

2. Die Analogie in der Wissenschaft

»Das Erfinden ist kein Werk des logischen Denkens. Wenn auch das Endprodukt an die logische Gestalt gebunden ist.«

Autobiographische Skizzen. Albert Einstein
1956.

»[T]his stone [loadstone; M.K.]«, heißt es im *Letter of Peregrinus* von 1269,

bears in itself the likeness of the heavens [...]. There are in the heavens two points more important than all others, because of them, as on pivots, the celestial sphere revolves: these points are called, one the arctic or north pole, the other the antarctic or south pole. Similarly you must fully realize that in this stone there are two points styled respectively the north pole and the south pole.¹

Gegründet auf Beobachtung und Experiment und in Analogie zu den Himmelpolen beschreibt der französische Gelehrte Pierre de Maricourt (Peregrinus) als Erster im 13. Jahrhundert die Polarität von Magnetsteinen und bringt so, mithilfe einer Analogie, zwei Objektbereiche zusammen, die aus Sicht der mittelalterlichen Wissenschaft nicht das Geringste miteinander zu tun haben.

Mehr als 600 Jahre später, nämlich 1904, veröffentlicht der Japaner Han-tarō Nagaoka im *Philosophical Magazine* einen Aufsatz mit dem Titel *Kinetics of a System of Particles*. Nagaoka konzipiert darin, noch vor Ernest Rutherford und Niels Bohr, ein Atommodell, das die vermeintliche Unvereinbarkeit unterschiedlich geladener Teilchen bei gleichzeitiger Stabilität von Atomen er-

1 Peter Peregrinus [1269]. *The Letter of Peregrinus on the Magnet, A.D. 1269. The First Systematic Description in Europe of the Properties of the Loadstone*. In: Edward Grant (Hg.). *A Source Book in Medieval Science*. Cambridge 1974, S. 368-375, hier: S. 6.

klären soll. Das gelingt ihm, indem er ein Modell in Analogie zu einem Prinzip entwirft, das James C. Maxwell fast fünfzig Jahre zuvor zur Lösung eines ähnlichen Problems entwickelt hat. »We have seen«, so Maxwell 1856 in *On the Stability of the Motion of the Saturn's Rings*, »when the attraction of the central body is sufficiently great compared with the forces arising from the mutual action of the satellites, a permanent ring is possible.«² Nagaoka ersetzt in seinem Modell die Begriffe³ Saturn (*central body*) durch einen positiv geladenen Atomkern und die Satelliten des Saturns durch die Elektronen, die um den Atomkern *kreisen*.

The system, which I am going to discuss, consists of a large number of particles of equal mass arranged in a circle at equal angular intervals and repelling each other with forces inversely, proportional to the square of distance; at the centre of the circle, place a particle of large mass attracting the other particles according to the same law of force. If these repelling particles be revolving with nearly the same velocity about the attracting centre, the system will generally remain stable, for small disturbances provided the attracting force be sufficiently great. The system differs from the Saturnian system considered by Maxwell in having repelling particles instead of attracting satellites. The present case will evidently be *approximately* realized if we replace these satellites by negative electrons and the attracting centre by a positively charged particle.⁴

Nagaokas Verwendung der Analogie ist beispielhaft dafür, wie sie als Instrument genutzt wird, um ein Erklärungsmodell zu generieren. Sie funktioniert dabei als eine Art Hilfskonstruktion, die im besten Fall zu belastbaren Aussagen führt, die sich prinzipiell falsifizieren bzw. verifizieren lassen. Das scheint auf den ersten Blick recht banal. Es wird sich aber zeigen, dass der zwingend heuristisch instrumentelle Charakter von Analogien immer wieder (mitunter vorsätzlich) aus dem Blick gerät. Das ist einigermassen fatal, weil

-
- 2 James Clerk Maxwell [1859]. *On the Stability of Motion of Saturn's Rings*. London 1859, S. 24.
 - 3 Wenn im weiteren Verlauf von »Begriffen« gesprochen wird, dann sind damit immer Begriffe im theoretischen Sinne gemeint. D.h., das Ersetzen des Begriffs *Satellit* durch den Begriff *Elektron* meint in einer physikalischen Analogiekonstruktion das Gleichsetzen der Eigenschaften und der mathematischen Formalisierung.
 - 4 Hantarō Nagaoka [1904]. *Kinetics of a System of Particles illustrating the Line and the Band Spectrum and the Phenomena of Radioactivity*. In: *Philosophical Magazine*, Series 6 Vol. 7, Mai 1904, S. 445-455, hier: S. 445f. (Herv. i. O.).

