

Zu zwei Fragen der analytischen Wissenschaftstheorie

Von Wolfgang Büchel, S. J.

Durch eine umfassende und vorzügliche Darstellung aus der Feder von *W. Stegmüller*¹ sind die Methoden und Ergebnisse der späteren analytischen Wissenschaftstheorie, die bisher fast ausschließlich in englischer Sprache vorlagen, in deutscher Sprache zugänglich geworden. Das gibt Anlaß, auf zwei wissenschaftstheoretische Probleme hinzuweisen, von denen das erste anscheinend nirgends behandelt wird, während das zweite, von St. als bisher ungelöst bezeichnet, vielleicht durch eine erweiterte Anwendung der *Carnapschen* Lehre von den „theoretischen Begriffen“ einer Lösung nähergebracht werden könnte.

Kann man aus einer widersprüchigen Theorie jede beliebige Aussage ableiten?

In der wissenschaftstheoretischen Literatur wird gewöhnlich die vor allem von *K. Popper* mit Nachdruck herausgestellte Auffassung vertreten, aus einer widersprüchigen Theorie, d. h. aus einer Theorie, die sowohl die Aussage p wie die Aussage $\text{non-}p$ ergibt, lasse sich gültig jede beliebige Aussage ableiten²; umgekehrt sei die Widerspruchsfreiheit einer Theorie dann erwiesen, wenn man nachgewiesen habe, daß es wenigstens eine Aussage gebe, die sich aus dieser Theorie nicht ableiten lasse³. Nun ist aber seit den Anfängen der Quantenmechanik bekannt, daß die Quantenmechanik für den physikalischen Prozeß einer Messung an einem mikrophysikalischen Objekt zwei Beschreibungsschemata enthält, die, streng genommen, einander widersprechen. In dem ersten Beschreibungsschema wird die Wechselwirkung zwischen Objekt und Meßgerät als eine gewöhnliche physikalische Wechselwirkung aufgefaßt, in dem zweiten Schema wird die Tatsache in den Vordergrund gestellt, daß der Meßprozeß eine Kenntnis des Zustands des mikrophysikalischen Objekts vermittelt. Die beiden Schemata führen zu grundsätzlich, wenn auch nicht notwendigerweise größenmäßig ganz verschiedenen Ergebnissen: Das erste Schema beschreibt einen reversiblen Prozeß, d. h., der Endzustand, der sich nach dem ersten Schema ergibt, ginge bei einer genauen Umkehr der Bewegungsrichtung aller beteiligten Teilchen wieder in den Anfangszustand über; das zweite Schema beschreibt einen irreversiblen Prozeß, d. h., der Endzustand, der sich nach dem zweiten Schema ergibt, ginge bei einer genauen Umkehr der Bewegungsrichtung aller beteiligten Teilchen nicht wieder in den Anfangszustand über⁴. Man hat über diesen Punkt viel und heiß diskutiert⁵. Vertreter einer „subjektivistischen“ Auffassung der Quantenphysik deuteten an, eine Messung sei nun einmal keine „gewöhnliche“ physikalische Wechselwirkung und dürfe darum auch gar nicht nach dem ersten Schema beschrieben

¹ *W. Stegmüller*, *Wissenschaftliche Erklärung und Begründung (Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, I)*. 8° (XXVII u. 812 S.) Berlin – Heidelberg – New York 1969, Springer. Studienausgabe 64.40 DM; Ln. 128.– DM.

² *K. R. Popper*, *The Logic of Scientific Discovery* (London 1968) nr. 23. 24.

³ Vgl. *Nagel-Newman*, *Der Gödelsche Beweis* (Wien – München 1964) 52 f.

⁴ Vgl. *J. v. Neumann*, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics* (Princeton 1955) 351 ff.; *G. Ludwig*, *Die Grundlagen der Quantenmechanik* (Berlin 1954) 123.

