

Ernst Mach

Lebenslauf

1836 geboren bei Brünn im alten Österreich-Ungarn am 18. Februar als erstes von drei Kindern. Vater Johann hat studiert, Mutter Josephine stammt aus Mediziner- und Juristenfamilie. Vollständiger Name Ernst Waldfried Joseph Wenzel Mach.

1840 Umzug auf Landgut bei Wien. Die Familie lebt eher zurückgezogen.

Vater betreibt Seidenraupenzüchtung, Obstgarten, ist aber auch in Bildung engagiert. Mutter ist künstlerisch veranlagt.

1848 ein Jahr auf Benediktiner-Gymnasium, aber nicht an Alt Sprachen interessiert. – Empfehlung, Handwerk zu lernen. Vater übernimmt wieder Unterricht. Morgens Schulfächer, nachmittags teils Arbeit am Hof, teils Lehre bei einem Kunsttischler.

1853 sechste Klasse des Gymnasiums. Religiöse Fächer sind für ihn beschwerlich, aber die Naturwissenschaften werden gut unterrichtet. – Lernt sogar Lamarcks Theorie der Evolution kennen, noch bevor Darwin seine Evolutionstheorie der natürlichen Auslese entwickelt, was ihn stark beeinflussen soll.

1855 Studium der Mathematik, Physik und Philosophie in Wien.

1860 Promotion über elektrische Entladung und Induktion.

1861 Habilitation und Privatdozent in Wien. Arbeit mit Dopplers Nachfolger von Ettinghausen über den Dopplereffekt bei Licht- und Schallwellen.

Populärwissenschaftliche Vorlesungen als Haupteinkommensquelle, aber auch reguläre Vorlesungen über Mechanik. Bereits Interesse an dem neuen Gebiet Psychophysik.

1863 *Compendium der Physik für Mediziner* – noch mechanistische Weltansicht, wenn auch Aufweis von Unzulänglichkeiten der Mechanik. Atommodell nur *ein* mögliches Modell.

Bereits Hinwendung zu Physiologie und Psychologie, vor allem Psychophysik als sich etablierende Disziplin. Dokumentiert in *Vorträge über Psychophysik*.

1864 Professur für Mathematik in Graz. Forschung teilweise aus eigenen Mitteln.

1866 Professur auch für Physik. Trotzdem weiterhin Untersuchungen im Bereich der Physiologie und Psychophysik.

Entdeckung der sogenannten *Machbänder* führt zu einem Verstärkungs-Hemmungsmodell. Dies ist von Bedeutung als ein physiologischer Effekt ohne physikalische Basis.

(1950 wiederentdeckt und Anlaß vielfältiger Forschungen.)

1867 Heirat mit Ludovica Marussig in Graz.

Professur für Experimentalphysik an der Prager Karls-Universität. Hier für 28 Jahre tätig.

Über 100 teils wichtige Veröffentlichungen.

Entdeckung des Phänomens, daß Menschen nur Beschleunigung, nicht aber gleichmäßige Geschwindigkeit wahrnehmen.

Physikalische Untersuchungen zur Optik (Interferenz, Polarisation, Spektren), zur Energieerhaltung, zu Wellenbewegungen in Mechanik, Elektrizitätslehre und Optik. Entwickelt stroboskopische Darstellung von Luftschwingungen, sowie verfeinerte fotografische Techniken um Schallwellen und Projektile, also hohe Geschwindigkeiten zu erforschen. Einheit der Schallgeschwindigkeit daher *Mach*. Zusammen mit Salcher und verschiedenen Mitarbeitern, darunter auch sein Sohn Ludwig, wichtige Experimente, so auch mit Unterstützung der österreichischen Luftwaffe in Rijeka, als Grundlage vieler späterer Forschungen. Daraus resultieren der später zu seinen Ehren benannte *Mach-Winkel*, sowie die *Mach-Zahl*.

