



Karl Poppers Lösungsvorschlag für das Induktionsproblem

Jürgen August Alt

Inhalt

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | Einleitung | 286 |
| 2 | Abgrenzung und Induktion | 287 |
| 3 | Induktion im Kontext der Evolution | 296 |
| 4 | Fazit | 300 |
| | Literatur | 301 |

Zusammenfassung

Poppers Lösungsschlag für das Induktionsproblem besteht darin, die Idee der Induktion fallen zu lassen. Weder begründen die Forschenden induktiv ihre Theorien, noch gewinnen sie Theorien, indem sie Erfahrungen sammeln und verallgemeinern. Hypothesen und Theorien sind vielmehr Erfindungen, die einer strengen Prüfung unterzogen werden. Der Anti-Induktivismus Poppers hängt mit anderen Problemen seiner Philosophie zusammen, insbesondere mit der Frage, wie Erkenntnisfortschritte zu Stande kommen. In späteren Werken bettet Popper seine Induktionskritik in eine evolutionäre Theorie des Wissens.

Schlüsselwörter

Induktion · Instruktion · Selektion · Wissenswachstum · Evolution

J. A. Alt (✉)
Wachtberg, Deutschland
E-Mail: menon@t-online.de

1 Einleitung

„Ich glaube, ein wichtiges philosophisches Problem gelöst zu haben: das Induktionsproblem“ (Popper 1974b, S. 13). Diesen Anspruch, 1971 veröffentlicht, erhebt Karl Popper nicht zum ersten Mal. Einige Jahre zuvor beklagt er in einem Brief an Hans Albert, der ehemalige Schüler Paul Feyerabend habe nirgends seine „wichtigsten Beiträge“ erwähnt – wie die Lösung des Induktionsproblems (Albert und Popper 2005, S. 75). Das Thema nimmt auch in Poppers *Logik der Forschung* einen breiten Raum ein. Knapp formuliert kreist das Induktionsproblem um die Frage, ob es einen möglichst sicheren Weg gibt, der von der Empirie zur Theorie führt. Steht uns eine Methode zur Verfügung, eine Regel oder gar eine induktive Logik, mit der wir Hypothesen formulieren können, die über die Erfahrungen (Beobachtungen, Messungen usw.) hinausgehen? Popper selbst formuliert Anfang der dreißiger Jahre das Problem so: Können Wirklichkeitsaussagen, die sich auf Erfahrung gründen, allgemeingültig sein (Popper 1979a, S. 422)? Er erinnert sich daran, die Lösung, das heißt die Antwort auf diese Frage, etwa 1927 gefunden zu haben. Ein früh gelöstes Problem also, das den Philosophen dennoch ein ganzes Leben lang beschäftigt, muss in seinem Werk eine wichtige Rolle spielen. Tatsächlich hängen Poppers Thesen über die Induktion mit anderen zentralen Fragen bzw. Problemen seiner Philosophie eng zusammen (Alt 2001). In den folgenden Abschnitten werden einige dieser Verbindungen offengelegt.

Als Popper über die Induktion nachzudenken beginnt, konnten die Wissenschaften schon beträchtliche Erkenntnisfortschritte verbuchen – für ihn liefert die Relativitätstheorie Einsteins ein herausragendes Beispiel. Ein Ende dieser dynamischen Wissensentwicklung ist nach Poppers Einschätzung nicht in Sicht. Doch worauf beruhen die unbestreitbaren Erfolge der Wissenschaft? Wie *gewinnen* und wie *begründen* die Forschenden ihre Theorien? Eine Antwort darauf lautet: Wissenschaft ist ein empirisches Unterfangen; es stützt sich auf Beobachtungen und experimentell erzeugte Daten. Auch Freilandstudien liefern Erfahrungen, die Forschende nutzen, um ihre Theorien zu entwickeln. Geologen „gehen ins Gelände“, um Gesteinsschichten zu untersuchen und Messungen vorzunehmen. Biologen beobachten verschiedene Lebewesen mit dem Ziel, Hypothesen über Zusammenhänge zwischen Umweltbedingungen und Verhaltensweisen zu gewinnen. Allerdings machen die Argumente David Humes (1711–1776) den Verfechtern der Induktion zu schaffen. Jede induktive Begründung, so Hume, setzt doch voraus, dass die Zukunft der Vergangenheit ähnlich ist. Wer zum Beispiel tierisches Verhalten untersucht, um Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, unterstellt bereits, dass stabile Zusammenhänge existieren. Eine Verhaltensbiologin, die behauptet, der Alarmruf einer Affenart warne die Artgenossen vor einem Greifvogel, geht davon aus, dies werde auch in den nächsten Monaten und Jahren der Fall sein. Eine der kritischen Fragen in den Debatten über die Induktion lautet: Kommen solche in die Zukunft gerichteten Erwartungen ebenfalls auf eine induktive Weise zu Stande?

Alle Vorschläge, allgemeine Sätze, die über das Beobachtbare hinausweisen, induktiv zu begründen, reihen sich ein in eine 2500 Jahre währende *Suche nach einem Fundament der Erkenntnis*, auf dem wir unsere Theorien errichten können.

Viele Ideen, darunter auch solche, die nicht auf die Erfahrung rekurrieren, liegen auf dem Tisch. Eine davon versucht, die Erkenntnis auf Sinnesdaten zu gründen. Aber alle Versuche sind gescheitert oder zumindest umstritten. Popper, der Humes logischer Analyse zustimmt, steht also vor dem folgenden Problem: Die lange, angestrengte Suche nach einem Fundament blieb erfolglos. Dennoch wächst das Wissen unaufhörlich. Mit Einsteins Theorien scheint es sogar über Newtons großes Theoriegebäude, das bislang als unumstößlich galt, ein Stück weit hinauszuwachsen. Denn die Relativitätstheorie behauptet beispielsweise, dass Gravitationswellen existieren, eine Hypothese, die Newton fern lag. Daher stellt Popper eine neue Frage: Wie sind Erkenntnisfortschritte überhaupt möglich, wenn uns kein Fundament zur Verfügung steht, auf dem unsere Theorien möglichst sicher stehen können? *Eine Teilantwort auf diese Frage liegt darin, die Idee der Induktion aufzugeben.* Weder gewinnen die Forschenden ihre Theorien induktiv, noch sind sie in der Lage, ihre Theorien mit Hilfe der Induktion zu begründen. Statt dessen erfinden sie Theorien, die sie anschließend strengen Prüfungen unterziehen.

2 Abgrenzung und Induktion

Nicht alle Philosophen fühlten sich durch Humes Kritik entmutigt. Die Positivisten des Wiener Kreises, darunter Schlick, Carnap und Neurath, arbeiteten hart daran, eine empirische Basis für die Wissenschaft aufzuspüren. Ein Vergleich mit einigen Thesen Moritz Schlicks mag dazu beitragen, Poppers Lösungsvorschlag für das Induktionsproblem besser nachzuvollziehen. Als Popper und Schlick im Wien der zwanziger Jahre ihre Ideen entwickelten, waren viele Wissenschaftler davon überzeugt, die Theorien auf eine induktive Weise zu gewinnen – und mit systematischen und experimentell erzeugten Beobachtungen zu begründen. Wenn ihnen Popper hierin nicht folgt, wird die Frage unvermeidlich, was denn sonst die Wissenschaft auszeichnet. Wie unterscheidet sich beispielsweise die Astronomie von der Astrologie oder ein religiöser Schöpfungsglaube von der Evolutionstheorie? Abgrenzungsfragen wie diese gewinnen für Popper an Bedeutung, *nachdem* er sich von der Induktion verabschiedet hat, obwohl er einige Zeit brauchte, um zu verstehen, wie die beiden „Grundprobleme“ zusammenhängen:

„Die Lösung der Aufgabe, ein brauchbares Abgrenzungskriterium anzugeben, ist entscheidend für jede nichtinduktionslogische Erkenntnistheorie.“ (Popper 1984, S. 10)