es einen wesentlichen Unterschied macht, ob ein Erklärungsmodell mithilfe einer Analogie entworfen wird oder ob die Analogie selbst das Erklärungsmodell sein soll. Und es wird sich zeigen, dass man Letzteres nicht selten in den geisteswissenschaftlichen Disziplinen vorfindet, die eine gewisse Affinität zu dieser Art von Analogiebildung haben. Das Problematische an dieser Verwendungsweise ist, dass die Analogie dadurch an die Stelle von etwas tritt, das ein Erklärungsmodell begründen müsste. Eine Funktion, die die Analogie aber überhaupt nicht erfüllen kann.

Auch die empirischen Wissenschaften sind mitunter diese Abkürzung gegangen, z.T. mit schwerwiegenden Folgen. Denn die Suggestionskraft mancher Analogien hat so weit geführt, dass Abweichungen der praktischen Erfahrung von den theoretischen Annahmen schlicht ignoriert wurden. Ein Umstand, den man nicht selten dort vorfindet, wo man ihn am wenigsten erwartet. So gibt es in Isaac Newtons *New Theory of Light* (1672) eine einigermaßen bemerkenswerte Stelle, an der es um die Taxonomie der Primärfarben geht. »Any possibly colour«, heißt es da, »may be distinguished into its principal degrees, red, orange, yellow, green, blue, indigo, and deep violet, on the same ground, that sound within an eighth is graduated into tones.«⁵ Bemerkenswert dabei ist nicht allein der Gebrauch von Analogien durch Newton, sondern sein Festhalten an ihnen, auch dann noch, wenn der Schluss nicht so recht zu den Ergebnissen seiner optischen Experimente passen will. Gleichzeitig, und auch das wird sich als signifikant für die Verwendung von Analogie herausstellen, entbehrt sie oftmals nicht einer Art begründetem Anfangsverdacht. Im Falle von Newton der Annahme einer physikalischen Ähnlichkeit zwischen optischen und akustischen Phänomenen. Denn für ihn liegt die Ursache der Wahrnehmung von Farben und Tönen in der Bewegung von Teilchen. Die Analogie ist die Folge dieser angenommenen Gleichursächlichkeit, aus der dann geschlossen wird, dass die Anzahl der Primärfarben eben gleich der Anzahl der Töne einer Oktave sei.

Auch in der Geschichte der ökonomischen Theorie haben Analogien bereits früh eine Rolle gespielt. Für das *Tableau économique* (1758) des französischen Arztes François Quesnay werden retrospektiv gleich zwei Analogien als Paten genannt: der Blutkreislauf und die mechanische Kugelbahn. Quesnays ökonomisches Modell, das Friedrich Engels ein »für die ganze moderne

5 Isaac Newton [1672]. *Hypothesis explaining the Properties of Light*. In: Thomas Birch (Hg.): *The History of the Royal Society*. Bd. 3, London 1757, S. 247-305, hier: S. 262.

Ökonomie unlösbar gebliebenes Sphinxrätsel«⁶ genannt hat, ist das erste, das eine Gesamtschau der ökonomischen Prozesse fasst, indem es sie als Kreislauf beschreibt. Die Sekundärliteratur interpretiert Quesnays Kreislaufmodell vor allem in Analogie zum Blutkreislauf. Und obwohl diese Folgerung erst einmal naheliegt, immerhin ist Quesnay Arzt, ist eine physikalisch-mechanische Analogie mit einer Kugelbahnuhr wahrscheinlicher, wie Heinz Rieter es ganz grundsätzlich für physiokratische Kreislaufmodelle in der Wirtschaftswissenschaft gezeigt hat.⁷

Die Liste der Beispiele wissenschaftlicher Analogiebildung ließe sich problemlos fortsetzen. Denn obwohl es viele gute Gründe gibt, der Analogie zu misstrauen, ist sie unbestreitbar eine Konstante in der wissenschaftlichen Forschungspraxis. Das ist ein Dilemma, dem man regelmäßig damit begegnet, dass die Unzulänglichkeit der Analogie zwar eingeräumt, gleichzeitig aber auf die Unvermeidbarkeit von Analogien bei der Suche nach Erklärungen für unbekannte Phänomene verwiesen wird.

