

Die Tatsachen in der Wahrnehmung¹

Hochgeehrte Versammlung!

Wir feiern das Stiftungsfest unserer Universität an dem Jahrestage der Geburt ihres Stifters, des vielgeprüften Königs *Friedrich Wilhelm III.*² Das Jahr dieser Stiftung 1810 fiel in die Zeit der größten äußeren Bedrängnis unseres Staates; ein erheblicher Teil des Gebietes war verloren, das Land durch den vorangegangenen Krieg und die feindliche Besetzung erschöpft; der kriegerische Stolz, der ihm aus den Zeiten des großen Kurfürsten und des großen Königs geblieben, war tief gedemütigt. Und doch erscheint uns jetzt, wenn wir rückwärts blicken, dieselbe Zeit so reich an Gütern geistiger Art, an Begeisterung, Energie, idealen Hoffnungen und schöpferischen Gedanken, daß wir trotz der verhältnismäßig glänzenden äußeren Lage, in der heute Staat und Nation sich befinden, fast mit Neid auf jene Periode zurücksehen möchten. Daß der König in der bedrängten Lage vor anderen materiellen Anforderungen zunächst an die Gründung der Universität dachte, daß er dann Thron und Leben auf das Spiel setzte, um sich der entschlossenen Begeisterung der Nation im Kampfe gegen den Überwinder anzuvertrauen, zeigt, wie tief auch bei ihm, dem schlichten, lebhaften Gefühlsäußerungen abgeneigten Manne, das Vertrauen auf die geistigen Kräfte seines Volkes wirkte.

Eine stattliche Reihe ruhmwürdiger Namen hatte Deutschland damals in der Kunst wie in der Wissenschaft aufzuweisen, Namen, deren Träger in der Geschichte

menschlicher Geistesbildung zum Teil zu den Ersten aller Zeiten und Völker zu zählen sind.

Es lebte *Goethe* und lebte *Beethoven*; *Schiller*, *Kant*, *Herder* und *Haydn* hatten noch die ersten Jahre des Jahrhunderts erlebt. *Wilhelm von Humboldt* entwarf die neue Wissenschaft der vergleichenden Sprachkunde, *Nichuh*, *Fr. Aug. Wolf*, *Savigny* lehrten alte Geschichte, Poesie und Recht mit lebendigem Verständnis durchdringen, *Schleiermacher* suchte den geistigen Inhalt der Religion tief Sinnig zu erfassen und *Joh. Gottlieb Fichte*, der zweite Rektor unserer Universität, der gewaltige unerschrockene Redner, riß seine Zuhörerschaft fort durch den Strom seiner sittlichen Begeisterung und den kühnen Gedankenflug seines Idealismus.

Selbst die Abirrungen dieser Sinnesweise, die sich in den leicht erkennbaren Schwächen der Romantik aussprechen, haben etwas Anziehendes den trocken rechnenden Egoismus gegenüber. Man bewunderte sich selbst in den schönen Gefühlen, in denen man zu schweigen wußte; man suchte die Kunst, solche Gefühle zu haben, auszubilden; man glaubte, die Phantasie um so mehr als schöpferische Kraft bewundern zu dürfen, je mehr sie sich von den Regeln des Verstandes losgemacht hatte. Darin steckte viel Eitelkeit, aber immerhin war es eine Eitelkeit, die für hohe Ideale schwärmte.

Die Älteren unter uns haben noch die Männer jener Periode gekannt, die einst als die ersten Freiwilligen in das Heer traten, stets bereit, sich in die Erörterung metaphysischer Probleme zu versenken, wohlbelesen in den Werken der großen Dichter Deutschlands, noch glühend von Zorn, wenn vom ersten *Napoleon*, von Begeisterung und Stolz, wenn von den Taten des Befreiungskrieges die Rede war.³

Wie ist es anders geworden! Das mögen wir wohl erstauamt ausrufen in einer Zeit, wo sich die zynische Verachtung aller idealen Güter des Menschengeschlechtes auf den Straßen und in der Presse breitmacht und in zweischnaublichen Verbrechen gegipfelt hat, welche das Haupt unseres Kaisers offenbar nur deshalb zu ihrem Ziele wählten, weil in ihm sich alles vereinigte, was die Mensch-

heit bisher als würdig der Verehrung und der Dankbarkeit betrachtet hat.⁴

Fast mit Mühe müssen wir uns daran erinnern, daß erst acht Jahre verflossen sind seit der großen Stunde, wo alle Stände unseres Volkes auf den Ruf desselben Monarchen ohne Zaudern, voll opferfreudiger und begerister Vaterlandsliebe in einen gefährlichen Krieg zogen gegen einen Gegner, dessen Macht und Tapferkeit uns nicht unbekannt war. Fast mit Mühe müssen wir des breiten Spielraums gedenken, den die politischen und humanen Bestrebungen, auch den ärmeren Ständen unseres Volkes ein sorgentfreieres und menschenwürdigeres Dasein zu bereiten, in der Tätigkeit und in den Gedanken der gebildeten Klassen eingenommen haben, daran denken, wie sehr ihr Los in materielle und rechtliche Beziehung wirklich gebessert ist.⁵

Es scheint die Art der Menschheit einmal zu sein, daß neben viel Licht immer viel Schatten zu finden ist: politische Freiheit gibt zunächst den gemeinen Motiven mehr Schrankenlosigkeit sich zu zeigen und sich energiegelicht Mut zu machen, so lange ihnen nicht eine zu energielichtem Widerspruch gerüstete öffentliche Meinung gegenübersteht. Auch in den Jahren vor dem Befreiungskriege, übersteht. Auch in den Jahren vor dem Befreiungskriege, als *Fichte* seinem Zeitalter Bußpredigten hielt, fehlten diese Elemente nicht. Er schildert Zustände und Gesinnungen als herrschend, die an die schlimmsten unserer Zeit erinnern. „Das gegenwärtige Zeitalter stellt in seinem Grundprinzip sich hin hochmütlich herabsehend auf diejenigen, die durch einen Traum von Tugend sich Genüsse entwenden lassen, und seiner sich freuend, daß es über solche Dinge hinweg sei, und in dieser Weise sich nichts aufbinden lasse.“⁶ Die einzige Freude, die über das rein Sinnliche hinausgehe, welche den Repräsentanten des Zeitalters bekannt sei, nennt er „das Laben an der eigenen Pfiffigkeit“. Und doch bereitete sich in dieser selben Zeit ein mächtiger Aufschwung vor, der zu den ruhmreichsten Ereignissen unserer Geschichte gehört.

Wenn wir also unsere Zeit auch nicht für hoffnungslos verloren zu halten brauchen, so dürfen wir uns doch nicht allzu leichtfertig mit dem Troste beruhigen, daß es in

anderen Zeiten eben nicht besser war als jetzt. Immerhin ist es ratsam, daß bei so bedenklichen Vorgängen ein jeder in dem Kreise, in dem er zu arbeiten hat und den er kennt, Umschau halte, wie es mit der Arbeit für die ewigen Ziele der Menschheit bestellt ist, ob sie im Auge gehalten werden, ob man sich ihnen genähert habe. Im Jugendzeitalter unserer Universität war auch die Wissenschaft jugendlich kühn und hoffnungskräftig, ihr Auge war vorzugsweise den höchsten Zielen zugewendet. Wenn diese auch nicht so leicht zu erreichen waren, wie jene Generation hoffte, wenn sich auch zeigte, daß weitläufige Einzelarbeit den Weg dahin vorbereiten mußte, und somit durch die Natur der Aufgaben selbst zunächst eine andere weniger enthusiastische, weniger unmittelbar den idealen Zielen zugewendete Art der Arbeit gefordert wurde, so wäre es doch zweifellos ein Verderben, wenn unsere Generation über den untergeordneten und praktisch nützlichen Aufgaben die ewigen Ideale der Menschheit aus dem Auge verloren haben sollte.

Das Grundproblem, welches jene Zeit an den Anfang aller Wissenschaft stellte, war das der Erkenntnistheorie: „Was ist Wahrheit in unserem Anschauen und Denken? In welchem Sinne entsprechen unsere Vorstellungen der Wirklichkeit?“ Auf dieses Problem stoßen Philosophie und Naturwissenschaft von zwei entgegengesetzten Seiten; es ist eine gemeinsame Aufgabe beider. Die erstere, welche die geistige Seite betrachtet, sucht aus unserem Wissen und Vorstellen auszuscheiden, was aus den Einwirkungen der Körperwelt herrührt, um rein hinzustellen, was der eigenen Tätigkeit des Geistes angehört. Die Naturwissenschaft im Gegenteil sucht abzuschneiden, was Definition, Bezeichnung, Vorstellungsform, Hypothese ist, um rein übrig zu behalten, was der Welt der Wirklichkeit angehört, deren Gesetze sie sucht. Beide suchen dieselbe Scheidung zu vollziehen, wenn auch jede für einen anderen Teil des Geschiedenen interessiert ist. In der Theorie der Sinneswahrnehmungen und in den Untersuchungen über die Grundprinzipien der Geometrie, Mechanik, Physik kann auch der Naturforscher diesen Fragen nicht aus dem Wege gehen. Da meine eigenen Arbeiten vielfach in beide Ge-

bierte eingetreten sind, so will ich versuchen, Ihnen einen Überblick von dem zu geben, was von seiten der Naturforschung in dieser Richtung getan ist. Natürlich sind schließlich die Gesetze des Denkens bei den naturforschenden Menschen keine anderen als bei den philosophierenden. In allen Fällen, wo die Tatsachen der täglichen Erfahrung, deren Fülle doch schon sehr groß ist, einen Erfahrung, deren Fülle doch schon sehr groß ist, hinreichen, um einem scharfsinnigen Denker von unbefangenen Wahrheitsgefühl einigermassen genügendes Material für ein richtiges Urteil zu geben, muß der Naturforscher sich damit begnügen, anzuerkennen, daß die methodisch vollendete Sammlung der Erfahrungstatsachen das früher gewonnene Resultat einfach bestätigt. Aber es kommen auch gegenteilige Fälle vor. Dies als Entschuldigung dafür — wenn es entschuldigt werden muß —, daß im Folgenden nicht überall neue, sondern großenteils längst gegebene Antworten auf die betreffenden Fragen wiedergegeben werden. Oft genug gewinnt ja auch ein alter Begriff, an neuen Tatsachen gemessen, eine lebhaftere Beleuchtung und ein neues Ansehen.

Kurz vor dem Beginn des neuen Jahrhunderts hatte *Kant* die Lehre von den vor aller Erfahrung gegebenen oder, wie er sie deshalb nannte, „*transzendentalen*“ Formen des Anschauens und Denkens ausgebildet, in welche aller Inhalt unseres Vorstellens notwendig aufgenommen werden muß, wenn er zur Vorstellung werden soll. Für die Qualitäten der Empfindung hatte schon *Locke* den Anteil geltend gemacht, den unsere körperliche und geistige Organisation an der Art hat, wie die Dinge uns erscheinen. In dieser Richtung nun haben die Untersuchungen über die Physiologie der Sinne, welche namentlich *Johannes Müller* vervollständigte, kritisch sichtete und dann in das Gesetz von den *spezifischen Energien der Sinnesnerven* zusammenfaßte, die vollste Bestätigung; man kann fast sagen, in einem unerwarteten Grade, gebracht und dadurch zugleich das Wesen und die Bedeutung einer solchen von vornherein gegebenen, subjektiven Form des Empfindens in sehr entscheidender und greifbarer Weise dargelegt und anschaulich gemacht. Dieses Thema ist schon oft besprochen worden; ich kann mich deshalb heute

darüber kurz fassen. Zwischen den Sinnesempfindungen verschiedener Art kommen zwei verschiedene Grade des Unterschieds vor. Der am tiefsten eingreifende ist der Unterschied zwischen Empfindungen, die verschiedenen Sinnen angehören, wie zwischen blau, süß, warm, höch-
 tönend; ich habe mir erlaubt, diesen als Unterschied in der *Modalität* der Empfindung zu bezeichnen. Er ist so ein-
 greifend, daß er jeden Übergang von einem zum anderen, jedes Verhältnis größerer oder geringerer Ähnlichkeit aus-
 schließt. Ob z. B. Süß dem Blau oder Rot ähnlicher sei, kann man gar nicht fragen. Die *zweite* Art des Unterschieds dagegen, die minder eingreifende, ist die zwischen ver-
 schiedenen Empfindungen desselben Sinnes; ich beschränke auf ihn die Bezeichnung eines Unterschiedes der *Qualität*. *Fichte* faßt diese Qualitäten je eines Sinnes zusammen als Qualitätskreis und bezeichnet, was ich eben Unter-
 schied der Modalität nannte, als *Unterschied der Quali-
 tätenskreise*.⁷ Innerhalb jedes solchen Kreises ist Übergang und Vergleichung möglich. Von Blau können wir durch
 Violett und Karminrot in Scharlachrot übergehen und
 z. B. aussagen, daß Gelb dem Orangerot ähnlicher sei
 als dem Blau. Die physiologischen Untersuchungen lehren
 nun, daß jener tief eingreifende Unterschied ganz und
 gar nicht abhängt von der Art des äußeren Eindrucks,
 durch den die Empfindung erregt ist, sondern ganz
 allein und ausschließlich bestimmt wird durch den Sinnes-
 nerven, der von dem Eindrücke getroffen worden ist.
 Erregung des Sehnerven erzeugt nur Lichtempfindun-
 gen, gleichviel ob er nun von objektivem Licht, d. h.
 von Ätherschwingungen, getroffen werde oder von
 elektrischen Strömen, die man durch das Auge leitet,
 oder von Druck auf den Augapfel, oder von Zerrung
 des Nervenstammes bei schneller Bewegung des Blickes.
 Die Empfindung, die bei den letzteren Einwirkungen ent-
 steht, ist der des objektiven Lichtes so ähnlich, daß man
 lange Zeit an eine wirkliche Lichtentwicklung im
 Auge geglaubt hat. *Johannes Müller* zeigte, daß
 eine solche durchaus nicht stattfindet, daß eben nur die
 Empfindung des Lichtes da sei, weil der Sehnerv erregt
 werde.

Wie nun einerseits jeder Sinnesnerv, durch die mannig-
 fachsten Einwirkungen erregt, immer nur Empfindungen
 aus dem ihm eigentümlichen Qualitätskreise gibt; so
 erzeugen andererseits dieselben äußeren Einwirkungen,
 wenn sie verschiedene Sinnesnerven treffen, die verschieden-
 artigsten Empfindungen, diese immer entnommen aus dem
 Qualitätskreise des betreffenden Nerven. Dieselben Äther-
 schwingungen, welche das Auge als Licht fühlt, fühlt die
 Haut als Wärme. Dieselben Luftschwingungen, welche
 das Ohr als Ton hören, fühlt die Haut als Schwirren, fühlt das
 Eindrücke so
 die Haut als Schwirren, fühlt das Eindrücke so
 ist wiederum die Verschiedenartigkeit der Vorstellungen,
 groß, daß die Physiker sich bei der Vorstellung, Agentien,
 die so verschieden erscheinen wie Licht und strahlende
 Wärme, seien gleichartig und zum Teil identisch, erst be-
 ruhigten, nachdem durch mühsame Experimentalanter-
 suchungen nach allen Richtungen hin die vollständige
 Gleichartigkeit ihres physikalischen Verhaltens festgestellt
 war.