Sowohl die Positivisten als auch Popper suchten nach einem solchen Kriterium, mit dem es gelingt, die Wissenschaft von Pseudowissenschaft und Metaphysik abzugrenzen, wobei Schlick vor allem die Grenze zur Metaphysik betonte. Seine Erkenntnislehre bindet die Wissenschaft an eine empirische Basis, nämlich an einfache singuläre Sätze über die Wirklichkeit. Die Sätze halten beobachtbare Tatsachen fest., etwa „Hier ist rot“. Sie sind „die Quelle, das Fundament, auf dem unsere ganze Wissenschaft ruht“ (Schlick 1986, S. 122). Der Metaphysik dagegen mangelt es an diesem Fundament, was sie – so Schlick – zu einem *sinnlosen* Gebilde

macht, das in der Wissenschaft nichts zu suchen hat. Schlicks Kriterium grenzt die Metaphysik nicht nur ab, es grenzt die Metaphysik auch aus. Mit dieser Ausgrenzung geht aber ein anderes Problem einher, nämlich die Frage, auf welche Weise die Quelle, das Fundament den Sätzen der Wissenschaft ihren Sinn verleiht. Schlicks Antwort darauf lautet: Die singulären Sätze lassen sich bewahrheiten, verifizieren, nicht zuletzt deswegen, weil sie so einfach sind. Die Qualität dieser basalen Sätze stiftet den Sinn für die allgemeinen Sätze. Popper dagegen gelangt zu der Überzeugung, dass *die Grenzen zwischen der Wissenschaft und der Metaphysik durchlässig sind*. Das Abgrenzungskriterium darf daher nicht allzu streng sein (Popper 1979a, S. 53). Warum Popper der Metaphysik seinen Respekt zollt, verdeutlicht das folgende Beispiel: Kopernikus ließ in seiner heliozentrischen Theorie die Planeten in Kreisen um die Sonne ziehen. Der Astronom begründete seine Hypothese mit dem Hinweis, nur der Kreis habe eine vollkommene Gestalt. Diesem Argument liegt die altehrwürdige metaphysische Idee einer harmonischen, göttlichen Ordnung zugrunde. Aber weder der Harmoniegedanke noch die damit zusammenhängende These vollkommener Kreise hielten der Kritik stand. Johannes Kepler, der selbst an eine kosmische Harmonie glaubte, brachte die Kreis-Idee zu Fall und ersetzte sie durch die Ellipsen-Idee. Das Beispiel zeigt: Metaphysische Ideen können den Prozess der Theorienkonstruktion inspirieren, und Wissenschaftlern gelingt es des öfteren, solche Ideen kritisch zu prüfen.

Popper sucht daher ein Abgrenzungskriterium, das den folgenden Anforderungen genügen muss:

1. Das Kriterium dient dazu, die Metaphysik von der Wissenschaft, abzugrenzen, aber nicht auszugrenzen.
2. Das Abgrenzungskriterium muss mit Poppers Lösung des Induktionsproblems kompatibel sein: Es zeichnet die Erfahrung nicht als Fundament der Erkenntnis aus. Die Erfahrung muss eine andere Rolle spielen.
3. Das Kriterium eignet sich auch dazu, Pseudowissenschaften wie die Astrologie *aufzuspüren* und abzugrenzen (Popper 1983, S. 108).

Poppers Suche nach einem Abgrenzungskriterium führt zu folgendem Ergebnis: Wissenschaftliche Theorien sind so zu formulieren, dass sie an der Erfahrung scheitern können. Die Erfahrung spielt also die Rolle eines Instruments, mit dem es gelingt, falsche Theorien zu eliminieren. Und das ist möglich, *weil Theorien unzählige Ereignisse verbieten*, weil sie sagen, was nicht der Fall ist. So verbietet das (auf Galilei zurückgehende) Fallgesetz unter anderem, dass ein fallender Apfel seine Geschwindigkeit in Bodennähe verlangsamt. Sobald verbotene Ereignisse auftreten, gerät jede Theorie in Schwierigkeiten und wird schließlich aufgegeben. Naturgesetze, also allgemeine Aussagen, begreift man am besten als Verbote. „Sie behaupten nicht, dass etwas existiert, sondern dass etwas nicht existiert“ (Popper 1984, S. 39).

Poppers antiinduktivistische Lösung des Abgrenzungsproblems bindet die Hypothesen und Theorien bei weitem nicht so eng an die Erfahrung wie induktionistische Deutungen. Schon gar nicht fordert Poppers Abgrenzungskriterium die Forschenden dazu auf, ihre Theorien auf eine empirische Grundlage zu stellen. Vielmehr betrach-

tet Popper die Theorien als „*freie Schöpfungen*“ (Popper 1974a, S. 192, Hervorhebung von Popper). Statt den Versuch zu unternehmen, Theorien induktiv zu gewinnen und zu begründen, sollten die Wissenschaftler Theorien erfinden, um die *Wirklichkeit hinter den erfahrbaren Erscheinungen* zu enträtseln (Popper 1994, S. 150).

Popper erhebt den Anspruch, dass sein Lösungsvorschlag für das Induktionsproblem dazu beiträgt, die Erkenntnisfortschritte im Wissenschaftsbetrieb besser zu verstehen, während diejenigen, die dort irgendeine Variante der Induktion im Spiel sehen, die Wissensdynamik falsch deuten. Weil die Induktivisten eine fehlerhafte Theorie über die Wissenschaft vertreten, unterläuft ihnen auch das Missgeschick, die Wissenschaft falsch abzugrenzen: Theorien, die nicht induktiv zustande kommen, gelten als unwissenschaftlich. Deswegen gelangt Popper schließlich zu der folgenden Annahme: Das Induktionsproblem entsteht „im wesentlichen aus einer falschen Lösung des Abgrenzungsproblems“ (Popper 1979b, S. 70).

2.1 Das logische und das psychologische Induktionsproblem

Wie zuvor David Hume unterscheidet auch Popper zwischen dem logischen und dem psychologischen Induktionsproblem. Beim logischen Problem steht die Frage im Mittelpunkt, ob und wie die Wissenschaftler ihre Erkenntnisse mit Hilfe von Erfahrungen *rechtfertigen, begründen* können. Wer Antworten auf dieses Problem sucht, denkt über die Beziehungen zwischen Aussagen nach. Dazu gehört auch die Frage nach dem Status eines Induktionsprinzips. Ein solches Prinzip soll uns im Alltag und in der Wissenschaft dazu berechtigen, Erfahrungen in Hypothesen zu verwandeln, die über die Erfahrungen hinausgehen. Deswegen lässt sich das Prinzip selbst nicht induktiv – mit Erfahrungen – begründen. Das psychologische Problem wirft lerntheoretische Fragen auf: Wie gewinnen die Forschenden ihre Erkenntnisse, also ihre Hypothesen und Theorien? Welche Rolle spielen in diesem Prozess die Erfahrungen? Popper schlägt im Laufe seines Lebens mehrere Formulierungen der beiden Probleme vor. Außerdem behandelt er einige Fragen, die sehr eng mit dem Thema „Induktion“ zusammenhängen. Dazu gehört Bertrand Russells Vermutung, ohne Induktion gerate die Vernunft ins Abseits. Denn die Vernunft bediene sich „bei der Meinungsbildung so weit wie möglich der Wahrnehmung und der Induktion und so wenig wie möglich der Intuition“ (Russell 1977, S. 118). Diese 1935 veröffentlichte These ist ein Beispiel für die hohe Wertschätzung, die viele Philosophen und Wissenschaftler damals der Induktion entgegenbrachten. Doch schon zu Lebzeiten Poppers räumten auch die meisten Induktionslogiker ein, dass induktive Verfahren keine völlige Sicherheit bieten können. Und das hieß: Sogar die induktiv zu Stande gekommenen Erkenntnisse sind und bleiben Hypothesen. Aber immerhin sei es möglich, *induktiv die Wahrscheinlichkeit einer Theorie zu erhöhen*. Je öfter Beobachtungen und experimentelle Resultate eine Theorie bestätigen, desto wahrscheinlicher ist diese Theorie. Popper dagegen meint, seine Kritik untergrabe alle Varianten der Induktion, auch die wahrscheinlichkeitstheoretischen Ansätze. Das zeigt jede Widerlegung einer Theorie, die bereits einige oder viele Bestätigungen hinter sich

gebracht hat. Hatte eine solche Theorie etwa vor ihrer Widerlegung eine höhere Wahrscheinlichkeit als danach? Poppers Induktionskritik schließt auch alltägliche Erfahrungen ein, die sich wiederholen. Die Beobachtung der auf- und untergehenden Sonne deuteten viele Menschen – nicht nur Philosophen und Wissenschaftler – als einen Beleg für die Bewegung der Sonne um eine still stehende Erde. Jeder Blick in den wolkenlosen Himmel bestätigte aufs Neue diese Hypothese, ohne deren Wahrscheinlichkeit zu erhöhen. Denn die sichtbare Bewegung der Sonne lässt sich *mit einer alternativen Theorie erklären*. In allen Induktionstheorien spielt diese unhaltbare Idee, derzufolge wiederholte bestätigende Erfahrungen eine Hypothese wahrscheinlicher machen, eine grundlegende Rolle (Popper 1984, S. 374).