1882-1884 Rektorat während der Spaltung in deutsche und tschechische Fakultät.

1883 *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch kritisch dargestellt*

1886 *Analyse der Empfindungen*

1887 Lehrbuch der Physik für Schulen. In 20 Auflagen teils über 40 Jahre in Gebrauch.

1895 Lehrstuhl in Wien für „*Philosophie, insbesondere Geschichte und Theorie der induktiven Wissenschaften*“, eigens für ihn eingerichtet.

1895 *Popular scientific Lectures*

1896 *Die Prinzipien der Wärmelehre*

1898 Schlaganfall, rechtsseitige Lähmung, dennoch Wiederaufnahme der wissenschaftlichen und schriftstellerischen Arbeit.

1901 Emeritierung. Trotz Ablehnung des Adelstitels – er war Demokrat und unterstützte eher den Sozialismus – Berufung ins österreichische Herrenhaus.

1905 *Erkenntnis und Irrtum*

1906 *Space and Geometry in the Light of Physiological, Psychological and Physical Inquiry*

1913 Umzug zu seinem Sohn nach Vaterstetten bei München.

1915 *Kultur und Mechanik*

1916 Tod am 19. Februar im Alter von 78 Jahren.

Einschätzungen von Kollegen

Mach galt als großer Experimentator, aber seine philosophischen Ideen und Grundsätze waren für die meisten Physiker unverständlich, ebenso seine Forschungsgebiete und Ansätze. So las man ihn als Idealisten, wogegen er sich allerdings wehrte.

Dem mit Begeisterung sich ausbreitenden Physikalismus bot Mach gerade Kontra mit seinem Interesse an den Zwischengebieten von Physiologie, Psychologie und Physik. Unverständlich blieben auch seine Ablehnung der noch jungen, aber wirkungsvollen Atomtheorie, genauso wie später der Relativitätstheorie. Oder seine Stellung zur Thermodynamik, worin er von Max Planck scharf kritisiert wurde – allerdings auch in falscher Weise. Nur erkannte Planck die Korrektur Boltzmanns später an, Mach jedoch auch dies nicht.

Ungeachtet dessen wurden dennoch seine Erfolge sowie seine stete und uneigennützig Bemühung um die Wissenschaft anerkannt und geschätzt.

Machs wissenschaftliches Programm

Bereits in Machs frühem Werk *Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit* aus dem Jahr 1872 sind alle wesentlichen Themen seiner späteren Arbeiten berührt, die ihn auch sein gesamtes Leben lang begleiten sollen.

- Bedeutung und Funktion wissenschaftlicher Theorien
- erkenntnistheoretische Bedeutung von Physiologie und Sinnespsychologie für die Naturwissenschaften
- Prinzip der Denkökonomie
- Unzulänglichkeiten der Newtonschen Mechanik
- Kritik an Atomtheorie, klassischer Kausalität, an einem physikalischen Reduktionismus, insbesondere dem Mechanismus
- Kritik am Materialismus
- Kritik an „metaphysischen Spekulationen“
- Methode der historischen Analyse

Mechanik

Machs kritische Betrachtungen in *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch kritisch dargestellt* von 1883 verursachte reichhaltige Antworten. Hier gibt Mach eine detaillierte Darstellung der klassischen Mechanik mit einigen zwingenden Argumenten für eine Neuformulierung. So lehnt er Newtons absoluten Raum und absolute Zeit ab, da sie nicht beobachtet werden können, nicht erfahrbar sind. Gleiches gilt auch für die Atomtheorie. Und er verwirft aus Gründen der Denkökonomie eine den Körpern innewohnende Trägheit. Kraft *gibt* es für Mach nicht. Sie ist lediglich ein Konzept, das sich wohl bewährt hat, genauso wie auch Raum, Zeit oder Energie und Temperatur.

