

Werk

Titel: Lynkeus als Ingenieur und Naturwissenschaftler

Autor: Kármán , Th. v.

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006 | LOG_0275

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

2. August 1918.

Heft 31.

Lynkeus als Ingenieur und Naturwissenschaftler.

Von Prof. Th. v. Kármán, Aachen.

Der Ingenieur und Schriftsteller *Joseph Popper* — in weiteren Kreisen meist unter dem Pseudonym *Lynkeus* bekannt —, der in diesem Frühjahr von seinen zahlreichen Verehrern umgeben in Hietzing bei Wien den achtzigsten Geburtstag beging, vereinigt in sich seltene Gaben für zwei Berufe, die nach den landläufigen Begriffen einander ziemlich ferne liegen. Im Grunde genommen sind jedoch *Dichtkunst* und *Technik* oder *Ingenieurkunst* — wie man sie früher mit Vorliebe nannte — gar nicht so wesensfremd, wie man im ersten Augenblick denken würde. Die schöpferische Tätigkeit auf beiden Gebieten ist vor allem beseelt durch dieselbe Gabe der menschlichen Psyche, durch die *Phantasie*, d. h. durch die Fähigkeit, aus bekannten Elementen das noch nicht Existierende, das Neuartige aufzubauen und — was in letzter Linie für den Erfolg auf beiden Gebieten nicht unwichtig ist — unseren Mitmenschen als Begreifliches, ja als Selbstverständliches vorzuzaubern.

Auch bei *Joseph Popper*, dessen Tätigkeit insbesondere auf dem Gebiete der technisch-wissenschaftlichen Forschung diese Zeilen gewidmet werden sollen, finden wir das Phantasievolle als Leitmotiv, welches durch sein ganzes Leben und durch all seine Werke zieht. Die liebliche Göttin, die den Auserwählten so viel irdische Not und Enttäuschung zu vergessen hilft, hat ihn bis ins Greisenalter begleitet, und es ist wohl kein Zufall, daß ihn in den letzten Jahrzehnten insbesondere jener Zweig der Technik, der augenblicklich die weitesten Möglichkeiten der Entwicklung zu bieten scheint, die *Luftfahrt*, gefesselt hat. Es ist jedoch eine Art nüchterne Phantasie, welcher wir bei ihm begegnen, oder — wie ich sie durch einen leichten Mißbrauch des Titels seines bekanntesten schriftstellerischen Werkes bezeichnen möchte — die „Phantasie eines Realisten“, die stets durch Wissen und durch ein wohl entwickeltes technisches Gefühl im Zaume gehalten wird, die stets mit den Tatsachen rechnet und den Zwang der Naturgesetze, den Widerstand der feindseligen Materie wohlbeachtend, das Neue der Natur in heißem Ringen abgewinnt.

Ein zweites Moment, welches durch die gesamten Arbeiten *Poppers* sich hindurchzieht, und welches — wenn es auch oft nicht auf der Oberfläche erscheint — doch den meisten wahren Förderern der Technik innewohnt, ist das *ethische Moment*. Es kann nicht der Zweck dieser Zeilen

sein, den Ethiker und Soziologen *Popper*¹⁾ dem Leser vorzuführen. Es sei nur erwähnt, daß sein Menschheitsideal in dem Satze gipfelt, daß das höchste Gut des Einzelnen in der individuellen *Freiheit*, in der Freiheit des Körpers und des Geistes besteht. Der Staat sei so aufzubauen, daß er jedem seiner Bürger die Grundbedingungen dieser Freiheit zu gewährleisten vermag. *Popper* hat ein Werk verfaßt, welches den Titel „Die allgemeine Nährpflicht, als Lösung der sozialen Frage“ trägt und die Pflicht des Staates behandelt, seinen Bürgern das tägliche Brot zu sichern, gleichzeitig auch darlegt, wie der Staat durch Schaffung einer „Nährarmee“ dieser Pflicht praktisch nachkommen könnte. Es ist klar, daß ein Mann von solcher Denkungsart nicht zu denjenigen gehören kann, die sich durch noch so gewaltige Fortschritte der Technik — wie er selbst in seiner Selbstbiographie sagt (erschienen in 1917, Leipzig, Verlag Unesma G. m. b. H.) — „so sehr hypnotisieren lassen, daß sie gar oft darüber den Menschen vergessen, ja sogar ihn abstrichlich zurücksetzen.“

Er fragt sich vielmehr, wenn irgendeine neue, selbst große technische Leistung, namentlich eine solche Erfindung auftaucht:

„Was wird nun eine Stunde nachher sein? Wie wird sich die Welt, das menschliche Leben dadurch ändern?“

Es ist wohl heute mehr als je begründet, sich darüber Gedanken zu machen, ob die gewaltigen Fortschritte der Technik wirklich stets zum Wohle der Menschheit dienen und gedient haben? Ein wahrer Freund der technischen Entwicklung mag sich höchstens mit dem Gedanken trösten, daß wir in diesem Augenblick wohl gezwungen sind, gerade auf technischem Gebiet die gewaltigsten Anstrengungen zur Erzeugung der Werkzeuge des Mordes aufzubieten, daß es aber schließlich doch zu dem Zwecke geschieht, die Grundbedingungen einer menschenfreundlicheren, produktiven technischen Tätigkeit für später sicherzustellen.