Wie versucht Popper das psychologische Problem zu lösen, wie antwortet er auf die Frage, welche physiologischen oder psychologischen Prozesse tatsächlich ablaufen, wenn wir „aus Erfahrungen lernen“? Eine nahe liegende Antwort, *die Popper nicht akzeptiert*, lautet: Menschen dürfen im Großen und Ganzen den Erfahrungen trauen, die sie sammeln und verallgemeinern. Ein Kind beispielsweise beobachtet, wie die Vögel im Garten von Ast zu Ast fliegen. Im Park sieht es Entenvögel, die mit weit gespannten Flügeln über den Teich gleiten. Die gesammelten Erfahrungen mit den Vögeln verallgemeinert das Kind und gelangt so zu der Erkenntnis: Alle Vögel können fliegen. Es verknüpft darüber hinaus bestimmte Ereignisse. Sobald die Katze des Nachbarn auftaucht, flattern die Vögel, die eben noch über die Terrasse hüpfen, aufgeregt in die Wipfel der Bäume.

Hume, der die Idee einer begründenden Induktion aus logischen Erwägungen fallen ließ, stellte die Frage, *warum wir an die Induktion glauben*. Warum verlässt sich das Kind darauf, dass Vögel beim Anblick einer Katze immer davonfliegen? *Wieso vertrauen die Menschen ihren Erfahrungen*, wieso erwarten sie, aus den eigenen Erfahrungen viel zu lernen? Die Antwort Humes und anderer Denker greift abermals die Lehre der Wiederholung auf. Aber diesmal geht es nicht darum, Erkenntnisse induktiv zu begründen oder die Wahrscheinlichkeit allgemeiner Aussagen zu erhöhen. Vielmehr ruft ein psychologischer Prozess, nämlich die *Gewöhnung*, ein Vertrauen hervor, das logisch nicht zu begründen ist. Die *Gewöhnung* bestärkt die Menschen darin, mit ihren Verallgemeinerungen richtig zu liegen. Diesem psychologisch bedeutsamen Vorgang liegt – so Hume – ein Assoziationsmechanismus zu Grunde, ein evolutionär entstandener Apparat, fügen einige Induktivisten hinzu, die Darwins Theorie kennen. Humes Überlegungen zum psychologischen Induktionsproblem fanden viel Zustimmung unter den Philosophen:

„Den Satz, dass Eis nur in der Kälte existenzfähig ist, habe ich durch Induktion gewonnen. Wenn man sich fragt, welcher menschlichen Fähigkeit derlei Erkenntnisse zu danken sind, so wird man keinen anderen psychologischen Grund finden können als die *Gewöhnung*: Und sie beruht ihrerseits ganz und gar auf *Assoziationsvorgängen* (...) Das ist eine biologisch zweckmäßige Einrichtung: der Mensch könnte nicht ohne sie leben, weil er nicht zu lebenserhaltendem Handeln fähig wäre.“ (Schlick 1979, S. 430, kursiv von Schlick)

Von solchen Überlegungen ausgehend, mag eine pragmatische Antwort auf das Induktionsproblem plausibel erscheinen: Im wirklichen Leben schert sich niemand darum, ob die Induktion logisch möglich ist. Wie immer die diesbezüglichen

Erörterungen der Philosophen und Logiker ausgehen mögen, in der Praxis müssen die Akteure entscheiden und handeln. Dabei vertrauen sie ihren Erfahrungen. Schon aus pragmatischen Gründen sollten wir die Induktion gutheißen. Popper billigt auch diese Induktivismus-Variante nicht. Er empfiehlt statt dessen, die am besten geprüfte Theorie als „Grundlage für unser Handeln“ zu wählen (Popper 1974b, S. 34). Beispielsweise sollten Personen, die einen Heilberuf ausüben, Therapien bevorzugen, die aus wissenschaftlichen Theorien hervorgehen und gut geprüft sind. Alternative und traditionelle Verfahren, die nicht in bewährten Theorien eingebunden sind, kommen dagegen nicht in Frage, auch dann nicht, wenn die Heiler und ihre Klienten über gute praktische Erfahrungen berichten.

2.2 Theorien und Erfahrungen

Poppers Lösungsvorschlag für das Induktionsproblem geht mit einer bestimmten Auffassung über die Beziehungen zwischen Theorien und Erfahrungen einher. Wenn Menschen etwas erfahren, sind *Erwartungen* im Spiel. Eine Frau geht in den Garten mit der Erwartung, die Amseln zu sehen, die dort nisten. Überrascht stellt sie fest, dass die Vögel verschwunden sind. Popper begreift solche Erwartungen als Hypothesen, die häufig im Verborgenen bleiben, nicht im Bewusstsein auftauchen. Insofern bilden sie Bestandteile des Körpers. Sofern es gelingt, sich die Hypothesen zu vergegenwärtigen, ist es prinzipiell möglich, sie in Aussagen zu verwandeln. Nicht nur die unbewussten Erwartungen (=Hypothesen), sondern auch andere Teile des hypothetischen Wissens einer Person beeinflussen die Erfahrungen. Popper wirft den Induktivisten vor, diese theoretischen Elemente, die den Erfahrungen, den Lernprozessen und Problemlösungen vorausgehen, zu unterschätzen. Das folgende Beispiel möge dazu dienen, die Beziehungen zwischen Hypothesen, Erfahrungen und wissenschaftlichen Theorien zu illustrieren:

Spaziergänger, die vor einer sprudelnden Quelle verweilen, verbinden diese Erfahrung mit der Annahme, ein rasch fließender Bach oder eine Wasserader trete aus dem Boden. Diese Hypothese scheint nahe zu liegen oder *sogar aus der Beobachtung zu folgen*. Aber trifft sie tatsächlich zu? In diesem Fall hilft ein Lehrbuch der Geologie weiter. Und dort steht: Es gibt keine unterirdischen Bäche oder Wasseradern – nichts dergleichen. Unter dem Boden finden die Geowissenschaftler, von seltenen Ausnahmen abgesehen, nur *Grundwasser* und mit Wasser gefüllte Hohlräume. Das Grundwasser ist in den Poren des Bodens, in den Zwischenräumen der Gesteinspartikel gespeichert. Dabei spielt die Adhäsion eine Rolle, die Kraft zwischen den Wassermolekülen und den Oberflächen der steinigen Teilchen. Bewegt wird das Grundwasser einzig und allein durch die Schwerkraft. Das Grundwasser, das einem getränkten Schwamm gleicht, fließt nicht, es bewegt sich nur wenige Zentimeter pro Tag – die „Spitzengeschwindigkeit“ liegt bei etwa 15 cm. Eine Quelle entsteht, wenn die Oberfläche des Bodens den unterirdischen „Schwamm“ schneidet, etwa als Folge eines Erdbebens. Dann dringt *Grundwasser* ins Freie (Grotzinger und Jordan 2017, S. 478–493). Das Beispiel zeigt: Die Wissenschaft erklärt eine Erfahrung, nämlich das rasche Fließen des Quellwassers

mit einer alternativen Theorie. Nicht ein unterirdischer Bach, der sich den Weg nach draußen bahnt, ruft diese Erfahrung hervor, sondern das *aus den Poren befreite Grundwasser*. Poppers Lösungsvorschlag für das Induktionsproblem betont den Primat, die *Dominanz der Theorie*. Der Theoretiker, so Popper, ist „ein Mensch, der Erfahrungen *erklären will*“ (Popper 1984, S. 380, Hervorhebung von Popper). Die Erfahrung der auf- und untergehenden Sonne, des zu- und abnehmendes Mondes, spirituelle Erlebnisse, Zahnschmerzen, Nahtod-Erfahrungen – diese und unzählige andere Erfahrungen versucht die Wissenschaft zu erklären. Dabei zeigt sie in vielen Fällen, dass die Menschen ihre Erfahrungen falsch deuten, das heißt mit falschen Annahmen verknüpfen.

