

## Kekulé reüssiert – Popper auch

W. Martin Wallau\*

„Die Tugend wird nicht gelehrt, so wenig wie der Genius. ... Wir würden daher eben so thöricht seyn, zu erwarten, daß unsere ... Ethiken Tugendhafte, Edle und Heilige, als daß unsere Aesthetiken Dichter, Bildner und Musiker erweckten.“<sup>[1]</sup> Nach dieser Aussage Arthur Schopenhauers ist es selbstverständlich ebenfalls töricht, von unseren Wissenschaftsphilosophien die Hervorbringung von Wissenschaftlern oder auch nur Hilfestellung bei der praktischen wissenschaftlichen Arbeit zu erwarten. Daher verwundert es nicht, dass Jerome A. Berson in seinem Essay *Kekulé reüssiert – trotz Popper*,<sup>[2]</sup> in dem er die von Sir Karl Raimund Popper aufgestellten wissenschaftstheoretischen Richtlinien, insbesondere das Falsifizierbarkeitskriterium, auf die realen Ereignisse der Entwicklung der Benzolformel von Kekulé anwendet, zu dem Schluss kommt, dass „die Frage, ob eine Theorie logisch überprüfbar ist, für den praktisch tätigen Chemiker kaum von großer Bedeutung sein [dürfte]“, denn eine praktische Anleitung zur Wissenschaftlererziehung kann eine Wissenschaftslogik wie die Poppers nicht sein.<sup>[3]</sup>

Darüber hinaus zeigt Berson in seiner Argumentation, dass das Falsifizierbarkeitskriterium Poppers, auf Kekulé's Benzolformel angewendet, zu deren Verwerfung durch die Organikergemeinde des 19. Jahrhunderts geführt und „den Fortschritt in jener Zeit erheblich verzögert [hätte]“, und er folgert, dass dies zeigt, „warum wir Versuchen widerstehen sollten, die unsere Forschungsanstrengungen auf dieses Prokrustesbett zwingen wollen“, denn man kann „vernünftigerweise nicht erwarten, dass der Fortschritt in der chemischen Forschung so lange stillsteht, bis die Mittel endlich an den Tag gekommen sein werden, mit denen eine Theorie nach den Regeln der Falsifizierungsmethode getestet werden kann.“ Somit verwirft er die Popper zugeschriebene Wissenschaftslogik, insbesondere das Falsifizierbarkeitskriterium als unnötiges „Prokrustesbett“.

Um aber die Bedeutung philosophischer Theorien und der daraus entspringenden Kenntnisse erkennen zu können, muss man sich zuerst darüber klar werden, was Philosophie überhaupt leisten kann. Diese Frage beantwortet Schopenhauer mit der Aussage: „Die Philosophie kann nirgends mehr thun, als das Vorhandene deuten und erklären, das Wesen der Welt, welches in concreto, d. h. als Gefühl, Jedem verständlich sich ausspricht, zur deutlichen, abstrakten Erkenntniß der Vernunft bringen, Dieses aber in jeder möglichen Beziehung und von jedem Gesichtspunkt aus.“<sup>[1]</sup> Eine Philosophie aber, die dies

leisten will, muss natürlich in der Lage sein, die Vorgänge einer konkreten wissenschaftlichen Entwicklung zu beschreiben. Doch gerade das tut Poppers Theorie in der Darstellung Bersons scheinbar nicht, da ihre Aussagen dort mit der tatsächlichen Entwicklung im Widerspruch stehen. Ob dies an der Theorie oder aber an Bersons Auffassung derselben liegt, überprüft man sinnvollerweise an Poppers eigener Darstellung:

„[Ich] war [damals] dabei, meine Ideen über die Abgrenzung zwischen wissenschaftlichen Theorien (wie die Einsteins) und pseudowissenschaftlichen Theorien (wie die von Marx, Freud und Adler) weiterzuentwickeln. ... Ich möchte hier noch ein paar Worte über das Abgrenzungsproblem ... und über meine Lösung [sagen]...“