⁵ Vgl. *W. Büchel*, *Philosophische Probleme der Physik* (Freiburg i. Br. 1965) 337 f.

werden; Vertreter einer „realistischen“ Deutung der Quantenphysik, die der Auffassung waren, daß auch das erste Schema auf den Meßprozeß anzuwenden sei, versuchten zu zeigen, daß der größtmögliche Unterschied zwischen den Ergebnissen der beiden Beschreibungsschemata trotz des bestehenden grundsätzlichen Unterschieds so gering sei, daß er unterhalb der Grenzen der physikalischen Meßgenauigkeit liege. Wenn dies gezeigt ist, ist es möglich, das praktisch bewährte zweite Beschreibungsschema als eine nur angenäherte Darstellung des ersten, „eigentlich“ richtigen Schemas aufzufassen.

In wissenschaftstheoretischer Hinsicht scheint nun folgendes bedeutsam: Die „realistischen“ Physiker haben den Widerspruch zwischen den beiden Beschreibungsweisen zunächst als echten inneren Widerspruch anerkannt. Sie haben aber nicht die Auffassung der Wissenschaftstheoretiker geteilt, daß man aus einer solchen innerlich widersprüchigen Theorie jede beliebige Aussage gültig ableiten könne, also auch jede beliebige erfahrungsgemäß völlig unzutreffende Aussage, sondern sie haben sich im Gegenteil bemüht nachzuweisen, daß die Differenz zwischen den überhaupt ableitbaren Aussagen kleiner sei als die unvermeidliche Fehlergrenze jeder Messung. Wenn man diesen Beweis als geglückt voraussetzen darf, haben wir in der Quantenmechanik eine Theorie vor uns, die grundsätzlich widersprüchig ist und aus der man doch nicht jede beliebige Aussage gültig ableiten kann. Wie kann dann aber die Wissenschaftstheorie behaupten, eine Theorie sei als grundsätzlich widerspruchsfrei nachgewiesen, wenn man gezeigt habe, daß aus ihr nicht jede beliebige Aussage gültig abgeleitet werden könne?

Um das Problem zu verdeutlichen, wollen wir statt der beiden Schemata für den quantenmechanischen Meßprozeß ein anderes, fingiertes Beispiel betrachten: Angenommen, die Mechanik gäbe für den freien Fall zwei verschiedene Beschreibungsschemata:

$$s = g \cdot t^2/2$$

und

$$s = g \cdot t^2/2 + a \cdot t \cdot \exp(-t)$$

(s = Fallstrecke, t = Fallzeit, g = Fallbeschleunigung, a = Konstante). Die beiden Beschreibungsschemata führen, wenn t von Null verschieden ist, zu eindeutig widersprüchigen Ergebnissen. Andererseits kann der Unterschied zwischen den beiden Ergebnissen nie größer werden als die Konstante a , und wenn a kleiner ist als der bei jeder Messung unvermeidliche Meßfehler, ist der Widerspruch für den am Empirisch-Beobachtbaren interessierten Physiker „inexistent“, und die erste Beschreibungsweise kann als eine Annäherung für die zweite aufgefaßt werden. Das ist aber nur darum möglich, weil man aus dem grundsätzlichen Widerspruch der beiden Beschreibungsweisen nicht jede beliebige Aussage ableiten kann, wie dies die Wissenschaftstheorie behauptet.

Offenbar muß irgendwo eine Verwechslung vorliegen. *Popper* gibt für seine These folgende Ableitung⁶ (wir ersetzen den Implikationspfeil der mathematischen Logik aus typographischen Gründen durch das Wort „impliziert“): Er geht aus von

p impliziert (p oder q).

Er ersetzt p durch $\text{non-}p$ und erhält

$\text{non-}p$ impliziert ($\text{non-}p$ oder q).

Für ($\text{non-}p$ oder q) setzt er ein (p impliziert q) und erhält

$\text{non-}p$ impliziert (p impliziert q).