Wissenschaftler verwenden Theorien, um Ereignisse und Prozesse vorherzusagen – und damit *Erfahrungen, die in der Zukunft liegen*. In den sechziger Jahren gelangte die große Mehrheit der Astrophysiker zu der Überzeugung, dass Gravitationswellen tatsächlich existieren. Jedoch standen die empfindlichen Geräte, mit denen es möglich ist, solche Wellen nachzuweisen, den Forschenden noch nicht zur Verfügung. Erst 2015 gelang es, ein Signal zu empfangen, das vermutlich von einer Gravitationswelle herrührt. Ein vorhergesagtes Ereignis ist aufgetreten, eine kühne Theorie hat sich bewährt. Karsten Danzmann, der Direktor des Max-Planck-Instituts für Gravitationsphysik, erzählt in einem Interview, worauf sich seine Zuversicht gründete, irgendwann eine Gravitationswelle nachzuweisen: Weil verschiedene Theorien, wie die Relativitätstheorie, Gravitationswellen vorhersagen, „gab es eigentlich keinen Zweifel, dass sie existieren“ (Deeg 2016, S. 42). Auch dieses Beispiel wissenschaftlicher Forschung verdeutlicht den *Primat der Theorie*, der in Poppers Induktionskritik eine zentrale Rolle spielt. Darüber hinaus zeigt das Beispiel auch: Bestimmte Vorhersagen von Theorien können nicht geprüft werden, weil sich die vorhergesagten und ausgeschlossenen Ereignisse mit den verfügbaren technischen Mitteln nicht registrieren lassen. Außerdem reichen manche Vorhersagen in eine ferne Zukunft hinein, die niemand mehr erleben wird, wie das „Erlöschen“ der Sonne – die Physiker sind heute in der Lage zu erklären, wann, wie und warum dieser Prozess abläuft. Andere Theorien führen in eine Vergangenheit zurück, in der noch keine Lebewesen existierten, in eine Wirklichkeit ohne Erfahrungen.

Manche zugespitzten Thesen über die Beziehungen zwischen Theorien und Erfahrungen sorgen allerdings für Irritationen. Beispielsweise erklärt Popper, dass Hypothesen durch Erfahrungen ausgemerzt werden, eine Bemerkung, der viele Wissenschaftler zustimmen. Doch Popper fügt hinzu: „... darin und allein darin besteht die Leistung der Erfahrung für die Wissenschaft“ (Popper 1984, S. 452). Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler experimentieren, beobachten und messen zwar hypothesengeleitet, machen dabei aber Erfahrungen. Auch Erfahrungen, denen Hypothesen zugrunde liegen, sind Erfahrungen – andere Erfahrungen, so Popper, gibt es nicht. Popper selbst widerspricht der zugespitzten These, indem er feststellt: Verschiedene Quellen der Erkenntnis inspirieren die Wissenschaftler, ihre Hypothesen zu erfinden. Die wichtigsten sind das angeborene Wissen und die Tradition, insbesondere das überlieferte Wissen, das in den Schul- und Lehrbüchern enthalten ist. Popper empfiehlt, alle Quellen willkommen zu heißen, jedoch keiner einen

autoritativen Status einzuräumen (Popper 1974a, S. 27–29). Zu den Quellen der Erkenntnis gehören somit Erfahrungen, hypothesengeleitete Erfahrungen.

Das Zusammenspiel von Erfahrungen und Theorien, betrachtet im Licht der Popperschen Induktionskritik, geht demnach so vonstatten: Erfahrungen können Anlässe sein, um neue Hypothesen aufzustellen, deren Überprüfung die Wissenschaft voranbringt. Die Hypothesen, die Menschen im Alltag ebenso wie in der Wissenschaft mit ihren Erfahrungen verbinden, müssen nicht mit denjenigen Hypothesen übereinstimmen, die dem Prozess der Erfahrung vorausgingen. Besonders wichtig sind diejenigen Erfahrungen, an denen Theorien scheitern können.

In einem an Popper gerichteten Brief schreibt Albert Einstein: „Mir gefällt das ganze modische ‚positivistische‘ Kleben am Beobachtbaren überhaupt nicht“ (Popper 1984, S. 413). Poppers Lösungsvorschlag für das Induktionsproblem läuft darauf hinaus, diesen Klebstoff zu entfernen.

2.3 Tiefe Theorien – eine induktionskritische Idee

Popper erläutert die Erkenntnisfortschritte in den Wissenschaften mit der Idee der Tiefe. Tiefere Theorien enthalten Aussagen über „tief liegendere Eigenschaften der Welt“ (Popper 1974b, S. 219). Die Idee der Tiefe ist, wie Popper eingesteht, etwas vage, aber doch dazu geeignet, einen Trend der Wissensentwicklung zu beschreiben, der mit Poppers Lösung des Induktionsproblems übereinstimmt.

Anders als Popper verbinden etliche Autoren die Erkenntnisfortschritte ausschließlich oder vorwiegend mit Reduktionen. Beispiele hierfür sind die Versuche, das Denken auf neuronale Prozesse oder die gesamte Chemie auf die Physik zurückzuführen. In diesem Fall wäre es möglich, „alle Ergebnisse der Chemie vollständig durch die Grundsätze der Physik zu erklären“ (Popper 1974b, S. 318). Falls dies gelingt, eröffnet sich die Möglichkeit, die Biologie in eine Physik des Lebens zu verwandeln. Eine weitere Kandidatin für Reduktionen ist die Psychologie. Um wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse über psychische Vorgänge zu gewinnen, ist es erforderlich, so Schlick, die Psychologie in eine Physik der Hirnvorgänge zu überführen (Schlick 1979, S. 322–323). Popper bestreitet keineswegs, dass Reduktionen bzw. Reduktionsversuche zum Erkenntnisfortschritt beitragen, ja sogar entscheidend dazu beitragen. Doch *wohin die Theorien führen, hängt von den Problemen ab*, den Fragen, die Forschende zu beantworten versuchen. Popper nennt als Beispiele die Disziplinen Anatomie, Geografie und Geologie, deren Vertreter nicht gut beraten wären, „die Reduktion auf Physik als ihr Erkenntnisideal schlechthin aufzufassen“ (Popper 1928, S. 14). Außerdem sind Reduktionen nicht der einzige Weg, der in die Tiefe führt, wie das folgende Beispiel verdeutlicht:

Wasserläufer verbringen den größten Teil ihres Lebens auf einer Wasseroberfläche, etwa in einem naturnahen Gartenteich. Mit ihren Beinen hinterlassen sie Dellen auf dem Wasser – wie ein Mensch, der auf einem Trampolin steht. Warum bleiben die Beine des Wasserläufers trocken? Die Antwort führt über diese Beobachtungen hinaus auf die tiefer liegende Ebene der Wassermoleküle, die polar sind. Im Bereich der Wasserstoffatome ist ein Molekül schwach positiv geladen, der Teil mit den

Sauerstoffatomen dagegen negativ. Die Gesamtladung im Molekül ist also ungleich verteilt. Deswegen entstehen zwischen den Wassermolekülen Bindungen, die sogenannten Wasserstoffbrücken. Über diese Brücken gleiten die Wasserläufer. Das klingt nach Stabilität, doch tatsächlich vollziehen sich pausenlos molekulare Prozesse; die Bindungen lösen sich sofort wieder auf und im selben Moment bilden sich neue. So wird die Oberflächenspannung des Wassers erzeugt, die im Gartenteich den Wasserläufern eine Nische bietet. Diese räuberischen Insekten sind Bestandteile einer Lebensgemeinschaft, zu der u. a. die Beutetiere der Wasserläufer gehören, Fressfeinde und Parasiten sowie zahllose Mikroorganismen. Diejenigen Wissenschaften, die Lebensgemeinschaften erforschen, beantworten Fragen, denen Chemiker und Atomphysiker nicht nachgehen. *Sie vertiefen unser Wissen, indem sie das Verhalten der Tiere und andere Prozesse in einen komplexeren Kontext einfügen.* Tiefe Theorien der Ökologie erklären beispielsweise, wie die Populationsdichte der Wasserläufer mit anderen biotischen und abiotischen Ereignissen und Prozessen zusammenhängt.