Am klarsten tritt *Poppers* Standpunkt gegenüber der Technik in seiner im Jahre 1886 veröffentlichten Schrift: „Die technischen Fortschritte nach ihrer ästhetischen und kulturellen

¹⁾ *Poppers* Hauptwerke auf diesem Gebiete sind: Das Recht zu leben und die Pflicht zu sterben (1878, Dresden, 3. Aufl. 1903). — Fundament eines neuen Staatsrechts (Dresden 1905). — Das Individuum und die Bewertung menschlicher Existenzen (Dresden 1910, unter dem Pseudonym *Lynkeus*). — Die allgemeine Nährpflicht, als Lösung der sozialen Frage (Dresden 1912).

Bedeutung“ (1886 bei Carl Reißner, Dresden, 2. Auflage 1901) hervor.

Es spricht der Künstlergeist zu uns, wenn er „die Schönheit des Suchens nach der Wahrheit“ oder den ästhetischen Genuß, den Neuerfindungen oder große technische Leistungen erwecken, erörtert. Der Verfasser protestiert gegen den Vorwurf, daß der modernen Generation der Idealismus fehle. „Genau das Umgekehrte ist richtig. Wie viele Tausende fanden und finden — so fragt Popper — ein sachliches und beinahe unerschöpfliches Interesse daran, daß es ermöglicht wurde, mittels eines unterseeischen Kabels zwischen Europa und Amerika zu korrespondieren — und was haben denn die meisten Menschen davon, daß man von Europa nach Amerika telegraphieren kann? Die reine Sache für sich ist es, ein ganz und gar abstraktes, sozusagen theoretisches, ästhetisches Vergnügen.“ „So ist es auch“ — meint er weiter — „mit dem Interesse, das man dem Projekt der Luftschiffahrt entgegenbringt. Von Ausnahmen, z. B. den Kriegsverwaltungen abgesehen (man beachte, daß dies im Jahre 1901 geschrieben wurde), empfindet niemand eigentlich ein reales Bedürfnis danach, durch die Luft zu fliegen, die ganze Sehnsucht danach ist eine rein ästhetische, ebenso die Betrachtung der einzelnen kleinen Schritte der Flugtechniker, und niemand wird behaupten wollen, daß das Vergnügen und das Interesse an jedem Geschwindigkeitsgewinn, welcher bei einem Luftballon erreicht wird, darin seinen Grund hat, daß man dabei die Absicht im Sinne hat, selbst davon einen Gebrauch zu machen.“

Ein weiteres zutreffendes Beispiel liefert der Bau von großen Tunnels oder Brücken, wobei die Frage, ob das Werk gelingen wird, viele Leute in Spannung hält, die nie einen Vorteil davon haben werden und gar nicht auf die Möglichkeit eines solchen Vorteils denken.

Die Abhandlung liefert gewissermaßen durch Analyse der durch die technischen Fortschritte erweckten Gefühle einen Beitrag zur Ästhetik, indem er das Kantsche Kriterium des Schönen, das „interesselose Wohlgefallen“ auf die Freude anwendet, die wir bei Betrachtung technischer Leistungen, ganz unabhängig von einer Nutzanwendung, empfinden.

Im zweiten Teile des Aufsatzes tritt der Ethiker und Soziologe in den Vordergrund. Der Verfasser vertritt zunächst den Satz, daß technisches Talent genau so wie Künstlergenie keineswegs immer mit moralischer Tüchtigkeit beim Individuum, und technischer Fortschritt keineswegs mit ethischem Hochstand des betreffenden Gemeinwesens verbunden sind, daß sie vielmehr ziemlich selten zusammenfallen.

Für die Beurteilung, ob gewisse technische Fortschritte für Hebung des Kulturstandes nützlich sind oder nicht, dienen ihm folgende Merkmale der „wahren Kultur“ als Maßstab:

1. Sicherung der Existenz jedes einzelnen Individuums.

2. Vorhandensein der Hilfsmittel und Einrichtungen, damit so viel als nur möglich jenes Behagen und Glück erreicht werde, das jeder Einzelne verlangt.

3. Nichtvorhandensein jener Faktoren, die den Einzelnen zwingen wollen, nicht nach seinem eigenen, sondern nach dem Ermessen anderer glücklich zu sein.