Aber auch innerhalb des Qualitätskreises jedes ein-
 zelnen Sinnes, wo die Art des einwirkenden Objektes die
 Qualität der erzeugten Empfindung wenigstens mit-
 bestimmt, kommen noch die unerwartetsten Inkongruenzen
 vor. Lehrreich ist in dieser Beziehung die Vergleichung von
 Auge und Ohr, da die Objekte beider, Licht und Schall,
 schwingende Bewegungen sind, die je nach der Schnellig-
 keit ihrer Schwingungen verschiedene Empfindungen
 erregen, im Auge verschiedener Farben, im Ohr ver-
 schiedener Tonhöhen. Wenn wir uns zur größeren Über-
 sichtlichkeit erlauben, die Schwingungsverhältnisse des
 Lichtes mit den Namen der durch entsprechende Ton-
 schwingungen gebildeten musikalischen Intervalle zu
 bezeichnen, so ergibt sich folgendes: Das Ohr empfindet
 etwa 10 Oktaven verschiedener Töne, das Auge nur eine
 Sexte, obgleich die jenseits dieser Grenzen liegenden
 Schwingungen beim Schall wie beim Lichte vorkommen
 und physikalisch nachgewiesen werden können. Das Auge
 hat nur drei voneinander verschiedene Grundempfindungen
 in seiner kurzen Skala, aus denen sich alle seine Qualitäten
 durch Addition zusammensetzen, nämlich Rot, Grün,
 Blauviolett. Diese mischen sich in der Empfindung, ohne

sich zu stören. Das Ohr dagegen unterscheidet eine ungeheure Zahl von Tönen verschiedener Höhe. Kein Akkord klingt gleich einem anderen Akkorde, der aus anderen Tönen zusammengesetzt ist, während doch beim Auge gerade das Analoge der Fall ist; denn gleich aussehendes Weiß kann hervorgebracht werden durch Rot und Grünblau des Spektrum, durch Gelb und Ultramarinblau, durch Grün gelb und Violett, durch Grün, Rot und Violett oder durch je zwei, drei oder alle diese Mischungen zusammen. Wären im Ohre die Verhältnisse die gleichen, so wäre gleichtönend der Zusammenklang C und F mit D und G, mit E und A, oder mit C, D, E, F, G, A usw. Und, was in bezug auf die objektive Bedeutung der Farbe bemerkenswert ist: Außer der Wirkung auf das Auge hat noch keine einzige physikalische Beziehung aufgefunden werden können, in der gleich aussehendes Licht regelmäßig gleichwertig wäre. Endlich hängt die ganze Grundlage der musikalischen Wirkung der Konsonanz und Dissonanz von dem eigentümlichen Phänomen der Schwebungen ab. Diese beruhen auf einem schnellen Wechsel in der Intensität des Tones, welcher dadurch entsteht, daß zwei nahe gleich hohe Töne abwechselnd mit gleichen und entgegengesetzten Phasen zusammenwirken und demgemäß bald starke, bald schwache Schwingungen der mitschwingenden Körper erregen. Das physikalische Phänomen würde beim Zusammenwirken zweier Lichtwellenzüge ganz ebenso vorkommen können wie beim Zusammenwirken zweier Tonwellenzüge. Aber der Nerv muß erstens fähig sein, von beiden Wellenzügen affiziert zu werden, und zweitens muß er dem Wechsel von starker und schwacher Intensität schnell genug folgen können. In letzterer Beziehung ist der Gehörnerv dem Sehnerven erheblich überlegen. Gleichzeitig ist jede Faser des Hörnerven nur für Töne aus einem engen Intervall der Skala empfindlich, so daß nur ganz nahe gelegene Töne in ihr überhaupt zusammen wirken können, weit voneinander entfernte nicht oder nicht un mittelbar. Wenn sie es tun, so rührt dies von begleitenden Obertönen oder Kombinationstönen her. Daher tritt beim Ohr dieser Unterschied von schwirrendem und nichtschwirrendem Intervalle, d. h. von Konsonanz und Disso-

nanz ein. Jede Sehnervenfasern dagegen empfindet durch das ganze Spektrum, wenn auch verschieden stark in verschiedenen Teilen. Könnte der Sehnerv überhaupt den ungeheuer schnellen Schwebungen der Lichtoszillationen in der Empfindung folgen, so würde jede Mischfarbe als Dissonanz wirken.

Sie sehen, wie alle diese Unterschiede in der Wirkungsweise von Licht und Ton bedingt sind durch die Art, wie der Nervenapparat gegen sie reagiert.

Unsere Empfindungen sind eben Wirkungen, welche durch äußere Ursachen in unseren Organen hervorgerufen werden, und wie eine solche Wirkung sich äußert, hängt natürlich ganz wesentlich von der Art des Apparates ab, auf den gewirkt wird. Insofern die Qualität unserer Empfindung uns von der Eigentümlichkeit der äußeren Einwirkung, durch welche sie erregt ist, eine Nachricht gibt, kann sie als ein *Zeichen* derselben gelten, aber nicht als ein *Abbild*. Denn vom Bilde verlangt man irgendeine Art der Gleichheit mit dem abgebildeten Gegenstande, von einer Statue Gleichheit der Form, von einer Zeichnung Gleichheit der perspektivischen Projektion im Gesichtsfelde, von einem Gemälde auch noch Gleichheit der Farben. Ein Zeichen aber braucht gar keine Art der Ähnlichkeit mit dem zu haben, dessen Zeichen es ist. Die Beziehung zwischen beiden beschränkt sich darauf, daß das gleiche Objekt, unter gleichen Umständen zur Einwirkung kommend, das gleiche Zeichen hervorruft und daß also ungleiche Zeichen immer ungleicher Einwirkung entsprechen.

Der populären Meinung gegenüber, welche auf Trennung und Glauben die volle Wahrheit der Bilder annimmt, die unsere Sinne von den Dingen liefern, mag dieser Rest von Ähnlichkeit, den wir anerkennen, sehr geringfügig erscheinen. In Wahrheit ist er es nicht; denn mit ihm kann noch eine Sache von der allgrößten Tragweite geleistet werden, nämlich die Abbildung der Gesetzmäßigkeit in den Vorgängen der wirklichen Welt. Jedes Naturgesetz sagt aus, daß auf Vorbedingungen, die in gewisser Beziehung gleich sind, immer Folgen eintreten, die in gewisser anderer Beziehung gleich sind. Da Gleiches in unserer

Empfindungswelt durch gleiche Zeichen angezeigt wird, so wird der naturgesetzlichen Folge gleicher Wirkungen auf gleiche Ursachen, auch eine ebenso regelmäßige Folge im Gebiete unserer Empfindungen entsprechen.

Wenn Beeren einer gewissen Art beim Reifen zugleich rotes Pigment und Zucker ausbilden, so werden in unserer Empfindung bei Beeren dieser Form rote Farbe und süßer Geschmack sich immer zusammen finden.

Wenn also unsere Sinnesempfindungen in ihrer Qualität auch nur Zeichen sind, deren besondere Art ganz von unserer Organisation abhängt, so sind sie doch nicht als leerer Schein zu verwerfen, sondern sie sind eben Zeichen von *Etwas*, sei es etwas Bestehendem oder Geschehendem, und was das Wichtigste ist, das *Gesetz* dieses Geschehens können sie uns abbilden.⁸

Die Qualitäten der Empfindung also erkennt auch die Physiologie als bloße Form der Anschauung an. *Kant* aber ging weiter. Nicht nur die Qualitäten der Sinnesempfindungen sprach er an, als gegeben durch die Eigentümlichkeiten unseres Anschauungsvermögens, sondern auch Zeit und Raum, da wir nichts in der Außenwelt wahrnehmen können, ohne daß es zu einer bestimmten Zeit geschieht und an einen bestimmten Ort gesetzt wird; die Zeitbestimmung kommt sogar auch jeder innerlichen Wahrnehmung zu. Er bezeichnete deshalb die Zeit als die gegebene und notwendige, *transzendentale Form der inneren*, den Raum als die entsprechende Form der *äußeren Anschauung*. Auch die räumlichen Bestimmungen also betrachtet *Kant* als ebensowenig der Welt des Wirklichen oder „den Dinge an sich“ angehörig, wie die Farben, die wir sehen, den Körpern an sich zukommen, sondern durch unser Auge in sie hineingetragen sind. Selbst hier wird die naturwissenschaftliche Betrachtung bis zu einer gewissen Grenze mitgehen können. Wenn wir nämlich fragen, ob es ein gemeinsames und in unmittelbarer Empfindung wahrnehmbares Kennzeichen gibt, durch welches sich für uns jede auf Gegenstände im Raum bezügliche Wahrnehmung charakterisiert: so finden wir in der Tat ein solches in dem Umstande, daß Bewegung unseres Körpers uns in andere räumliche Beziehungen zu den wahrgenommenen Objekten setzt und

dadurch auch den Eindruck, den sie auf uns machen, verändert. Der Impuls zur Bewegung aber, den wir durch Innervation unserer motorischen Nerven geben, ist etwas unmittelbar Wahrnehmbares. Daß wir etwas tun, indem wir einen solchen Impuls geben, fühlen wir. Was wir tun, wissen wir nicht unmittelbar. Daß wir die motorischen Nerven in Erregungszustand versetzen oder *innervieren*, daß deren Reizung auf die Muskeln übergeleitet wird, diese sich infolgedessen zusammenziehen und die Glieder bewegen, lehrt uns erst die Physiologie. Wiederum aber wissen wir auch ohne wissenschaftliches Studium, welche wahrnehmbare Wirkung jeder verschiedenen Innervation folgt, die wir einzuleiten imstande sind. Daß wir dies durch häufig wiederholte Versuche und Beobachtungen lernen, ist in einer großen Reihe von Fällen sicher nachweisbar. Wir können noch im erwachsenen Alter lernen, die Innervationen zu finden, die zum Aussprechen der Buchstaben einer fremden Sprache oder für eine besondere Art der Stimmbildung beim Singen nötig sind; wir können Innervationen lernen, um die Ohren zu bewegen, um mit den Augen einwärts oder auswärts, selbst auf- und abwärts zu schießen usw. Die Schwierigkeit, dergleichen zu vollführen, besteht nur darin, daß wir durch Versuche die noch unbekannteren Innervationen zu finden suchen müssen, die zu solchen bisher nicht ausgeführten Bewegungen nötig sind. Übrigens wissen wir selbst von diesen Impulsen unter keiner anderen Form und durch kein anderes definierbares Merkmal als dadurch, daß sie eben die beabsichtigte beobachtbare Wirkung hervorbringen; diese letztere dient also auch allein zur Unterscheidung der verschiedenen Impulse in unserem eigenen Vorstellen.

Wenn wir nun Impulse solcher Art geben (den Blick wenden, die Hände bewegen, hin- und hergehen), so finden wir, daß die gewissen Qualitätenkreise angehörigen Empfindungen (nämlich die auf räumliche Objekte bezüglichen) dadurch geändert werden können; andere psychische Zustände, deren wir uns bewußt sind, Erinnerungen, Absichten, Wünsche, Stimmungen durchaus nicht. Dadurch ist in unmittelbarer Wahrnehmung ein durchgreifender Unterschied zwischen den ersteren und letzteren gesetzt. Wenn

wir also dasjenige Verhältnis, welches wir durch unsere Willensimpulse unmittelbar ändern, dessen Art uns übrigens noch ganz unbekannt sein könnte, ein *räumliches* nennen wollen, so treten die Wahrnehmungen *psychischer* Tätigkeiten gar nicht in ein solches ein; wohl aber müssen alle Empfindungen der äußeren Sinne unter irgendwelcher Art der Innervation vor sich gehen, d. h. räumlich bestimmt sein. Demnach wird uns der Raum auch sinnlich erscheinen, behaftet mit den Qualitäten unserer Bewegungsempfindungen, als das, durch welches hin wir uns bewegen, durch welches hin wir blicken können. Die Raumschauung würde also in diesem Sinne eine *subjektive Anschauungsform* sein, wie die Empfindungsqualitäten Rot, Süß, Kalt. Natürlich würde dies für jene ebensowenig wie für diese den Sinn haben, daß die Ortsbestimmung eines bestimmten einzelnen Gegenstandes ein *bloßer Schein* sei.

Als die *notwendige* Form der äußeren Anschauung aber würde der Raum von diesem Standpunkt aus erscheinen, weil wir eben das, was wir als räumlich bestimmt wahrnehmen, als Außenwelt zusammenfassen. Dasjenige, an dem keine Raumbeziehung wahrzunehmen ist, begreifen wir als die Welt der inneren Anschauung, als die Welt des Selbstbewußtseins.

Und eine *gegebene, vor aller Erfahrung mitgebrachte* Form der Anschauung würde der Raum sein, insofern seine Wahrnehmung an die Möglichkeit motorischer Willensimpulse geknüpft wäre, für die uns die geistige und körperliche Fähigkeit durch unsere Organisation gegeben sein muß, ehe wir Raumschauung haben können.

Darüber, daß das von uns besprochene Kennzeichen der Veränderung bei Bewegung allen auf räumliche Objekte bezüglichen Wahrnehmungen zukommt, wird nicht wohl ein Zweifel sein können.⁹ Es wird dagegen die Frage zu beantworten sein, ob nun aus dieser Quelle alle eigentümlichen Bestimmungen unserer Raumschauung herzuleiten sind. Zu dem Ende müssen wir überlegen, was mit den bisher besprochenen Hilfsmitteln des Wahrnehmens sich erreichen läßt.

Suchen wir uns auf den Standpunkt eines Menschen ohne alle Erfahrung zurückzusetzen. Um ohne Raumschau-

ung zu beginnen, müssen wir annehmen, daß ein solcher Mensch auch die Wirkungen seiner Innervationen nicht weiter kenne, als insofern er gelernt habe, wie er durch Nachlaß einer ersten Innervation oder durch Ausführung eines zweiten Gegenimpulses sich in den Zustand wieder zurückversetzen könne, aus dem er durch den ersten Impuls sich entfernt hat. Da dieses gegenseitige Sichaufheben verschiedener Innervationen ganz unabhängig ist von dem, was dabei wahrgenommen wird: so kann der Beobachter finden, wie er das zu machen hat, ohne noch irgendein Verhältnis der Außenwelt vorher erlangt zu haben.

Ein solcher Beobachter befände sich zunächst einmal einer Umgebung von ruhenden Objekten gegenüber. Dies wird sich ihm erstens dadurch zu erkennen geben, daß, solange er keinen motorischen Impuls gibt, seine Empfindungen unverändert bleiben. Gibt er einen solchen (bewegt er zum Beispiel die Augen oder die Hände, schreiet er fort), so ändern sich die Empfindungen; und kehrt er dann, durch Nachlaß oder den zugehörigen Gegenimpuls, in den früheren Zustand zurück, so werden sämtliche Empfindungen wieder die früheren.

