Werk

Titel: Die Fiktion in der Mathematik und der Physik

Autor: Müller, Aloys

Ort: Berlin

Jahr: 1917

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0005|log291

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

unerledigten Fragen, deren Beantwortung nur mit ihrer Hilfe möglich ist. Die Frage der Blendung des Auges ist noch ungeklärt, obwohl ihr bei der jetzigen Verwendung immer höherer Temperaturgrade der Lichtquellen und bei der damit verbundenen immer größeren Flächenhelle eine stets zunehmende Bedeutung zukommt. Auch über den Einfluß der nicht sichtbaren Strahlen ist unsere Kenntnis noch unvollständig. Das zeigte sich auch bei Gelegenheit der Ausführungen, die darüber in der Gesellschaft von den Herren *Schanz* und *Voege* gemacht worden sind. Während nach Ansicht des ersteren die meisten modernen Lichtquellen schädliche kurzwellige Strahlen aussenden, vor denen das Auge geschützt werden muß, zeigte der letztere, daß zahlreiche Forscher entgegengesetzter Ansicht sind und einen Schutz des Auges vor ultravioletter Strahlung bei den gewöhnlichen künstlichen Lichtquellen nicht für nötig halten. Dagegen ist nach Herrn *Voeges* Darlegungen häufig die ultrarote Strahlung der modernen Lichtquellen dem Auge schädlich. Die Notwendigkeit der Mitwirkung von Hygienikern in Fragen der Beleuchtung zeigte besonders der erwähnte Vortrag über Fabrikbeleuchtung.

Vielleicht werden mit Hilfe der „Naturwissenschaften" die Wünsche der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft auf Mitarbeit weiteren dazu berufenen Kreisen bekannt und ihrer Erfüllung näher gebracht.

Die Fiktion in der Mathematik und der Physik.

Von Dr. Aloys Müller, Röttgen bei Bonn.

(Schluß.)

4. Ansatz zu einer Theorie der Fiktion.

Gibt es nun überhaupt keine Fiktion in der Mathematik?

Daß hier eine Fiktion im Vaihingerschen Sinne unmöglich ist, haben unsere bisherigen Darlegungen erwiesen. Um die Frage aber endgültig beantworten und um dieselbe Frage für die Physik stellen zu können, müssen wir versuchen, den unklaren Begriff *Vaihingers* durch einen klaren, metaphysikfreien Begriff zu ersetzen, der vor allem im Gebiete der Physik eindeutig ist, d. h. die scharfe Scheidung verwandter Begriffe ermöglicht.

Indem wir unter *Gegenständen* nicht nur die Objekte selbst, sondern auch ihre Eigenschaften und Beziehungen verstehen, zerlegen wir die Gegenstände, mit denen sich die Wissenschaften beschäftigen, in 4 Gruppen:

1. Die realen Gegenstände (z. B. der Physik). Ihre Wirklichkeitsform ist das zeitliche Sein.
2. Die bewußtseinswirklichen Gegenstände (der Psychologie). Ihre Wirklichkeitsform ist das Gegenwärtigsein.
3. Die idealen Gegenstände (z. B. der Mathematik). Ihre Wirklichkeitsform ist das zeitlose Sein, das wir das ideale Sein nennen wollen.
4. Die Wertgegenstände (z. B. der Logik). Ihre Wirklichkeitsform ist das zeitlose Gelten.

Der Unterschied zwischen der ersten und zweiten Gruppe und die Gegenstände dieser Gruppen selber sind nur als phänomenologische Gegebenheiten zu verstehen; von irgend einer Metaphysik steckt nichts darin.

Daß diese Gegenstände in ihrer vierfachen Mannigfaltigkeit existieren oder wirklich sind, läßt sich so wenig „beweisen", wie sich die Existenz des Kölner Domes oder des Weltkrieges „beweisen" läßt. Sie lassen sich nur aufzeigen, vorweisen, erschauen, nach den Grenzen ihrer Bereiche eindeutig bestimmen. Wirklichkeit besitzen sie alle, nur die Form dieser Wirklichkeit ist verschieden, und gerade in ihr liegt das sie charakterisierende und unterscheidende Merkmal. Dieselbe Wissenschaft greift übrigens oft auf verschiedene Gruppen über.