Nun werden die Erfindungen bezüglich ihrer Einwirkung auf das Leben der Menschen klassifiziert, und zwar in solche, die einer gewissen Anzahl von Menschen nützlich sind, ohne andern zu schaden und in solche, die einer gewissen Anzahl nützen, einer anderen Anzahl schaden. Die zweite Kategorie wird in zwei Unterklassen geteilt, je nachdem die Schädigung mit Absicht oder ohne Absicht zugefügt wird. In die erste Unterklasse werden die meisten industriellen Maschinen, in die zweite die gesamten Kriegsmittel eingereiht.

Das Ergebnis der ganzen Untersuchung faßt der Verfasser in der Feststellung zusammen, daß der Einfluß der technischen Fortschritte auf die allgemeine Kultur, d. i. auf die „Individualitätskultur“, in vielen Beziehungen doch ein außerordentlich günstiger ist, und daß dieser günstige Einfluß im Laufe der Zeit durch außertechnische Fortschritte ein noch ungleich kräftigerer sein kann. Man soll eben den eventuellen schädlichen Einflüssen einer technischen Errungenschaft — wie er es an einer andern Stelle auseinandersetzt — nicht dadurch begegnen wollen, daß man den Fortschritt hemmt; man soll sie vielmehr durch passende sozialpolitische, richtiger sozialistische Institutionen unschädlich machen.

Poppers praktische Ingenieur Tätigkeit bestand lediglich in Durchführung und Vertrieb zweier seiner Erfindungen: seiner Kesseleinlagen (eine mechanische Vorrichtung zur Verhütung von Kesselsteinanhäufungen mittels Verbesserung der Wasserzirkulation) und seines selbstventilierenden Gradierwerkes (Luftkühlapparat zur Rückkühlung des im Kondensator sich erwärmenden Kühlwassers).

Mit der ersten Erfindung trat er im Jahre 1867 hervor, nach langjährigen erfolglosen Bemühungen — trotz abgeschlossener Hochschulbildung — in irgend einem technischen Betriebe eine passende Stelle zu erlangen und nachdem er sich jahrelang durch eine „Hofmeisterstelle“ erhalten hatte. So beschloß er — wie er in der bereits erwähnten Selbstbiographie erzählt — seine technischen Kenntnisse zu benutzen, sich durch eigene Erfindungen zu erhalten. Die erste Erfindung ging auch leidlich gut, die Kesseleinlagen, die auch in zahlreichen technischen Zeitschriften beschrieben worden sind, fanden ziemliche Verbreitung. Popper selbst sagt, er und sein Bruder, mit dem er die Erfindung gemeinsam betrieb, seien so ziemlich auf ihre Rechnung gekommen; da aber das durch die Erfindung hereingebrachte Vermögen doch nur gering war, so trat an ihn gar bald

wieder die Notwendigkeit heran, für Erwerb zu sorgen, „also wieder brauchbare Erfindungen zu machen“.

Er versuchte zunächst mit einem „Luftkondensator“, d. h. mit Abkühlung des Dampfes durch unmittelbare Berührung mit bewegter Luft (je eine größere Anlage wurde bei Siemens & Halske in Wien und im Prokopschacht des Silberbergwerkes in Pribram ausgeführt; der Luftkondensator erzeugte natürlich kein Vakuum, ermöglichte jedoch die Rückgewinnung des Wassers, was in wasserarmen Gegenden oder wo das Wasser zur Kesselspeisung sich nicht eignet, von Wert ist), ging aber später zu der Konstruktion eines Rückkühlers (Gradierwerk) über, wie dieser heute bei Anlagen, denen frisches Kühlwasser in begrenztem Maße zur Verfügung steht, allgemein Anwendung findet. Seine Konstruktion zeichnete sich dadurch aus, daß durch geschickte Ausnutzung der Strömung des vom Kondenswasser frei werdenden Dunstes und der warmen Luft der Kühlturm ohne Ventilator sich selbst ventilierte und man mit einer geringen Bodenfläche auskam.

Diese zweite Erfindung betrieb *Popper* bis zum Jahre 1897, als er infolge seines Gesundheitszustandes jede geschäftsmäßige, technische Beschäftigung aufgeben mußte.

Fünfundzwanzig der besten Jahre seines Lebens „verlor“ er nach seinen eigenen Worten, die er mit Montierungen seiner beiden Erfindungen und Reisen verbrachte und die er gerne mehr geistigen Beschäftigungen, wissenschaftlichen und schriftstellerischen Arbeiten gewidmet hätte. So mußte er die vielen Reisen und die Aufenthalte in den Hotels benutzen, philosophische, sozialistische und etwas schöngestige Werke zu lesen und „auch selbst zu skizzieren“.

Ob diese „Skizzen“ — die „Phantasien eines Realisten“ sind während dieser Zeit entstanden — auch gleich ausgefallen wären, wenn ihr Verfasser stets pekuniär so gesichert gewesen wäre, daß er ohne Zeitverlust rein geistige Ziele hätte verfolgen können?