Dies hat als *Machsches Prinzip*, so Einstein, auf die Relativitätstheorie eingewirkt, wenn es auch nicht vollkommen aufrecht erhalten werden konnte. Aber es war möglich, wie Einstein

mit mathematischen Methoden nachwies, daß die Bewegung eines Körpers durch den Einfluß von Massen gelenkt wird und nicht durch Trägheit, die ihn geradlinig und gleichförmig bewegte. Bis heute ist dieser Tatbestand Objekt der Diskussion.

Einstein sieht sich stark beeinflusst von Machs Mechanik, was diesen aber auch nicht dazu bringen konnte, die Relativitätstheorie anzunehmen.

Geschichte der Naturwissenschaften

Ursprünglich stellte Mach historische Studien an, um eine eigene Forschungsrichtung zu finden, wie er bereits 1863 beschrieb, und über Physik zu lernen. Auch die falschen und verworfenen Gedanken seien wichtig, weil inspirierend und instruktiv. Die gewachsenen Vorstellungen einer Wissenschaft sollen nicht nur *halbverstanden* oder gar *Vorurteile* sein, wie er 1883 in der Mechanik schreibt. (Ausgabe 1889, Seite 237)

Niemals will Mach die Entwicklung eines Gegenstandes nur um ihrer selbst willen aufzeigen, niemals sind solche Untersuchungen systematisch angelegt. Sie dienen lediglich als Mittel zur Einsicht in wissenschaftstheoretische Zusammenhänge, die ihn als *Physiker* betreffen. Dabei hatten sie allerdings den Effekt, philosophische Fragestellungen an ihn zu tragen und Antworten herauszufordern, die sowohl die Wissenschaftstheorie als auch die Philosophie überhaupt nachhaltig beeinflusst haben.

Bei seinen historischen Nachforschungen hat Mach in starkem Maß auch Primärquellen befragt. – Er verstand wohl Latein, Griechisch, Französisch, Italienisch und Englisch. Außerdem besaß er eine reiche Kenntnis an Sekundärliteratur und unterhielt einen vielseitigen internationalen Schriftverkehr sowie weite Kontakte. William James soll über ihn gesagt haben, er scheine über alles gelesen und gedacht zu haben.

Seine Methode ist nicht die *logische* Analyse einer Wissenschaft, sondern die *historische*, was ihn vom Wiener Kreis unterscheidet, der Mach als Vorläufer sieht. Am markantesten zeigt das wohl dessen erste Eintragung als *Verein Ernst Mach*.

So gelangt Mach zu den vorausschauenden Schlüssen, daß Physik nur einen kleinen Platz innerhalb der Naturwissenschaften einnimmt, sie zu spezialisiert ist, und wird vor allem in der *Analyse der Empfindungen* in den Grenzgebieten zur Biologie forschen.

Darüber hinaus versucht Mach zu begreifen, wie historische Umstände auf die Methoden und Interpretationen der Wissenschaft einwirken. Er will nicht nur das Werk des Wissenschaftlers prüfen, sondern auch ihn selbst in seinem Umfeld.

So war es Machs oberstes Ziel, mit Hilfe dieser historischen, aber auch mit Hilfe von kritischen und psychologischen Mitteln „*metaphysische Verdunkelungen und Vorlieben*“ bloßzustellen (*Die Mechanik*, 1883). Dazu untersuchte er die Rolle *instinktiven Wissens* und der *Erinnerung*, Beziehungen zwischen dem Ursprung einer Idee und ihrer Position in der

Wissenschaft zu verschiedenen Zeiten, sowie die *Psychologie der Entdeckung* - im Gegensatz zur Logik der Entdeckung - und die Rolle von *Induktion* und *Deduktion*.