Das Wachstum des Wissens wird in den letzten Jahrzehnten in zunehmendem Maße von Theorien beeinflusst, die in die *Tiefe der Zeit* führen. Diese Entwicklung spiegelt sich in den Lehrwerken der Biowissenschaften wider. Autorinnen und Autoren solcher Publikationen unterscheiden zwischen Fragen nach den unmittelbaren (proximaten) und den mittelbaren (ultimaten) Ursachen des Verhaltens. Nach den letzteren suchen die evolutionären Wissenschaften, die herausfinden wollen, warum bestimmte Verhaltensweisen, Merkmale, Strukturen überhaupt in der Evolution aufgetaucht sind. Sie suchen nach den „Endursachen“, wie sie manchmal auch genannt werden. Inzwischen tauchen die berühmten „four whys“ wieder in den Biowissenschaften auf, die Niko (Nikolaas) Tinbergen in den sechziger Jahren formulierte. Eine herausragende voluminöse Einführung in die Biologie, „der Campbell“, macht daraus zwei Wie- und zwei Warum-Fragen. Daran angelehnt und auf unser Wasserläufer-Beispiel bezogen lauten sie:

- Wie wird das Beutefangverhalten des Wasserläufers ausgelöst und welche physiologischen Mechanismen vermitteln dieses Verhalten?
- Wie ist das Beutefangverhalten im Laufe der Individualentwicklung entstanden?
- Warum kann ein Wasserläufer, der dieses Verhalten zeigt, sich besser fortpflanzen und überleben?
- Warum ist das Beutefangverhalten im Laufe der Evolution so und nicht anders entstanden? (Reece et al. 2016, S. 1489; Breed und Moore 2016, S. 1–26; Kruuk 2003, S. 218–221, 328–334).

Lebenswissenschaftler versuchen nicht nur das Verhalten zu erklären; sie rekonstruieren auch die Geschichte des Lebens. Dabei bringen sie viele Hypothesen hervor, die über eine bloße Schilderung des Evolutionsverlaufs hinausgehen, die scheinbar vertraute Aspekte des Lebens in einem neuen Licht erscheinen lassen. Warum ist die Sexualität in der Evolution aufgetaucht? Die intuitiv nahe liegende Antwort „Sexualität ist im Dienste der Fortpflanzung entstanden“, überzeugt die Forschenden nicht. Seit Jahrzehnten suchen sie nach einer zutreffenden Theorie.

Jede Theorie muss wohl die Tatsache berücksichtigen, dass sexuelle Fortpflanzung die genetische Variabilität erhöht. Weil die sexuell erzeugte Vielfalt gegen die rasch evolvierenden Bakterien und Viren hilft, könnte Sex die Folge eines evolutionären Wettlaufs zwischen Parasiten und Wirten sein (Breed und Moore 2016, S. 360–369).

Poppers Auseinandersetzungen mit dem Physikalismus und der Idee tiefer Theorien zeigen einmal mehr, *wie eng das Induktionsproblem, das Abgrenzungsproblem und die Frage, auf welche Weise unser Wissen fortschreitet, zusammenhängen*. Sowohl der Physikalismus als auch der Induktivismus laufen Gefahr, das Wachstum des Wissens zu beeinträchtigen, weil sie die Theorienentwicklung festlegen. Physikalisten verordnen der Wissenschaft ein Reduktionsprogramm, das letztlich zu einer „quantitativen“ Physik (Schlick) hinführt. Die Induktivisten binden die Theoriebildung an einfache Sätze über physikalische Tatsachen, den Ausgangspunkten für Induktionen. Wer Reduktionsversuche unternimmt, meint Popper, muss genau wissen, was er reduzieren will. Das setzt voraus, die zu reduzierende Wissenschaft auszubauen (Popper 1928, S. 17). Da die Chemie so überaus reich an Erkenntnissen ist, also ausgebaut ist, lohnen sich Versuche, diese Disziplin auf die Physik zu reduzieren. Mit dem Ausbau werden die Reduktionsversuche zwar schwieriger. Aber die Wissenschaften *gewinnen dabei neue Probleme*. Wenn Reduktionen nur teilweise gelingen oder gar scheitern, müssen sie Popper zufolge herausfinden, warum diese Schwierigkeiten auftreten. Das ungestüme Wachstum des Wissens in den Biowissenschaften und nicht zuletzt die Fragen Tinbergens zeigen, dass Popper mit seiner Skepsis gegenüber dem Physikalismus auf der richtigen Fährte war. Wer Biologie studiert lernt heute, mit Komplexität und Emergenz umzugehen. In späteren Arbeiten berücksichtigt Popper die Evolutionstheorie, wenn er diese Thematik diskutiert: Jede Reduktion bleibt schon deswegen unvollständig, weil sie die Geschichte ausblendet, also nicht in die Tiefe der Zeit hineinreicht.

2.4 Pseudowissenschaften – induktionskritisch betrachtet

Poppers Lösungsvorschläge für das Induktions- und das Abgrenzungsproblem enthalten auch eine Kritik an den sogenannten Pseudowissenschaften. Woran erkennen wir Pseudowissenschaften? Gerhard Vollmer (1993) widmet ihnen einen Aufsatz, der eine Liste wünschbarer und notwendiger Merkmale wissenschaftlicher Theorien enthält. Zu den notwendigen gehört die Prüfbarkeit, zu den wünschbaren die Tiefe. Den Pseudowissenschaften hält Vollmer immerhin zugute, dass sie mit den etablierten wissenschaftlichen Theorien konkurrieren. Diese Konkurrenz nötigt die Wissenschaftler, ihre Hypothesen und Argumente zu überdenken und möglichst klar und verständlich zu formulieren. Wie Gerhard Vollmer betonen auch die klinischen Psychologen Lilienfeld et al. (2015): Grenzen zwischen Wissenschaft und Pseudowissenschaft zu ziehen, ist ein hypothesengeleiteter Prozess, bei dem Fehler auftreten können. Sie präsentieren 10 Merkmale, an denen pseudowissenschaftliche Theorien und Argumente zu erkennen sind. Einige der Merkmale lassen sich mühelos mit Poppers Induktionskritik verknüpfen:

Pseudowissenschaft strebt eher nach Bestätigung als nach Widerlegung.

Die Vertreter pseudowissenschaftlicher Theorien bleiben gerne unter sich und bauen keine Brücken zu bewährten Theorien.

Statt dessen berufen sie sich auf *Zeugnisse und Berichte, auf Erfahrungen* also, mit denen sie etwas belegen wollen, zum Beispiel die Wirkung alternativer Heilkünste.

In einem besonders ausführlichen Beitrag zum Thema *Induktion* übt Popper, versteckt in einer Fußnote, Kritik an spiritistischen Überzeugungen. Er glaube nicht an Geister, so Popper, aber nicht deswegen, weil sie okkult sind, sondern *weil sie nicht okkult genug sind*.

„They are of a primitive kind of occultness, and they represent a naive compromise between the ordinary and visible world and the real hidden and invisible world which science tries to explore“ (Popper 1983, S. 108).

Diejenigen, die an paranormale Phänomene glauben, an echte Magie, an Wünschelruten oder an die Wirkung alternativer Heilbehandlungen, versuchen ihre Thesen zu untermauern, indem sie auf eindringliche Erfahrungen verweisen. Beispielsweise hören die Teilnehmer einer spiritistischen Sitzung ein Klopfen oder sehen, wie sich ein Pendel im Kreis dreht. Und kranke Menschen berichten, dass sie sich besser fühlen, nachdem sie einen Geistheiler konsultiert oder homöopathische Medikamente eingenommen haben. Gerade solche Erfahrungen, die mit Leid, Krankheit, Ängsten und Hoffnungen einhergehen, scheinen uns Menschen etwas existenziell Bedeutsames zu lehren. In allen Heilberufen überdauern traditionelle Ideen mit alternativen Therapien. Ständig tauchen neue Verfahren auf, die sich in der Praxis angeblich bewähren, wie Lynn, Lilienfeldt und Lohr an Beispielen klinischer Pseudopsychologie erläutern. Ihre Erfolge ebenso wie die Erfolge traditioneller Behandlungen erklären die Anbieter häufig mit anspruchsvoll klingenden, geheimnisumwitterten Thesen. Anthroposophische Heilpädagogen zum Beispiel deuten ihre Arbeit als eine „Seelenpflege“. Kritische Einwände parieren die Anhänger pseudowissenschaftlicher Lehren, indem sie auf ihre besonderen Erfahrungen hinweisen. „Wer heilt, hat Recht.“ Diese Erfahrungsnähe, das Kleben an Erfahrungen, ist einer der Gründe, weshalb Pseudowissenschaftler keine tiefen Theorien entwickeln, die viel ausschließen, viel verbieten. Deswegen nehmen sie auch nicht an den Theorienkonvergenzen teil, dem Zusammenfließen des Wissens an den Fronten der Forschung. So bleiben sie immer weiter hinter dem Wachstum des Wissens zurück und schließlich ganz auf der Strecke. Aber sie verschwinden nicht. Pseudowissenschaftler, darunter auch Scharlatane, können mit einer treuen Gefolgschaft rechnen.