- 1) Wie es mir zunächst erschien, bestand das Abgrenzungsproblem nicht darin, die Wissenschaft von der Metaphysik abzugrenzen sondern von der Pseudowissenschaft...
- 2) Meine zentrale Idee ... war die folgende. Wenn jemand eine wissenschaftliche Theorie aufstellt, dann soll er ... die Frage beantworten: „Unter welchen Bedingungen würde ich zugeben, daß meine Theorie falsch ist?“ Mit anderen Worten, welche möglichen Tatsachen würde ich als Widerlegungen (als „Falsifikation“) meiner Theorie akzeptieren?
- 3) Es hatte mich sehr gestört, daß die Marxisten ... und die Psychoanalytiker ... imstande waren, jedes erdenkliche Ereignis als eine Verifikation ihrer Theorien zu interpretieren. Diese Tatsache ... führte mich zu der Auffassung, daß nur ein ernsthafter Widerlegungsversuch, der als Widerlegung scheitert, als eine „Verifikation“ zählen kann.
- 4) Ich halte immer noch an (2) fest. Als ich jedoch ein wenig später versuchsweise die Idee der Falsifizierbarkeit ... einer Theorie als Abgrenzungskriterium einführte, entdeckte ich ..., daß jede Theorie sich gegen Kritik „immunisieren“ läßt. ... Wenn wir derartige Immunisierungen zulassen, dann wird jede Theorie unfalsifizierbar. Folglich müssen wir wenigstens einige Immunisierungsmethoden ausschließen.

Andererseits begriff ich auch, daß wir nicht sämtliche Immunisierungen ausschließen dürfen; nicht einmal alle jene, die ad hoc Hypothesen einführen. So hätte zum Beispiel die beobachtbare Bewegung des Uranus als eine Falsifikation von Newtons Theorie aufgefaßt werden können. Statt dessen wurde ad hoc die Hypothese von einem bisher unbeobachteten äußeren Planeten eingeführt und damit die Theorie immunisiert. Dies erwies sich als richtig, denn die Hypothese war ... nachprüfbar; ...

Trotz der Tatsache, daß alles das in meiner Logik der Forschung ... ausgesprochen worden war, wurden über meine Auffassungen eine Menge von Legenden verbreitet.<sup>[4]</sup> ...

[\*] Dr. W. M. Wallau  
Rua Mineiros do Tietê 204  
13050-450 Campinas SP (Brasilien)  
Fax: (+ 55) 19-3229-7081

*Erstens: daß ich die Falsifizierbarkeit als ein Sinnkriterium eingeführt hätte und nicht als ein Abgrenzungskriterium. Zweitens: daß ich nicht erkannt hätte, daß die Immunisierung stets möglich sei ..., so daß keine Theorie ohne weiteres als „falsifizierbar“ bezeichnet werden kann. So verwandelten sich in diesen Legenden meine eigenen Resultate in Gründe, meine Theorie zu verwerfen.*<sup>[5, 6]</sup>

Bersons Darstellung der Philosophie Poppers ist also in drei Punkten zu korrigieren. 1) Poppers Wissenschaftslogik ist als Philosophie nicht als konkrete Handlungsanweisung zu verstehen,<sup>[3]</sup> sondern dient wie alle Wissenschaft zur Beschreibung des „*Wesens der Welt*“.<sup>[1]</sup> 2) Das Falsifizierbarkeitskriterium ist, entgegen der Legende, der Berson aufgesessen ist, nicht das grundlegende Kennzeichen (Sinnkriterium) der Wissenschaft im Sinne Poppers, sondern dient lediglich zu ihrer Abgrenzung von den Pseudowissenschaften.<sup>[7]</sup> 3) Ein grundsätzliches Verbot der Ad-hoc-Rettung falsifizierter Theorien, wie Berson es anführt, ist ebenfalls dem Bereich der Legende und nicht Poppers Gedankengebäude zuzuordnen.<sup>[7]</sup>