So spricht der deutsche Physiologe Wilhelm Wundt 1883 zwar von der Analogie als dem »im naturwissenschaftlichen Erfahrungsgebiet unvollkommensten logischen Verfahre[n]«⁸, nicht aber ohne im Anschluss daran festzustellen, dass die anfängliche »Aufstellung von *vieldeutigen* Ähnlichkeiten zur allmählichen Erkenntnis *bestimmterer* Beziehungen«⁹ führen kann. Analogiebildung ein Verfahren, das wissenschaftliche Erkenntnisse generiert, ohne selbst die kleinsten Anforderungen an Wissenschaftlichkeit zu erfüllen? Der argentinische Philosoph und Physiker Mario Bunge bringt das zwiespältige Verhältnis der Wissenschaft zur Analogie auf den Punkt, wenn er 1968 in *Analogy in the Quantum Theory. From Insight to Nonsense* schreibt:

We have learned to tolerate and even encourage daring analogising in the search for new ideas – which is a way of getting extra mileage with the old ones. But we have also learned to mistrust analogy both as a constituent of

6 Friedrich Engels [1877/1878]. *Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft*, 3. erw. Aufl. Stuttgart 1894, S. 15.

7 Vgl. Heinz Rieter. *Zur Rezeption der physiokratischen Kreislaufanalogie in der Wirtschaftswissenschaft*. In: Harald Scherf (Hg.): *Studien zur Entwicklung der ökonomischen Theorie*. Bd. 3, Berlin 1983, S. 55–99.

8 Wilhelm Wundt [1883]. *Logik. Eine Untersuchung der Prinzipien der Erkenntnis und der Methoden wissenschaftlicher Forschung*, 2. Bd. *Logik der exakten Wissenschaften*, 3. erw. Aufl. Stuttgart 1907, S. 633.

9 Ebd., (Herv.i.O.).

theories and as an index for their evaluation: we want to go beyond resemblances and we like to think that we do not accept a theory just because it can be understood in terms of familiar ideas.¹⁰

Eine wesentliche Schwierigkeit im Umgang mit der Figur der Analogie scheint es zu sein, dass sie zwar als eine Art logischem Schlussverfahren verwendet wird, allerdings ohne irgendeine Art von formallogischen Bedingungen zu erfüllen. Das zeigt sich auch immer wieder dann, wenn versucht wird, die Analogie innerhalb der Forschungspraxis einzuordnen. Für den österreichischen Physiker Ernst Mach etwa sind »Schlüsse nach Ähnlichkeit und Analogie [...] genau genommen kein Gegenstand der Logik, wenigstens nicht der formalen Logik, sondern nur der Psychologie.«¹¹ Das Schließen nach Analogie ist eine kognitive Reaktion des menschlichen Hirns, das assoziiert, dass wenn zwei Objekte sich in einigen Merkmalen ähneln, sie sich eben auch in weiteren Merkmalen ähnlich sind.¹² Diese Feststellung ist an sich nicht unproblematisch, weil Schlüsse eigentlich immer Gegenstand der Logik sind, wenn der Begriff weiterhin Sinn machen soll. Mach verweist hier aber auf einen entscheidenden Punkt, indem er die Analogie zwar als ein Phänomen im wissenschaftlichen Kontext verortet, ihr aber indirekt jegliche Beweiskraft, die ein logisches Schlussverfahren haben muss, entzieht, da er sie in den Bereich des Mentalen verweist. Wenn er die Analogie zum Gegenstand der Psychologie erklärt, erkennt er sie zwar als ein Prinzip an, das in der wissenschaftlichen Forschung wirkt, verlegt sie aber (folgerichtig) an einen Ort, der nicht zwingend logischen Bedingungen unterworfen ist.

Machs Annahmen kommen nicht von ungefähr, denn in *Erkenntnis und Irrtum* (1905) versucht er sich an einer naturwissenschaftlichen Methodologie, die er selbst als »Erkenntnispsychologie«¹³ bezeichnet und die eben die theoretische Umgebung ist, in der er sein Verständnis von Analogien in der Wissenschaft entwickelt. Gegen jede metaphysische Färbung des Erkenntnisprozesses anschreibend, situieren sich seine Überlegungen dabei zwischen logisch-empirischer, phänomenologischer und dem, was man heute kognitionspsychologischer Position nennen würde. Leitmotive naturwissenschaft-

10 Mario Bunge [1967]. *Analogy in Quantum Theory. From Insight to Nonsense*. In: *The British Journal for the Philosophy of Science* Vol. 18 Nr. 4., Feb. 1967, S. 265-286, hier: S. 265.