Sensualismus

Im instinktiven Wissen sah Mach versteckte Erfahrungen und nicht ein metaphysisches Wissen a priori. – Hier kann man ‘metaphysisch’ sowohl neutral lesen zur genaueren Bezeichnung als auch im Machschen Sinne von ‘verwirrend’ und daher „müßig“, „unnütz“. – Überhaupt war für ihn die sinnliche Erfahrung die alleinige Quelle jeder Erkenntnis. Also kann man seine epistemologische Vorstellung sogar als einen speziellen Empirismus beschreiben, als einen Sensualismus, denn er schließt als Erkenntnisquelle auch noch die logische Verknüpfung und Verarbeitung von Erfahrungen aus, wie sie dann der logische Empirismus des frühen 20. Jahrhunderts als Weiterentwicklung alten Gedankengutes der englischen Idealisten postuliert. Als vorbereitende Idee für die nur neutraler benannte Sinnesdaten-Theorie Russells und Moores wurde das *Mach-Kriterium* zum stehenden literarischen Begriff für die Position, daß nur Sätze in der Wissenschaft gelten sollten, die aus der Erfahrung ableitbar sind.

So zeigt Mach an einer Reihe bestimmter Prinzipien über die Erhaltung der Energie in thermodynamischen Systemen, daß sie alle jeweils auseinander hergeleitet werden können mit mathematischen und logischen Mitteln. Was berechtige aber dazu, eines als erstes wahres anzusehen? – Nun, eines von ihnen entstamme der Erfahrung, und zwar das einfachste. Hier wäre dies die Unmöglichkeit eines Perpetuum Mobile, die nicht einfach evident sei, sondern die man aus der Erfahrung erkenne, denn es habe sich noch keines konstruieren lassen. Es ist klar, daß Mach mit solchen Gedanken auf Widersprüche der anderen Physiker stoßen muß, die ja einen Erfolg der Physik gerade darin sehen, Naturgesetze und Beziehungen gefunden zu haben, aus denen sich etwa die Nichtexistenz einer solchen Maschine auf *theoretischem* Weg endgültig widerlegen läßt, und nicht länger eine *empirische* Vermutung bleiben muß.

Über die Erfahrung dann ließe sich nicht mehr streiten. Zwar mag man noch über äußere Gegenstände irren, aber der eigenen Wahrnehmung und der eigenen Empfindung sei man gewiß. Natürlich gilt dies nur für die *eigene* Erfahrung. Niemals kann man über die eines anderen urteilen. In der Erkenntnis, so Mach, herrsche „*perfekte Demokratie*“.

Diese Position birgt leicht die Gefahr des Solipsismus, dem Mach aber mit dem Analogie-Argument zu begegnen glaubt: Aus dem ähnlichen Verhalten anderer läßt sich auf deren ähnliche Empfindungen schließen.

Mach dringt noch tiefer. Wann ist ein Prinzip fundamentaler als ein anderes? – Es ist nicht eine mögliche größere Allgemeinheit, denn etwa ist die Statik nur ein Grenzfall der Dynamik, taucht aber historisch viel früher auf, wie er gefunden hat. Umgekehrt hat eine historische Priorität nicht zugleich die logische zu Folge. Er kommt zu dem Schluß, daß man den Begriff „fundamental“ hier nicht allgemein fassen könne.

Analyse der Empfindungen

Im Vorwort zur ersten Auflage der *Analyse* schreibt Mach:

„Durch die tiefe Überzeugung, daß die Gesamtwissenschaft überhaupt, und die Physik insbesondere, die nächsten großen Aufklärungen über ihre Grundlagen von der Biologie, und zwar von der Analyse der Sinneempfindungen zu erwarten hat, bin ich wiederholt auf dieses Gebiet geführt worden.“ (Seite XXVI)