Da das Falsifizierbarkeitskriterium nicht als der zentrale Punkt von Poppers Theorie anzusehen ist, rückt in der revidierten Fassung seiner Philosophie die von Berson angeführte Aussage „*dass Fortschritt nur mit Hilfe einer Reihe von Vermutungen und Widerlegungen möglich ist*“<sup>[2]</sup> in den Vordergrund. Popper illustriert diesen zentralen Punkt seiner Theorie anhand eines „*vierstufigen Schemas, das für die Wissenschaftstheorie charakteristisch ist*“ und „*folgendermaßen aus[ieht]: 1. Das ältere Problem; 2. versuchsweise Theorienbildung; 3. Eliminationsversuche durch kritische Diskussion, einschließlich experimenteller Prüfung; 4. die neuen Probleme, die aus der kritischen Diskussion unserer Theorien entspringen.*“<sup>[8]</sup>

In der Gegenüberstellung mit der Entwicklung der Benzolformel durch Kekulé muss die revidierte Logik von Popper nun zeigen, ob sie mit den realen Ereignissen des 19. Jahrhunderts in Einklang ist. Die Konkretisierung der ersten beiden Punkte lautet dabei: 1. die Aufstellung einer angemessenen chemischen Formel für Benzol; 2. die (Be)schreibung von Benzol als 1,3,5-Cyclohexatrien.

Der dritte Punkt (die Eliminationsversuche) ist der kritische Punkt in Poppers Schema und bedarf daher näherer Erläuterung: Die bei der Überprüfung von Kekulé's Hypothese erhaltenen experimentellen Ergebnisse zeigten durch das Fehlen der zu erwartenden zwei *ortho*-Isomere, dass die vorgeschlagene Struktur eine sehr ungenaue Annäherung an die Wirklichkeit ist und dass daher die Annahme, Benzol sei 1,3,5-Cyclohexatrien, aus dem Kanon der für die Organische Chemie gültigen Theorien zu eliminieren sei. Diese „Falsifizierung“<sup>[9]</sup> führte zu Ladenburgs Vorschlag einer Prismenstruktur, die, so Berson, nach dem damaligen Stand der Wissenschaft frei von diesem Mangel (dem Fehlen zweier *ortho*-Isomere) ist.<sup>[2, 10]</sup>

Ganz wie es Popper in seiner Wissenschaftslogik fordert, hatte Kekulé versucht, seinen Strukturvorschlag zu immunisieren. Popper sagt hierzu: „... oft genug wird auch ein echter Wissenschaftler versuchen, eine Theorie ... gegen einen Falsifizierungsversuch zu verteidigen. Das ist vom Standpunkt der Wissenschaftstheorie durchaus begrüßenswert; denn wie könnten wir sonst echte Falsifikationen von scheinbaren Falsifikationen unterscheiden?“<sup>[11]</sup>

Kekulé verzichtet dabei, wie Berson betont,<sup>[2]</sup> auf „denkbare Ausweichmanöver ... [wie] die Möglichkeit, dass sich die Eigenschaften der beiden [nach seiner ursprünglichen Theorie zu erwarten(den)] Isomere, so sehr ähnelten, dass die beiden Verbindungen experimentell nicht zu unterscheiden waren,“ und auf den Hinweis, dass „man nie sicher sein [kann], dass nicht künftig noch weitere Isomere gefunden werden.“ Diese Immunisierungen wären im Sinne Poppers, da der experimentellen Prüfung entzogen, nicht erlaubt.