• Es gehört dies wohl zu jenen müßigen Fragen, welche man nicht entscheiden kann.

Schon während seiner praktischen Tätigkeit hat *Popper* an Problemen der wissenschaftlichen Forschung lebhaften Anteil genommen, namentlich auf den Gebieten der *Elektrotechnik* und der *Luftfahrt*¹⁾.

In den achtziger Jahren widmete er sich nebst seinem Kondensator insbesondere den Problemen

¹⁾ Ein Verzeichnis sämtlicher wissenschaftlichen Arbeiten *Poppers* enthält seine Selbstbiographie. Er hat zunächst einige rein mathematische Arbeiten veröffentlicht. Außerdem enthält das Verzeichnis einige rein physikalische Arbeiten (z. B. Berechnung der Verbrennungswärme beim Knallgas auf energetischer Grundlage), eine Reihe von maschinentechnischen Aufsätzen, insbesondere über das Gebiet seiner praktischen Tätigkeit, ferner elektrotechnische und flugtechnische Abhandlungen.

der Elektrotechnik, die ihm eine vorzügliche Darstellung der „Physikalischen Grundsätze der elektrischen Kraftübertragung“ (Wien, bei Hartleben 1884) und eine Reihe wertvoller Aufsätze in der Zeitschrift für Elektrotechnik verdankt.

Sein Interesse für die Elektrotechnik datiert jedoch von viel früheren Zeiten. Im Jahre 1882, als man in München die von *Marcel Deprez* anläßlich der elektrischen Ausstellung aufgestellte erste Fernleitungsanlage bewunderte, ließ er eine versiegelte Schrift öffnen, in der er im Jahre 1862 die Idee der elektrischen Kraftübertragung und der Organisation der elektrischen Energieverteilung als erster dargelegt hat und die er, nachdem er bei Wiener Professoren und Wiener Mechanikern ohne Erfolg versucht hat, die materiellen Mittel zu einem Demonstrationsversuch zu erlangen, zur Wahrung der Priorität bei der kaiserlichen Akademie in Wien deponierte¹⁾.

Es ist hochinteressant, das kleine Schriftchen zu lesen:

„Naturmotoren, wie Ebbe und Flut, heftige Winde in den öden Gegenden, Wasserfälle in den Tiefen der Gebirge usw. können auf diese Weise aus fernen Orten in die Gebiete der Zivilisation, in die Umgebung der passenden, zugehörigen Nebenstände geleitet werden, die Kraft eines fließenden Wassers und überhaupt jeder vielleicht tatsächlich verwertete Motor kann den für den industriellen, nationalökonomischen Zweck entsprechenderen Bedingungen zugeführt, also in seinem Werte vervielfacht werden. In kurzem, jedes industrielle oder ähnliche Unternehmen könnte in Zukunft auf ein ungefähres Maximum der Verwertung, Rentabilität gebracht werden.“

„Unsere technisch-chemischen Prozesse können daher durch mechanische hervorgebracht werden, auf direktem und indirektem Wege, unter vollständiger oder teilweiser Benützung der Umwandlung.“

„Dies alles ist aber zu bewerkstelligen, wenn der Motor, z. B. der Wasserfall, eine passend aufgestellte magnetoelektrische Maschine bewegt, der hierdurch entstehende galvanische Strom in einer Art Telegraphenleitung über Berg und Tal geleitet und am gewünschten Orte mittels einer elektromagnetischen Maschine zu mechanischer und unmittelbar zu chemischer Arbeit — also zur Elektrolyse im großen — verwendet wird.“

Naturngemäß erscheint das Problematische — wie die Ausnützung der Ebbe und Flut, die Ausnützung der Winde und der „Luftströmungen aus Schornsteinen“ zur Erzeugung elektrischer Energie — mit dem Realisierbaren und heute bereits Realisierten gemischt. Andererseits muß man das Klarsehen bewundern, wenn *Popper* in jener Zeit geschrieben hat:

„Man sieht sogleich ein, daß in kleinen wie größeren Städten die Kraft zentralisiert und durch Leitungen an die Einzelnen — Industrielle und

¹⁾ Abgedruckt als Anhang in den „Physikalischen Grundsätzen“, ferner in der „Selbstbiographie“.

Gewerbsleute — ähnlich der Überlassung des Leuchtgases übergeben werden kann.“

Zwanzig Jahre später sind die Männer, die diese Ideen realisiert haben, zu großem Ruhm und Reichtum gelangt.