Auch wenn die *Analyse der Empfindungen* erst 1886 erschien, ist sie doch ein Frühwerk, denn – so schreibt er später – bereits Ende der 60er Jahre, also in den ersten Prager Jahren, lag sie im Manuskript vor, wurde aber nicht veröffentlicht. Die erste Auflage ließ auch auf einen Erfolg warten, und so erschien abgesehen von einer englischen Übersetzung erst 14 Jahre später in 1900 eine erweiterte Auflage, die dann allerdings guten Absatz fand, so daß in kurzen Abständen weitere aktualisierte Ausgaben folgten. Die sechste Auflage von 1911 bildete dann als Ausgabe letzter Hand nach ausdrücklichem Wunsch Machs die Vorlage für alle folgenden Abdrücke, für die eigentlich Erweiterungen von verschiedenen Kollegen durch spätere Forschungsergebnisse vorgesehen waren, wenn dies auch nicht wirklich durchgeführt wurde.

Mach legt hier zusammengefaßt einzelne Untersuchungsberichte darüber vor, wie Erfahrung Erkenntnis vermitteln kann. Er unterscheidet *Elemente*, das heißt gemeinsame Qualitäten verschiedener Phänomene wie Farbe, Klang, Temperatur, Druck, Raum oder Zeit, die in verschiedenen Verbindungen auftreten können, sowohl untereinander als auch mit den Sinnesorganen von Lebewesen, als auch mit einer weiteren Sorte von Elementen wie Gedanken, Erinnerungen, Gefühlen. Damit werden Phänomene als Komplexe solcher Empfindungen gedacht, die Subjekt und Objekt einschließen. Jeglicher Dualismus wäre dadurch aus dem Weg geräumt und solche Problemstellungen als „*Scheinprobleme*“ abgetan.

Genauer werden die Elemente in drei Gruppen unterteilt, nämlich in A,B,C... als äußere, physikalische Eigenschaften, in K,L,M... als innere, zum menschlichen Körper gehörige, und schließlich in α, β, γ ... als innerste wie etwa Gefühle und Wille. Je nachdem mit welchen dieser Gruppen äußere Elemente verbunden auftreten, sind sie Gegenstand der drei Disziplinen Physik, Physiologie oder Psychologie. Gemäß dieser drei Verbindungsmöglichkeiten erhält man gerade die drei Gebiete, in denen Erkenntnis beschrieben werden kann. Mach meint also, die Erkenntnis vollständig erfaßt zu haben. Und daß immer äußere Elemente auftreten, spiegelt die alleinige Erkenntnismöglichkeit durch sinnliche Erfahrung wider.

Mach nennt seine Position einen *psychophysikalischen Parallelismus*, wobei die Bezeichnung Parallelismus mißverständlich ist, da man sie leicht verstehen kann als eine Parallelität in den untersuchten Gegenständen. Ihm kommt es aber darauf an zu zeigen, daß immer nur *ein* Gegenstand vorliegt, der bloß aus verschiedenen Sichtweisen, also parallel *behandelt* wird. Die unterschiedlichen Disziplinen sind gar nicht wirklich verschieden, sondern behandeln im Grunde dieselbe Sache – lediglich unter verschiedenen Aspekten. Hierin sieht er eine Diffe-

renz zu Fechner, der mit seiner Einführung der Psychophysik stark auf Mach eingewirkt hat, wie dieser im Vorwort zur ersten Auflage selbst sagt:

„Die stärkste Anregung erhielt vor 25 Jahren meine natürliche Neigung für die hier behandelten Fragen durch Fechners 'Elemente der Psychophysik' (Leipzig 1860).“ (Seite XXVII)

Seine Auffassung der Sinneserfahrung als einzige Erkenntnismöglichkeit verbindet Mach mit dem Positivismus, ebenso ein ihm daraus resultierendes Bestreben nach Vereinheitlichung der Wissenschaften, wie es etwa die *International Encyclopedia of Unified Science* der logischen Positivisten zum Ausdruck bringt. Man beachte schon seinen Ausdruck „*Gesamtwissenschaft*“ aus dem Zitat eingangs.