Stattdessen schlägt Kekulé zur Rettung seiner Benzolformel „eine völlig neue und beispiellose Hypothese ..., die seine ursprüngliche Theorie erheblich modifizierte“<sup>[2]</sup> als Ad-hoc-Hilfshypothese vor. Diese beschreibt Berson wie folgt: „Kekulé's neue These lief auf die Behauptung hinaus, dass er in Benzol Doppel- und Einfachbindungen nur schrieb, um der Vierbindigkeit von Kohlenstoff genüge zu tun, nicht um die wirkliche Situation zu beschreiben. ... Vielmehr sollten alle C-C-Bindungen ... äquivalent sein. Vorläufig empfahl er seine Stoßtheorie als ... Erklärung für diesen neuartigen Bindungstyp.“

Diese hier dargestellte Ad-hoc-Hilfshypothese „das Molekül [ist] ein regelmäßiges Sechseck“<sup>[2]</sup> ist aber zusammen mit der zur Begründung vorgeschlagenen Stoßtheorie<sup>[2]</sup> oder deren vereinfachter Formulierung als Bindungssoszillationen<sup>[2]</sup> gemäß der Popper'schen Wissenschaftslogik zulässig, da ihre Einführung den Falsifizierbarkeitsgrad des Systems steigert. Zwar betont Berson richtig: „Zur Zeit Kekulé's lagen Untersuchungsmethoden ..., die heute direkte Informationen über die Molekülsymmetrie ... liefern und ... davon überzeugt haben, dass die Hypothese äquivalenter C-C-Bindungen ... richtig ist, noch in weiter Ferne.“ Aber Popper sagt ausdrücklich, „daß die Verwendung einer Theorie zum Zweck der Vorhersage eines bestimmten Ereignisses nur ein anderer Aspekt ihrer Verwendung zum Zweck der Erklärung eines derartigen Ereignisses ist. Und da wir eine Theorie überprüfen, indem wir die vorausgesagten Ereignisse mit den tatsächlich beobachteten Ereignissen vergleichen, so zeigt unsere Analyse weiterhin, wie wir Theorien überprüfen können.“<sup>[12]</sup>

Die Anwendung von Kekulé's Theorie im 19. Jahrhundert und die daraus resultierenden „enormen Erfolge in der präparativen Chemie und die Entdeckung einer Vielzahl neuer Reaktionen und Strukturen“<sup>[2, 13]</sup> zeigen aber, dass die Überprüfung ihrer Vorhersagen mit den Mitteln des 19. Jahrhunderts möglich war und sie somit tatsächlich in großem Umfang „Falsifizierungsversuchen“ unterzogen wurde. Diese Überprüfung führte zur „wachsenden Überzeugung, dass – warum auch immer – die C1-C2- und C1-C6-Bindungen in Benzol strukturell äquivalent sind.“<sup>[2]</sup> Dieses von Berson angeführte „warum auch immer“ ist aber nichts anderes als der vierte Schritt in Poppers Schema: die neuen Probleme, die aus der kritischen Diskussion entspringen.<sup>[8]</sup>

Diese neuen Probleme waren für das in der klassischen Mechanik (Stoßtheorie) befangene 19. Jahrhundert allerdings nur mittels Verlegenheitshypothesen<sup>[2, 14]</sup> lösbar, und es bedurfte der Entwicklung der Quantenmechanik im 20. Jahrhundert um, zurückkehrend zum Anfang des Popper'schen Schemas versuchsweise Theorien für diese nunmehr älteren Probleme vorzuschlagen.