Nennen wir die ganze Gruppe von Empfindungsaggregaten, welche während der besprochenen Zeitperiode durch eine gewisse bestimmte und begrenzte Gruppe von Willensimpulsen herbeizuführen sind, die *zeitweiligen Präsentabillen*, dagegen *présent* dasjenige Empfindungsaggregat aus dieser Gruppe, was gerade zur Perception kommt: so ist unser Beobachter zur Zeit an einen gewissen Kreis von Präsentabillen gebunden, aus dem er aber jedes Einzelne in jedem ihm beliebigen Augenblicke durch Ausführung der betreffenden Bewegung präsent machen kann. Dadurch erscheint ihm jedes Einzelne aus dieser Gruppe der Präsentabillen als *bestehend in jedem Augenblicke* dieser Zeitperiode. Er hat es beobachtet in jedem einzelnen Augenblicke, wo er es gewollt hat. Die Behauptung, daß er es auch in jedem anderen zwischenliegenden Augenblicke würde haben beobachten können, wo er es gewollt haben würde, ist als ein Induktionsschluß anzusehen, der von jedem Augenblick eines gelungenen Versuches auf jeden Augenblick der betreffenden Zeitperiode schlechthin gezogen wird. So wird

also die Vorstellung von einem *dauernden Bestehen von Verschiedenem gleichzeitig nebeneinander* gewonnen werden können. Das „Nebeneinander“ ist eine Raumbezeichnung; aber sie ist gerechtfertigt, da wir das durch Willensimpulse geänderte Verhältnis als „räumlich“ definiert haben. Bei dem, was da nebeneinander bestehend gesetzt wird, braucht man noch nicht an substantielle Dinge zu denken. „Rechts ist es hell, links ist es dunkel; vorn ist Widerstand, hinten nicht“, könnte zum Beispiel auf dieser Erkenntnisstufe gesagt werden, wobei das Rechts und Links nur Namen für bestimmte Augenbewegungen, Vorn und Hinten für bestimmte Handbewegungen sind.

Zu anderen Zeiten nun ist der Kreis der Präsentabliken für dieselbe Gruppe von Willensimpulsen ein anderer geworden. Dadurch tritt uns dieser Kreis mit dem Einzelnen, was er enthält, als ein Gegebenes, ein „*objectum*“ entgegen. Es scheiden sich diejenigen Veränderungen, die wir durch bewußte Willensimpulse hervorbringen und rückgängig machen können, von solchen, die nicht Folge von Willensimpulsen sind und durch solche nicht beseitigt werden können. Die letztere Bestimmung ist negativ. *Fachles* passender Ausdruck dafür ist, daß sich ein „Nicht-Ich“ dem „Ich“ gegenüber Anerkennung erzwingt.¹⁰

Wenn wir nach den empirischen Bedingungen fragen, unter denen die Raumannschauung sich ausbildet, so müssen wir bei diesen Überlegungen hauptsächlich auf den Tastsinn Rücksicht nehmen, da Blinde ohne Hilfe des Gesichts die Raumannschauung vollständig ausbilden können. Wenn auch die Ausfüllung des Raumes mit Objekten für sie weniger reich und fein ausfallen wird als für Sehende: so erscheint es doch im höchsten Grade unwahrscheinlich, daß die Grundlagen der Raumannschauung bei beiden Klassen von Menschen gänzlich verschieden sein sollten. Versuchen wir selbst im Dunkeln oder mit geschlossenen Augen tastend zu beobachten: so können wir sehr wohl mit einem Finger, selbst mit einem in der Hand gehaltenen Stifte, wie der Chirurg mit der Sonde, tasten und doch die Körperform des vorliegenden Objekts fein und sicher ermitteln. Gewöhnlich betasten wir größere Gegenstände, wenn wir uns im Dunkeln zurechtfinden wollen, mit fünf oder zehn Finger-

spitzen gleichzeitig. Wir bekommen dann fünf- bis zehnmal soviel Nachrichten in gleicher Zeit als mit einem Finger und brauchen die Finger auch zu Größenmessungen an den Objekten wie die Spitzen eines geöffneten Zirkels. Jedemfalls tritt beim Tasten der Umstand, daß wir eine ausgedehnte empfindende Hautfläche mit vielen empfindenden Punkten haben, ganz in den Hintergrund. Was wir bei ruhigem Auflegen der Hand, etwa auf das Gepräge einer Medaille, durch das Hautgefühl zu ermitteln imstande sind, ist außerordentlich stumpf und dürrig im Vergleich mit dem, was wir durch tastende Bewegung, wenn auch nur mit der Spitze eines Bleistiftes, herausfinden. Beim Gesichtssinn wird dieser Vorgang dadurch viel verwickelter, daß neben der am feinsten empfindenden Stelle der Netzhaut, ihrer zentralen Grube, welche beim Blicken gleichsam an dem Netzhautbilde herangeführt wird, gleichzeitig noch eine große Menge anderer empfindender Punkte in viel ausgiebiger Weise mitwirken, als dies beim Tastsinn der Fall ist.

Daß durch das Entlangführen des tastenden Fingers an den Objekten die Reihenfolge kennengelernt wird, in der sich ihre Eindrücke darbieten, daß diese Reihenfolge sich als unabhängig davon erweist, ob man mit diesem oder jenem Finger tastet, daß sie ferner nicht eine einläufig bestimmte Reihe ist, deren Elemente man immer wieder vor- oder rückwärts in derselben Ordnung durchlaufen mußte, um von einem zum anderen zu kommen, also keine linienförmige Reihe, sondern ein flächenhaftes Nebeneinander oder, nach *Riemanns* Terminologie, eine Mannigfaltigkeit zweiter Ordnung; das alles ist leicht einzusehen. Der tastende Finger freilich kann noch mittelst anderer motorischer Impulse, als die sind, die ihn längs der tastbaren Fläche verschieben, von einem zum anderen Punkt derselben kommen, und verschiedene tastbare Flächen verlangen verschiedene Bewegungen, um an ihnen zu gleiten. Dadurch ist für den Raum, in dem sich das Tastende bewegt, eine höhere Mannigfaltigkeit verlangt als für die tastbare Fläche; es wird die dritte Dimension hinzutreten müssen. Diese aber genügt für alle vorliegenden Erfahrungen; denn eine geschlossene Fläche teilt den Raum, den wir kennen, voll-

ständig. Auch Gase und Flüssigkeiten, die doch nicht an die Form des menschlichen Vorstellungsvermögens gebunden sind, können durch eine rings geschlossene Fläche nicht entweichen; und wie nur eine Fläche, nicht ein Raum, also ein Raumgebild von zwei, nicht eines von drei Dimensionen, durch eine geschlossene Linie zu begrenzen ist: so kann auch durch eine Fläche eben nur ein Raum von drei Dimensionen nicht einer von vieren abgeschlossen werden.

So wäre die Kenntnis zu gewinnen von der Raumordnung des nebeneinander Bestehenden. Größenvergleichen würden durch Beobachtungen von Kongruenz der tastenden Hand mit Teilen oder Punkten von Körperflächen oder von Kongruenz der Netzhaut mit den Teilen und Punkten des Netzhautbildes dazukommen.

Davon, daß diese angeschaute Raumordnung der Dinge ursprünglich herrührt von der Reihenfolge, in der sich die Qualitäten des Empfindens dem bewegten Sinnesorgan darbieten, bleibt schließlich auch im vollendeten Vorstellen des erfahrenen Beobachters eine wunderliche Folge stehen. Nämlich die im Raume vorhandenen Objekte erscheinen uns mit den Qualitäten unserer Empfindungen bekleidet. Sie erscheinen uns rot oder grün, kalt oder warm, riechen oder schmecken usw., während diese Empfindungsqualitäten doch nur unserem Nervensystem angehören und gar nicht in den äußeren Raum hinausreichen. Selbst, wenn wir dies wissen, hört der Schein nicht auf, weil dieser Schein in der Tat die ursprüngliche Wahrheit ist; es sind eben die Empfindungen, die sich zuerst in räumlicher Ordnung uns darbieten.

Sie sehen, daß die wesentlichsten Züge der Raumanschauung auf diese Weise abgeleitet werden können. Dem populären Bewußtsein aber erscheint eine Anschauung als etwas einfach Gegebenes, was ohne Nachdenken und Suchen zustande kommt und überhaupt nicht weiter in andere psychische Vorgänge aufzulösen ist. Dieser populären Meinung schließt sich ein Teil der physiologischen Optiker an und auch die *Kantianer* strikter Observanz, wenigstens betreffs der Raumanschauung. Bekanntlich nahm schon *Kant* an, nicht nur, daß die allgemeine Form der Raumanschauung transzendentel gegeben sei, sondern daß dieselbe auch von

vornherein und vor aller möglichen Erfahrung gewisse nähere Bestimmungen enthalte, wie sie in den Axiomen der Geometrie ausgesprochen sind. Diese lassen sich auf folgende Sätze zurückführen:

1. Zwischen zwei Punkten ist nur eine kürzeste Linie möglich. Wir nennen eine solche „*gerade*“.
2. Durch je drei Punkte läßt sich eine *Ebene* legen. Eine Ebene ist eine Fläche, in die jede gerade Linie ganz hinein fällt, wenn sie mit zwei Punkten derselben zusammenfällt.
3. Durch jeden Punkt ist nur eine Linie möglich, die einer gegebenen geraden Linie parallel ist. *Parallelen* sind zwei gerade Linien, die in derselben Ebene liegen und sich in keiner endlichen Entfernung schneiden.

Ja, *Kant* benutzt die angebliche Tatsache, daß diese Sätze der Geometrie uns als *notwendig* richtig erschienen und wir uns ein abweichendes Verhalten des Raumes auch gar nicht einmal vorstellen könnten, geradezu als Beweis dafür, daß sie vor aller Erfahrung gegeben sein müßen und daß deshalb auch die in ihnen enthaltene Raumanschauung eine transzendentale, von der Erfahrung unabhängige Form der Anschauung sei.

Ich möchte hier zunächst wegen der Streitigkeiten, die in den letzten Jahren über die Frage geführt worden sind, ob die Axiome der Geometrie transzendentale oder Erfahrungssätze seien, hervorheben, daß diese Frage ganz zu trennen ist von der erst besprochenen, ob der Raum überhaupt eine transzendentale Anschauungsform sei oder nicht.¹¹

Unser Auge sieht alles, was es sieht, als ein Aggregat farbiger Flächen im Gesichtsfelde; das ist seine Anschauungsform. Welche besonderen Farben bei dieser und jener Gelegenheit erscheinen, in welcher Zusammenstellung und in welcher Folge, ist Ergebnis der äußeren Einwirkungen und durch kein Gesetz der Organisation bestimmt. Ebenso wenig folgt daraus, daß der Raum eine Form des Anschauens sei, irgendetwas über die Tatsachen, die in den Axiomen ausgesprochen sind. Wenn solche Sätze keine Erfahrungssätze sein, sondern der notwendigen Form der Anschauung angehören sollen, so ist dies eine weitere besondere Bestimmung der allgemeinen Form des Raumes, und die-

jeningen Gründe, welche schließen lassen, daß die Anschauungsform des Raumes transzendental sei, genügen darum noch nicht notwendig, um gleichzeitig zu beweisen, daß auch die Axiome transzendentalen Ursprungs seien.

Kant ist bei seiner Behauptung, daß räumliche Verhältnisse, die den Axiomen des *Enkhlides* widersprechen, überhaupt nicht einmal vorgestellt werden könnten, sowie in seiner gesamten Auffassung der Anschauung überhaupt, als eines einfachen, nicht weiter aufzulösenden psychischen Vorganges, durch den damaligen Entwicklungszustand der Mathematik und Sinnesphysiologie beeinflußt gewesen.

Wenn man eine vorher nie gesehene Sache sich vorstellen versuchen will, so muß man sich die Reihe der Sinnesindrücke auszumalen wissen, welche nach den bekannten Gesetzen derselben zustande kommen müßten, wenn man jenes Objekt und seine allmählichen Veränderungen nacheinander von jedem möglichen Standpunkte aus mit allen Sinnen beobachtete; und gleichzeitig müssen diese Eindrücke von der Art sein, daß dadurch jede andere Deutung ausgeschlossen ist. Wenn diese Reihe der Sinnesindrücke vollständig und eindeutig angegeben werden kann, muß man meines Erachtens die Sache für anschaulich vorstellbar erklären. Da dieselbe der Voraussetzung nach noch nie beobachtet sein soll, kann keine frühere Erfahrung uns zu Hilfe kommen und bei der Auffindung der zu fordernden Reihe von Eindrücken unsere Phantasie leiten, sondern es kann dies nur durch den *Begriff* des vorzustellenden Objektes oder Verhältnisses geschehen. Ein solcher Begriff ist also zunächst anzuarbeiten und so weit zu spezialisieren, als es der angegebene Zweck erfordert. Der Begriff von Raumgebilden, die der gewöhnlichen Anschauung nicht entsprechen sollen, kann nur durch die rechnende analytische Geometrie sicher entwickelt werden. Für das vorliegende Problem hat zuerst *Gauß* 1828 durch seine Abhandlung über die Krümmung der Flächen die analytischen Hilfsmittel gegeben und *Riemann* diese zur Auffindung der logisch möglichen, in sich konsequenten Systeme der Geometrie angewendet; diese Untersuchungen hat man nicht unpassend als *metamathematische* bezeichnet. Zu bemerken ist übrigens, daß schon *Lobatschewski* 1829 und 1840

eine Geometrie ohne den Parallelsatz auf dem gewöhnlichen synthetisch anschaulichen Wege durchgefhrt hat, welche in vollkommener Übereinstimmung mit dem entsprechenden Teile der neueren analytischen Untersuchungen ist. Endlich hat *Behrman* eine Methode der Abbildung metamathematischer Räume in Teilen des *Enkhlides*chen Raumes angegeben, durch welche die Bestimmung ihrer Erscheinungsweise im perspektivischen Sehen ziemlich leicht gemacht wird. *Lipschitz* hat die Übertragbarkeit der allgemeinen Prinzipien der Mechanik auf solche Räume nachgewiesen, so daß die Reihe der Sinnesindrücke, die in ihnen zustande kommen würden, vollständig angegeben werden kann, womit die Anschaubarkeit solcher Räume im Sinne der vorangestellten Definition dieses Begriffes erwiesen ist.¹²

Hier aber tritt der Widerspruch ein. Ich verlange für den Beweis der Anschaubarkeit nur, daß für jede Beobachtungswiese bestimmt und unzweideutig die entstehenden Sinnesindrücke anzugeben seien, nötigenfalls unter Benutzung der wissenschaftlichen Kenntnis ihrer Gesetze, aus denen, wenigstens für den Kenner dieser Gesetze, hervorgehen würde, daß das betreffende Ding oder anzuschauende Verhältnis tatsächlich vorhanden sei. Die Aufgabe, sich die Raumverhältnisse in metamathematischen Räumen vorzustellen, erfordert in der Tat einige Übung im Verständnis analytischer Methoden, perspektivischer Konstruktionen und optischer Erscheinungen.

Dies aber widerspricht dem älteren Begriff der Anschauung, welcher nur das als durch Anschauung gegeben anerkennt, dessen Vorstellung ohne Besinnen und Mühe sogleich mit dem sinnlichen Eindruck zum Bewußtsein kommt. Diese Leichtigkeit, Schnelligkeit, blitzähnliche Evidenz, mit der wir zum Beispiel die Form eines Zimmers, in welches wir zum ersten Male treten, die Anordnung und Form der darin enthaltenen Gegenstände, den Stoff, aus dem sie bestehen, und vieles andere wahrnehmen, haben unsere Versuche, mathematische Räume vorzustellen, in der Tat nicht. Wenn diese Art der Evidenz also eine ursprünglich gegebene, notwendige Eigentümlichkeit aller Anschauung wäre, so könnten wir bis jetzt die Anschaubarkeit solcher Räume nicht behaupten.