11 Ernst Mach [1905]. *Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung*. Leipzig 1906², S. 225.

12 Vgl. ebd.

13 Ebd., S.VIII.

licher Forschung sind für Mach Ähnlichkeit und Analogie.¹⁴ Und zwar, weil das die Art ist, wie sich das menschliche Gehirn die Dinge erschließt. Die Vorstellung, dass das Denken in Analogien eine Art kognitive Neigung ist, ist durchaus plausibel und könnte ein Hinweis darauf sein, warum Analogien eine starke Suggestion ausüben können. Für die Frage nach der epistemischen Funktion von Analogien innerhalb eines wissenschaftlichen Kontextes ist diese Feststellung aber weitestgehend irrelevant, weil sie schlicht keinen analytischen Mehrwert bietet.¹⁵

Auf dem Weg zu neuer Erkenntnis leitet also die Analogie das Denken durch den, wie es bei Mach heißt: »Reiz der Ähnlichkeit.«¹⁶ Was genau Mach damit meint, dass Analogien die Forschung *leiten*, bleibt einigermaßen erklärungsbedürftig, denn über die Erwähnung populärer Analogien¹⁷ und dem obligatorischen Hinweis, dass »die Bedeutung der Analogie [...] in den Naturwissenschaften kaum überschätzt werden [kann]«¹⁸, kommt auch er kaum hinaus. Als mentales Phänomen ist die Analogie kaum fassbar, denn sie schreibt sich zwar irgendwie in den Erkenntnisprozess ein, der Vorgang selbst bleibt aber weiterhin unzugänglich. Obwohl durch Machs Überlegungen die Analogie damit vorerst nicht weiter bestimmt werden kann, muss man doch festhalten, dass er eine der grundsätzlichen Schwierigkeiten im Umgang mit der Analogie zumindest erkannt hat, nämlich dass sie Teil eines logischen Erkenntnisprozesses ist, ohne selbst logisch zu sein. Was Mach fehlt, ist allerdings der kritische Blick auf dieses Phänomen.

14 Vgl. ebd., S. 221ff.

15 Wolfgang Stegmüller formuliert es so, wobei er sich hier auch auf Erklärungen außerhalb eines wissenschaftlichen Kontextes bezieht: »Früher wurde häufig die Ansicht vertreten, daß befriedigende Erklärungen von Phänomenen in deren *Zurückführung auf Bekanntes und Vertrautes* bestünde. Diese Auffassung ist psychologisch verständlich, aber trotzdem wissenschaftlich unhaltbar. [...] Wenn jemand ein Phänomen befremdlich erscheint und er daher eine Warum-Frage stellt, so wird seine intellektuelle Neugier befriedigt und das Gefühl der Rätselhaftigkeit zum Verschwinden gebracht, wenn es dem Antwortenden gelingt, das betreffende Phänomen auf etwas zu reduzieren, mit dem der Fragende bereits vertraut ist. Doch zeigt eine kurze Reflexion, daß diese Art von Leistung nur in einem psychologischen Effekt besteht und keine wissenschaftliche Problemlösung darstellt.« (Wolfgang Stegmüller [1969]. *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie. Bd. 1, Erklärung, Begründung, Kausalität*. 2. erw. Aufl. Berlin/Heidelberg/New York 1983, S. 169 (Herv.i.O.)).

16 Mach 1905, S. 226.

17 Für Beispiele, die Mach nennt, siehe ebd., S. 221ff.

18 Ebd., S. 227.

Wolfgang Stegmüller, der die Analogie ebenso wie Mach als einen »psychologischen Effekt«¹⁹ versteht, warnt vor genau diesem Effekt, der bei Mach noch begrüßt wird. Denn die Suggestionskraft, die die Analogie im Kontext von Erklärungsmodellen möglicherweise erzeugt, kann nach Stegmüller ebenso dazu führen, dass »der hypothetische Charakter wissenschaftlicher Erklärungen vollkommen verschleiert würde.«²⁰

Ihre Suggestionskraft gewinnt die Analogie dabei vor allem aus dem vermeintlichen Vermögen, Unverständliches oder bisher Unerklärbares auf einen Schlag verständlich zu machen, indem sie über Ähnlichkeiten, die, obwohl sie überhaupt nichts bedeuten müssen, Plausibilität für die Gleichursächlichkeit von Effekten herstellt. So schwierig es von einem logischen Standpunkt aus auch ist, die Analogie als wissenschaftsmethodische Entität zu akzeptieren, ist sie als solche in der philosophischen Reflexion über die Methoden der modernen Naturwissenschaft durchaus ernst genommen worden.

