

POPPER, KARL: Logik der Forschung. Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft. (Schr. z. wiss. Weltauff., Bd. 9.) 248 S. Wien 1935. J. Springer.

Die Untersuchungen von P. sind der *Forschungslogik* gewidmet. Hierunter versteht P. die logische Analyse des Verfahrens der empirischen Wissenschaft, insbesondere der methodologischen Regeln für den Aufbau der Wissenschaft. Zu seinen Hauptthesen gehört die, daß es keine Induktion als geregeltes Schlußverfahren gibt. Die Aufstellung von Gesetzen und Theorien läßt sich nicht rational nachkonstruieren. Geregelt ist nur das Verfahren der empirischen Nachprüfung einer Theorie; sie geschieht durch Nachprüfung der aus der Theorie deduzierten Prognosen. Die Nachprüfbarkeit bildet das Kriterium der Abgrenzung zwischen empirischer Wissenschaft und Metaphysik; genauer: die Falsifizierbarkeit. Denn ein Naturgesetz ist, weil allgemein, niemals vollständig verifizierbar, wohl aber unter Umständen falsifizierbar. Die Existenzsätze dagegen sind nicht falsifizierbar; sie werden daher als nicht-empirisch, metaphysisch bezeichnet. Genauer wird so definiert: eine Theorie heißt *falsifizierbar*, wenn es mindestens einen Basisatz (ein mögliches Ereignis) gibt, mit dem sie unverträglich ist. Hiervon ist deutlich zu unterscheiden: eine Theorie heißt *falsifiziert*, wenn sie nicht nur mit einem wirklichen einzelnen Ereignis, sondern mit einem wiederholbaren Effekt in Widerspruch steht; formal gesprochen: wenn sie unverträglich ist mit einer empirischen Hypothese, die sich bewährt. In dieser Einschränkung scheint mir eine wichtige Verbesserung gegenüber dem üblichen Begriff der (absoluten) Widerlegung auf Grund von Einzelereignissen zu liegen. (Reichenbachs Entgegnung, dieses Heft S. 267, Abschnitt II, wendet sich mit Recht gegen diesen Begriff einer absoluten Falsifizierung, übersieht aber dabei, daß P. nicht diesen vertritt.)

Die Erörterung der *Basisprobleme* gehört zu den wichtigsten Teilen des Buches. Welches ist die Form der *Basissätze* und ihre Funktion bei der empirischen Nachprüfung? P. wendet sich zunächst gegen die Auffassung, daß alle in der Wissenschaft aufgestellten Sätze durch Erlebnissätze begründet sein müßten und nur durch Zurückführung auf solche Sätze nachgeprüft werden könnten. Diese Auffassung, die P. als Psychologismus bezeichnet, ist auch im Wiener Kreis und früher auch von mir vertreten, inzwischen aber aufgegeben worden. Demgegenüber betont P. ganz in Übereinstimmung mit unserer heutigen Auffassung, daß jeder wissenschaftliche Satz über die jeweils vorliegenden Erlebnisinhalte weit hinausgeht und stets den Charakter einer Theorie, einer Hypothese hat. Als Basissätze nimmt P. solche, die erstens die Form singulärer Es-gibt-Sätze haben („an der Raum-Zeit-Stelle k gibt es das und das“) und zweitens intersubjektiv nachprüfbar sind, also einen beobachtbaren Vorgang beschreiben, z. B. einen Bewegungsvorgang an makroskopischen physischen Körpern. (P.s Basissätze sind also, in unserer Terminologie, Protokollsätze bestimmter Art; unser Begriff „Protokollsatz“ ist der allgemeinere Begriff (vgl. Erk., Bd. 3, S. 216) und nicht, wie P. glaubt, mit „Erlebnissatz“ zu identifizieren.) Ein Basissatz wird im wissenschaftlichen Verfahren jeweils durch einen Beschluß anerkannt; diese Anerkennung ist aber insofern nicht dogmatisch, als ein anerkannter Basissatz bei Bedarf wiederum einer Nachprüfung durch weitere Basissätze unterworfen werden kann. Bei einem derartigen Anerkennungsbeschluß spielen zwar Wahrnehmungserlebnisse eine Rolle, aber nur motivierend, nicht — wie die psychologistische Auffassung meinte —

begründend; ebensowenig, wie ein logischer Beweis durch Denkerlebnisse begründet wird. Die Anerkennung eines Basissatzes ist zwar eine Festsetzung, geschieht aber nicht willkürlich, sondern nach methodologischen Regeln.