Da stoßen uns nun bei weiterer Überlegung Fälle in Menge auf, welche zeigen, daß Sicherheit und Schnelligkeit des Eintretens bestimmter Vorstellungen bei bestimmten Eindrücken auch erworben werden kann, selbst wo nichts von einer solchen Verbindung durch die Natur gegeben ist. Eines der schlagendsten Beispiele dieser Art ist das Verständnis unserer Muttersprache. Die Worte sind willkürlich oder zufällig gewählte Zeichen, jede andere Sprache hat andere; ihr Verständnis ist nicht angeerbt, denn für ein deutsches Kind, das zwischen Franzosen aufgewachsen ist und nie deutsch sprechen hörte, ist Deutsch eine fremde Sprache. Das Kind lernt die Bedeutung der Worte und Sätze nur durch Beispiele der Anwendung kennen, wobei man, ehe es die Sprache versteht, ihm nicht einmal verständlich machen kann, daß die Laute, die es hört, Zeichen sein sollen, die einen Sinn haben. Schließlich versteht es, herangewachsen, diese Worte und Sätze ohne Besinnen, ohne Mühe, ohne zu wissen, wann, wo und an welchen Spielen es sie gelernt hat, es faßt die feinsten Abänderungen ihres Sinnes, oft solche, denen Versuche logischer Definition nur schwerfällig nachhinken.

Es wird nicht nötig sein, daß ich die Beispiele solcher Vorgänge häufe, das tägliche Leben ist reich genug daran. Die Kunst ist geradezu darauf begründet, am deutlichsten die Poesie und die bildende Kunst. Die höchste Art des Anschauens, wie wir sie im Schauen des Künstlers finden, ist ein solches Erfassen eines neuen Typus der ruhenden oder bewegten Erscheinung des Menschen und der Natur. Wenn sich die gleichartigen Spuren, welche oft wiederholte Wahrnehmungen in unserem Gedächtnisse zurücklassen, verstärken: so ist es gerade das Gesetzmäßige, was sich am regelmäßigsten gleichartig wiederholt, während das zufällig Wechselnde verwischt wird. Dem liebevollen und achtamen Beobachter erwächst auf diese Weise ein Anschauungsbild des typischen Verhaltens der Objekte, die ihn interessieren, von dem er nachher ebensowenig weiß, wie es entstanden ist, als das Kind Rechenschaft davon geben kann, an welchen Beispielen es die Bedeutung der Worte kennengelernt hat. Daß der Künstler Wahres erschaut hat, geht daraus hervor, daß es uns wieder mit der Überzeugung

der Wahrheit ergreift, wenn er es uns an einem von den Störungen des Zufalls gereinigten Beispiele vorträgt. Er aber ist uns darin überlegen, daß er es aus allem Zufall und aller Verwirrung des Treibens der Welt herauszulesen wußte.

Soviel nur zur Erinnerung daran, wie dieser psychische Prozeß von den niedrigsten bis zu den höchsten Entwicklungsstufen unseres Geisteslebens wirksam ist. Ich habe die hierbei eintretenden Verbindungsverbindungen in meinen früheren Arbeiten als *unbewußte Schlüsse* bezeichnet; als unbewußt, insofern der Major derselben aus einer Reihe von Erfahrungen gebildet ist, die einzeln längst dem Gedächtnis entschwunden sind und auch nur in Form von sinnlichen Beobachtungen, nicht notwendig als Sätze in Worte gefaßt, in unser Bewußtsein getreten waren. Der bei gegenwärtiger Wahrnehmung eintretende neue sinnliche Eindruck bildet den Minor, auf den die durch die früheren Beobachtungen eingeprägte Regel angewendet wird. Ich habe später jenen Namen der unbewußten Schlüsse vermieden, um der Verwechslung mit der, wie mir scheint, gänzlich unklaren und ungerechtfertigten Vorstellung zu entgehen, die *Schopenhauer* und seine Nachfolger mit diesem Namen bezeichnen;¹³ aber offenbar haben wir es hier mit einem elementaren Prozesse zu tun, der allem eigentlich sogenannten Denken zugrunde liegt, wenn dabei auch noch die kritische Sichtung und Vervollständigung der einzelnen Schritte fehlt, wie sie in der wissenschaftlichen Bildung der Begriffe und Schlüsse eintritt.

Was also zunächst die Frage nach dem Ursprunge der geometrischen Axiome betrifft, so kann die bei mangelnder Erfahrung fehlende Leichtigkeit der Vorstellung metamathematischer Raumverhältnisse nicht als Grund gegen ihre Anschaubarkeit geltend gemacht werden. Übrigens ist die letztere vollkommen erweisbar. *Kants* Beweis für die transzendentale Natur der geometrischen Axiome ist also himffällig. Andererseits zeigt die Untersuchung der Erfahrungstatsachen, daß die geometrischen Axiome, in demjenigen Sinne genommen, wie sie allein auf die wirkliche Welt angewendet werden dürften, durch Erfahrung geprüft, erwiesen, eventualiter auch widerlegt werden können.¹⁴

Eine weitere und höchst einflußreiche Rolle spielten die Gedächtnisreste früherer Erfahrungen noch in der Beobachtung unseres Gesichtsfeldes.

Ein nicht mehr ganz unerfahrener Beobachter erhält auch ohne Bewegung der Augen, sei es bei momentaner Beleuchtung durch eine elektrische Entladung, sei es bei absichtlichem, starrem Fixieren, ein verhältnismäßig reiches Bild von den vor ihm befindlichen Gegenständen. Doch überzeugt sich auch der Erwachsene noch leicht, daß dieses Bild viel reicher und namentlich viel genauer wird, wenn er den Blick im Gesichtsfelde herumführt und also diejenige Art der Raumbeobachtung anwendet, die ich vorher als die grundlegende beschrieben habe. Wir sind in der Tat auch so sehr daran gewöhnt, den Blick an den Gegenständen, die wir betrachten, wandern zu lassen, daß es ziemlich viel Übung erfordert, ehe es uns gelingt, ihn für physiologisch optische Versuche längere Zeit ohne Schwanken auf einem Punkte festzuhalten. Ich habe in meinen physiologisch optischen Arbeiten¹⁵ auseinanderzusetzen gesucht, wie unsere Kenntnis des Gesichtsfeldes durch Beobachtung der Bilder während der Bewegungen des Auges erworben werden kann, wenn nur irgendwelcher wahrnehmbarer Unterschied zwischen übrigens qualitativ gleichen Netzhautempfindungen existiert, der dem Unterschiede verschiedener Orte auf der Netzhaut entspricht. Nach *Lotzes* Terminologie wäre ein solcher Unterschied ein *Lokalzeichen* zu nennen; nur, daß dieses Zeichen ein Lokalzeichen sei, d. h. einem örtlichen Unterschiede entspreche und welchem, braucht nicht von vornherein bekannt zu sein. Daß Personen, die von Jugend auf blind waren und später durch Operation das Gesicht wieder erhielten, zunächst nicht einmal so einfache Formen wie einen Kreis und ein Quadrat durch das Auge unterscheiden konnten, ehe sie sie betastet hatten, ist auch durch neuere Beobachtungen wieder bestätigt worden.¹⁶ Außerdem lehrt die physiologische Untersuchung, daß wir verhältnismäßig genaue und sichere Vergleichungen nach dem Augenmaß ausschließlicb an solchen Linien und Winkeln im Sehfeld ausführen können, die sich durch die normalen Augenbewegungen schnell hintereinander auf denselben Stellen der Netzhaut abbilden lassen. Wir schät-

zen sogar die wahren Größen und Entfernungen der nicht allzu entfernnten räumlichen Objekte viel sicherer als die mit dem Standpunkt wechselnden perspektivischen im Gesichtsfelde des Beobachters, obgleich jene auf drei Dimensionen des Raumes bezügliche Aufgabe viel verwickelter ist als diese, die sich nur auf ein flächenhaftes Bild bezieht. Eine der größten Schwierigkeiten beim Zeichnen ist bekanntlich, sich frei zu machen von dem Einfluß, den die Vorstellung von der wahren Größe der gesehenen Objekte unwillkürlich ausübt. Genau die beschriebenen Verhältnisse sind es nun, welche wir erwarten müssen, wenn wir das Verständnis der Lokalzeichen erst durch Erfahrung erworben haben. Für das, was objektiv konstant bleibt, können wir die wechselnden sinnlichen Zeichen sicher kennenlernen, viel leichter als für das, was selbst bei jeder Bewegung unseres Körpers wechselt, wie es die perspektivischen Bilder tun.

Für eine große Zahl von Physiologen, deren Ansicht wir als die *nativistische* bezeichnen können, im Gegensatz zur *empiristischen*, die ich selbst zu verteidigen gesucht habe, erscheint indessen diese Vorstellung einer erworbenen Kenntnis des Gesichtsfeldes unannehmbar, weil sie sich nicht klargemacht haben, was doch am Beispiel der Sprache so deutlich vorliegt, wie viel die gehäuften Gedächtniseindrücke zu leisten vermögen. Es sind deshalb eine Menge verschiedener Versuche gemacht worden, wenigstens einen gewissen Teil der Gesichtswahrnehmung auf einen angeborenen Mechanismus zurückzuführen, in dem Sinne, daß bestimmte Empfindungseindrücke bestimmte fertige Raumvorstellungen auslösen sollten. Im einzelnen habe ich den Nachweis geführt¹⁷, daß alle bisher aufgestellten Hypothesen dieser Art nicht ausreichen, weil sich schließlicb doch immer wieder Fälle auffinden lassen, wo unsere Gesichtswahrnehmung sich in genauerer Übereinstimmung mit der Wirklichkeit befindet, als jene Annahmen ergeben würden. Man ist dann zu der weiteren Hypothese gezwungen, daß die bei den Bewegungen gewonnene Erfahrung schließlicb die angeborene Anschauung überwinden könne und also *gegen* diese das leiste, was sie nach der empiristischen Hypothese *ohne* ein solches Hindernis leisten soll.

Die nativistischen Hypothesen über die Kenntnis des Gesichtsfeldes erklären also *erstens* nichts, sondern nehmen nur an, daß das zu erklärende Faktum bestehe, indem sie gleichzeitig die mögliche Rückführung desselben auf sicher konstatierte psychische Prozesse zurückweisen, auf die sie doch selbst wiederum in anderen Fällen sich berufen müssen. *Zweitens* erscheint die Annahme sämtlicher nativistischer Theorien, daß fertige Vorstellungen von Objekten durch den organischen Mechanismus hervorgebracht werden, viel verwegener und bedenkllicher als die Annahme der empiristischen Theorie, daß nur das unverständene Material von Empfindungen von den äußeren Einwirkungen herrihre, alle Vorstellungen aber daraus nach den Gesetzen des Denkens gebildet werden.

Drittens sind die nativistischen Annahmen unnötig. Der einzige Einwurf, der gegen die empiristische Erklärung vorgebracht werden konnte, ist die Sicherheit der Bewegung vieler neugeborener oder aber aus dem Ei gekrochener Tiere.¹⁸ Je weniger geistig begabt dieselben sind, desto schneller lernen sie das, was sie überhaupt lernen können. Je enger die Wege sind, die ihre Gedanken gehen müssen, desto leichter finden sie dieselben. Das neugeborene menschliche Kind ist im Sehen äußerst ungeschickt; es braucht mehrere Tage, ehe es lernt, nach dem Gesichtsbilde die Richtung zu beurteilen, nach der es den Kopf wenden muß, um die Brust der Mutter zu erreichen. Junge Tiere sind allerdings von individueller Erfahrung viel unabhängiger. Was aber dieser Instinkt ist, der sie leitet, ob direkte Vererbung von Vorstellungskreisen der Eltern möglich ist, ob es sich nur um Lust oder Unlust oder um einen motorischen Drang handelt, die sich an gewisse Empfindungsaggregate anknüpfen, darüber wissen wir Bestimmtes noch so gut wie nichts. Beim Menschen kommen deutlich erkennbar noch Reste der letztgenannten Phänomene vor. Sauber und kritisch angestellte Beobachtungen wären auf diesem Gebiete im höchsten Grade wünschenswert.

Höchstens könnte also für Einrichtungen, wie sie die nativistische Hypothese voraussetzt, ein gewisser pädagogischer Wert in Anspruch genommen werden, der das Auffinden der ersten gesetzmäßigen Verhältnisse erleichtert.

Auch die empiristische Ansicht würde mit dahin zielenden Voraussetzungen vereinbar sein, daß zum Beispiel die Lokalisieren benachbarter Netzhautstellen einander ähnlicher sind als die entfernter, diejenigen korrespondierenden Stellen beider Netzhäute ähnlicher als die disparater usw. Für unsere gegenwärtige Untersuchung ist es genügend, zu wissen, daß Raumanschauung vollständig auch beim Blinden entstehen kann und daß beim Sehenden, selbst wenn die nativistischen Hypothesen teilweise zuträfen, doch die letzte und genaueste Bestimmung der räumlichen Verhältnisse von den bei Bewegung gemachten Beobachtungen bedingt wird.

Ich kehre zurück zur Besprechung der ersten ursprünglichen Tatsachen unserer Wahrnehmung. Wir haben, wie wir gesehen, nicht nur wechselnde Sinnesindrücke, die über uns kommen, ohne daß wir etwas dazu tun, sondern wir beobachten unter fortdauernder eigener Tätigkeit und gelangen dadurch zur Kenntnis des *Bestehens* eines gesetzlichen Verhältnisses zwischen unseren Innervationen und dem Präsentwerden der verschiedenen Eindrücke aus dem Kreise der zeitweiligen Präsentabilien. Jede unserer willkürlichen Bewegungen, durch die wir die Erscheinungswelt der Objekte abändern, ist als ein Experiment zu betrachten, durch welches wir prüfen, ob wir das gesetzliche Verhalten der vorliegenden Erscheinung, d. h. ihr vorausgesetztes Bestehen in bestimmter Raumordnung, richtig aufgefaßt haben.

Die überzeugende Kraft jedes Experimentes ist aber hauptsächlich deshalb so sehr viel größer als die der Beobachtung eines ohne unser Zutun ablaufenden Vorganges, weil beim Experiment die Kette der Ursachen durch unser Selbstbewußtsein hindurchläuft. Ein Glied dieser Ursachen, unseren Willensimpuls, kennen wir aus innerer Anschauung und wissen, durch welche Motive er zustande gekommen ist. Von ihm aus beginnt dann, als von einem uns bekannten Anfangsglied und zu einem uns bekannten Zeitpunkt, die Kette der physischen Ursachen zu wirken, die in den Erfolg des Versuches ausläuft. Aber eine wesentliche Voraussetzung für die zu gewinnende Überzeugung ist die, daß unser Willensimpuls weder selbst durch physische Ursachen, die

gleichzeitig auch den physischen Prozeß bestimmten, schon mit beendigt worden sei, noch seinerseits psychisch die darauf folgenden Wahrnehmungen beeinflusst habe.