3 Induktion im Kontext der Evolution

Anfang der sechziger Jahre beginnt Popper damit, zentrale Themenfelder seiner Philosophie im Lichte der Evolutionstheorie zu überdenken, auch den Lösungsvorschlag für das Induktionsproblem. Er bemüht sich darum, eine *evolutionäre Theorie des Wissens* zu entwickeln und erhebt darüber hinaus den Anspruch, mit einigen

Ideen die Evolutionstheorie nicht nur zu verbessern, sondern sogar auf eine neue Weise zu interpretieren (Popper 2013; Niemann 2013a, b). Diese Theorie verbindet er mit seiner Lösung des Induktionsproblems folgendermaßen:

Im Verlauf einer etwa 4 Milliarden Jahre währenden Evolution entstanden die Organe und Verhaltensweisen, mit denen die Organismen Erkenntnisse über ihre Umgebung erlangen – und zwar alle Organismen, die einzelligen Bakterien, Archaeen und Eukaryonten ebenso wie die mehrzelligen Pflanzen, Tiere und Pilze. Diese Mitgift der Evolution nennt Popper das „angeborene Wissen“. Es ermöglicht den Lebewesen, auf eine artspezifische Weise etwas über die Wirklichkeit zu erfahren und Probleme zu lösen. Pflanzen zum Beispiel stehen vor dem *Problem*, mit Hilfe der Wurzeln ihren Weg unter die Erde zu finden, also dorthin, wo sich Wasser und andere Nährstoffe befinden. In vielen Böden stellen sich den Wurzeln Hindernisse in den Weg, Steine und organische Materialien. Im spitzen Ende der Wurzeln, in der Wurzelhaube, liegt ein Organ, mit dem die Pflanzen die steinigten Wege meistern. Wenn in Experimenten die Wurzelhaube entfernt wird, wächst die Wurzel horizontal durch den Boden, unfähig das lebenswichtige Problem zu lösen (Kadereit et al. 2014). In den Wurzelhauben ist *Langzeitwissen* enthalten, das die Schwerkraft zur Orientierung nutzt. Zwei weitere Beispiele für dieses „Vorwissen“ sind magnetische Partikel in manchen Bakterien und die Orientierung der Zugvögel am Magnetfeld.

Langzeitwissen geht jeder Erfahrung voraus, es ist apriori, so Popper, der hier die Formulierung von Kant verwendet. Es wird nicht durch Erfahrungen gewonnen, es macht Erfahrungen möglich, wie die Rezeption der Schwerkraft in den Wurzelhauben. Mit solchen Anpassungen an stabile Umweltaspekte lösen die Organismen Überlebensprobleme. Sehr viele, aber nicht alle Arten verfügen über Mechanismen, die das Licht nutzen, um ihre Probleme zu meistern. Aber das Langzeitwissen ist nicht sicher, Organismen können damit scheitern, wenn etwa Lichtreflexe die Ortung eines Beutetiers vereiteln oder die Lebensräume einen raschen Wandel durchlaufen. Beispielsweise können Organismen, die über ein visuelles Wahrnehmungssystem verfügen, in eine Höhle geraten, in die kein Licht dringt. Fortan sind sie auf ihren Tastsinn angewiesen, zu dem Rezeptoren gehören, die auf Berührung und Druck reagieren. Also tappen sie im Dunkeln und schlagen dabei verschiedene Richtungen ein, wobei sie des öfteren auf undurchdringliches Gestein stoßen. Ihre Versuche, einen bestimmten Weg einzuschlagen, scheitern. Popper zögert nicht, in solchen Fällen von „Erwartungen“ zu sprechen. Die Erwartung weiterzugehen, auf dem eingeschlagenen Weg fortzuschreiten, wird durch Erfahrung korrigiert. In einem Brief an Niko Tinbergen meint Popper, jede Wahrnehmung sei ein rascher Prozess exploratorischen Lernens (Kruuk 2003, S. 306). In der Finsternis lernen die Organismen, welche Höhlenwege tatsächlich gangbar sind. Aber nicht induktiv, sie haben keine Erfahrungen gesammelt und verallgemeinert. Sie sind mit all denjenigen Versuchen gescheitert, die an Felsen endeten. Organismen lernen selektiv, durch Versuche und Irrtümer. Dabei entsteht *Kurzzeitwissen*, ein Wissen, das rasch zustande kommt.

„All das kurzzeitige Wissen, das wir bekommen, wenn wir Augen und Ohren öffnen, setzt Langzeitwissen in Form unserer Augen und Ohren voraus“ (Popper 2013, S. 17).

3.1 Induktion, Instruktion, Selektion

Selektion statt Instruktion und Deduktion statt Induktion, lautet Poppers Devise. In den Wissenschaften erfinden die Akteure Theorien, aus denen sie Sätze geringerer Allgemeinheit *ableiten* (*deduzieren*), Sätze, die Ereignisse – zukünftige Erfahrungen – vorhersagen. Diejenigen Sätze, die mehrmals scheitern, stammen aus falschen Theorien. Die Selektion dieser Theorien bringt die Wissenschaft voran. Auch beim Lernen sind Selektionen entscheidend. Organismen lernen quasi-deduktiv, indem sie mit ihrem Vorwissen, ihrem Langzeitwissen die Wirklichkeit erkunden – und dabei oftmals scheitern. Popper kritisiert alle biologischen und psychologischen Theorien, *die das Lernen an Instruktionen binden*. Seine lerntheoretischen Überlegungen, also seine Überlegungen zum psychologischen Induktionsproblem, gipfeln in diesen beiden Sätzen: „Ich sage es klar und deutlich: *es gibt keine Assoziation und keinen bedingten Reflex*. Alle Reflexe sind unbedingte; die angeblich bedingten sind das Ergebnis von Veränderungen, die falsche Reaktionen (also die Irrtümer beim Versuch und Irrtum) teilweise oder gänzlich ausschalten“ (Popper 1974b, S. 81, Hervorhebung von Popper).

Das ist doch eine erstaunliche Behauptung; denn bis zum heutigen Tage wird das klassische Konditionieren in zahlreichen Forschungsprojekten als eine Untersuchungsmethode verwendet. Wie finden Forschende heraus, ob sich bestimmte Stämme der Fruchtfliege am Magnetfeld orientieren? Eine Masterarbeit am Institut für Zoologie der Universität Mannheim liefert darauf eine Antwort. (Petersen 2015). Wie in Pawlows Hunde-Experiment dient Futter (eine Zuckerlösung) als Reiz, der eine unbedingte, eine angeborene Reaktion auslöst, nämlich das Ausstülpen des Leckrüssels. An die Stelle des Glockentons tritt ein apparativ erzeugtes magnetisches Feld, das unmittelbar vor dem Futter aufgebaut wird. Sobald die Fliege alleine darauf reagiert, also ihren Rüssel ausstreckt, ist das Magnetfeld zu einem konditionierten Reiz geworden. Popper hätte das Verhalten der Fliege so gedeutet: Die Fliege erwartet das Futter, wenn sie das Magnetfeld wahrnimmt. Stülpt die Fliege mehrere Male ihren Rüssel vergeblich aus, also ohne Futter zu erhalten, scheitert ihre Erwartung, sie erweist sich als Irrtum – und deswegen bleibt die Reaktion aus.