„Dennoch legt der Verfasser“ — nach seinen eigenen Worten anlässlich der Öffnung jenes versiegelten Briefes — „nur einen geringen Wert auf die Priorität und er will die Verdienste solcher Männer, wie *Werner Siemens*, *Marcel Deprez* u. a., auch nicht im geringsten für kleiner angesehen wissen oder sein eigenes Verdienst den ihrigen in die Nähe stellen, aber ganz ausgelöscht möchte er doch die Tatsache selbst nicht gerne sehen; um so weniger, als ihm die Hervorhebung der sozial-ökonomischen, ethischen Tendenz, die in dem betreffenden Aufsätze zum Vorschein kommt, die eigentliche und Hauptbefriedigung gewährt.“

In der Tat schreibt er in dem kleinen Aufsätze

„Ich mag keine längere Auseinandersetzung geben, glaube jedoch annehmen zu können, daß vielen heute noch vom Pauperismus heimgesuchten Gegenden hierdurch Hilfe geleistet und auch andererseits das soziale Leben im allgemeinen angenehmer und veredelter gestaltet werden könnte.“

„Die physikalischen Grundsätze der elektrischen Kraftübertragung“ geben zunächst die Grundlagen einer allgemeinen Energetik, etwa in der Form, wie sie später von *Helm* und *Ostwald* ausgeführt worden ist. Das Wesentliche in diesen Ausführungen ist die Zerlegung der Arbeitsgrößen, d. h. der Energiedifferenz in zwei Faktoren, welche sich im allgemeinen mit den bekannten Kapazitäts- und Intensitätsfaktoren *Ostwalds* decken. *Popper* nennt die beiden Faktoren: „unveränderliche Menge“ und „veränderlichen Arbeitszustand“. Bei der Wärmeenergie tritt bei ihm für den ersten Faktor „die kalorisch gemessene ponderable Materie“, d. h. das Produkt aus Masse und spezifischer Wärme auf, während in der späteren Energetik als Kapazitätsfaktor die Entropie eingeführt wird.

Nach der allgemeinen energetischen Einleitung werden das Stromgesetz für die Elektrizität (Ohmsches Gesetz), die Arten und Gesetze der Elektrizitätserzeugung und die Gesetze des elektrischen Arbeitstransportes besprochen.

Poppers erste Arbeit auf dem Gebiete der *Aeromechanik* ist eine rechnerische Behandlung der energetischen Verhältnisse beim Luftballon und insbesondere eines heute etwas eigenartig erscheinenden Problems: der Anwendung eines *Luftballons als Kraftmaschine*¹⁾, indem man das Gas, speziell Warmluft durch wiederholte Erwärmung und Abkühlung einen Arbeitsprozeß ausführen läßt. Der Gedanke geht auf das Jahr 1783 zurück, als der französische Chemiker *Guyton Morveau* den Vorschlag machte, einen durch billige

¹⁾ Über die Quelle und den Betrag der durch Luftballons geleisteten Arbeit, in den Sitzungsberichten der kais. Akademie d. Wissensch., Wien 1875.

Brennstoffe geheizten Warmluftballon als Kraftmaschine zum Pumpenantrieb (zu Zwecken der Grubenentwässerung, die damals im Vordergrund der Maschinenteknik stand) zu benutzen. Die von *Popper* angestellte Berechnung liefert naturgemäß einen äußerst geringen thermischen Wirkungsgrad für den Prozeß. Die auf demselben Gedanken beruhende „Sonnenmühle“, bei der kleinere Ballons paternosterartig sich bewegen sollen, indem die aufsteigenden durch Sonnenstrahlung erwärmt, die absteigenden abgekühlt werden, führt wiederum zu praktisch nicht möglichen Abmessungen.

Diese Arbeit hat, trotz des negativen Ergebnisses betreffs der eigentlichen Problemstellung, doch eine gewisse Bedeutung im Leben ihres Verfassers gewonnen, weil sie ihm Veranlassung bot, mit *Robert Mayer* in nähere Beziehung zu kommen. Als Ergebnis eines herzlich gehaltenen Briefwechsels¹⁾ zwischen den beiden ähnlich gesinnten Männern kam eine sehr wertvolle Besprechung der zweiten Auflage *Robert Mayers* „Mechanik der Wärme“ aus der Feder *Joseph Poppers* im Jahrgang 1876 in der Wochenschrift „Das Ausland“ zustande²⁾.

In dieser Rezension tritt *Popper* zunächst lebhaft für die Priorität *Mayers* bezüglich des Gedankens der Äquivalenz von Wärme und Arbeit ein. Er betont die Wichtigkeit des „Alles umfassenden Gedankens“, auch falls das Einzelphänomen bereits früher experimentell nachgewiesen worden ist (*Joule*). Er stellt das Verhältnis der *Mayerschen* Entdeckung zu den *Jouleschen* Versuchen in Analogie zum Verhältnis der *Newtonschen* Gravitationstheorie zu den Experimenten von *Cavendish*, der zuerst die Anziehung irdischer Massen unmittelbar nachgewiesen hat.

