. Febbrajo 1869.

2) R. LIPSCHITZ, Untersuchung eines Problems der Variationsrechnung, in welchem das Problem der Mechanik enthalten ist. Journal für die reine und angewandte Mathematik, 74, p. 116—149, 1872. Bemerkungen zu dem Prinzip des kleinsten Zwanges. Ebenda, 82, p. 316—342, 1877.

3) G. DARBOUX, Leçons sur la théorie générale des surfaces. Livre V, Chapitres 6, 7, 8. Paris 1889.

4) E. MACH, Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt. Leipzig 1883.

5) W. THOMSON und P. G. TAIT, Handbuch der theoretischen Physik, deutsche Ausgabe von HELMHOLTZ und WERTHEIM, Braunschweig 1871.