Der letztere Zweifel kann namentlich bei unserem Thema in Betracht kommen. Der Willensimpuls für eine bestimmte Bewegung ist ein psychischer Akt, die darauf wahrgenommene Änderung der Empfindung gleichfalls. Kann nun nicht der erste Akt den zweiten durch rein psychische Vermittlung zustande bringen? Unmöglich ist es nicht. Wenn wir träumen, geschieht so etwas. Wir glauben dann eine Bewegung zu vollführen, und wir träumen dann weiter, daß dasjenige geschieht, was davon die natürliche Folge sein sollte. Wir träumen in einen Kahn zu steigen, ihn vom Land abzustößen, auf das Wasser hinauszuweichen, die umringenden Gegenstände sich verschoben zu sehen usw. Hierbei scheint die Erwartung des Träumenden, daß er die Folgen seiner Handlungen eintreten sehen werde, die geträumte Wahrnehmung auf rein psychischem Wege herbeizuführen. Wer weiß zu sagen, wie lang und fein ausgesponnen, wie folgerichtig durchgeführt ein solcher Traum werden könnte. Wenn alles darin im höchsten Grade gemäßig der Naturordnung folgend geschähe, so würde kein anderer Unterschied vom Wachen bestehen als die Möglichkeit des Erwachens, das Abreißen dieser geträumten Reihe von Anschauungen.

Ich sehe nicht, wie man ein System selbst des extremsten subjektiven Idealismus widerlegen könnte, welches das Leben als Traum betrachten wollte. Man könnte es für so unwahrscheinlich, so unbefriedigend wie möglich erklären — ich würde in dieser Beziehung den härtesten Ausdrücken der Verwerfung zustimmen —, aber konsequent durchgeführt wäre es; und es scheint mir sehr wichtig, dies im Auge zu behalten. Wie geistreich *Calderon* dies Thema im „Leben ein Traum“ durchgeführt, ist bekannt.

Auch *Fichte* nimmt an, daß das Ich sich das Nicht-Ich, d. h. die erscheinende Welt, selbst setzt, weil es ihrer zur Entwicklung seiner Denktätigkeit bedarf. Sein Idealismus unterscheidet sich aber doch von dem eben bezeichneten dadurch, daß er die anderen menschlichen Individuen nicht als Traumbilder, sondern auf die Aussage des Sittengesetzes

hin als dem eigenen Ich gleiche Wesen faßt.¹⁹ Da aber ihre Bilder, in denen sie das Nicht-Ich vorstellen, wieder alle zusammenstimmen müssen, so faßte er die individuellen Ichs alle als Teile oder Ausflüsse des absoluten Ich. Dann war die Welt, in der jene sich fanden, die Vorstellungswelt, welche der Weltgeist sich setzte, und konnte wieder den Begriff der Realität annehmen, wie es bei *Hegel* geschah.

Die *realistische Hypothese* dagegen traut der Aussage der gewöhnlichen Selbstbeobachtung, wonach die einer Handlung folgenden Veränderungen der Wahrnehmung gar keinen psychischen Zusammenhang mit dem vorausgegangenen Willensimpuls haben. Sie sieht als unabhängig von unserem Vorstellen bestehend an, was sich in täglicher Wahrnehmung so zu bewähren scheint: die materielle Welt außer uns. Unzweifelhaft ist die realistische Hypothese die einfachste, die wir bilden können, geprüft und bestätigt in außerordentlich weiten Kreisen der Anwendung, scharf definiert in allen Einzelbestimmungen und deshalb außerordentlich brauchbar und fruchtbar als Grundlage für das Handeln. Das Gesetzliche in unseren Empfindungen würden wir sogar in idealistischer Anschauungsweise kaum anders anzusprechen wissen, als indem wir sagen: „Die mit dem Charakter der Wahrnehmung auftretenden Bewußtseinsakte verlangen so, *als ob* die von der realistischen Hypothese angenommene Welt der stofflichen Dinge wirklich bestände.“ Aber über dieses „*als ob*“ kommen wir nicht hinweg; für mehr als eine ausgezeichnet brauchbare und präzise Hypothese können wir die realistische Meinung nicht anerkennen; notwendige Wahrheit dürfen wir ihr nicht zuschreiben, da neben ihr noch andere unwiderlegbare idealistische Hypothesen möglich sind.

Es ist gut, dies immer vor Augen zu halten, um aus den Tatsachen nicht mehr folgern zu wollen, als daraus zu folgern ist. Die verschiedenen Abstufungen der idealistischen und realistischen Meinungen sind metaphysische Hypothesen, welche, so lange sie als solche anerkannt werden, ihre vollkommene wissenschaftliche Berechtigung haben, so schädlich sie auch werden mögen, wo man sie als Dogmen oder als angebliche Denknotwendigkeiten hinstellen

will. Die Wissenschaft muß alle zulässigen Hypothesen erörtern, um eine vollständige Übersicht über die möglichen Erklärungsversuche zu behalten. Noch notwendiger sind die Hypothesen für das Handeln, weil man nicht immerzu warten kann, bis eine gesicherte wissenschaftliche Entscheidung erreicht ist, sondern sich, sei es nach der Wahrscheinlichkeit, sei es nach dem ästhetischen oder moralischen Gefühl entscheiden muß. In diesem Sinne wäre auch gegen die metaphysischen Hypothesen nichts einzuwenden. Unwichtig eines wissenschaftlich sein wollenden Denkers aber ist es, wenn er den hypothetischen Ursprung seiner Sätze verliert. Der Hochmut und die Leidenschaftlichkeit, mit der solche versteckte Hypothesen verteidigt werden, sind die gewöhnlichen Folgen des unbefriedigenden Gefühls, welches ihr Verteidiger in den verborgenen Tiefen seines Gewissens über die Berechtigung seiner Sache hegt.

Was wir aber unzweideutig und als Tatsache ohne hypothetische Unterschlebung finden können, ist das Gesetzliche in der Erscheinung. Von dem ersten Schritt an, wo wir vor uns weiende Objekte im Raume verteilt wahrnehmen, ist diese Wahrnehmung das Anerkennen einer gesetzlichen Verbindung zwischen unseren Bewegungen und den dabei auftretenden Empfindungen. Schon die ersten elementaren Vorstellungen enthalten also in sich ein Denken und gehen nach den Gesetzen des Denkens vor sich. Alles, was in der Anschauung zu dem rohen Materiale der Empfindungen hinzukommt, kann in Denken aufgelöst werden, wenn wir den Begriff des Denkens so erweitert nehmen, wie es oben gesehen ist.

Denn wenn „Begriffen“ heißt: *Begriffe* bilden, und wir im Begriff einer Klasse von Objekten zusammensuchen und zusammenfassen, was sie von gleichen Merkmalen an sich tragen: so ergibt sich ganz analog, daß der Begriff einer in der Zeit wechselnden Reihe von Erscheinungen das zusammzufassen suchen muß, was in allen ihren Stadien gleichbleibt. Der Weise, wie *Schiller* es ausspricht:

„Sucht das vertraute Gesetz in des Zufalls grausenden Wunden,
„Suchet den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht.“

274

Wir nennen, was ohne Abhängigkeit von anderem gleichbleibt in allem Wechsel der Zeit: die *Substanz*; wir nennen das gleichbleibende Verhältnis zwischen veränderlichen Größen: das sie verbindende *Gesetz*. Was wir direkt wahrnehmen, ist nur das letztere. Der Begriff der Substanz kann nur durch erschöpfende Prüfungen gewonnen werden und bleibt immer problematisch, insofern weitere Prüfung vorbehalten wird. Früher galten Licht und Wärme als Substanzen, bis sich später herausstellte, daß sie vergängliche Bewegungsformen seien, und wir müssen immer noch auf neue Zerlegungen der jetzt bekannten chemischen Elemente gefaßt sein. Das erste Produkt des denkenden Begreifens der Erscheinung ist das *Gesetzliche*. Haben wir es so weit rein ausgeschieden, seine Bedingungen so vollständig und sicher abgegrenzt und zugleich so allgemein gefaßt, daß für alle möglicherweise eintretenden Fälle der Erfolg eindeutig bestimmt ist, und wir gleichzeitig die Überzeugung gewinnen, es habe sich bewährt und werde sich bewahren in aller Zeit und in allen Fällen: dann erkennen wir es als ein unabhängig von unserem Vorstellen Bestehendes an und nennen es die *Ursache*, d. h. das hinter dem Wechsel ursprünglich Bleibende und Bestehende; nur in diesem Sinne ist meiner Meinung nach die Anwendung des Wortes gerechtfertigt, wenn auch der gemeine Sprachgebrauch es in sehr verwaschener Weise überhaupt für Antecedens oder Veranlassung anwendet. Insofern wir dann das Gesetz als ein unsere Wahrnehmung und den Ablauf der Naturprozesse Zwingendes, als eine unserem Willen gleichwertige Macht anerkennen, nennen wir es „*Kraft*“. Dieser Begriff der uns entgegentretenden Macht ist unmittelbar durch die Art und Weise bedingt, wie unsere einfachsten Wahrnehmungen zustande kommen. Von Anfang an scheiden sich die Änderungen, die wir selbst durch unsere Willensakte machen, von solchen, die durch unsern Willen nicht gemacht, durch unsern Willen nicht zu besitzigen sind. Es ist namentlich der Schmerz, der uns von der Macht der Wirklichkeit auf die Beobachtungstatsache, daß der wahrgenommene Kreis der Präsentablen nicht durch einen *bewußten* Akt unseres Vorstellens oder Willens gesetzt ist. *Fichtles*

23*

275

„*Nicht-Ich*“ ist hier der genau zutreffende negative Ausdruck. Auch dem Träumenden erscheint, was er zu sehen und zu fühlen glaubt, nicht durch seinen Willen oder durch die bewußte Verkettung seiner Vorstellungen hervorgerufen zu sein, wenn auch unbewußt das Letztere in Wirklichkeit oft genug der Fall sein möchte; auch ihm ist es ein Nicht-Ich. Ebenso dem Idealisten, der es als die Vorstellungswelt des Weltgeistes ansieht.

Wir haben in unserer Sprache eine sehr glückliche Bezeichnung für dieses, was, hinter dem Wechsel der Erscheinungen stehend, auf uns einwirkt, nämlich: „das Wirkliche“. Hiern ist nur das Wirken ausgesagt; es fehlt die Nebenbeziehung auf das Bestehen als Substanz, welche der Begriff des Reellen, d. h. des Sachlichen, einschließt. In den Begriff des Objektiven andersseits schiebt sich meist der Begriff des fertigen Bildes eines Gegenstandes ein, welcher nicht auf die ursprünglichsten Wahrnehmungen paßt. Auch bei dem folgerichtig Träumenden müßten wir diejenigen seelischen Zustände oder Motive, welche ihm die dem gegenwärtigen Stande seiner geträumten Welt gesetzmäßig entsprechenden Empfindungen zur Zeit unterschieben, als wirksam und wirklich bezeichnen. Andererseits ist klar, daß eine Scheidung von Gedachten und Wirklichem erst möglich wird, wenn wir die Scheidung dessen, was das Ich ändert und nicht ändern kann, zu vollführen wissen. Diese wird aber erst möglich, wenn wir erkennen, welche gesetzmäßigen Folgen die Willensimpulse zur Zeit haben. Das Gesetzmäßige ist daher die wesentliche Voraussetzung für den Charakter des Wirklichen.

Daß es eine *Contradictio in adjecto* sei, das Reelle oder *Kants* „Ding an sich“ in positiven Bestimmungen vorstellen zu wollen, ohne es doch in die Form unseres Vorstellens aufzunehmen, brauche ich Ihnen nicht auseinanderzusetzen. Das ist oft besprochen. Was wir aber erreichen können, ist die Kenntnis der gesetzlichen Ordnung im Reiche des Wirklichen, diese freilich nur dargestellt in dem Zeichensystem unserer Sinnesindrücke.

„Alles Vergängliche
Ist nur ein Gleichnis.“²⁰

276

Daß wir *Goethe* hier und weiter mit uns auf demselben Wege finden, halte ich für ein günstiges Zeichen. Wo es sich um weite Ausblicke handelt, können wir seinem hellen und unbefangenen Blick für Wahrheit wohl vertrauen. Er verlangte von der Wissenschaft, sie solle nur eine künstlerische Anordnung der Tatsachen sein und keine abstrakten Begriffe darüber hinaus bilden, die ihm leere Namen zu sein schienen und die Tatsachen nur verdüsterten. In demselben Sinne etwa hat neuerdings *Gustav Kirchhoff* es als die Aufgabe der abstraktesten unter den Naturwissenschaften, der Mechanik, bezeichnet, die in der Natur vorkommenden Bewegungen *vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben*.²¹ Was das „Verdüstern“ betrifft, so geschieht dies in der Tat, wenn wir im Reiche der abstrakten Begriffe stehenbleiben und uns nicht den tatsächlichen Sinn derselben auseinander legen, d. h. uns klarmachen, welche beobachtbaren neuen gesetzlichen Verhältnisse zwischen den Erscheinungen daraus folgen. Jede richtig gebildete Hypothese stellt ihren tatsächlichen Sinne nach ein allgemeineres Gesetz der Erscheinungen hin, als wir bisher unmittelbar beobachtet haben; sie ist ein Versuch, zu immer allgemeinerer und umfassenderer Gesetzlichkeit aufzusteigen. Was sie an Tatsachen Neues behauptet, muß durch Beobachtung und Versuch geprüft und bestätigt werden. Hypothesen, die einen solchen tatsächlichen Sinn nicht haben oder überhaupt nicht sichere und eindeutige Bestimmungen für die unter sie fallenden Tatsachen geben, sind nur als wertlose Phrasen zu betrachten.

Jede Zurückführung der Erscheinungen auf die zugrunde liegenden Substanzen und Kräfte behauptet, etwas Unveränderliches und Abschließendes gefunden zu haben. Zu einer unbedingten Behauptung dieser Art sind wir nie berechtigt; das erlaubt weder die Lückenhaftigkeit unseres Wissens, noch die Natur der Induktionsschlüsse, auf denen all unsere Wahrnehmung des Wirklichen vom ersten Schritte an beruht.

Jeder Induktionsschluß stützt sich auf das Vertrauen, daß ein bisher beobachtetes gesetzliches Verhalten sich auch in allen noch nicht zur Beobachtung gekommenen Fällen bewähren werde. Es ist dies ein Vertrauen auf die Gesetzmäßigkeit alles Geschehens. Die Gesetzmäßigkeit

277

aber ist die Bedingung der Begrifbarkeit. Vertrauen in die Gesetzmäßigkeit ist also zugleich Vertrauen auf die Begreifbarkeit der Naturscheinungen. Setzen wir aber voraus, daß das Begreifen zu vollenden sein wird, daß wir ein letztes Unveränderliches als *Ursache* der beobachteten Veränderungen werden hinstellen können, so nennen wir das regulative Prinzip unseres Denkens, was uns dazu treibt, das *Kausalgesetz*. Wir können sagen, es spricht das Vertrauen auf die *vollkommene Begrifbarkeit* der Welt aus. Das Begreifen, in dem Sinne, wie ich es beschrieben habe, ist die Methode, mittelst deren unser Denken die Welt sich unterwirft, die Tatsachen ordnet, die Zukunft voraus bestimmt. Es ist sein Recht und seine Pflicht, die Anwendung dieser Methode auf alles Vorkommende auszu dehnen, und wirklich hat es auf diesem Wege schon große Ergebnisse geerntet. Für die Anwendbarkeit des Kausalgesetzes haben wir aber keine weitere Bürgschaft als seinen Erfolg. Wir könnten in einer Welt leben, in der jedes Atom von jedem anderen verschiedenen wäre und wo es nichts Ruhendes gäbe. Da würde keinerlei Regelmäßigkeit zu finden sein, und unsere Denktätigkeit müßte ruhen.