Die Klasse der mit einem Satz unverträglichen Basissätze wird als *empirischer Gehalt* des Satzes bezeichnet. Der empirische Gehalt kann auch dann leer sein, wenn der Satz synthetisch ist, so daß sein logischer Gehalt (die Klasse seiner nicht-analytischen Folgen) nicht leer ist; das ist der Fall bei einem nicht falsifizierbaren synthetischen Satz, z. B. einem Existenzsatz. Je größer der empirische Gehalt eines Satzes ist, um so leichter ist er falsifizierbar. P. macht einen Versuch, den Begriff „Falsifizierbarkeitsgrad“ zu definieren, und schlägt vor, den viel umstrittenen Begriff der Einfachheit einer Hypothese mit diesem Begriff zu identifizieren.

Das größte Kapitel des Buches ist einer neuen Definition der *Wahrscheinlichkeit* gewidmet. In der alten (von v. M i s e s aufgestellten und von R e i c h e n b a c h verbesserten) Definition wird die Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Merkmals in einer Folge F definiert als Grenzwert der relativen Häufigkeit, wobei F eine gewisse Regellosigkeitsforderung erfüllen muß. P. definiert: 1. q heißt eine mittlere Häufigkeit (= R e i c h e n b a c h s „limes partialis“) von F in bezug auf ein bestimmtes Merkmal, wenn es immer wieder Stellen gibt, an denen die relative Häufigkeit des Merkmals beliebig wenig von q abweicht. 2. Gibt es für die Folge F „(gleichgültig, ob sie *einen* oder mehrere mittlere Häufigkeitswerte hat) einen und nur einen *nachwirkungsfreien* mittleren Häufigkeitswert p , so nennen wir die Folge *zufallsartig* und p ihre *objektive Wahrscheinlichkeit*“ (S. 130). [R e i c h e n b a c h (dieses Heft S. 278) scheint diese Definition übersehen zu haben. Er glaubt irrtümlich, P. identifiziere die Wahrscheinlichkeit mit der mittleren Häufigkeit (dem limes partialis). Seine kritischen Bemerkungen (Abschnitt V) treffen daher P. gar nicht.] Hiernach ist das Verhältnis zwischen der alten und der neuen Definition das folgende: 1. hat F (in bezug auf ein bestimmtes Merkmal) genau Eine mittlere Häufigkeit q , so ist q Grenzwert der relativen Häufigkeit von F und wird sowohl nach der alten wie nach der neuen Definition als Wahrscheinlichkeit bezeichnet; 2. hat F mehr als Eine nachwirkungsfreie mittlere Häufigkeit, so besitzt F weder nach der alten noch nach der neuen Definition eine Wahrscheinlichkeit; 3. (hier liegt der Unterschied:) hat F mehrere mittlere Häufigkeiten (und daher keinen Häufigkeitsgrenzwert), von denen aber nur eine, etwa p , nachwirkungsfrei ist, so ist p nach der neuen Definition die Wahrscheinlichkeit von F , während nach der alten Definition F keine Wahrscheinlichkeit besitzt. P. zeigt an einem konstruierten Modell, daß es tatsächlich Folgen der Art (3) gibt. Der Begriff der zufallsartigen Folgen, d. h. derjenigen, denen ein Wahrscheinlichkeitswert zukommt, ist also nach der neuen Definition weiter als nach der alten. P. leitet aus seiner neuen Definition das B e r n o u l l i s c h e Theorem ab; er stellt eine Durchführung des mathematischen Aufbaus in Aussicht, bei der die Ableitbarkeit der gesamten klassischen Wahrscheinlichkeitsrechnung gezeigt werden soll. Die Ersetzung der früheren Forderung des Grenzwertes, d. h. der Einzigkeit der mittleren Häufigkeit, durch die schwächere Forderung der Einzigkeit der nachwirkungsfreien mittleren Häufigkeit ist, wie mir scheint, eine Verbesserung der Definition der Wahrscheinlichkeit. P. glaubt, daß dieser Verbesserung eine weitreichende Bedeutung für die Klärung der erkenntnistheoretischen Probleme des Zufalls und der Wahrscheinlichkeit zukommt;

das bedarf wohl noch der näheren Prüfung. — Eine Schwierigkeit besteht noch darin, daß Wahrscheinlichkeitssätze nicht falsifizierbar sind, also nach der früher aufgestellten Definition nicht-empirische Sätze sind, obwohl sie doch praktisch als Hypothesen verwendet und empirisch nachgeprüft werden. P. glaubt, diese Schwierigkeit durch bestimmte methodologische Regeln über die Verwendung von Wahrscheinlichkeitssätzen überwinden zu können; der Kern dieser Regeln besteht in dem Beschluß, Effekte, d. h. reproduzierbare Gesetzmäßigkeiten niemals auf gehäufte Zufälle zurückzuführen.