Was für die Forschung gilt, gilt auch für die Lehre. An den Schulen und Hochschulen vieler Länder gehören assoziative Lernprozesse, gehören das klassische und das operante Konditionieren zum Prüfungswissen. Im Jahre 2000 erhielt Eric Kandel sogar einen Nobelpreis für die Erforschung der neuronalen Prozesse, die dem assoziativen Lernen zugrunde liegen. Was ist von Poppers Kritik an dieser Lerntheorie zu halten?

Teilweise entstehen die Irritationen, weil Popper einen eigenwilligen Sprachgebrauch pflegt, wie Volker Gadenne in einem Gespräch mit Giuseppe Franco betont (Franco 2010, S. 93–94). Popper bezeichnet die Erkenntnisorgane und die Erwartungen als „Theorien“, „Hypothesen“ oder „Wissen“. Forschende und Studierende verwenden diese Ausdrücke ganz anders. Für sie dienen Hypothesen und Theorien dazu, die Erkenntnisorgane zu verstehen, zu beschreiben, zu erklären. Die fotochemischen Prozesse beispielsweise, die im visuellen System der Säugetiere ablaufen, sind keine Hypothesen, sondern Objekte der Forschung. Andererseits wissen alle

Beteiligten: Erkenntnisorgane wie das visuelle System sind Ergebnisse einer 4 Milliarden Jahre währenden Evolution, es sind Anpassungen, die Popper „Langzeitwissen“ nennt.

3.2 Instruktion in den Lebenswissenschaften

Wenn sich Naturwissenschaftler für den Philosophen Karl Popper interessieren, nehmen sie ihn vor allem als Wissenschaftstheoretiker wahr. Seine evolutionsbiologischen und lerntheoretischen Hypothesen bleiben eher im Hintergrund, obwohl sie hin und wieder zu lebhaften Debatten geführt haben (Niemann 2013a, b). Jedenfalls taucht der Philosoph in den einschlägigen Lehrwerken der Biologie und der Psychologie nicht als ein Denker auf, der theoretische oder experimentelle Beiträge für diese Disziplinen liefert. Deswegen fragen wir abschließend nach einer theoretischen Entwicklung, einem Trend in der Biologie und der Psychologie: Gilt die induktionskritische Losung *Selektion statt Instruktion* heute auch in den Lebenswissenschaften?

Weil die Evolutionstheorie in den Lebenswissenschaften immer wichtiger geworden ist, vollzieht sich während der letzten Jahrzehnte tatsächlich ein Wandel. An die Stelle instruktivistischer Theorien treten selektionistische. Zu den Pionieren dieses Trends gehört Frank McFarlane Burnet (1899–1985), der 1960 zusammen mit Peter Medawar den Nobelpreis erhielt. Burnet konstruierte eine selektionistische Theorie des Immunsystems, die ganz allmählich die ausschließlich instruktivistische Deutung verdrängt hat. Auf der Idee der Instruktion beruhen folgende Hypothesen: Sobald pathogene Bakterien oder andere Antigene in den Körper gelangen, schmiegten sich Antikörper um die Eindringlinge, wobei sie Moleküle in deren Oberflächen erkennen. Die so gewonnenen *Instruktionen* geben die Antikörper an andere Einheiten der Abwehr weiter. Schließlich entstehen auch Gedächtniszellen, die auf eine erneute Attacke dieses Bakteriums sofort reagieren. Antigen ist die Abkürzung für Antikörper *generierend*. Die alternative Selektionstheorie geht von dem Befund aus, dass das Immunsystem Tag für Tag unvorstellbar viele Einheiten der Abwehr herstellt (Antikörper, B-Lymphozyten), von denen die allermeisten zugrunde gehen. Nur diejenigen überleben, die günstige Umgebungsbedingungen finden, also auf einen Eindringling stoßen, der zu ihren molekularen Strukturen passt. Die Abwehreinheiten entstehen, bevor die Erreger ihr Ziel, die Zellen eines Tieres, erreichen. Das ist ein typischer evolutionärer Vorgang. Einer Überproduktion von Lebewesen folgt ein massenhaftes Sterben. Auch Neuronen und Synapsen entstehen im Überfluss und unterliegen einem Selektionsdruck. Die höchste Synapsendichte in Hirnarealen, die beim Sprechen eine Rolle spielen, erreichen Menschenkinder im Alter von 9 Monaten. Danach folgt ein Prozess der Ausdünnung (pruning), der sich über mehrere Jahre erstreckt. Anders als ihre Eltern sind Säuglinge noch in der Lage, die Laute vermutlich aller Sprachen zu unterscheiden. Noch bevor sie das erste Lebensjahr vollenden, erlischt diese Begabung. Popper könnte diese Erkenntnisse so formulieren: Babys beginnen mit ihrem Langzeitwissen. Sie erwarten unterschiedliche Laute. Neuronen mit ihren Dendriten, Synapsen und Rezeptoren konkurrieren

um neurotrophe Faktoren, also um Nervennahrung – eine knappe Ressource. Nur diejenigen überleben, die auf passende Laute treffen. Diese Einstellung des Gehirns auf die Muttersprache ist ein Beispiel für Kurzzeitwissen.

Nicht nur während der Kindheit und Jugend entstehen und vergehen neuronale Strukturen. Auch bei erwachsenen und älteren Menschen sind Forschende dem typischen „rise and fall pattern“ auf der Spur (Johnson und de Haan 2015).

Psychologische Lerntheorien relativieren inzwischen den auf Assoziationen beruhenden Instruktivismus. In den sechziger Jahren begannen Psychologen damit, die Theorien über das assoziative Lernen weiterzuentwickeln. Es stellte sich unter anderem heraus, dass Tiere vor allem bestimmte Geschmacksreize mit Übelkeit verbinden, während sie Elektroschocks mit Lärm und Licht assoziieren (Garcia-Effekt). Eine einzige Übelkeit reicht häufig aus, um ein bestimmtes Futter – etwa ein Insekt – ein Leben lang zu vermeiden. Mit der induktionistischen Lehre der Wiederholung ist dieser Befund wohl kaum in Einklang zu bringen. „Offenbar bringen Ratten (und auch wir Menschen) Voreinstellungen darüber mit, welche Reize welche Folgen zu erwarten lassen“ (Gluck et al. 2010, S. 276).

Trotz dieser deutlichen Korrekturen haben Psychologie und Biologie die Assoziationstheorie des Lernens nicht aufgegeben. Selektionen schließen Instruktionen nicht aus. Im Verlauf der Evolution, so vermuten viele Lebenswissenschaftler, sind Erkenntnismechanismen entstanden, die *voreingestellte Assoziationen* ermöglichen.

4 Fazit

Warum erachtet Popper seine Thesen zum Problem der Induktion für besonders wichtig? Weil sie dazu beitragen, die folgende Frage zu beantworten: Wie wächst unser Wissen, wie kommen Erkenntnisfortschritte zu Stande? Das ist, so Popper, auf dem Gebiet der Erkenntnistheorie die Frage aller Fragen. Die Antworten, die Poppers Induktionskritik zu dieser zentralen Frage beisteuert, laufen darauf hinaus, die Theorien aus der engen Bindung an die Erfahrungen zu befreien. Außerdem verabschiedet Popper die Idee der Begründung, insbesondere auch die Idee induktiver Begründung. Das Modell des Wissenswachstums, das aus diesen Thesen hervorgeht, ist selektionistisch – anders als die traditionellen Vorstellungen, denen zufolge das Wissen kumuliert, also allmählich anwächst. Zwar nimmt unser Wissen tatsächlich zu – über die Chemie der Zellen zum Beispiel wissen wir heute mehr als jemals zu vor. Aber *Wissen ist, was übrig bleibt*, was der kritischen Prüfung standhält. Poppers Modell ersetzt nicht die historischen, ökonomischen und soziologischen Forschungen über die Wissenschaft; aber es kann eine heuristische Funktion haben, etwa für die Geschichtsschreibung, zu der Popper selbst einige Beiträge geliefert hat. Im Hinblick auf den tatsächlichen Verlauf des Wissenswachstums ist besonders bemerkenswert ist, dass der strikte Instruktivismus, der vor allem in der Psychologie präsent war, durch selektionistische Theorien relativiert wird. Das ist nicht Poppers Verdienst, sondern eine Folge des schier unaufhaltsamen Siegeszugs der Evolutionstheorie, der sich nach Poppers Tod noch beschleunigt hat (Vollmer 2017). Den Stellenwert der Theorie erläutert der „Campbell“ so:

„Die Evolution ist das zentrale Thema der Biologie – das grundlegende Konzept, das allem, was wir über Lebewesen wissen, einen Sinn verleiht.“ (Reece et al. 2016, S. 13)

Poppers Thesen über die Wissensentwicklung im Allgemeinen und seine Induktionskritik im Besonderen liefern auch wichtige Impulse für unsere Argumentationskultur. Weil das Vertrauen in die eigenen Erfahrungen kaum zu erschüttern ist, verläuft fast keine Diskussion, ohne den Hinweis: „Ich habe aber die Erfahrung gemacht, dass . . .“ Diejenigen, die Poppers Induktionskritik verstanden haben (ohne sie in allen Einzelheiten akzeptieren zu müssen), antworten darauf so: Ich bestreite nicht die Erfahrung, die Du gemacht hast. Aber wir sollten darüber diskutieren, wie Du Deine Erfahrung deutest, welche Vermutungen Du mit ihr verbindest.