Das Kausalgesetz ist wirklich ein a priori gegebenes, ein transzendentes Gesetz. Ein Beweis desselben aus der Erfahrung ist nicht möglich; denn die ersten Schritte der Erfahrung sind nicht möglich, wie wir gesehen haben, ohne die Anwendung von Induktionsschlüssen, d. h. ohne das Kausalgesetz; und aus der vollendeten Erfahrung, wenn sie auch lehrte, daß alles bisher Beobachtete gesetzmäßig verlaufen ist — was zu versichern wir doch lange noch nicht berechtigt sind — würde immer nur erst durch einen Induktionsschluß, d. h. unter Voraussetzung des Kausalgesetzes, folgen können, daß nun auch in Zukunft das Kausalgesetz gültig sein würde. Hier gilt nur der eine Rat: Vertraue und handle!

Das Unzulängliche,

Dann wirds Ereignis²².

Das wäre die Antwort, die wir auf die Frage zu geben haben: was ist Wahrheit in unserem Vorstellen? In dem, was mir immer als der wesentlichste Fortschritt in *Kants*

Philosophie erschienen ist, stehen wir noch auf dem Boden seines Systems. In diesem Sinne habe ich auch in meinen bisherigen Arbeiten häufig die Übereinstimmung der neueren Sinnesphysiologie mit *Kants* Lehren betont, aber damit freilich nicht gemeint, daß ich auch in allen untergeordneten Punkten in verba magistri zu schwören hätte. Als wesentlichsten Fortschritt der neueren Zeit glaube ich die Aufklärung des Begriffs der Anschauung in die elementaren Vorgänge des Denkens betrachten zu müssen, die bei *Kant* noch fehlt, wodurch dann auch seine Auffassung der Axiome der Geometrie als transzendentaler Sätze bedingt ist. Es sind hier namentlich die physiologischen Untersuchungen über die Sinneswahrnehmungen gewesen, welche uns an die letzten elementaren Vorgänge des Erkennens hingeführt haben, die noch nicht in Worte faßbar, der Philosophie unbekannt und unzugänglich bleiben mußten, solange diese nur die in der Sprache ihren Ausdruck findenden Erkenntnisse untersuchte.

Denjenigen Philosophen freilich, welche die Neigung zu metaphysischen Spekulationen beibehalten haben, erscheint gerade das als das Wesentlichste an *Kants* Philosophie, was wir als einen von der ungenügenden Entwicklung der Spezialwissenschaften seiner Zeit abhängigen Mangel betrachtet haben. In der Tat stützt sich *Kants* Beweis für die Möglichkeit einer Metaphysik, von welcher angeblichen Wissenschaft er selbst doch nichts weiter zu entdecken wußte, ganz allein auf die Meinung, daß die Axiome der Geometrie und die verwandten Prinzipien der Mechanik transzendente, a priori gegebene Sätze seien. Übrigens widerspricht sein ganzes System eigentlich der Existenz der Metaphysik, und die dunklen Punkte seiner Erkenntnis-theorie, über deren Interpretation so viel gestritten worden ist, stammen von dieser Wurzel ab.

Nach alledem hätte die Naturwissenschaft ihren sichern Boden, auf dem feststehend sie die Gesetze des Wirklichen suchen kann, ein wunderbar reiches und fruchtbares Arbeitsfeld. Solange sie sich auf diese Tätigkeit beschränkt, wird sie von idealistischen Zweifeln nicht getroffen. Solche Arbeit mag bescheiden erscheinen im Vergleich zu den hochfliegenden Plänen der Metaphysiker.

Doch mit Göttern
 Soll sich nicht messen
 Irgend ein Mensch.
 Hebt er sich aufwärts
 Und berührt
 Mit dem Scheitel die Sterne,
 Nirgends haften dann
 Die unsicheren Sohlen,
 Und mit ihm spielen
 Wolken und Winde.
 Steht er mit festen
 Markigen Knochen
 Auf der wohlgegründeten
 Dauern den Erde:
 Reich er nicht auf,
 Nur mit der Eiche
 Oder der Rebe
 Sich zu vergleichen.²³

Immerhin mag uns das Vorbild dessen, der dies sagte, lehren, wie ein Sterblicher, der wohl zu stehen gelernt hatte, auch wenn er mit dem Scheitel die Sterne berührte, noch das klare Auge für Wahrheit und Wirklichkeit behielt. Etwas von dem Blicke des Künstlers, von dem Blicke, der *Goethe* und auch *Leonardo da Vinci* zu großen wissenschaftlichen Gedanken leitete, muß der rechte Forscher immer haben. Beide, Künstler wie Forscher, streben, wenn auch in verschiedener Behandlungsweise, dem Ziele zu, neue Gesetzmäßigkeit zu entdecken. Nur muß man nicht müßiges Schwärmen und tolles Phantasieren für künstlerischen Blick ausgeben wollen. Der rechte Künstler und der rechte Forscher wissen beide recht zu arbeiten und ihrem Werke feste Form und überzeugende Wahrheitstreue zu geben.

Übrigens hat sich bisher die Wirklichkeit der treu ihren Gesetzen nachforschenden Wissenschaft immer noch viel erhabener und reicher entfüllt, als die äußersten Anstrengungen mythischer Phantasie und metaphysischer Spekulation sie auszumalen gewußt hatten. Was wollen alle die ungeheuerlichen Ausgeburten indischer Träumerei, die Häufigen riesiger Dimensionen und Zahlen sagen gegen die

Wirklichkeit des Weltgebäudes, gegen die Zeiträume, in denen Sonne und Erde sich bildeten, in denen das Leben während der geologischen Geschichte sich entwickelte, in immer vollendeteren Formen sich den beruhigteren physikalischen Zuständen unseres Planeten anpassend.

Welche Metaphysik hat Begriffe vorbereitet von Wirkungen, wie sie Magnete und bewegte Elektrizität aufeinander ausüben, um deren Zurückführung auf wohlbestimmte Elementarwirkungen die Physik im Augenblick noch ringt, ohne zu einem klaren Abschluß gelangt zu sein. Aber schon scheint auch das Licht nichts als eine andere Bewegungsweise jener beiden Agentien, und der raumfüllende Äther erhält als magnetisierbares und elektrifizierbares Medium ganz neue charakteristische Eigenschaften.

Und in welches Schema scholastischer Begriffe sollen wir diesen Vorrat von wirkungsfähiger Energie einreihen, dessen Konstanz das Gesetz von der Erhaltung der Kraft aussagt, der, unzerstörbar und unvernehmbar wie eine Substanz, als Triebkraft in jeder Bewegung des leblosen wie des lebendigen Stoffes tätig ist, ein Proteus in immer neue Formen sich kleidend, durch den unendlichen Raum wirkend und doch nicht ohne Rest teilbar mit dem Raume, das Wirkende in jeder Wirkung, das Bewegende in jeder Bewegung und doch nicht Geist und nicht Materie? — Hat ihn der Dichter geahnt?

In Lebensfluten, in Tatensturm,
 Wall' ich auf und ab,
 Webe hin und her!
 Geburt und Grab,
 Ein ewiges Meer,
 Ein wechselnd Weben,
 Ein glühend Leben,
 So schaff' ich am sausenenden Webstuhl der Zeit,
 Und wirke der Gottheit lebendiges Kleid.²⁴

Wir, Stäubchen auf der Fläche unseres Planeten, der selbst kaum ein Sandkorn im unendlichen Raume des Weltalls zu nennen ist, wir, das jüngste Geschlecht unter den Lebendigen der Erde, nach geologischer Zeitrechnung kaum der Wiege entstieg, noch im Stadium des Lernens,

kaum halb erzogen, mündig gesprochen nur aus gegenseitiger Rücksicht und doch schon durch den kräftigeren Antrieb des Kausalgesetzes über alle unsere Mitgeschöpfe hinausgewachsen und sie im Kampf um das Dasein be- zwingend, haben wahrlich Grund genug, stolz zu sein, daß es uns gegeben ist, „die unbegreiflich hohen Werke“²⁵ in treuer Arbeit langsam verstehenzulernen, und wir brauchen uns nicht im mindesten beschämt zu fühlen, wenn dies nicht gleich im ersten Ansturm eines Ikarusfluges gelingt.

Beilage zum Vortrag:

Die Tatsachen in der Wahrnehmung

II. Der Raum kann transzendental sein, ohne daß es die Axiome sind!

Fast von allen philosophischen Gegnern der mathematischen Untersuchungen sind beide Behauptungen als identisch behandelt worden, was sie keineswegs sind. Das hat Herr *Benno Erdmann*² schon ganz klar in der den Philosophen geläufigen Ausdrucksweise auseinandergesetzt. Ich selbst habe es betont in einer gegen die Einwürfe von Herrn *Land* in Leiden gerichteten Antwort.³ Obgleich der Verfasser der neuesten Gegenschrift, Herr *Albrecht Krause*⁴, beide Abhandlungen zitiert, sind doch auch bei ihm wieder von sieben Abschnitten die ersten fünf zur Verteidigung der transzendentalen Natur der Anschauungsform des Raumes bestimmt und nur zwei behandeln die Axiome. Der Verfasser ist allerdings nicht bloß Kantianer, sondern Anhänger der extremsten nativistischen Theorien in der physiologischen Optik und betrachtet den ganzen Inhalt dieser Theorien als eingeschlossen in *Kants* System der Erkenntnistheorie, wozu doch nicht die geringste Berechtigung vorläge, selbst wenn *Kants* individuelle Meinung, dem unentwickelten Zustande der physiologischen Optik seiner Zeit entsprechend, ungefähr so gewesen sein sollte. Die Frage, ob die Anschauung mehr oder weniger weit in begriffliche Bildungen aufzulösen sei, war damals noch nicht aufgeworfen worden. Übrigens schreibt Herr *Krause* mir Vorstellungen über Lokalzeichen, Sinnengedächtnis, Einfluß der Netzhautgröße usw. zu, die ich nie gehabt und nie vorgetragen habe oder die zu widerlegen ich mich ausdrücklich bemüht habe. Unter Sinnengedächtnis habe ich stets nur das Gedächtnis für unmittelbare sinnliche Eindrücke, die nicht in Wortfassung gebracht sind, bezeichnet, aber würde gegen die Behauptung,

dieses Sinnengedächtnis habe seinen Sitz in den peripherischen Sinnesorganen, stets lebhaft protestiert haben. Ich habe Versuche ausgeführt und beschrieben zu dem Zwecke, um zu zeigen, daß wir selbst mit gefälschten Netzhautbildern, z. B. durch Linsen, durch konvergierende, divergierende oder seitlich ablenkende Prismen sehend, schnell die Täuschung überwinden lernen und wieder richtig sehen, und dann wird mir S. 41 von Herrn *Krause* untergeschoben, ein Kind müßte alles kleiner sehen als ein Erwachsener, weil sein Auge kleiner ist. Vielleicht überzeugt der vorstehende Vortrag den genannten Autor, daß er den Sinn meiner empiristischen Theorie der Wahrnehmung bisher gänzlich mißverstanden hat.

Was Herr *Krause* in den Abschnitten über die Axiome einwendet, ist zum Teil in den vorstehenden Vorträge erledigt, z. B. die Gründe, warum die anschauliche Vorstellung eines bisher noch nie beobachteten Objekts *schwer* sein könne. Dann folgt mit bezug auf meine in dem Vorträge über die Axiome der Geometrie⁵ zur Veranschaulichung des Verhältnisses der verschiedenen Geometrien gemachten Annahme flächenhafter Wesen, die auf einer Ebene oder Kugel leben, eine Auseinandersetzung, daß auf der Kugel zwar zwei oder viele „geradeste“⁶ Linien zwischen zwei Punkten existieren könnten, das Axiom des *Euclidés* aber von der einen „geraden“ Linie spräche. Für die Flächenwesen auf der Kugel aber hat die gerade Verbindungslinie zwischen zwei Punkten der Kugelgefällche, nach den gemachten Annahmen, gar keine reale Existenz in ihrer Welt. Die „geradeste“ Linie ihrer Welt wäre eben für sie, was für uns die „gerade“ ist. Herr *Krause* macht zwar den Versuch, die gerade Linie als die Linie von nur einer Richtung zu definieren. Wie soll man aber Richtung definieren; doch wieder nur durch die gerade Linie. Hier bewegen wir uns in einem *Circulus vitiosus*. Richtung ist sogar der speziellere Begriff, denn in jeder geraden Linie gibt es zwei entgegengesetzte Richtungen.

Dann folgt eine Auseinandersetzung, daß, wenn die Axiome Erfahrungssätze wären, wir von ihrer Richtigkeit nicht absolut überzeugt sein könnten, wie wir es doch

wären. Darum dreht sich ja eben der Streit. Herr *Krause* ist überzeugt, wir würden Messungen, die gegen die Richtigkeit der Axiome sprächen, nicht glauben. Darin mag er wohl in bezug auf eine große Anzahl von Menschen Recht haben, die einem auf alte Autorität gestützten Satze, der mit allen ihren übrigen Kenntnissen eng verwoben ist, lieber trauen als ihrem eigenen Nachdenken. Bei einem Philosophen sollte es doch anders sein. Die Menschen haben sich auch gegen die Kugelgestalt der Erde, gegen deren Bewegung, gegen die Existenz von Meteorsteinen lange genug höchst ungläubig verhalten. Übrigens ist an seiner Behauptung richtig, daß es sich empfiehlt, in der Prüfung der Beweisgründe gegen Sätze von alter Autorität um so strenger zu sein, je länger sich dieselben bisher in der Erfahrung vieler Generationen als tatsächlich richtig erwiesen haben. Schließlich aber müssen doch die Tatsachen und nicht die vorgefaßten Meinungen oder *Kants* Autorität entscheiden. Ferner ist richtig, wenn die Axiome Naturgesetze sind, daß sie natürlich an der nur approximativen Erweisbarkeit aller Naturgesetze durch Induktion teilhaben. Aber der Wunsch, exakte Gesetze kennen zu wollen, ist noch kein Beweis dafür, daß es solche gibt. Sonderbar jedoch ist es, daß Herr A. *Krause*, der die Ergebnisse wissenschaftlicher Messung wegen ihrer begrenzten Genauigkeit verwirft, für die transzendente Anschauung sich mit den Schätzungen durch das Augenmaß beruhigt (S. 62), um zu erweisen, daß wir gar keiner Messungen bedürften, um uns von der Richtigkeit der Axiome zu überzeugen. Das heißt doch Freund und Feind mit verschiedenem Maße messen! Als ob nicht jeder Zirkel aus dem schlechtesten Reißzeuge Genaueres leistet als das beste Augenmaß, selbst abgesehen von der Frage, die sich mein Gegner gar nicht stellt, ob das letztere angeborren und a priori gegeben oder nicht auch erworben sei.