Wir stellen nun folgenden Begriff der Fiktion auf: *Fiktion ist jeder nichtwirkliche Gegenstand, der benutzt werden kann, um die Erkenntnis der Wirklichkeit zu erleichtern.* Dabei ist vor allem zu beachten, daß der Begriff der Wirklichkeit relativ im Sinne der obigen Gruppen gemeint ist, d. h. *ein Merkmal der Fiktivität eines Gegenstandes ist die Nichtwirklichkeit innerhalb des Bereiches, zu dem er als Gegenstand gehört.* Daß die Definition nicht willkürlich, sondern begründet ist, wird sich aus dem Folgenden ergeben.

Zunächst ist jetzt klar, *daß es in der Mathematik keine Fiktionen geben kann.* Denn alle Gegenstände ihres idealen Bereiches, die nicht in sich widersprechend sind, sind wirklich. In sich widersprechende Gegenstände duldet aber die Mathematik nicht und kann sie nicht dulden, weil die Widerspruchslosigkeit eines Gegenstandes für sie geradezu das Kriterium seiner Existenz ist. Ein Beispiel bietet die Geschichte der nichteuklidischen Geometrie. Die ersten Bahnbrecher in dem neuen Land — *Saccheri* und *Lambert* — wollten die Richtigkeit des fünften Euklidischen Postulates dadurch beweisen, daß sie es als falsch annahmen und dann unter den Folgerungen nach Widersprüchen suchten. Sie fanden keine, und diese Widerspruchslosigkeit der neuen Gegenstände war für die späteren Mathematiker der Grund, die Existenz der nichteuklidischen Geometrie zu behaupten.

Es ist leicht, die Fiktionen von den *Hypothesen* zu scheiden. Die Hypothese stellt Gegenstände mit dem Anspruch hin, daß wenigstens ein wenn auch vorläufig noch nicht herausstellbarer Faktor daran wirklich sei. Es soll übrigens hier gar nicht entschieden werden, ob Hypothesen in den Bereichen aller vier Gegenstandsgruppen auftreten können oder ob sich ihr Vorkommen nur auf die beiden ersten beschränkt.

Weniger leicht sind die Fiktionen von den *Idealisierungen* zu trennen (wir brauchen das

Wort „Idealisierung", gerade wie „Fiktion", nicht zur Bezeichnung des Denkprozesses, sondern der Gegenstände). Idealisierungen entstehen in den Fällen, wo die komplizierte Struktur von Gegenständen ein unmittelbares, alle Verhältnisse berücksichtigendes Studium derselben unmöglich macht. Man nimmt dann Vereinfachungen vor, indem man unvollkommene Eigenschaften vollkommen macht oder von Parametern ganz absieht, studiert diese vereinfachten Gegenstände und versucht dann, wenn möglich, durch schrittweises Fallenlassen der vereinfachenden Bedingungen der Wirklichkeit näher zu kommen. Das Resultat, das bei Benutzung von Idealisierungen herauskommt, ist also ebenfalls idealisiert. Man kann danach unter Idealisierungen Gegenstände verstehen, die die Erkenntnis einer der Wirklichkeit mehr oder weniger angenäherten Nichtwirklichkeit geben. Die Fiktionen haben niemals etwas von dem Charakter an sich, daß sie sich durch Änderungen an den Gegenständen der Wirklichkeit nähern können; sie brauchen das nicht, weil die Resultate, die bei ihrer Benutzung herauskommen, nicht idealisiert sind, vorausgesetzt natürlich, daß es sich *nur* um eine Fiktion und nicht *gleichzeitig* auch um eine Idealisierung handelt.

Die *Berechtigung zur Aufstellung eines fiktiven Gegenstandes* kann sehr verschieden begründet sein: Sie kann auf einem Einfall, einer reinen Willkür beruhen (z. B. bei *Helmholtz'* Flächenwesen, *Maxwells* Dämonen), sie kann erfahrungsgemäß grundgelegt sein (z. B. bei *v. Baers* Änderung der subjektiven Zeit)[1]), sie kann aus mathematischen Beziehungen geschöpft werden (z. B. bei der Zusammensetzung und Zerlegung physikalischer Vektoren, wobei allerdings *auch* eine erfahrungsgemäße Grundlage vorhanden sein muß), sie kann sich sogar auf die Sicherheit eines speziellen theoretischen Resultates gründen (z. B. bei dem Resultate, daß man die Masse einer homogenen Kugel im Mittelpunkte vereinigt denken darf).