Daraus folgt schließlich

($\text{non-}p$ und p) impliziert q .

Die Frage lautet: Mit welchem Recht darf man ($\text{non-}p$ oder q) durch (p impliziert

⁶ A. a. O. (Anm. 2) 91, nr. 23, Anm. *2.

q) ersetzen? Offenbar nur, wenn der Wahrheitswert von non-p eindeutig durch den Wahrheitswert von p festgelegt ist und umgekehrt. Eine widersprüchige Theorie ist aber gerade dadurch charakterisiert, daß in ihr der Wahrheitswert von non-p nicht eindeutig durch den Wahrheitswert von p festgelegt ist; denn es gibt ja in einer solchen Theorie wenigstens eine Aussage p, bei der sowohl p wie auch non-p als wahr abgeleitet werden. Im Zusammenhang mit einer solchen Theorie kann man also (non-p oder q) nicht durch (p impliziert q) ersetzen, und damit wird die obige Ableitung ungültig.

Denselben Sachverhalt kann man auch so darstellen: Der Satz „(p und non-p) impliziert q“, den wir im folgenden kurz als W bezeichnen wollen, wird im allgemeinen darum als aus logischen Gründen notwendigerweise wahr angesehen, weil vorausgesetzt wird, daß (p und non-p) aus logischen Gründen immer den Wahrheitswert „falsch“ erhalten müsse. In der Anwendung auf eine widersprüchige Theorie kann aber (p und non-p) auch den Wahrheitswert „wahr“ erhalten, und infolgedessen kann W in einem solchen Zusammenhang nicht mehr als notwendigerweise wahr angesehen werden.

Die beschriebene Auffassung macht verständlich, daß wir es in der Quantenmechanik mit einer widersprüchigen Theorie zu tun haben, aus der man dennoch jedenfalls nach der Auffassung der Physiker nicht jede beliebige Aussage ableiten kann, sondern nur jene Aussagen, die sich einerseits aus der „These“, andererseits aus der „Antithese“ allein ableiten lassen. Wie steht es dann aber mit jenen beweistheoretischen Argumentationen, die ein (mathematisches) Axiomensystem als widerspruchsfrei nachweisen wollen, indem sie zeigen, daß sich daraus nicht jede beliebige (zulässige) Aussage ableiten läßt? Die Schlüssigkeit dieser Beweise kann man folgendermaßen gleichsam wiedergewinnen: Es sei T das Axiomensystem, dessen Widerspruchsfreiheit nachgewiesen werden soll. Zu T nimmt man als zusätzliches Axiom (also nicht als *notwendigerweise* wahren Satz!) W hinzu und erhält so das erweiterte Axiomensystem $T + W = U$. Ist T widersprüchig, dann kann man aus U jede beliebige zulässige Aussage ableiten; kann man zeigen, daß es wenigstens eine zulässige Aussage gibt, die sich aus U nicht ableiten läßt, dann ist die Widerspruchsfreiheit von T nachgewiesen. Gerade das wird aber bei den fraglichen Widerspruchsfreiheitsbeweisen getan; sie zeigen, daß aus U nicht jede beliebige Aussage ableitbar ist. W wird dabei zwar nicht als ein (synthetisches) Axiom, sondern als ein (analytisch) notwendigerweise wahrer Satz betrachtet; aber dieser Unterschied ist in der hier zur Diskussion stehenden beweistheoretischen Hinsicht irrelevant. Er wird erst bedeutsam, wenn die Tatsache der Existenz einer wissenschaftlichen Theorie verständlich gemacht werden soll, die wie die Quantenmechanik widersprüchig ist und aus der man doch, jedenfalls nach der Meinung der Wissenschaftler selbst, nicht jede beliebige zulässige Aussage ableiten kann; denn daraus folgt, daß jedenfalls die praktizierenden Wissenschaftler W nicht als notwendigerweise wahren Satz ansehen.