All dies forderte eine scharfe und polemische Kritik Lenins heraus, die er in der Schrift „*Materialismus und Empiriokritizismus; kritische Kommentare zu einer reaktionären Philosophie*“ aus dem Jahr 1909 gegen die „*Machisten*“ innerhalb der eigenen Partei und im Austromarxismus richtet. Und das kommt nicht von ungefähr.

„Es ist dann richtig, daß die Welt nur aus unsern Empfindungen besteht.“ (Seite 10)

Man ist sofort an Berkeley erinnert, was Mach auch den Ruf eines Idealisten einbrachte, gegen den er sich wie gesagt aber zur Wehr setzte. Trotzdem beschreibt er selbst in einigen autobiographischen Skizzen, wie ihm der zuerst als Überwindung des naiven Realismus wichtige kantische Begriff des *Ding an sich* in letzter Konsequenz als „*unnütze metaphysische Erfindung, als eine müßige metaphysische Illusion*“ erscheint (Blackmore, *Annals of Science* 35, 1978) und er den Empiristen Berkeley und Hume nähertritt. So lassen sich denn auch seine *Empfindungen* und *Elemente* als Weiterentwicklung der *impressions and ideas* eines Hume verstehen.

„Es ist seltsam, über die von vernünftigen Wesen entleerte Welt nachzudenken.“ (George Berkeley, *Philosophisches Tagebuch*, Nummer 23)

Ein Phänomen ist nichts anderes, als die Summe seiner Elemente, die nur zu genaueren Untersuchungszwecken von der Wahrnehmung künstlich erzeugt werden, während der Erkenntnisprozeß eigentlich ganzheitlich ist. – Paßt das denn mit dem Grundprinzip der Gestalttheorie zusammen, als deren Mitbegründer er gilt mit seinen Untersuchungen über das Wiedererkennen etwa einer Melodie in verschiedenen Tempi oder auf verschiedenen Tonhöhen?

Wie können Empfindungen das Verhalten steuern? – Hier zeigt sich nun die Auswirkung des bereits in der Schule kennengelernten Evolutionsgedankens. Ein Lebewesen muß, um überhaupt lebensfähig zu bleiben, Möglichkeiten entwickeln, die heterogene Fülle an Phänomenen zu ordnen, in den Griff zu bekommen und in zweckmäßiges Verhalten umzusetzen. Und zwar durch Sensorsysteme, dessen Reize aber über einen zentralen Nervenstrang zum Gehirn gelangen, wo sie verarbeitet werden.

Denkökonomie

Diese Idee der Evolution liegt auch einem Basisprinzip Machs zugrunde, der sogenannten *Denkökonomie*: Wissenschaftliche Beschreibungen sollen möglichst einfach gehalten sein, denn nur die bei möglichst geringem Aufwand effektivsten überleben.

Der Begriff ist bewußt der Wirtschaft entlehnt, und Mach benutzt auch ein Beispiel daraus zur Verdeutlichung, nämlich einen Schneider, der möglichst materialsparend Stoff ausschneidet, denn was, so Mach, wäre Wissenschaft anderes als ein Geschäft, als ein Minimieren des Aufwandes bei gleichzeitigem Maximieren des Erfolges.

Etwa ist Machs Kritik am Mechanismus, dem erklärten Bestreben, physikalische und insbesondere mechanische Methoden in alle Wissenschaften einzuführen, in diesem Prinzip der Denkökonomie begründet. Denn in *Die Mechanik* zeigt er, wie gekünstelt diese Versuche sind.

Mach weist so häufig auf seine Denkökonomie hin, daß Peirce sich zu folgender Äußerung veranlaßt sieht:

„Dr. Ernst Mach who has one of the best faults a philosopher can have, that of riding his horse to death, does just do this with his principle of Economy in Science.“ (Collected Papers of Charles Sanders Peirce I, §122, Hartschorne / Weiss, Cambridge, 1931)

Theorien und Naturgesetze

Auf dem Fundament eines solchen Verständnisses von Erkenntnis als Empfindungen, muß nun auch die überkommene Auffassung von Theorien als Erklärungen einer Prüfung unterzogen werden.