Das Kriterium, das Fiktion, Hypothese und Idealisierung eindeutig zu unterscheiden gestattet, ist die Als-Ob-Betrachtung. Vaihinger wirft alles, worauf sich die Als-Ob-Betrachtung anwenden läßt, zu den Fiktionen[2]). Daß das nicht richtig sein kann, vermag jede deutliche Hypothese zu lehren. Zum Beispiel war die Bewegung des Uranus so, *als ob* seine Bahn von einem bis dahin unbekannten Himmelskörper gestört würde, die Bewegung des Sirius so, *als ob* er einen Begleiter habe. Es kommt darauf an, wie die Als-Ob-Betrachtung aufzulösen ist. Was besagt sie denn eigentlich in den genannten Fällen? Offenbar dies: *Wenn* die Verhältnisse so liegen, wie der Als-Ob-Satz annimmt, dann sind die betreffenden Erscheinungen verständlich; *ob* sie so oder anders liegen, kann die weitere Forschung ergeben. Man *weiß* also, daß es in diesen Fällen eine Wirklichkeit so, wie man sie sich gedacht hat, oder eine hinsichtlich der betrachteten Wirkung äquivalente Wirklichkeit geben *muß*. Weil das offensichtlich der Charakter aller Hypothesen ist, so liegt eine Hypothese in den Fällen vor, wo die Als-Ob-Betrachtung sich in eine Wenn-Ob-Betrachtung auflösen läßt. Nun gibt es aber auch Fälle, wo der Ob-Satz nicht folgen kann. Zum Beispiel: eine homogene Kugel zieht einen außer ihr gelegenen Punkt so an, als ob ihre Masse im Mittelpunkte vereinigt wäre; ist in einem homogenen Körper ein Hohlraum, so ist die Anziehung auf einen außerhalb gelegenen Punkt so, als ob der massiv gedachte Körper (von der Dichte d) den Punkt anziehe, der Hohlraum (von der Dichte $-d$) ihn abstoße. In solchen Fällen ist der Ob-Satz sinnlos, weil man *weiß*, daß die Wirklichkeit *nicht* so ist, wie der Als-Ob-Satz sie beschreibt. *Diese* Fälle sind diejenigen von Fiktionen. Die Idealisierungen schließlich lassen überhaupt keine Wendung in einen Als-Ob-Satz zu. Es ist *nicht* so, *als ob* es eine mit Masse belegte Linie, eine reibungslose Flüssigkeit, vollkommen elastische Kugeln, ideale Gase, umkehrbare Kreisprozesse gebe. Wohl aber gilt hier die Wenn-Betrachtung: *Wenn* eine Flüssigkeit keine innere Reibung besitzt, dann können Wirbelbewegungen in ihr weder entstehen noch vergehen[1]); *wenn* ein Gas ideal ist, dann folgt es dem Boyle-Mariotteschen Gesetz.

Wir können also jetzt so zusammenfassen: Dann und nur dann liegt eine Hypothese vor, wenn die Als-Ob-Betrachtung sich in eine Wenn-Ob-Betrachtung auflösen läßt.

Dann und nur dann liegt eine Fiktion vor, wenn die Als-Ob-Betrachtung sich nur in eine Wenn-Betrachtung auflösen läßt.

Dann und nur dann liegt eine Idealisierung vor, wenn eine Wenn-Betrachtung, aber keine Als-Ob-Betrachtung möglich ist[2]).

Gehört der Widerspruch zum Begriff der Fiktion? Ein Widerspruch gegen die Wirklichkeit, um den Vaihingerschen Ausdruck zu gebrauchen, ist bei jeder Fiktion notwendig vorhanden, ist aber kein charakteristisches Merkmal; denn er liegt auch bei der Idealisierung vor. Überdies meine ich, von einem Widerspruch gegen die Wirklichkeit (besser gegen die Gesetze der Wirklichkeit oder gegen die Erfahrung) spräche man am besten nur dann, wenn sich sagen läßt: ein Gegenstand *kann* nicht existieren; nicht aber dann, wenn man sich mit der einfachen Konstatierung begnügen muß: er existiert nicht. Unsere

[1]) Vergl. *O. Liebmann*, Zur Analysis der Wirklichkeit [4], Straßburg 1911, S. 100.

[2]) A. a. O. S. 155.

[1]) Ob diese Helmholtzsche Ableitung angreifbar ist, kommt für uns nicht in Betracht.

[2]) Es braucht wohl kaum gesagt zu werden, daß wir die Hypothese und die Idealisierung nur durch den Vergleich mit der Fiktion charakterisieren, nicht aber in ihrem ganzen logischen Wesen darstellen wollen.