Gesetzesartigkeit und Notwendigkeit

Bei der Diskussion des Begriffs des Naturgesetzes hebt *Stegmüller* mit Recht die Notwendigkeit hervor, zwischen gesetzesartigen und nicht-gesetzesartigen Allaussagen zu unterscheiden. Wenn beispielsweise ein Tierzüchter in einem Käfig verschiedene braune Tiere zusammengesperrt hat, dann ist der Satz „Alle Tiere in diesem Käfig sind braun“ zwar eine wahre Allaussage, aber gewiß keine gesetzesartige Allaussage. St. fragt dann nach dem Kriterium für den gesetzesartigen Charakter einer Allaussage und kommt nach der Diskussion verschiedener Lösungsvorschläge zu der resignierten Feststellung, daß dieses Problem bisher ungelöst sei⁷.

⁷ A. a. O. (Anm. 1) 334.

Man wird geneigt sein, den Unterschied zwischen gesetzesartigen und „akzidentellen“ oder „kontingenten“ Allaussagen, wie St. sie selbst nennt⁸, darin zu sehen, daß die gesetzesartigen Aussagen eine gewisse „Wesensnotwendigkeit“ zum Ausdruck bringen. Denn der Satz „Alle Feldhasen sind braun“ wird doch wohl darum im allgemeinen Sprachgebrauch als gesetzesartige Aussage angesehen, weil die Auffassung zugrunde liegt, in dem, was als „Feldhase“ bezeichnet wird, sei irgendwie die Notwendigkeit enthalten, braun zu sein. Der Begriff „Feldhase“ könne also, so scheint angenommen zu werden, nicht realisiert werden, ohne daß auch der Begriff „braun“ realisiert werde, während, um auf das erste Beispiel zurückzukommen, der Begriff „Tier in diesem Käfig“ sehr wohl realisiert werden könne, ohne daß der Begriff „braun“ realisiert würde. St. insinuiert selbst im Anschluß an Carnap diese Auffassung gleichsam von der entgegengesetzten Seite her, indem er *unter der Voraussetzung, daß der Begriff der gesetzesartigen Aussage schon zur Verfügung stehe*, die kausale Notwendigkeit eines Geschehenszusammenhangs dadurch definieren möchte, daß dieser Geschehenszusammenhang in einer gesetzesartigen Aussage zum Ausdruck kommt⁹.

Das Problem der gesetzesartigen Aussagen steht, wie St. klar herausarbeitet, in engem Zusammenhang mit der Frage nach dem Wahrheitskriterium für irrealer Bedingungssätze¹⁰. Die Aussage „p impliziert q“ ist nach der mathematischen Logik immer wahr, wenn p falsch ist. Wie soll aber das Wahrheitskriterium für den irrealen Bedingungssatz „p würde q implizieren“ formuliert werden, bei dem man ja zumindest mit der Möglichkeit rechnet, daß er auch dann falsch ist, wenn p falsch ist? St. betrachtet diese Frage letzten Endes als ungelöst¹¹. Auch hier wäre man gewiß geneigt zu sagen: „p würde q implizieren“ ist dann wahr, wenn zwischen p und q ein Notwendigkeitszusammenhang besteht. Dabei ist zu unterscheiden zwischen dem *Sinn* der Behauptung, daß ein Notwendigkeitszusammenhang bestehe, und der *Begründung* für diese Behauptung. Das Begründungsproblem, das im wesentlichen mit dem Induktionsproblem zusammenhängt, ist vielleicht oder wahrscheinlich unlösbar; aber daraus sollte man nicht folgern, daß wir nicht wissen, was wir mit dem Sinn dieser Behauptung meinen.