Der Gang der wissenschaftlichen Entwicklung bei der Formulierung der Benzolformel entspricht also vollkommen den Aussagen Poppers, obwohl sie lange vor der 1934 veröffentlichten Wissenschaftslogik stattfand. Dass diese tatsächlich „das, ... welches in concreto, d. h. als Gefühl, Jedem verständlich sich ausspricht, zur ... abstrakten Erkenntnis der Vernunft [bringt]“,<sup>[1]</sup> zeigt neben der obigen Gegenüberstellung der Theorie und der von Berson geschilderten Ereignisse vor allem dessen eigene Aussage: „... unsere Entscheidung, ob wir eine Theorie weiterhin nutzen wollen, [muss] auf pragmatischen Überlegungen basieren: Sagt sie neue Phänomene voraus oder hilft sie, eine Sammlung an Informationen zu interpretieren?“<sup>[2, 15]</sup> Er handelt hier also „in concreto“ genau so, wie es Poppers Wissenschaftslogik beschreibt, d. h., er überprüft Theorien anhand ihrer Voraussagen und Erklärungsmöglichkeiten. Daher ist seine ausgesprochene Ablehnung der Gedanken Poppers, insbesondere des Falsifizierbarkeitskriterium, unbegründet.

Trotzdem kann man der Meinung sein, dass die „*Philosophen unsere und ihre Zeit vergeuden*“.<sup>[2]</sup> Denn wozu dient eine Philosophie, die nur in Worte fasst, was bereits (in concreto, d. h. als Gefühl<sup>[1]</sup>) bekannt ist? Um eine versuchsweise Begründung für die Ver(sch)wendung meiner und des Lesers Zeit auf diesen Beitrag zu geben, können wir folgende Überlegung bezüglich der von Schopenhauer<sup>[1]</sup> erwähnten Ethiken anstellen. Diese erwecken zwar keine Tugendhaften, Edlen und Heiligen, aber man wird zugeben, dass die dort aufgestellten Maximen, im Sinne des Kategorischen Imperativs als Grundlage einer allgemein gültigen Gesetzgebung dienend, es ermöglichen, dass die Tugendhaften tugendhaft, die Edlen edel und die Heiligen heilig sein können, ohne Opfer der Unmoral zu werden.

Genauso kann Poppers Forderung der kritischen Diskussion zur Grundlage eines Wissenschaftskodex dienen, der diese Forderung sicherstellt. Auch die Bedeutung des Falsifizierbarkeitskriteriums muss hierbei betont werden, denn wenn man es als Prokrustesbett<sup>[2]</sup> ablehnt, verliert die empirische Wissenschaft ihre Unterscheidbarkeit von der mitunter sehr erfolgreichen Pseudowissenschaft. Und eine gesellschaftliche Situation, in der die Wissenschaft ohne ein hartes Abgrenzungskriterium zur Pseudowissenschaft in Schwierigkeiten geraten könnte, ist vorstellbar. Beispielsweise um zu rechtfertigen, warum öffentliche Mittel für die Pharmaforschung verwendet werden, während doch viel verkaufte, d. h. gesellschaftlich akzeptierte wissenschaftliche(?) Werke zeigen, dass mit einer Hand voll an einem stillen Bachlauf gesammelter Blütenkrankheiten ebenfalls und zwar ohne Nebenwirkungen bekämpft werden können. Schließen wir uns aber Berson an, so dürfen wir auch esoterischen Theorien nicht sein Argument verwehren, dass ihre Ablehnung nicht die „historischen Randbedingungen [berücksichtigt]“<sup>[2]</sup> und dass deshalb ihrer gegenwärtigen Anwendung, auch auf Kosten der empirischen Wissenschaften, nicht widersprochen werden darf, da eine zukünftige

Überprüfung ihrer Aussagen ja logisch nicht auszuschließen ist.