Großen Anstoß hat der Ausdruck *Krümmungsmaß* in seiner Anwendung auf den Raum von drei Dimensionen bei philosophischen Schriftstellern erregt.⁷ Nun bezeichnet der Name eine gewisse von *Kriemann* definierte Größe, welche, für Flächen berechnet, zusammenfällt mit dem,

was *Gauß* Krümmungsmaß der Flächen genannt hat. Diesen Namen haben die Geometer als kurze Bezeichnung für den allgemeineren Fall von mehr als zwei Dimensionen beibehalten. Der Streit bewegt sich hier nur um den Namen und um nichts als den Namen für einen übrigens wohldefinierten Größenbegriff.

Beilage zum Vortrag:

Über die Tatsachen in der Wahrnehmung

III. Die Anwendbarkeit der Axiome auf die physische Welt¹

Ich will hier die Folgerungen entwickeln, zu denen wir gedrängt würden, wenn *Kants* Hypothese von dem transzendentalen Ursprunge der geometrischen Axiome richtig wäre und erörtern, welchen Wert alsdann diese unmittelbare Kenntnis der Axiome für unsere Beurteilung der Verhältnisse der objektiven Welt haben würde.²

§ 1.

Ich werde in diesem ersten Abschnitte zunächst in der realistischen Hypothese stehenbleiben und deren Sprache reden, also annehmen, daß die Dinge, welche wir objektiv wahrnehmen, reell bestehen und auf unsere Sinne wirken. Ich tue dies zunächst nur, um die einfache und verständliche Sprache des gewöhnlichen Lebens und der Naturwissenschaft reden zu können und dadurch den Sinn dessen, was ich meine, auch für Nichtmathematiker verständlich auszudrücken. Ich behalte mir vor, im folgenden Paragraphen die realistische Hypothese fallenzulassen und die entsprechende Auseinandersetzung in abstrakter Sprache und ohne jede besondere Voraussetzung über die Natur des Realen zu wiederholen.

Zunächst müssen wir von derjenigen Gleichheit oder Kongruenz der Raumgrößen, wie sie nach der gemachten Annahme aus transzendentaler Anschauung fließen könnte, diejenige Gleichwertigkeit derselben unterscheiden, welche durch Messung mit physischen Hilfsmitteln zu konstataren ist.

Physisch gleichwertig nenne ich Raumgrößen, in denen unter gleichen Bedingungen und in gleichen Zeitabschnitten die gleichen physikalischen Vorgänge bestehen und ab-

lauten können. Der unter geeigneten Vorsichtsmaßregeln am häufigsten zur Bestimmung physisch gleichwertiger Raumgrößen gebrauchte Prozeß ist die Übertragung starrer Körper, wie der Zirkel und Maßstäbe, von einem Orte zum anderen. Übrigens ist es ein ganz allgemeines Ergebnis aller unserer Erfahrungen, daß, wenn die Gleichwertigkeit zweier Raumgrößen durch irgendwelche dazu ausreichende Methode physikalischer Messung erwiesen worden ist, dieselben sich auch allen anderen bekannten physikalischen Vorgängen gegenüber als gleichwertig erweisen. Physische Gleichwertigkeit ist also eine vollkommen bestimmte, eindeutige objektive Eigenschaft der Raumgrößen, und offenbar hindert uns nichts, durch Versuche und Beobachtungen zu ermitteln, wie physische Gleichwertigkeit eines bestimmten Paares von Raumgrößen abhängt von der physischen Gleichwertigkeit anderer Paare solcher Größen. Dies würde uns eine Art von Geometrie geben, die ich einmal für den Zweck unserer gegenwärtigen Untersuchung *physische Geometrie* nennen will, um sie zu unterscheiden von der Geometrie, die auf die hypothetisch angenommene transzendente Anschauung des Raumes gegründet wäre. Eine solche rein und absichtlich durchgeführte physische Geometrie würde offenbar möglich sein und vollständig den Charakter einer Naturwissenschaft haben.

Schon deren erste Schritte würden uns auf Sätze führen, welche den Axiomen entsprechen, wenn nur statt der transzendentalen Gleichheit der Raumgrößen ihre physische Gleichwertigkeit gesetzt wird.

Sobald wir nämlich eine passende Methode gefunden hätten, um zu bestimmen, ob die Entfernungen je zweier Punktpaare einander gleich (d. h. physisch gleichwertig) sind, würden wir auch den besonderen Fall unterscheiden können, wo drei Punkte a, b, c so liegen, daß außer b kein zweiter Punkt zu finden ist, der dieselben Entfernungen von a und c hätte wie b . Wir sagen in diesem Falle, daß die drei Punkte in gerader Linie liegen.

Wir würden dann imstande sein, drei Punkte A, B, C zu suchen, die alle drei gleiche Entfernung voneinander haben, also die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks dar-

stellen. Dann könnten wir zwei neue Punkte suchen b und c , beide gleich weit von A entfernt und b mit A und B, c mit A und C in gerader Linie liegend. Alsdann entstände die Frage: Ist das neue Dreieck Abc auch gleichseitig, wie ABC ; ist also $bc = Ab = Ac$? Die *Euclidische Geometrie* antwortet: ja; die *sphärische* behauptet: $bc > Ab$, wenn $Ab < AB$; und die *pseudosphärische*: $b < Ab$ unter denselben Bedingung. Schon hier kämen die Axiome zur tatsächlichen Entscheidung. Ich habe dieses einfache Beispiel gewählt, weil wir dabei nur mit der Messung von Gleichheit oder Ungleichheit der Entfernungen von Punkten, beziehlich mit der Bestimmtheit oder Unbestimmtheit der Lage gewisser Punkte zu tun haben und weil gar keine zusammengesetzteren Raumgrößen, gerade Linien oder Ebenen konstruiert zu werden brauchen. Das Beispiel zeigt, daß diese physische Geometrie ihre die Stelle der Axiome einnehmenden Sätze haben würde.

Sowet ich sehe, kann es auch für den Anhänger der *Kantschen* Theorie nicht zweifelhaft sein, daß es möglich wäre, in der beschriebenen Weise eine rein erfahrungsmäßige Geometrie zu gründen, wenn wir noch keine hätten. In dieser würden wir es nur mit beobachtbaren empirischen Tatsachen und deren Gesetzen zu tun haben. Die Wissenschaft, die auf solche Weise gewonnen wäre, würde nur insofern eine von der Beschaffenheit der im Raum enthaltenen physischen Körper unabhängige Raumlehre sein, als die Voraussetzung zuträfe, daß physische Gleichwertigkeit immer für alle Arten physischer Vorgänge gleichzeitig eintritt.

Aber *Kants* Anhänger behaupten, daß es neben einer solchen physischen auch eine *reine Geometrie* gebe, die allein auf transzendente Anschauung gegründet sei, und daß diese in der Tat diejenige Geometrie sei, die bisher wissenschaftlich entwickelt wurde. Bei dieser hätten wir es gar nicht mit physischen Körpern und deren Verhalten bei Bewegungen zu tun, sondern wir könnten, ohne durch Erfahrung von solchen irgend etwas zu wissen, durch innere Anschauung uns Vorstellungen bilden von absolut unveränderlichen und unbeweglichen Raumgrößen, Körpern, Flächen, Linien, die, ohne daß sie jemals durch Bewegung,

die nur physischen Körpern zukommt, zur Deckung gebracht würden, doch im Verhältnis der Gleichheit und Kongruenz zueinander ständen.³

Ich erlaube mir hervorzuheben, daß diese innere Anschauung von Geradheit der Linien, Gleichheit von Entfernungen oder von Winkeln absolute Genauigkeit haben müßte; sonst würden wir durchaus nicht berechtigt sein, darüber zu entscheiden, ob zwei gerade Linien, unendlich verlängert, sich nur einmal oder auch vielleicht wie größte Kreise auf der Kugel zweimal schneiden, noch zu behaupten, daß jede gerade Linie, welche eine von zwei Parallellinien, mit denen sie in derselben Ebene liegt, schneidet, auch die andere schneiden müsse. Man muß nicht das so unvollkommene Augenmaß für die transzendentale Anschauung unterschreiben wollen, welche letztere absolute Genauigkeit fordert.

Gesetztenfalls, wir hätten nun eine solche transzendentale Anschauung von Raumgebilden, ihrer Gleichheit und ihrer Kongruenz und könnten uns durch wirklich genügende Gründe überzeugen, daß wir sie haben: so würde sich allerdings daraus ein System der Geometrie herleiten lassen, welches unabhängig von allen Eigenschaften der physischen Körper wäre, eine reine, transzendentale Geometrie. Auch diese Geometrie würde ihre Axiome haben. Es ist aber klar, auch nach *Kantschen* Prinzipien, daß die Sätze dieser hypothetischen reinen Geometrie nicht notwendig mit denen der physischen übereinstimmen brauchen. Denn die eine redet von Gleichheit der Raumgrößen in innerer Anschauung, die andere von physischer Gleichwertigkeit. Diese letztere hängt offenbar ab von empirischen Eigenschaften der Naturkörper und nicht bloß von der Organisation unseres Geistes.

Dann wäre also zu untersuchen, ob die beiden besprochenen Arten der Gleichheit notwendig immer zusammenfallen. Durch Erfahrung ist darüber nicht zu entscheiden. Hat es einen Sinn zu fragen, ob zwei Paare Zirkelspitzen nach transzendentaler Anschauung gleiche oder ungleiche Längen umfassen? Ich weiß damit keinen Sinn zu verbinden, und soweit ich die neueren Anhänger *Kants* verstanden habe, glaube ich annehmen zu dürfen,

daß auch sie mit Nein antworten würden. Das Augenmaß dürfen wir uns, wie gesagt, hierbei nicht unterschreiben lassen.

Könnte nun etwa aus Sätzen der reinen Geometrie gefolgert werden, daß die Entfernungen der beiden Zirkelspitzenpaare gleich groß seien? Dazu müßten geometrische Beziehungen zwischen diesen Entfernungen und anderen Raumgrößen bekannt sein, von welchen letzteren man direkt wissen müßte, daß sie im Sinne der transzendentalen Anschauung gleich seien. Da man dies nun direkt nie wissen kann, so kann man es auch durch geometrische Schlüsse niemals folgern.

Wenn der Satz, daß beide Arten räumlicher Gleichheit identisch sind, nicht durch Erfahrung gefunden werden kann, so müßte er ein metaphysischer Satz sein und einer Denkartwendigkeit entsprechen. Dann würde eine solche aber nicht nur die Form empirischer Erkenntnisse, sondern auch ihren Inhalt bestimmen — wie zum Beispiel bei der oben angeführten Konstruktion zweier gleichseitiger Dreiecke —, eine Folgerung, welche *Kants* Prinzipien geradezu widersprechen würde. Dann würde das reine Anschauen und Denken mehr leisten, als *Kant* zuzugeben geneigt ist.

Gesetzten Falls endlich, daß die physische Geometrie eine Reihe allgemeiner Erfahrungssätze gefunden hätte, die mit den Axiomen der reinen Geometrie gleichlautend wären: so würde daraus höchstens folgen, daß die Übereinstimmung zwischen physischer Gleichwertigkeit der Raumgrößen und ihrer Gleichheit in reiner Raumanschauung eine zulässige Hypothese sei, die zu keinem Widerspruch führt. Sie würde aber nicht die einzig mögliche Hypothese sein. Der physische Raum und der Raum der Anschauung könnten sich zueinander auch verhalten wie der wirkliche Raum zu seinem Abbild in einem Konvexspiegel.⁴

Daß die physische Geometrie und die transzendentale nicht notwendig übereinstimmen brauchen, geht daraus hervor, daß wir sie uns tatsächlich als nicht übereinstimmend vorstellen können.

Die Art, wie eine solche Inkongruenz zur Erscheinung kommen würde, ergibt sich schon aus dem, was ich in

einem früheren Aufsatze⁵ auseinandergesetzt habe. Nehmen wir an, daß die physikalischen Messungen einem pseudosphärischen Raume entsprechen. Der sinnliche Eindruck von einem solchen bei Ruhe des Beobachters und der beobachteten Objekte würde derselbe sein, als wenn wir *Behnanns* kugeliges Modell im Euklidischen Raume vor uns hätten, wobei der Beobachter sich im Mittelpunkt befände. Sowie aber der Beobachter seinen Platz wechselte, würde das Zentrum der Projektionskugel mit dem Beobachter wandern müssen und die ganze Projektion sich verschieben. Für einen Beobachter, dessen Raumanschauungen und Schätzungen von Raumgrößen entweder aus transzendentaler Anschauung oder als Resultat der bisherigen Erfahrung im Sinne der Euklidischen Geometrie gebildet wären, würde also der Eindruck entstehen, daß, sowie er selbst sich bewegt, auch alle von ihm gesehenen Objekte sich in einer bestimmten Weise verschoben und nach verschiedenen Richtungen verschieden sich dehnen und zusammenziehen. In ähnlicher Weise, nur nach quantitativ abweichenden Verhältnissen, sehen wir auch in unserer objektiven Welt die perspektivische relative Lage und die scheinbare Größe der Objekte von verschiedener Entfernung wechseln, so wie der Beobachter sich bewegt. Wie wir nun tatsächlich imstande sind, aus diesen wechselnden Gesichtsbildern zu erkennen, daß die Objekte rings um uns ihre relative gegenseitige Lage und Größe nicht verändern, solange die perspektivischen Verschöbungen genau dem in der bisherigen Erfahrung bewährten Gesetze entsprechen, welchem sie bei ruhenden Objekten unterworfen sind, wie wir dagegen bei jeder Abweichung von diesem Gesetze auf Bewegung der Objekte schließen: so würde, wie ich selbst, als Anhänger der empiristischen Theorie der Wahrnehmung, glaube voraussetzen zu dürfen, auch jemand, der aus dem Euklidischen Raume in den pseudosphärischen überträte, anfangs zwar Scheinbewegungen der Objekte zu sehen glauben, aber sehr bald lernen, eine Schätzung der Raumverhältnisse den neuen Bedingungen anzupassen.

Dies letztere ist aber eine Voraussetzung, die nur nach der Analogie dessen, was wir sonst von den Sinneswahrneh-

mungen wissen, gebildet ist und durch den Versuch nicht geprüft werden kann. Nehmen wir also an, die Beurteilung der Raumverhältnisse bei einem solchen Beobachter könnte nicht mehr geändert werden, weil sie mit angeborenen Formen der Raumanschauung zusammenhinge: so würde derselbe doch schnell ermitteln, daß die Bewegungen, die er zu sehen glaubt, nur Scheinbewegungen sind, da sie immer wieder zurückgehen, wenn er selbst sich auf seinen ersten Standpunkt zurückbeugt; oder ein zweiter Beobachter würde konstatieren können, daß alles in Ruhe bleibt, während der erste den Ort wechselt. Wenn also vielleicht auch nicht vor der unreflektierten Anschauung, würde doch bald vor der wissenschaftlichen Untersuchung sich herausstellen können, welches die physikalisch konstanten Raumverhältnisse sind, etwa so wie wir selbst durch wissenschaftliche Untersuchungen wissen, daß die Sonne feststeht und die Erde rotiert, trotzdem der sinnliche Schein fortbesteht, daß die Erde stillsteht und die Sonne in 24 Stunden einmal um sie herumläuft.