Auf der dargelegten Basis läßt sich, wie es scheint, ein Einwand beantworten, den St. gegen die Auffassung vorbringt, daß der gesetzesartige Charakter von Allaussagen durch die ihnen zugrunde liegende Notwendigkeit bedingt sei¹². St. vergleicht im Anschluß an Carnap zwei Physiker, von denen der eine ein Naturgesetz ausspricht in der Form: „Für alle x gilt: Das P-sein von x impliziert das Q-sein von x.“ Der andere Physiker sagt dasselbe, fügt aber hinzu: „und das gilt mit Notwendigkeit“. St. meint, durch diesen Zusatz würden keine neuen kognitiven Gehalte gewonnen. Das ist richtig; denn wenn, wie St. voraussetzt, schon bekannt ist, daß es sich um eine gesetzesartige Aussage handelt, ist nach unserer Auffassung eben darin ja schon die Notwendigkeit enthalten. Wenn aber noch nicht bekannt wäre, ob es sich bei der genannten Implikation um eine gesetzesartige oder nur eine akzidentelle Allaussage handelt, würde durch den Zusatz des zweiten Physikers der gesetzesartige Charakter festgesetzt, und auf dieser Grundlage könnte man die Implikation erweitern zu dem irrealen Bedingungssatz: „Für alle x gilt: Das P-sein von x würde das Q-sein von x implizieren.“

St. wirft den Vertretern der Notwendigkeitsauffassung vor, sie hätten gemeint, der (kausale) Notwendigkeitszusammenhang zwischen zwei Ereignissen oder Phäno-

⁸ Ebd. 273.

⁹ Ebd. 447.

¹⁰ Ebd. 283 ff.

¹¹ Ebd. 334.

¹² Ebd. 441.

menen sei eine Relation, die ebenso durch eine Analyse nur der beiden individuellen Relata erkannt werden könne, wie etwa die Relation der Ähnlichkeit zwischen Urbild und Abbild durch die Analyse nur des Urbilds und Abbilds erkennbar sei. Erst *Hume* habe erkannt, daß ein Kausalzusammenhang erst auf der Basis einer *allgemeinen Regelmäßigkeit* behauptet werde¹³. Man muß wohl auch hier unterscheiden zwischen dem Sinn und der Begründung der Behauptung des Bestehens einer Notwendigkeitsrelation. Der Sinn meint in der Tat etwas Individuelles; aber das schließt nicht aus, daß die Begründung für diese individuell verstandene Behauptung erst auf der Basis einer allgemeinen Regelmäßigkeitserkenntnis erbracht werden kann. Übrigens ist auch der Sinngehalt des hier mit Notwendigkeit Gemeinten nicht völlig individuell; denn es ist ja z. B. gemeint, daß *jedes* Ding, das ein Feldhase sei, auch braun sein müsse.