„Durch *Newton* wie durch *Mayer* lernten wir weit auseinander liegende Erscheinungen auf einfache Weise in Zusammenhang zu bringen und nebst dieser gewonnenen Einsicht in das bereits Bekannte wurden wir vermöge der durchdringenden Ausarbeitung des Grundgedankens mit neuer prophetischer Kraft: dem höchsten Ziele der Wissenschaft ausgerüstet; und genau diesen selben Nutzen hätten wir aus den beiden neuen Anschauungen gezogen und dieselbe Voraussicht in Naturerscheinungen hätten wir besessen, wenn die allgemeine Gravitation der Materie wie die Äquivalenz von Wärme und Arbeit nicht direkt vor unsere Augen gebracht worden wäre, wenn also *Cavendish* und *Joule* niemals ihre Experimente vorgenommen hätten.“ (Gilt dies nicht auch für die jetzt so heiß umstrittene Frage des direkten Nachweises der Elektronenladung?)

In weiterer Folge der Besprechung behandelt *Popper* eine auch heute höchst aktuelle Frage, die der Beziehung zwischen phänomenologischer

¹⁾ *Mayers* drei Briefe sind in der *Popperschen* Selbstbiographie abgedruckt.

²⁾ Ebenfalls im Anhang der Selbstbiographie abgedruckt.

Wärmelehre und Molekularmechanik. *R. Mayer* war der Ansicht, daß „so wenig aus dem zwischen Fallkraft und Bewegung bestehenden Zusammenhange geschlossen werden kann: das Wesen der Fallkraft sei Bewegung, so wenig gilt dieser Schluß für die Wärme. Wir möchten vielmehr das Gegenteil folgern, daß um zu Wärme werden zu können, die Bewegung aufhören müsse, Bewegung zu sein“.

Dieser Satz ist scheinbar widerlegt worden durch die Erfolge der molekularen Wärmetheorie, die die Wärmeerscheinungen restlos als Bewegungserscheinungen zu erklären verspricht.

Demgegenüber präzisiert *Popper* seinen Standpunkt dahin, daß wiewohl die mechanische Auffassung der Wärme ungeheure Erfolge aufzuweisen hat, wir niemals berechtigt sind zu sagen: „Wir betrachten Wärme als eine Art der Bewegung“, sondern: „Zwischen der aufgehenden endlichen Bewegung und der Empfindung Wärme ist Molekularbewegung als eine der Zwischenstationen anzutreffen.“ Er protestiert gegen das Doppelgesicht, das man der Welt durch die direkte Beschreibung der Erscheinungen einerseits und durch ihre mechanische Erklärung andererseits aufprägen will. *Wir* sind so geartet, daß uns eine mathematische Behandlung, besser eine erfolgreiche Behandlung eben nur bei räumlichen Beziehungen geglückt ist, wobei wir vielleicht die andern Sinneswahrnehmungen zu sehr vernachlässigen.

So steht es für ihn fest: Kein Phänomen kann durch ein anderes „erklärt“ werden, man versteht es nur dadurch, daß man es wahrnimmt.

Diese erkenntnistheoretische Lehre — die mit den erkenntnistheoretischen Ideen *E. Machs*¹⁾ viel Gemeinsames hat — muß jedem Physiker, der seine Seele restlos der mechanischen oder — sei es — der elektromagnetischen Auffassung aller Phänomene vergeben hat, Anlaß zum Nachdenken geben. Es würde zu weit führen, näher auf die Frage einzugehen; ich will nur betonen, daß diese im Jahre 1876 geschriebenen Zeilen noch heute mit der Frische der Aktualität wirken. Bei mir wurde dieser Eindruck noch dadurch bekräftigt, daß ich vor einigen Jahren, in einer Zeit, als ich — selbst in quantentheoretischen Arbeiten tief versunken — sozusagen von den Erfolgen der modernen Molekularmechanik mich herauschen ließ, dieselbe Frage mit meinem Vater öfters eingehend besprochen habe, wobei er, der Philosoph, genau den Mayersehen, oder besser den Popperschen Standpunkt mir gegenüber mit Erfolg vertreten hat. *Poppers*, leider in einer heute ziemlich unbekanntem Zeitschrift erschienenen Aufsatz haben wir beide nicht gekannt.

Wir wollen jedoch zu *Poppers* weiteren Ar-

¹⁾ *Mach* und *Popper* waren durch ein halbes Jahrhundert eng miteinander befreundet; wie *Mach* erzählt, sind sie beide — unabhängig von einander — zu ihrer, in den Grundzügen übereinstimmenden erkenntnistheoretischen Weltauffassung gelangt. S. auch *Poppers* Nekrolog über *Mach*. (Vossische Zeitung, 1917.)

beiten über *Luftfahrt* und *Aeromechanik* zurückkehren.