Ein Forscher kann nie mehr aussagen, als das, was er beobachten kann. Dabei wird er neue Phänomene anhand bereits bekannter Termini beschreiben. Er kann zwar per Naturgesetz voraussagen, aber immer nur wieder diese Vorhersagen an der Erfahrung prüfen.

Demnach kann jede Theorie eigentlich nur Beschreibung der Erfahrungen sein und keine Erklärung im kausalen Sinn. Solche Erklärungen und Gesetze dürfen nur als forschungsleitend benutzt werden, da sie wirkungsvolle Verständnishilfen darstellen und bewährterweise Vorhersagen ermöglichen.

Aus seinen historischen Untersuchungen erhält er zudem die Einsicht, daß alle Ideen „*untergehende Metamorphosen*“ seien. Da Theorien und Konzepte ständig veraltet sind, ist es bedeutungslos, auf ihre Wahrheit zu bestehen. Jede Theorie könne immer nur provisorisch sein, da nur Analogien gebraucht werden.

Selbsteinschätzung

Trotz der tiefen philosophischen Problematik, die Mach behandelt, besteht er immer wieder darauf, kein Philosoph zu sein – die *Analyse der Empfindungen* bezeichnet er als *Aperçu* (Seite XXVII). Er suche nur einen auch überdauernden Standpunkt für die Physik zu finden im Hinblick auf eine Vereinheitlichung der Wissenschaft. „*Alles soll letztlich ein Ganzes sein.*“

Das ungewöhnlich weite Feld seiner Arbeiten rührt wohl von einem „*lebhaften Wunsche nach Selbstbelehrung*“ her (Seite XXVII). Sein tolerantes und selbstloses Interesse gilt allein der Erforschung der Tatsachen, wie sie sich dem Menschen stellen, dem Aufdecken und Zutagefördern von bisher unverstandenen Zusammenhängen. Seine „*Grundanschauung*“ ist dabei „*auch stets bereit, bei neuerlicher Erweiterung des Erfahrungsgebietes, einer besseren zu weichen*“ (Seite 26), wie dies auch das Einfügen fremder und neuerer Forschungsbeiträge in spätere Ausgaben der *Analyse* zeigt.

Obwohl sich Mach in „*Erkenntnis und Irrtum*“ von 1905 weiter in die Philosophie vertieft, schreibt er noch im Vorwort:

„Das Land des Transscendenten ist mir verschlossen. Und wenn ich noch das offene Bekenntnis hinzufüge, daß dessen Bewohner meine Wißbegierde gar nicht zu reizen vermögen, so kann man die weite Kluft ermessen, welche zwischen vielen Philosophen und mir besteht. Ich habe schon deshalb ausdrücklich erklärt, daß ich gar kein Philosoph, sondern nur Naturforscher bin.“
(*Erkenntnis und Irrtum*, Seiten VII-VIII)

Vielleicht läßt sich dies Beteuern auf seine Abneigung gegen die Metaphysik zurückführen, die durch ihre unexakten Methoden und Fragestellungen die Wissenschaft mit Scheinproblemen durchsetze.

Am Besten faßt dies alles aber der Autor selbst zusammen, wenn er in seinem Vorwort zur ersten Auflage der *Analyse* formuliert:

„Obwohl ich durchaus nicht auf den Namen eines Physiologen, noch weniger auf jenen eines Philosophen Anspruch machen kann, hoffe ich doch, daß die lediglich mit dem Wunsche nach Selbstbelehrung unternommene Arbeit eines über die konventionellen Fachgrenzen ausblickenden Physikers auch für andere nicht ganz ohne Nutzen sein wird, selbst wenn ich nicht überall das Richtige getroffen haben sollte.“

Und in diesem Verständnis muß man Mach wohl lesen, will man ihm gerecht werden.