Definition und unser Kriterium lassen es offen, ob *ein innerer Widerspruch* bei einem der drei Gebilde möglich ist. Nun können zwar Widersprüche zwischen zwei Gebilden derselben Art offenbar vorliegen, sogar bei Hypothesen. Das ist der Fall, wenn z. B. der eine Forscher zur Ableitung irgendwelcher Erscheinungen die Atome als starr und kugelförmig, der andere als starr und ellipsoidenförmig ansieht. Aber ein innerer Widerspruch bei *demselben* Gebilde scheint mir aus logischen Gründen wenigstens dann unmöglich zu sein, wenn es sich um die Gewinnung und nicht (wie z. B. bei *Faradays* Kraftlinien) um die Darstellung oder Veranschaulichung von Erkenntnis handelt. Ich glaube, daß ein Irrtum nur durch alogische Faktoren denkfördernd werden kann[1]). Ein näheres Eingehen darauf würde uns zu weit von unserem Thema abführen. Jedenfalls ist ersichtlich, daß der „Widerspruch" durchaus kein Kriterium der Fiktion ist, wozu *Vaihinger* ihn machen will.

Damit hängt die weitere Frage zusammen, ob die Fiktion *ausschließlich ein Mittel* der Erkenntnis ist. Auch diese Charakterisierung *Vaihingers*[2]) trifft nicht *immer* zu. Daß es Fälle gibt, wo die Fiktion *auch* ein Resultat, eine Erkenntnis bedeutet, kann das schon einmal angezogene Beispiel der Gravitationswirkung einer homogenen Kugel auf einen außerhalb gelegenen Punkt zeigen. Wir gehen sogar noch weiter und sagen, daß die Fiktion wenigstens dann eine Erkenntnis bedeuten *muß*, wenn jene Korrektion *Vaihingers*, von der wir früher sprachen, nicht eintritt, und das ist sehr oft, wenn nicht meistens der Fall (vergl. das vorstehende Beispiel oder die Zusammensetzung von Vektoren). Nimmt man das nicht an, so stellt man damit die Möglichkeit auf, aus einer unrichtigen Beziehung auf richtigem Wege richtige Resultate ableiten zu können. In eine derartige Logik hinein wird wohl niemand folgen wollen, vielleicht *Vaihinger* auch nicht; und doch hat er sie implicite. Ich habe vorhin schon erwähnt, daß mir die Wahrheitstheorie noch eine weitere Folgerung zu erlauben scheint, nämlich die, daß *jede* Fiktion, die in einem Urteil ausgedrückt wird, auch eine Erkenntnis, d. h. richtig sein muß.

Wir haben uns bisher nur mit dem *wissenschaftlichen* Begriff der Fiktion befaßt. Die Untersuchung, ob und wie der Begriff weiter auszubauen ist, liegt außerhalb unseres Gesichtskreises.

5. *Die Fiktion in der Physik.*

Aus unseren theoretischen Überlegungen ergibt sich schon, daß Fiktionen in der Physik existieren können, und wir haben auch schon mehrere Beispiele kennen gelernt. Deshalb beschränken wir uns in diesem Abschnitt hauptsächlich darauf, unrichtige Charakterisierungen *Vaihingers* abzuweisen und ungenaue zurechtzurücken.

Das *Atom* ist ihm eine Fiktion; es ist „eine Modifikation des allgemeinen Begriffes der Materie und verhält sich zu ihr selbst wie die Differentialfiktion zu der Fiktion einer Länge der Kurven überhaupt; die Materie wird als aus *unendlich kleinen Teilen* bestehend betrachtet"[1]). Aber das ist der Atombegriff der Physik und Chemie *nicht*, sondern nur der *einiger* Philosophen. Es hat also gar keinen Zweck, mit *Vaihinger* sich *darüber* auseinanderzusetzen. Man mag bis vor nicht langer Zeit noch mit einigem Rechte das Atom in der Physik nur als ein Bild, ein Gerüst, eine Arbeitshypothese angesehen haben (trotzdem das, wie wir hörten, vom allgemein logischen Standpunkte aus angreifbar ist). Die moderne Physik aber hat ein großes neues, experimentelles und theoretisches Material zur Verfügung, das zur Anerkennung einer wirklichen Unterlage der Mikrostrukturlehre der Materie zwingt, sie also mindestens als Hypothese sichert. Das alles ist unserem Philosophen, der mehrere Kapitel über das Atom schreibt, so gleichgültig, daß er nicht mit einem einzigen Worte darauf zu sprechen kommt. Mit der Pietät gegen die ursprüngliche Fassung des Manuskriptes, das in seinen systematischen Teilen aus den Jahren 1876 bis 1878 stammt[2]), läßt sich ein solches Verfahren nicht mehr entschuldigen.