- [1] A. Schopenhauer, *Sämtliche Werke, Band 2* (Hrsg.: A. Hübscher), Brockhaus, Wiesbaden, **1972**, S. 321, zitiert nach A. Schopenhauer, *Die Welt als Wille und Vorstellung, Band 1*, Reclam, Stuttgart, **1990**, S. 387–388.
- [2] J. A. Berson, *Angew. Chem.* **2000**, *112*, 3173–3176; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2000**, *39*, 3045–3047.
- [3] Dass Popper nicht die Absicht hat, konkrete Handlungsanweisungen zu verfassen, belegt folgendes Zitat: „I believe that the function of a scientist or of a philosopher is to solve scientific or philosophical problems, rather than to talk about what he or other philosophers are doing or might do.“ (K. R. Popper, *Conjectures and Refutations*, Routledge & Kegan, London, **1969**, S. 66).
- [4] Anmerkung Poppers zum Text; vgl. Kapitel I von K. R. Popper, *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*, Routledge & Kegan, London, **1963** und spätere Auflagen.
- [5] Anmerkung Poppers zum Text; eine weit ausführlichere Diskussion findet sich in: *Replies to My Critics: The Philosophy of Karl Popper (The Library of Living Philosophers, Vol. II)* (Hrsg.: P. A. Schilpp), Open Court, La Salle, **1974**, Abschnitte 2, 3 und 5.
- [6] K. R. Popper, *Ausgangspunkte – Meine intellektuelle Entwicklung*, Hoffmann und Campe, Hamburg, **1994**, S. 52–54.
- [7] Diese Feststellungen basieren auf der Aussage Poppers in [6].
- [8] K. R. Popper, *Alles Leben ist Problemlösen*, Piper, München, **1994**, S. 32.
- [9] Die faktische Beobachtung nur eines ortho-Isomers ist keine experimentelle Falsifizierung, wenn, wie Berson in seiner Erwiderung (folgender Beitrag) explizit darlegt, die Äquivalenz aller C-C-Bindungen in Benzol bereits in der Originaltheorie enthalten ist.
- [10] Die Kritik Ladenburgs betrifft, wenn Kekulé's Theorie von 1865 bereits die Äquivalenz aller C-C-Bindungen enthält, nur deren graphische Darstellung oder weist auf ein neues Problem (Punkt 4 in Poppers Stufenschema) hin (warum sind die Bindungen äquivalent?). Um die Originaltheorie ernstlich in Frage zu stellen, müsste Ladenburgs Alternative zudem nicht nur das Problem der Bindungsäquivalenz, welches sie außerdem nur scheinbar löst,<sup>[2]</sup> sondern auch „alle jene Probleme, die die alten Theorien gelöst haben, wenigstens ebensogut lösen“ (K. R. Popper in Lit. [8], S. 28). Dies zeigt Bersons Darstellung aber nicht. Die Stoßtheorie ist somit keine Ad-hoc-Hypothese zur Rettung der ungefährdeten Originaltheorie, sondern eine unabhängige Hypothese zur Lösung neuer, d. h. anderer Probleme. Bersons Diskussion über ihre Gültigkeit als Ad-hoc-Hilfshypothese ist damit hinfällig und überflüssig.
- [11] K. R. Popper in Lit. [8], S. 26.
- [12] K. R. Popper, *Die offene Gesellschaft und ihre Feinde, Bd. 2*, 7. überarbeitete Aufl., Mohr/Siebeck, Tübingen, **1992**, S. 308.
- [13] Dass im 19. Jahrhundert nur die Originaltheorie überprüft und angewendet wurde, wie Berson in seiner Erwiderung sagt, bedeutet, dass die Stoßtheorie ignoriert wurde und keinen Anteil an den genannten Erfolgen hat.
- [14] Die Stoßtheorie ist eine solche Verlegenheitshypothese zur Lösung des neuen Problems – der Natur der Bindung in Benzol oder der chemischen Bindung überhaupt. In diesem Bereich stand der Fortschritt tatsächlich so lange still, bis nicht nur eine neue Theorie (Quantenmechanik) zur Beschreibung, sondern auch „die Mittel ... an den Tag gekommen (waren), mit denen die Theorie nach den Regeln der Falsifizierungsmethode getestet werden“<sup>[2]</sup> konnte.
- [15] Würde Berson mit dieser Einstellung die Stoßtheorie selbst anwenden, da sie nach seiner Aussage ja keine neuen Phänomene voraussagt und die im 19. Jahrhundert durchgeführten Experimente mit der Originaltheorie interpretiert wurden?