Er hat auf diesem Gebiete eigentlich nichts „entdeckt“, abgesehen von der Idee einer „Kaptivschraube“ (gefesselter Schraubenflieger), deren Bau als Ersatz für Fesselballons er im Jahre 1879 anregte und die vielleicht noch zur Wirklichkeit werden mag.

Viel mehr jedoch, als die meisten Entdeckungen jener Zeit, haben seine Aufsätze zur Klärung der Gedanken beigetragen.

Sehr schön charakterisiert *Popper* selbst den Einfluß richtiger theoretischer Einsicht auf die Entwicklung der Praxis in der Studie „Maschinen- und Vogelflug“ (erschienen 1911 bei *M. Krayn*, Berlin). Er zitiert den bekannten flugtechnischen Schriftsteller *Moedebeck*, der die Frage aufwirft: „Ist es nicht wunderbar, daß diese Apparate (die Drachenflieger von *Voisin*) fliegen, wo die Brüder *Voisin*, die aus einfachen Maschinenschlossern hervorgegangen sind, keine einzige Formel kennen und anwenden? Wieviel zahllose hochgebildete Ingenieure gibt es, welche uns mit Integralen und Differentialen bis auf das tz genau berechnet haben, die hernach nicht geflogen sind!“

„Die Antwort auf diese Frage und dieses Staunen — meint *Popper* — ist leicht zu geben. Ohne jenen Schlossern und Mechanikern ihre Verdienste irgendwie bestreiten zu wollen — ohne sie geht es ja überhaupt nicht —, wird doch gewiß niemand ihnen eine besondere flugtechnische Begabung zusprechen wollen, durch die sie sich von den hochgebildeten aber nicht fliegenden Ingenieuren unterscheiden.“

„Aber: Wenn irgendein Gebiet von den Theoretikern nach vielen Seiten hin, unter großem Denkaufwand und wie alles im Leben mitunter nicht ohne Fehlgänge, durchgearbeitet wurde, so atmet auch der Nichttheoretiker, der sich aber um den Stand der Frage kümmert, in einer mehr oder weniger gereinigten Atmosphäre fachlicher Ansichten und Resultate, ohne daß er sich dessen recht bewußt wird, und ohne sich daher in der Schuld jener Theoretiker zu fühlen; ihm scheint es so, als hätten sich die Einsichten von selbst gemacht.“

Diese schönen Sätze kann man kaum auf jemanden mit besserem Recht anwenden, als auf ihren Verfasser selbst. Wenn man *Poppers* „Flugtechnik“ vom Jahre 1889, seine „Flugtechnischen Studien“ aus den Jahren 1896 und 1899, die erwähnte Studie „Maschinen- und Vogelflug“ oder seine kleineren Aufsätze liest, so wird man heute einiges unzutreffend, vieles veraltet finden, aber die „Klarheit der Atmosphäre“, das peinliche Vermeiden jedes Mystischen, jedes Unklaren, was sonst in der flugtechnischen Literatur so üppig gedeiht, macht die Lektüre dieser Schriften auch für den heutigen Leser lehrreich und interessant. Es ist sicher, daß *Joseph Popper* als einer der ersten zu jenen Männern zu zählen

ist, die dazu beigetragen haben, die Flugtechnik auf klarer, mechanisch-physikalischer Grundlage mit den übrigen technischen Lehrfächern in Einklang zu bringen.

Ein klares Beispiel liefern hierzu die beiden Hefte der „Flugtechnischen Studien“, von welchen Heft 1, von einer Besprechung der Lößlschen Arbeiten ausgehend, die allgemeine Theorie des Luftwiderstandes und den Mechanismus desselben, das zweite Heft den Gleitflug oder — wie man damals es nannte — das Problem der „Sinkverminderung“ behandelt.

Nachdem er über die experimentellen Arbeiten v. Lößl's rühmend berichtet, gibt Popper eine kritische Darstellung der bekannten „Lufthügeltheorie“ des genannten Verfassers. Lößl geht von der Anschauung aus, daß an dem Vorderteil eines vom Wind angeblasenen Körpers ein prismenartiger Stauhügel sich bildet, in dessen Innern die Luft vollständig ruht, während längs der Begrenzungsflächen des Stauhügels die Luft abströmt. Die hierdurch entstandene Ablenkung bedingt den Luftwiderstand.

Popper stellt dieser Theorie mit vollem Recht sein Bedenken entgegen, daß die Existenz solcher, durch ebene Trennungsflächen scharf umgrenzter, ruhender Gebiete mit der Mechanik der Luftbewegung unverträglich ist. Er weist ferner auf den Umstand hin, daß heiße Körper durch strömende Luft viel intensiver als in ruhender Luft abgekühlt werden und die abgeführte Wärme ungefähr proportional der Luftgeschwindigkeit ist, was sicher nicht möglich wäre, falls vor dem Körper wirklich ein ruhender Lufthügel sich bilden würde.