In den Ausführungen über die *Kraft* scheidet *Vaihinger* nicht zwischen Philosophie und Physik und nicht zwischen dem wissenschaftlichen Begriff der Physik und populären Vorstellungen. Er sagt zwar ganz richtig[3]), die Gravitationskraft sei „nur ein zusammenfassender Ausdruck für die gesetzlichen Phänomene", sieht aber anderswo[4]) in der Kraft ein Gebilde, das „in der Phantasie eingeschoben" wird und die „Vorstellungsweise" erleichtert. In Wahrheit ist die Kraft für die Physik ein Ordnungsbegriff, ein Hilfsbegriff zur Klassifikation von Tatsachen, also keine Fiktion. Sie wird zu einer Fiktion, wo sie von laienhafter Vorstellung innerhalb der physikalischen Gegenstände als ein Etwas angesehen wird, das in dem Körper liegt und von der gleichen Realität wie er ist. Allerdings fehlt dabei ein durchschnittliches Merkmal der Fiktion, nämlich das Bewußtsein der Fiktivität.

Bei dem *Schwerpunkt*, den er „Gravitätszentrum" nennt[5]) und über den er ungenaue und unrichtige Angaben macht (man vergleiche sie mit dem Folgenden), liegen die Verhältnisse weit verwickelter, als *Vaihinger* sie sich denkt. Um hineinblicken zu können, haben wir erst genaue Definitionen nötig. Wir definieren einen Punkt

[1]) Vergl. *Aloys Müller*, Wahrheit und Wirklichkeit. Bonn 1913, S. 40 ff.
[2]) A. a. O. S. 149.
[1]) A. a. O. S. 102.
[2]) A. a. O. S. V.
[3]) A. a. O. S. 50.
[4]) A. a. O. S. 413.
[5]) A. a. O. S. 457.

eines mechanischen Systems so, daß seine Beschleunigung, mit der Masse m des Systems multipliziert, gleich der Summe der äußeren Kräfte ist, und nennen ihn Massenmittelpunkt. Der Begriff ist rein kinematisch und gilt für jedes System. In all den Fällen, wo es auf die Bewegung des Systems relativ zu diesem Punkte nicht ankommt, können wir also so rechnen, als ob alle äußeren Kräfte im Massenmittelpunkt mit der Masse m angriffen. Bei einem starren Körper im Schwerefeld können wir einen zweiten Punkt, den Schwerpunkt, definieren, in dem die Resultante der Schwerkräfte angreift. Ist das Kraftfeld homogen, so fällt der Schwerpunkt mit dem Massenmittelpunkt zusammen. Da man für nicht zu große Objekte der Erdoberfläche das Kraftfeld als homogen ansehen kann, liegt dieser Fall hier mit genügender Annäherung vor, so daß man praktisch den Schwerpunkt mit der Masse m so betrachten darf, als ob alle äußeren Kräfte in ihm angriffen. Soweit nun in dieser Überlegung von Resultanten und von der Ersetzung des Systems durch den Massenmittelpunkt die Rede ist, liegen Fiktionen vor. Bei der Betrachtung des inhomogenen Kraftfeldes der Erde als homogen haben wir eine Idealisierung. In dem letzten Als-Ob-Satz steckt eine eigenartige Durchdringung von Fiktion und Idealisierung; die Als-Ob-Betrachtung ist hier nur möglich, weil die Idealisierung der Wirklichkeit so nahe kommt, daß die Anwendung der Fiktion gestattet ist.

Daß eine *homogene Kugel* in einem äußeren Punkte dasselbe Potential erzeugt, wie wenn ihre Masse im Mittelpunkt konzentriert wäre[1]), ist eine Fiktion innerhalb einer Idealisierung.

Die *Magnetpole*[2]) sind Fiktionen, und zwar, wie *Vaihinger* selber nach *Jevons* in nicht gerade glücklicher Ausdrucksweise andeutet, auf Grund des allgemeinen Prinzips der Zusammensetzung von Kräften.