Da der Notwendigkeitszusammenhang sicher nicht direkt in den empirischen Gegebenheiten aufweisbar ist, müßte man ihn als einen „theoretischen Begriff“ im Sinn von *Carnap* ansehen, d. h. als Begriff einer theoretischen Sprache, die nur durch gewisse manchmal sehr indirekte Zuordnungsregeln mit der empirischen Sprache verbunden ist, in der die direkten Beobachtungsdaten ausgedrückt werden. Theoretische Begriffe in diesem Sinn sind beispielsweise die meisten Begriffe der theoretischen Physik, vor allem die sog. Wellenfunktion der Quantenphysik. St. lehnt diese Auffassung der (kausalen) Notwendigkeit aus zwei Gründen ab¹⁴. Er weist zunächst darauf hin, daß der im Alltag ständig gebrauchte Begriff der kausalen Notwendigkeit doch kaum auf dieselbe Stufe zu stellen sei wie die abstrakten Begriffe der modernen Naturwissenschaften. Darauf könnte man antworten, daß doch auch Dispositionsprädikate wie „löslich“ oder „zerbrechlich“, die gewiß der Alltagssprache angehören, nach St.s eigener Auffassung am besten als theoretische Begriffe aufzufassen sind¹⁵; außerdem schlägt St. vor, solche alltagssprachlichen Ausdrücke wie „Wollen“, „Wünschen“, „Rationalität“ (eines Vorgehens) usw. als „quasitheoretische Begriffe“ aufzufassen¹⁶. Und wenn St. selbst mit der Möglichkeit rechnet, daß sich die theoretischen Begriffe *Carnaps* vielleicht doch nicht so scharf von eigentlich metaphysischen Begriffen abgrenzen ließen, wie *Carnap* dies intendiert¹⁷ (ein charakteristischer Beweis für die Unvoreingenommenheit und Ehrlichkeit, mit der St. an derartige Probleme herangeht), dann wäre es vielleicht nicht ganz schlimm, wenn der Notwendigkeitsbegriff einen gewissen metaphysischen Anstrich hätte. Der zweite Einwand von St. lautet, daß man auch mit der Einführung der (kausalen) Notwendigkeit als eines theoretischen Begriffs noch keine Begriffsexplikation gegeben habe. Das ist richtig; die Explikation dessen, was mit „müssen“, mit „Notwendigkeit“ gemeint ist, wird wohl immer letzten Endes irgendwie auf eine Analogie zu dem persönlichen Erleben eines „Müssens“, eines „Nicht-anders-Könnens“ zurückgreifen müssen. Das ist gewiß sehr anthropomorph, und wenn eine bessere Explikation gegeben werden könnte, wäre diese vorzuziehen. Solange aber keine bessere Explikation gegeben wird, müßten wir wohl entweder darauf verzichten, von Notwendigkeit, von gesetzesartigen Aussagen, von irrealen Bedingungssätzen usw. zu sprechen, oder wir müssen uns mit dieser psychologischen Analogie abfinden.

Ergänzungen

Ergänzend sei noch auf den Vorwurf eines Denkfehlers eingegangen, den St. gegen alle jene erhebt, die am Beispiel des *Laplaceschen Dämons* veranschaulichen wollten,

¹³ Ebd. 440.

¹⁴ Ebd. 445 f.

¹⁵ Ebd. 123.

¹⁶ Ebd. 397 ff.

¹⁷ Ebd. 785.

daß bei strenger Geltung der klassischen Physik durch den Zustand der Welt in einem bestimmten Augenblick nicht nur die gesamte Zukunft, sondern ebenso die gesamte Vergangenheit festgelegt sei. St. bezeichnet dies als einen Denkfehler; denn auch strenge Kausalgesetze seien Spezialfälle von Sukzessionsgesetzen (Ablaufgesetzen), und Sukzessionsgesetze hätten die Gestalt von Implikationen (Konditionalen) und nicht von Äquivalenzen (Bikonditionalen); durch sie sei also zwar die Zukunft, nicht aber die Vergangenheit festgelegt¹⁸. Dabei wird aber übersehen, daß die (mikrophysikalischen) Gesetze der klassischen Physik wegen ihrer T-Invarianz (Symmetrie in bezug auf die Zeitrichtung) eben gerade nicht bloß Implikationen, sondern tatsächliche Äquivalenzen waren. Diesen Sachverhalt hatten die Autoren vor Augen, die von dem *Laplaceschen Dämon* sprachen, auch wenn sie dies nicht explizit zum Ausdruck brachten.

Die zentralen Untersuchungen v. Neumanns zur Automatentheorie¹⁹ sind außerhalb des gesammelten Nachlasses erschienen: *John v. Neumann, Theory of Self-Reproducing Automata*. Ed. and compl. by A. W. Burks (Urbana and London 1966).

Abschließend möchte der Verf. auf *Popper* und *Stegmüller* das anwenden, was *Stegmüller* im Vorwort bezüglich der von ihm diskutierten Autoren sagt: „Ihnen allen verdanke ich wertvolle Einsichten, natürlich auch dort, wo ich ihre Auffassungen nicht teile und gegen sie polemisiere.“

¹⁸ Ebd. 221 ff.

¹⁹ Ebd. 616, Anm. 60.