Zu Lebzeiten Poppers reagierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf seine Vorträge und Veröffentlichungen, mal kritisch, mal zustimmend. Ihm schrieben Nobelpreisträger wie Einstein, Medawar und Tinbergen. Nicht wenige Forscher billigen Popper zu, er habe das wissenschaftliche Denken und die Auffassungen darüber, was in Forschungsprozessen geschieht, beeinflusst, ja sogar stark beeinflusst (Kruuk 2003, S. 306). Poppers wissenschaftstheoretische Ansichten hinterlassen daher auch in vielen Lehrwerken ihre Spuren, obwohl die Idee der Induktion – im Sinne einer Verallgemeinerung – ab und zu auftaucht, etwa im „Campbell“. Hin und wieder flackern Debatten über das psychologische Induktionsproblem auf (Albert 2010; Hoerster 2010).

Poppers Spuren sind erkennbar, auch wenn sein Name meist nicht genannt wird. Christiane Nüsslein-Volhard erinnert daran, dass die Beiträge zum Wissen „irgendwann Allgemeingut“ werden. Wer das Wissen hervorgebracht hat, „ist irgendwann egal“ (Nüsslein-Volhard 2016, S. 81). Es scheint so zu sein, dass einigen Teilen der Philosophie Poppers dieses Schicksal – dieser Erfolg – früh beschieden war.

Literatur

- Albert, Hans. 2010. Der kritische Rationalismus und das Problem der Induktion. *Aufklärung und Kritik* 17(2): 144–147.
- Albert, Hans, und Karl Popper. 2005. *Briefwechsel*, Hrsg. Martin Morgenstern und Robert Zimmer. Frankfurt: Fischer.
- Alt, Jürgen August. 2001. *Karl R. Popper*, 3. Aufl. Frankfurt: Campus.
- Breed, Michael D., und Janice Moore. 2016. *Animal behavior*, 2. Aufl. London: Elsevier.
- Deeg, Janosch. 2016. „Die Signale werden zur Routine werden“ (online). Gespräch mit Karsten Danzmann. Spektrum. *Die Woche* 42:41–50.
- Franco, Giuseppe. 2010. *Wissenschaftstheorie, Hermeneutik, Theologie. Dem Anderen Recht geben*. Klagenfurt: Kitab.
- Gluck, Mark, Eduardo Mercado, und Catherine Myers. 2010. *Lernen und Gedächtnis*. Heidelberg: Spektrum. Englische Ausgabe: Mark Gluck, Eduardo Mercado und Catherine Myers. *Learning and Memory* (Übers. Katja van den Brink). New York: Worth Publishers.
- Grötzing, John, und Thomas Jordan. 2017. *Press/Siever – Allgemeine Geologie*, 7. Aufl. Berlin: Springer. Englische Ausgabe: John Grötzing und Thomas Jordan. *Press/Siever. Geology* (Übers. Volker Schweizer). New York: W. H. Freeman.
- Hoerster, Norbert. 2010. So oder so: Auf Induktion verzichtet niemand. *Aufklärung und Kritik* 17 (4): 25–26.

- Johnson, Mark, und Michelle de Haan. 2015. *Developmental cognitive neuroscience*, 4. Aufl. Oxford: Wiley.
- Kadereit, Joachim W., Christian Körner, Benedikt Kost, und Uwe Sonnewald. 2014. *Strasburger – Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften*, 37. Aufl. Berlin: Springer.
- Kruuk, Hans. 2003. *Niko's nature – A life of Niko Tinbergen and his science of animal behaviour*. Oxford: University Press.
- Lilienfeld, Scott, Steven Jay Lynn, und Jeffrey M. Lohr. 2015. Science and pseudoscience in clinical psychology. In *Science and pseudoscience in clinical psychology*, Hrsg. Scott Lilienfeld, Steven Jay Lynn und Jeffrey M. Mohr, 2. Aufl., 1–16. New York: Guilford Press.
- Niemann, Hans-Joachim. 2013a. Alle Lebewesen steuern ihre eigene Evolution. *Aufklärung und Kritik* 20(1): 21–39.
- Niemann, Hans-Joachim. 2013b. Karl Popper, die Mühle bei Hunstanton und die Anfänge der Molekularbiologie. *Aufklärung und Kritik* 20(2): 7–34.
- Nüsslein-Volhard, Christiane. 2016. *Das Prinzip Apfelbaum*, Hrsg. Initiative „Mein Erbe tut Gutes. Das Prinzip Apfelbaum“, 3. Aufl., 80–81. Berlin: Vergangenheitsverlag.
- Petersen, Christine. 2015. *Analyse der Magnetfeldorientierung bei Drosophila melanogaster*. Institut für Zoologie, Abteilung Neurobiologie. Universität Mainz.
- Popper, Karl. 1928. *Zur Methodenfrage der Denkpsychologie*. Dissertation. Universität Wien.
- Popper, Karl. 1974a. *Conjectures and refutations*, 5. Aufl. London: Routledge.
- Popper, Karl. 1974b. *Objektive Erkenntnis (bjektive Erkenntnistat)*, 2. Aufl. Hamburg: Hoffmann und Campe. Englische Ausgabe: Karl Popper. 1972. *Objektive Knowledge* (Übers. Hermann Vetter). Oxford: Clarendon Press.
- Popper, Karl. 1979a. *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie*, Hrsg. Troels Eggers Hansen. Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck).
- Popper, Karl. 1979b. *Ausgangspunkte*. Hamburg: Hoffmann und Campe. Englische Ausgabe: Karl Popper. *Unended Quest* (Übers. Friedrich Griese und Karl Popper). London: Fontanakollins.
- Popper, Karl. 1983. *Realism and the aim of science*, Hrsg. William W. Bartley. London: Hutchinsonson.
- Popper, Karl. 1984. *Logik der Forschung*, 8. Aufl. Tübingen: Mohr.
- Popper, Karl. 1994. *Alles Leben ist Problemlösen*. München: Piper.
- Popper, Karl. 2013. Eine Neuinterpretation des Darwinismus. *Aufklärung und Kritik* 20(1): 7–20. Hrsg. Hans-Joachim Niemann (Übers. Dagmar und Hans-Joachim Niemann). Tonbandaufnahme. Universität Klagenfurt. Karl Popper Sammlung.
- Reece, Jane B., Lisa Urry, Michael Cain, Steven Wassermann, Peter Minorsky, und Robert Jackson. 2016. *Campbell biology*, Hrsg. Jürgen Heinisch und Achim Paululat, 10. Aufl. Hallbergmoos: Pearson. Englische Ausgabe: Jane Reece et al. *Campbell Biology*. 2014 (Übers. Achim Paululat). Pearson.
- Russell, Bertrand. 1977. *Philosophische und Politische Aufsätze*, Hrsg. Ulrich Steinvorth. Stuttgart: Reclam.
- Schlick, Moritz. 1979. *Allgemeine Erkenntnislehre*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Schlick, Moritz. 1986. *Die Probleme der Philosophie in ihrem Zusammenhang*, Hrsg. Henk Mudler, Anne Kox und Rainer Hegselmann. Frankfurt: Suhrkamp.
- Vollmer, Gerhard. 1993. *Wissenschaftstheorie im Einsatz*. Stuttgart: Hirzel.
- Vollmer, Gerhard. 2017. *Im Lichte der Evolution*. Stuttgart: Hirzel.