In einem besonderen Kapitel zur Interpretation der *Quantenmechanik* versucht P. nachzuweisen, daß die H e i s e n b e r g schen sog. Unbestimmtheitsrelationen statistisch interpretiert werden müssen, und daß sie nicht, wie H e i s e n b e r g meint, die Möglichkeit genauer Messungen von Ort und Impuls einer Partikel ausschließen. P. gibt sogar ein Gedankenexperiment an, durch das nach seiner Meinung gezeigt wird, daß unter bestimmten Umständen eine exakte Prognose einer Partikelbahn möglich ist, die nachträglich durch Beobachtungen nachgeprüft werden kann, ohne daß dabei ein Widerspruch zur Quantenmechanik vorläge. Eine Diskussion zwischen P. und v. W e i s ä c k e r hierüber ist in „Naturwissenschaften“, Bd. 22, 1934, begonnen worden. Diese Fragen bedürfen aber wohl noch weiterer Klärung.

Die Tatsache, daß eine Hypothese sich mehr oder weniger gut bewähren kann und daß sie daraufhin mit mehr oder weniger hohem Sicherheitsgrad anerkannt wird, wird zuweilen so formuliert: der Hypothese kommt eine bestimmte Wahrscheinlichkeit zu. P. versucht im letzten Kapitel des Buches zu zeigen, daß diese Ausdrucksweise unzweckmäßig ist, weil diese sog. *Hypothesenwahrscheinlichkeit* nicht auf den gewöhnlichen, in der Wahrscheinlichkeitsrechnung verwendeten, sich auf relative Häufigkeiten beziehenden Wahrscheinlichkeitsbegriff zurückgeführt werden könne. Wollte man eine solche Zurückführung durchführen, so müßte man für eine vorgelegte Hypothese H eine Satzfolge angeben, und die Wahrscheinlichkeit von H durch die Wahrheitshäufigkeit von Sätzen innerhalb der Folge definieren. Hier gibt es zwei Möglichkeiten: H wird entweder selbst als Satzfolge aufgefaßt oder als Glied in einer aus verwandten Hypothesen bestehenden Satzfolge. Die erste Möglichkeit ist nach P.s Meinung ausgeschlossen, da ein Allsatz (Naturgesetz) nicht als Satzfolge aufgefaßt werden könne (was mir aber nicht als bewiesen erscheint). Die zweite, wichtigere Möglichkeit wird abgelehnt durch den Hinweis darauf, daß der Begriff der Wahrheitshäufigkeit in einer Hypothesenfolge den unzulässigen Begriff der (strengen) Wahrheit einer Hypothese voraussetzen würde. Diesen beiden Möglichkeiten entsprechen die beiden Wahrscheinlichkeiten „erster Form“ und „zweiter Form“, von denen R e i c h e n b a c h in seiner Entgegnung (Abschn. IV) spricht. Die Frage, ob der Begriff der Hypothesenwahrscheinlichkeit (W_2) zurückführbar ist auf den der Wahrscheinlichkeit im Sinn der relativen Häufigkeit (W_1), ist für die Wissenschaftslogik wichtig; es ist zu hoffen, daß die Diskussion, besonders zwischen P o p p e r und R e i c h e n b a c h, diese Frage weiter klären wird. Ohne in diese Diskussion selbst einzugreifen, möchte ich einen Vorschlag zur Art der Fragestellung machen. Wie mir scheint, handelt es sich hier (wie überhaupt bei vielen wissenschaftslogischen, sog. erkenntnistheoretischen Fragen) nicht um eine wahr-falsch-Frage, sondern um die Frage eines Beschlusses in bezug auf die Syntax der aufzuhauenden Wissenschaftssprache. Daß es möglich ist, in die Wissenschafts-

sprache einen Satzkoeffizienten W_2 einzuführen, der die Abschätzung des Bewährungsgrades zum Ausdruck bringt, gibt auch P. zu; ferner auch, dass W_2 gewisse formale Analogien zum Wahrscheinlichkeitskoeffizienten W_1 aufweisen würde (S. 245, Anm. 1 zu 81). Es wäre daher vielleicht von Vorteil, nicht zu fragen: „Sind W_1 und W_2 derselbe Begriff?“, sondern: „Wollen wir die Regeln der Sprache so einrichten, dass sie für W_1 und W_2 übereinstimmen, oder nicht?“ R e i c h e n b a c h würde übereinstimmende Regeln vorschlagen, P. verschiedene Regeln; es handelt sich also um zwei Vorschläge, nicht um zwei einander widersprechende Thesen! Allerdings müßten vor der Beschlussfassung die syntaktischen Konsequenzen des einen und des andern Vorschlages noch näher untersucht werden; das sind sachliche Fragen, zu deren Klärung die Darlegungen von P. und von R e i c h e n b a c h schon einiges beitragen, die sie aber noch keineswegs lösen. —