Überblick

Ernst Mach

1836 geboren bei Brünn (Österreich-Ungarn-Monarchie)

1840 Landgut bei Wien, leben eher zurückgezogen

1848 Ein Jahr auf Benediktiner-Gymnasium, dann übernimmt Vater wieder Unterricht

1853 Sechste Klasse des Gymnasiums. Guter Unterricht in Naturwissenschaften

1855 Universität Wien - Mathematik, Physik, Philosophie

1860 Promotion

1861 Habilitation und Privatdozent in Wien- noch mechanistische Weltsicht, wenn auch Aufzeigen von Unzulänglichkeiten der Mechanik. Atommodell nur *ein* mögliches Modell.

Bereits Hinwendung zu Physiologie/Psychologie, vor allem Psychophysik als neue Disziplin.

1864 Professor für Mathematik in Graz

1866 auch für Physik. Trotzdem weiter Untersuchungen in Physiologie und Psychophysik.

Machbänder als physiologischer Effekt ohne physikalische Basis.

1867 Heirat mit Ludovica Marussig in Graz.

Professur für Experimentalphysik an der Prager Karls-Universität.

Physiologische Arbeiten über Bewegungswahrnehmung.

Physikalische Untersuchungen zur Optik (Interferenz, Polarisation, Spektren), zur Energieerhaltung, zu Wellenbewegungen in Mechanik, Elektrizitätslehre und Optik. Stroboskopische Darstellung von Luftschwingungen, sowie verfeinerte fotografische Techniken für hohe Geschwindigkeiten. Einheit der Schallgeschwindigkeit daher *Mach*.

1882-1884 Rektor während der Spaltung in deutsche und tschechische Fakultät

1883 „*Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch kritisch dargestellt*“

1886 „*Analyse der Empfindungen*“

1895 Lehrstuhl in Wien für „*Philosophie, insbesondere Geschichte und Theorie der induktiven Wissenschaften*“, eigens für ihn eingerichtet.

1898 Schlaganfall, rechtsseitige Lähmung, dennoch weiter wissenschaftliche Arbeit

1901 Emeritierung. Berufung ins österreichische Herrenhaus

1905 „*Erkenntnis und Irrtum*“

1913 Übersiedelung zu Sohn nach Vaterstetten bei München

1915 „*Kultur und Mechanik*“

1916 Tod mit 78 Jahren

Fragestellungen und Antworten

- Historische Analyse der Wissenschaften – Lernen aus Fehlern, Einfluß historischer Situation auf Wissenschaft, eigene Forschungsrichtung finden
Stößt dabei auf die Bedeutung von Physiologie und Psychologie für die Naturwissenschaften.
- *Analyse der Empfindungen* als Zusammenfassung seiner Arbeiten auf den Grenzgebieten der Psychophysik – Kritik an physikalischem Reduktionismus, insbesondere Mechanismus
- Entwicklung eines Sensualismus – alle Erkenntnis beruht auf sinnlicher Empfindung, ja sogar besteht die Welt überhaupt nur aus Empfindungen.
Psychophysikalischer Parallelismus – Wahrnehmung zerlegt Phänomene in Elemente, die nur je nach Verbindung untereinander von verschiedenen Disziplinen Physik, Physiologie oder Psychologie behandelt werde.
Untersuchung führt ihn an wissenschaftstheoretische Fragen
- Bedeutung und Funktion wissenschaftlicher Theorien und Naturgesetze
– nur Beschreibung, nicht Erklärung
– Kritik an klassischer Mechanik, Atomtheorie, Kausalität
- Prinzip der Denkökonomie, abgeleitet aus Evolutionsgedanken
- Vereinheitlichung der Wissenschaften – Verbindung zum Positivismus
- Kritik an „metaphysischen Spekulationen“ – will kein Philosoph sein.