Dann aber würde diese ganze vorausgesetzte transzendente Anschauung a priori in den Rang einer *Sinnestäuschung*, eines *objektiv falschen Scheines* herabgesetzt werden, von der wir uns zu betreten und die wir zu vergessen suchen müßten, wie es bei der scheinbaren Bewegung der Sonne der Fall ist. Es würde dann ein Widerspruch sein zwischen dem, was nach der angeborenen Anschauung als räumlich gleichwertig erscheint, und dem, was in den objektiven Phänomenen sich als solches erweist. Unser ganzes wissenschaftliches und praktisches Interesse würde an das letztere geknüpft sein. Die transzendente Anschauungsform würde die physikalisch gleichwertigen Raumverhältnisse nur so darstellen wie eine ebene Landkarte die Oberfläche der Erde, sehr kleine Stücke und Streifen richtig, größere dagegen notwendig falsch. Es würde sich dann nicht bloß um die *Erscheinungsweise* handeln, die ja notwendig eine Modifikation des darzustellenden Inhalts bedingt, sondern darum, daß die Beziehungen zwischen Erscheinung und Inhalt, die für engere Grenzen Übereinstimmung zwischen beiden herstellen, auf weitere Grenzen ausgedehnt, einen *falschen Schein* geben würden.

Die Folgerung, welche ich aus diesen Betrachtungen ziehe, ist diese: Wenn es wirklich eine uns angebotene und unverfügbare Anschauungsform des Raumes mit Einschluss der Axiome gäbe, so würden wir zu ihrer objektiven wissenschaftlichen Anwendung auf die Erfahrungswelt erst berechtigt sein, wenn durch Beobachtung und Versuch konstatiert wäre, daß die nach der vorausgesetzten transzendentalen Anschauung gleichwertigen Raumteile auch physisch gleichwertig seien. Diese Bedingung trifft zusammen mit *Riemanns* Forderung, daß das Krümmungsmaß des Raumes, in dem wir leben, empirisch durch Messung bestimmt werden müsse.

Die bisher ausgeführten Messungen dieser Art haben keine merkliche Abweichung des Wertes dieses Krümmungsmaßes von Null ergeben. Als tatsächlich richtig innerhalb der bis jetzt erreichten Grenzen der Genauigkeit des Messens können wir die *Euklidische* Geometrie also allerdings ansehen.

§ 2

Die Erörterungen des ersten Paragraphen blieben ganz im Gebiete des Objektiven und des realistischen Standpunkts des Naturforschers, wobei die begriffliche Fassung der Naturgesetze der Endzweck ist und die Kenntnis durch Anschauung nur eine erleichternde Hilfe, beziehlich ein zu beseitigender falscher Schein.

Herr Professor *Land* glaubt nun, daß ich, bei meinen Auseinandersetzungen die Begriffe des *Objektiven* und des *Realen* verwechselt hätte, daß bei meiner Behauptung, die geometrischen Sätze könnten an der Erfahrung geprüft und durch sie bestätigt werden, unbegründeterweise vorausgesetzt sei (*Mind*, II., p. 46) „that empirical knowledge is acquired by simple importation or by counterfeit, and not by peculiar operations of the mind, sollicitated by varied impulses from an unknown reality“. Wenn Herr Prof. *Land* meine Arbeiten über Sinnesempfindungen gekannt hätte, würde er gewußt haben, daß ich selbst mein Leben lang gegen eine solche Voraussetzung, wie er mir unterschiebt, gekämpft habe. Ich habe von dem Unterschiede des Objektiven und Realen in meinem Aufsätze nicht gesprochen,

weil mir in der vorliegenden Untersuchung gar kein Gewicht auf diesen Unterschied zu fallen schien. Um diese meine Meinung zu begründen, wollen wir jetzt, was in der realistischen Ansicht hypothetisch ist, fallen lassen und nachweisen, daß die bisher aufgestellten Sätze und Beweise auch dann noch einen vollkommen richtigen Sinn haben, daß man auch dann noch nach der physischen Gleichwertigkeit von Raumgrößen zu fragen und darüber durch Erfahrung zu entscheiden berechtigt ist.

Die einzige Voraussetzung, welche wir festhalten, ist die des Kausalgsetzes, daß nämlich die mit dem Charakter der Wahrnehmung in uns zustande kommenden Vorstellungen nach festen Gesetzen zustande kommen, so daß, wenn verschiedene Wahrnehmungen sich uns aufdrängen, wir berechtigt sind, daraus auf Verschiedenheit der realen Bedingungen zu schließen, unter denen sie sich gebildet haben. Übrigens wissen wir über diese Bedingungen selbst, über das eigentliche Reale, was den Erscheinungen zugrunde liegt, nichts; alle Meinungen, die wir sonst darüber hegen mögen, sind nur als mehr oder minder wahrscheinliche Hypothesen zu betrachten. Die vorangestellte Voraussetzung dagegen ist das Grundgesetz unseres Denkens; wenn wir sie aufgeben wollten, so würden wir damit überhaupt darauf Verzicht leisten, diese Verhältnisse denkend begreifen zu können.

Ich hebe hervor, daß über die Natur der Bedingungen, unter denen Vorstellungen entstehen, hier gar keine Voraussetzungen gemacht werden sollen. Ebenso gut wie die realistische Ansicht, deren Sprache wir bisher gebraucht haben, wäre zulässig die Hypothese des subjektiven Idealismus. Wir könnten annehmen, daß all unser Wahrnehmen nur ein Traum sei, wenn auch ein in sich höchst konsequenter Traum, in dem sich Vorstellung aus Vorstellung nach festen Gesetzen entwickelte. In diesem Falle würde der Grund, daß eine neue scheinbare Wahrnehmung eintritt, nur darin zu suchen sein, daß in der Seele des Träumenden Vorstellungen bestimmter anderer Wahrnehmungen und etwa auch Vorstellungen von eigenen Willensimpulsen bestimmter Art vorausgegangen sind. Was wir in der realistischen Hypo-

these Naturgesetze nennen, würden in der idealistischen Gesetze sein, welche die Folge der mit dem Charakter der Wahrnehmung aufeinanderfolgenden Vorstellungen regeln.

Nun finden wir als Tatsache des Bewußtseins, daß wir Objekte wahrzunehmen glauben, die sich an bestimmten Orten im Raume befinden. Daß ein Objekt an einem bestimmten besondern Orte erscheint und nicht an einem anderen, wird abhängen müssen von der Art der realen Bedingungen, welche die Vorstellung hervorruft. Wir müssen schließen, daß andere reale Bedingungen hätten vorhanden sein müssen, um zu bewirken, daß die Wahrnehmung eines anderen Orts des gleichen Objekts eintrete. Es müssen also in dem Realen irgendwelche Verhältnisse oder Komplexe von Verhältnissen bestehen, welche bestimmen, an welchem Ort im Raume uns ein Objekt erscheint. Ich will diese, um sie kurz zu bezeichnen, *topogene Momente* nennen. Von ihrer Natur wissen wir nichts, wir wissen nur, daß das Zustandekommen räumlich verschiedener Wahrnehmungen eine Verschiedenheit der topogenen Momente voraussetzt.

Daneben muß es im Gebiete des Realen andere Ursachen geben, welche bewirken, daß wir zu verschiedener Zeit am gleichen Orte verschiedene stoffliche Dinge von verschiedenen Eigenschaften wahrzunehmen glauben. Ich will mir erlauben, diese mit dem Namen der *hylogenen Momente* zu bezeichnen. Ich wähle diese neuen Namen, um alle Einmischung von Nebenbedeutungen abzuschneiden, die sich an gebräuchliche Worte knüpfen könnten.

Wenn wir nun irgend etwas wahrnehmen und behaupten, was eine gegenseitige Abhängigkeit von Raumgrößen aussagt, so ist zweifelsohne der tatsächliche Sinn einer solchen Aussage nur der, daß zwischen gewissen topogenen Momenten, deren eigentliches Wesen uns aber unbekannt bleibt, eine gewisse gesetzmäßige Verbindung stattfindet, deren Art uns ebenfalls unbekannt ist. Ebendeshalb sind *Schopenhauer* und viele Anhänger von *Kant* zu der unrichtigen Folgerung gekommen, daß in unseren Wahrnehmungen räumlicher Verhältnisse überhaupt kein realer Inhalt sei, daß der Raum und seine Verhältnisse nur transzendentaler Schein seien, ohne daß irgend etwas Wirkliches ihnen ent-

spreche. Wir sind aber jedenfalls berechtigt, auf unsere räumlichen Wahrnehmungen dieselben Betrachtungen anzuwenden wie auf andere sinnliche Zeichen, z. B. die Farben. Blau ist nur eine Empfindungsweise; daß wir aber zu einer gewissen Zeit in einer bestimmten Richtung Blau sehen, muß einen realen Grund haben. Sehen wir zu einer Zeit dort Rot, so muß dieser reale Grund verändert sein.

Wenn wir beobachten, daß verschiedenartige physikalische Prozesse in kongruenten Räumen während gleicher Zeitperioden verlaufen können, so heißt dies, daß im Gebiete des Realen gleiche Aggregate und Folgen gewisser hylogener Momente zustande kommen und ablaufen können in Verbindung mit gewissen bestimmten Gruppen verschiedener topogener Momente, solcher nämlich, die uns die Wahrnehmung physisch gleichwertiger Raumteile geben. Und wenn uns dann die Erfahrung belehrt, daß jede Verbindung oder jede Folge hylogener Momente, die in Verbindung mit der einen Gruppe topogener Momente bestehen oder ablaufen kann, auch mit jeder physikalisch äquivalenten Gruppe anderer topogener Momente möglich ist, so ist dies jedenfalls ein Satz, der einen realen Inhalt hat, und die topogenen Momente beeinflussen also unzweifelhaft den Ablauf realer Prozesse.

In dem oben angegebenen Beispiel mit den zwei gleichseitigen Dreiecken handelt es sich nur 1. um Gleichheit oder Ungleichheit, d. h. physische Gleichwertigkeit oder Nichtgleichwertigkeit von Punktabständen; 2. um Bestimmtheit oder Nicht-Bestimmtheit der topogenen Momente gewisser Punkte. Diese Begriffe von Bestimmtheit und von Gleichwertigkeit in Beziehung auf gewisse Folgen können aber auch auf Objekte von übrigens ganz unbekanntem Wesen angewendet werden. Ich schließe daraus, daß die Wissenschaft, welche ich physische Geometrie genannt habe, Sätze von realem Inhalt enthält und daß ihre Axiome bestimmt werden, nicht von bloßen Formen des Vorstellens, sondern von Verhältnissen der realen Welt.

Dies berechtigt uns noch nicht, die Annahme einer Geometrie, die auf transzendente Anschauung gegründet ist,

für unmöglich zu erklären. Man könnte z. B. annehmen, daß eine Anschauung von der Gleichheit zweier Raumgrößen ohne physische Messung unmittelbar durch die Einwirkung der topogenen Momente auf unser Bewußtsein hervorgerufen werde, daß also gewisse Aggregate topogener Momente auch in bezug auf eine psychische, unmittelbar wahrnehmbare Wirkung äquivalent seien. Die ganze Euklidische Geometrie läßt sich herleiten aus der Formel, welche die Entfernung zweier Punkte als Funktion ihrer rechtwinkligen Koordinaten gibt. Nehmen wir an, daß die Intensität jener psychischen Wirkung, deren Gleichheit als Gleichheit der Entfernung zweier Punkte im Vorstellen erscheint, in derselben Weise von irgendwelchen drei Funktionen der topogenen Momente jedes Punktes abhängt wie die Entfernung im *Euklidischen* Raume von den drei Koordinaten eines jeden, so müßte das System der reinen Geometrie eines solchen Bewußtseins die Axiome des *Euklid* erfüllen, wie auch übrigens die topogenen Momente der realen Welt und ihre physische Äquivalenz sich verhielten. Es ist klar, daß in diesem Falle die Übereinstimmung zwischen psychischer und physischer Gleichwertigkeit der Raumgrößen nicht allein aus der Form der Anschauung entspringen werden könnte. Und wenn sich Übereinstimmung herausstellen sollte, so wäre diese als ein Naturgesetz, oder, wie ich es in meinem populären Vortrage bezeichnet habe, als eine prästabilisierte Harmonie zwischen der Vorstellungswelt und der realen Welt aufzufassen, ebensogut wie es auf Naturgesetzen beruht, daß die von einem Lichtstrahl beschriebene gerade Linie mit der von einem gespannten Faden gebildeten zusammenfällt.

Ich meine damit gezeigt zu haben, daß die Beweisführung, die ich im § 1 in der Sprache der realistischen Hypothese gegeben habe, sich auch ohne deren Voraussetzungen gültig erweist.

Wenn wir die Geometrie auf Tatsachen der Erfahrung anwenden wollen, wo es sich immer nur um physische Gleichwertigkeit handelt, können nur die Sätze derjenigen Wissenschaft angewendet werden, die ich als physische Geometrie bezeichnet habe. Wer die Axiome aus der Erfahrung herleitet, dem ist unsere bisherige Geometrie in der

Tat physische Geometrie, die sich nur auf eine große Menge planlos gesammelter, statt auf ein System methodisch durchgeführter Erfahrungen stützt. Zu erwähnen ist übrigens, daß dies schon die Ansicht von *Newton* war, der in der Einleitung zu den „*Principia*“ erklärt: „Geometrie selbst hat ihre Begründung in mechanischer Praxis und ist in der Tat nichts anderes, als derjenige Teil der gesamten Mechanik, welcher die Kunst des Messens genau feststellt und begründet.“⁶

Dagegen ist die Annahme einer Kenntnis der Axiome aus transzendentaler Anschauung:

1. eine *unerwiesene* Hypothese;
2. eine *unnötige* Hypothese, da sie nichts in unserer tatsächlichen Vorstellungswelt zu erklären vorgibt, was nicht auch ohne ihre Hilfe erklärt werden könnte;
3. eine für die Erklärung unserer Kenntnis der wirklichen Welt *gänzlich unbrauchbare* Hypothese, da die von ihr aufgestellten Sätze auf die Verhältnisse der wirklichen Welt immer erst angewendet werden dürfen, nachdem ihre objektive Gültigkeit erfahrungsmäßig geprüft und festgestellt worden ist.

Kants Lehre von den a priori gegebenen Formen der Anschauung ist ein sehr glücklicher und klarer Ausdruck des Sachverhältnisses; aber diese Formen müssen inhaltsleer und frei genug sein, um jeden Inhalt, der überhaupt in die betreffende Form der Wahrnehmung eintreten kann, aufzunehmen. Die Axiome der Geometrie aber beschränken die Anschauungsform des Raumes so, daß nicht mehr jeder denkbare Inhalt darin aufgenommen werden kann, wenn überhaupt Geometrie auf die wirkliche Welt anwendbar sein soll. Lassen wir sie fallen, so ist die Lehre von der Transzendentalität der Anschauungsform des Raumes ohne allen Anstoß. Hier ist *Kant* in seiner Kritik nicht kritisch genug gewesen; aber freilich handelte es sich dabei um Lehrsätze aus der Mathematik, und dies Stück kritischer Arbeit mußte durch die Mathematiker erledigt werden.

PHILOSOPHISCHE STUDIENTEXTE

HERMANN VON HELMHOLTZ

Philosophische Vorträge
und
Aufsätze

Eingeleitet und mit erklärenden Anmerkungen
herausgegeben von

HERBERT HÖRZ UND SIEGFRIED WOLLGAST



AKADEMIE-VERLAG · BERLIN
1971