P. bezeichnet das Gebiet seiner Überlegungen als *Methodologie*. Die Frage nach dem logischen Charakter der methodologischen Sätze und Regeln bleibt jedoch offen. P. meint, daß es (im Gegensatz zur Meinung des Positivismus) neben der Logik mit ihren analytischen Sätzen und der Realwissenschaft mit ihren empirischen Sätzen noch ein drittes, nicht näher charakterisiertes Gebiet gebe (S. 22), zu dem die methodologischen Sätze und Regeln gehören sollen. Diese Auffassung, die ich für sehr bedenklich halte, wird nicht näher begründet. Sie scheint mir auch kein wesentliches Element in P.s Gesamtauffassung zu sein. Im Gegenteil; P. selbst sagt, dass die Methodologie aus Festsetzungen beruht, und daß ihre Regeln und Sätze denen des Schachspiels zu vergleichen sind; daraus scheint mir deutlich hervorzugehen, dass sie analytisch sind. —

P.s Darlegungen zu den verschiedenen behandelten Problemen sind von erfreulicher Klarheit, so daß man insgesamt ein deutliches Bild von seinem Standpunkt im Ganzen und in den Einzelfragen erhält. Durch sein Streben nach deutlicher Kennzeichnung seines Standpunktes läßt sich P. jedoch häufig zu einer Überbetonung der Differenzen gerade gegen die ihm am nächsten verwandten erkenntnistheoretischen Auffassungen verführen. Wenn man liest, daß P. über den Konventionalismus und den Positivismus, ja sogar auch über den Empirismus meist scharf ablehnend spricht, während z. B. K a n t nicht so ablehnend behandelt wird und sogar die Metaphysik noch ziemlich gut wegkommt, so könnte man bei flüchtigem Lesen vielleicht glauben, P. sei, wenn nicht gar Metaphysiker, so doch wohl Apriorist und Anti-Empirist. Seine sachlichen Darlegungen zeigen dagegen, daß er Empirist und Gegner des Apriorismus ist. Seine Auffassung kann auch als konventionalistisch und positivistisch bezeichnet werden, wenn man diese Wörter in dem weiten Sinn versteht, wie wir es im Wiener Kreis zuweilen tun, um sie dann auch aus uns selbst anzuwenden. Den Auffassungen des *Wiener Kreises* steht P. ganz besonders nahe. In seiner Darstellung erscheinen die Differenzen viel größer als sie tatsächlich sind. Das liegt zum Teil auch daran, daß P. die Übereinstimmung mit den neueren Veröffentlichungen des Wiener Kreises weit weniger betont als die (in manchen Punkten sicherlich berechnete) Kritik an unseren früheren Auffassungen. P.s Auffassungen sind auch wohl in manchen Punkten durch die des Wiener Kreises beeinflusst worden. Damit soll die Selbständigkeit seiner Gesamtauffassung und vieler einzelner Überlegungen nicht geleugnet werden. In letzter Zeit hat auch umgekehrt P. einen Einfluß auf unsern Kreis ausgeübt (vgl. z. B. Erkenntnis, Bd. 3, S. 223, 228).

Im ganzen gehört P.s Buch zu den wichtigsten gegenwärtigen Arbeiten auf dem Gebiet der Wissenschaftslogik. Da seine Darlegungen leicht verständlich, klar und fesselnd geschrieben sind, so ist zu erwarten, daß das Buch eine starke Wirkung ausüben wird. Es wird Zustimmung und Widerspruch auslösen, in beiden Fällen aber fruchtbare Anregungen geben und die weitere Entwicklung der aktuellen wissenschaftslogischen Probleme sicherlich fördern.

Nachschrift. Zu R e i c h e n b a c h s Nachschrift (S. 284) möchte ich bemerken, daß an den beiden Stellen der vorstehenden Besprechung, an denen ich auf R e i c h e n b a c h s Ausführungen Bezug nehme — nämlich bei der Frage der Falsifikation und der Definition der Wahrscheinlichkeit — meine Absicht nicht die ist, P o p p e r s Meinung gegen die von R e i c h e n b a c h zu „verteidigen“ oder zu „retten“. Ich entscheide gar nicht, wer von beiden Recht hat, sondern weise nur darauf hin, daß R e i c h e n b a c h s überaus scharfe Kritik gegen P o p p e r an diesen beiden Stellen auf einer, wie mir scheint, nicht zutreffenden Darstellung von P o p p e r s Auffassung beruht.

R. C a r n a p.