Während der sonst als Forscher sehr verdiente Ingenieur Lößl augenscheinlich zu einer ad hoc Hypothese seine Zuflucht nimmt, läßt dies bei Popper sein weitgehender Blick und sein wissenschaftliches Gewissen nicht zu und er beschränkt sich auf Klarstellung der Mechanik des Luftwiderstandes auf Grund der allgemeinen Sätze von der Erhaltung der Energie und des Impulses.

Die spätere Entwicklung der Aeromechanik hat klar erwiesen, daß die Vorgänge, die die Gesetze des Luftwiderstandes bestimmen, auch in den scheinbar einfachsten Fällen viel komplizierter sind, als daß sie durch jene ad hoc Theorien auch nur angenähert dargestellt werden könnten.

In mehreren Schriften befaßte sich Popper mit der Feststellung der Bedingungen, unter welchen eine erfolgreiche Lösung des Flugproblems möglich erschien. Er gehört in dieser Hinsicht in wahren Sinne des Wortes zu den „Pionieren der Luftfahrt“, weil sein Hauptaugenmerk eben auf die zu leistenden Vorarbeiten gerichtet war. Er bemerkt selbst in seiner bereits öfters erwähnten Selbstbiographie, daß ihn die geistigen — gedanklichen oder experimentellen — Bemühungen, welche die Fortschritte in der Flugtechnik wie in jedem andern technischen Gebiete ermöglichen, viel mehr interessierten, als die tatsächlichen Errungenschaf-

ten selbst. „Sobald das erste Exemplar einer Flugmaschine oder eines rascher fahrenden Luftballons der Welt vorgeführt wurde, war für mich das eigentliche und hauptsächlichste Interesse an dem technischen Fortschritt erledigt.“

Die Hauptfragen waren damals, bei welcher spezifischen Motorleistung $\left(\frac{\text{Motorleistung}}{\text{Motorgewicht}} \right)$ ein Projekt eines Motorluftschiffes oder eines Flugzeuges aussichtsreich erscheint? Ferner, welche „Flugmaschinensysteme“ (Drachenflieger, Schraubenflieger, Schwingenflieger) die meiste Hoffnung zur Verwirklichung des maschinellen Fluges bieten?

Die Unterschiede gegen heutige Begriffe sind natürlich ungeheuer. So bespricht z. B. Popper in seiner „Flugtechnik“ (1889) als den „leichtesten Ballonmotor“ den Elektromotor, welchen Renard und Krebs in ihrem „lenkbaren Luftschiff“ eingebaut gehabt haben. Die gesamte Kraftanlage (Elektromotor samt Akkumulatorbatterie) wog bei einer Nutzleistung von 3,4 PS — 652 kg, daher 190 kg für die Pferdestärke! Die heutigen Flugmotoren haben den Rekord: 1 kg Gewicht für jede Pferdestärke erreicht, und die ganze Kraftanlage samt Betriebsmittel für sechs Stunden wiegt nicht über 3—4 kg für die Pferdestärke.

Die rechnerische Behandlung der Frage nach dem zulässigen Motorgewicht (in einem im Jahre 1880 im österreichischen Ingenieur- und Architektenverein gehaltenen Vortrage) führt Popper nur dann möglich ist, wenn der Motor für die Pferdestärke nicht mehr als 9 kg wiegt. Bekanntlich ist der mechanische Flug erst mit viel leichteren Motoren verwirklicht worden. Interessant ist indessen; daß andere sachkundige Konstrukteure, z. B. Kreß, diese sicher optimistische Berechnung noch für zu pessimistisch gehalten haben. Kreß hat für sein Modell „Aeroveloce“ vorgerechnet, daß das Flugzeug fliegen würde, falls man einen Motor mit 30 PS Leistung und einem Gewichte von 600 kg bauen könnte! (also 20 kg/PS). Die Diskrepanz der Berechnungen hängt mit dem sogenannten, damals viel erörterten „Sinusproblem“ zusammen, d. h. mit der Frage, wie die Abhängigkeit der Luftkräfte vom Anstellwinkel (Neigung der Tragflächensehne gegen die Flugrichtung) in Rechnung zu stellen sei? Es waren zwei Schulen da: die eine schwur auf die sogenannte Newtonsche Formel, die andere auf die sogenannte einfache Sinusformel. Nach der Newtonschen Formel wäre der Auftrieb (z. B. bei der schiefen ebenen Tragfläche) dem Quadrate, nach der anderen Formel der ersten Potenz des trigonometrischen Sinus des Anstellwinkels proportional. Falls die Newtonsche Formel zu Recht bestehen sollte, erschien das Flugproblem auch im Falle, daß sehr leichte Motoren gebaut werden können, praktisch fast aussichtslos, weil bei kleinen Anstellwinkeln, also in dem Bereich, in