Fundamentalpunkte auf Skalen, Anfangspunkte von Koordinaten, Parameterwerte als Maßeinheiten u. a.[3]) sind keine Fiktionen, sondern auf der Relativität der Messung beruhende willkürliche, aber konventionelle Festsetzungen. Welchem vernünftigen Menschen fällt es ein zu sagen: es ist so oder wir tun so, als ob die Temperatur des schmelzenden Eises Null sei?[4]) Das ist auch gar nicht der physikalische Sinn dieser Beziehung. Das schmelzende Eis hat eine bestimmte Temperatur. Wir ordnen dieser Temperatur die Zahl 0 zu. Damit ist so wenig ein nichtwirklicher Gegenstand aufgestellt, wie es damals geschah, als *Vaihinger* den Vornamen Hans erhielt.

[1]) A. a. O. S. 458.
[2]) A. a. O. S. 459.
[3]) A. a. O. S. 470.
[4]) Das erinnert an jene berüchtigte kritische Bemerkung aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts, es sei doch nicht sicher, daß der neuentdeckte Stern „wirklich" der Neptun sei.

Der *absolute Raum* ist ihm der Musterfall einer echten Fiktion[1]). „Wie kann der reine Raum, der doch das Nichts ist (!), noch die Eigenschaft der Unbeweglichkeit erhalten, die nicht aus der sinnlichen und trügerischen Anschauung stammt?"[2]) Nun ist heute auf dem Boden des Relativitätsprinzips jedenfalls sicher, daß der absolute Raum in keiner Form für die Physik von Bedeutung ist (vorausgesetzt, daß man die Verbindung zwischen dem Prinzip und der nichteuklidischen Maßbestimmung nicht für notwendig erachtet). Aber deshalb kann er doch Wert für die logische Grundlegung der Physik besitzen. Eine genauere Untersuchung zeigt, daß er in einem bestimmten Sinne ein von der Vollständigkeit und Widerspruchslosigkeit der logischen Grundlagen verlangtes Postulat ist, also, wenn man will, der Grenzfall einer Hypothese. Von diesen komplizierten und schwierigen Dingen wissen die breiten Ausführungen *Vaihingers* nichts; vor allem werden sie der mathematisch-physikalischen Seite des Problems gar nicht gerecht. *Vaihinger* scheidet, was nicht zu scheiden ist (z. B. das Problem der absoluten Bewegung von dem des absoluten Raumes), und fügt ineinander, was auseinanderzuhalten ist (z. B. mathematische, physikalische und metaphysische Dinge). Da ich zum Beweise auf meine ausführliche Darstellung verweisen kann[3]), mögen diese Andeutungen hier genügen.

Vaihingers Beispiele betreffen also größtenteils keine Fiktionen, während er die wohl verbreitetste physikalische Fiktion, nämlich *die Zusammensetzung und Zerlegung von Vektoren*, soviel ich mich erinnere, niemals ausdrücklich nennt, höchstens könnte man eine teilweise Andeutung davon in dem unglücklichen Ausdruck[4]) finden, daß „ein Bündel oder eine Reihe zusammengehöriger Kräftebeziehungen in einem idealen Durchschnittspunkte vereinigt gedacht wird" (kurz darauf[5]) nach *Jevons* etwas besser). —

Im allgemeinen läßt sich sagen, *daß die Fiktionen, vor allem die Zusammensetzung und Zerlegung von Vektoren, in der Physik eine große Wichtigkeit besitzen, daß aber daneben die Hypothesen und Idealisierungen eine wenigstens so bedeutende Rolle spielen.* Sieht man von den unmittelbaren Folgerungen aus Axiomen, Prinzipien, Definitionen oder wie man es nennen will, ab, so wird in der Regel keine theoretische Ableitung ohne Hypothese und Idealisierung möglich sein. Die wirklichen Verhältnisse sind uns zu wenig bekannt, als daß wir ohne Hypothesen auskommen könnten, und sind so kompliziert, daß Vereinfachungen der Probleme, schon aus mathema-

[1]) A. a. O. S. 108, 461 ff., 471 ff.
[2]) A. a. O. S. 498.
[3]) *Aloys Müller*, Das Problem des absoluten Raumes und seine Beziehung zum allgemeinen Raumproblem („Die Wissenschaft" Bd. 39). Braunschweig 1911.
[4]) A. a. O. S. 456 f.
[5]) A. a. O. S. 458.