In *The Principles of Science* von 1874 spricht William Stanley Jevons von der Analogie als einem »Guide in Discovery«²¹. Auch bei Jevons ist die Analogie eine Art kognitiver Impuls, der dem Erkennen von Unbekanntem notwendig zugrunde liegt. »Whenever a phenomenon is perceived, the first impulse of the mind is to connect it with the most nearly similar phenomenon.«²² Damit enden die Überlegungen aber nicht, denn Jevons erklärt auch, warum die Existenz von Analogien berechtigt ist. »Science«, heißt es nämlich bereits zu Beginn, »arises from the discovery of Identity amidst Diversity. [...] In every act of inference or scientific method we are engaged about a certain identity, sameness, similarity, likeness, resemblance, analogy, equivalence or equality apparent between two objects.«²³ Die Struktur des naturwissenschaftlichen Wissenssystem selbst ist so angelegt, dass die theoretischen Verhältnisse der Phänomene untereinander immer schon analogisch sind. Denn jedes wissenschaftliche System kennt Einzeltatsachen immer nur als vorthoretische Größe, weil der Gegenstand von Theorien nicht Einzeltatsachen, sondern Begriffe sind, die durch irgendeine Form von Systematisierung und Generalisierung

19 Stegmüller 1969, S. 169.

20 Ebd.

21 William Stanley Jevons [1874]. *The Principles of Science. A Treatise on Logic and Scientific Method*. London 1883, S. 629.

22 Ebd.

23 Ebd., S. 1.

gewonnen werden. Das Funktionieren von Wissenschaft setzt die Idee einer zwingend systematischen Ordnung von Welt unweigerlich voraus. Eine zugegeben sehr naturwissenschaftliche Betrachtungsweise, die aber unabdingbar für jede Art von naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeit ist.

Die Analogie im wissenschaftlichen Kontext bleibt eine problematische Figur, man muss aber anerkennen, dass sie sich für die Forschung oftmals als nützliches Prinzip erweist, wenn es darum geht, einen ersten Erklärungsansatz zu formulieren, eine Idee zu entwickeln oder ein Modell zu konzipieren. Bevor man also riskiert, vor einem erklärungsbedürftigen Phänomen mit nichts dazustehen, ist die Suche nach Analogien immer noch die bessere Alternative. Nichtsdestotrotz bleibt die einzelne Analogie logisch immer unbegründet. »[T]heir success, if any«, so Bunge, »does not depend on their form but on the nature of the case [...]«. ²⁴

Im Falle des wissenschaftlichen Analogiegebrauchs hat man es also mit einem ambivalenten Phänomen zu tun. Auf der einen Seite der große Einfluss von Analogien auf die wissenschaftliche Praxis. Auf der anderen Seite eine extreme Unsicherheit gegenüber ihren wissenschaftslogischen Qualitäten, angesichts der Tatsache, dass sie nur schwer mit einem wissenschaftlichen Selbstverständnis vereinbar sind, das auf Objektivitätsnormen gründet.

Die Analogie, so lässt sich bis hierhin festhalten, kommt in den unterschiedlichsten Kontexten vor und es macht einen Unterschied, ob man sie als ein heuristisches Instrument, als logisches Schlussverfahren, als einen kognitiven Prozess, als eine Methode, ein Erklärungsmodell, eine Begründung oder eine argumentative Figur begreift. Und es bleibt die Frage, ob und nach welchen Kriterien man Analogien in der Wissenschaft bewerten kann? Nach pragmatischen, nach formallogischen oder einfach nur intuitiv, was möglich, wohl aber die denkbar schlechteste Wahl wäre. Man steht einer Art Verwendungspluralismus gegenüber, der gleichzeitig eine Vielzahl an Funktionen mitführt, die die Analogie im wissenschaftlichen Kontext übernehmen kann. Um Licht ins Dunkel zu bringen, wird im Folgenden ein Kriterium eingeführt, das maßgeblich für die Bewertung der Funktion einer Analogiekonstruktion ist, und das im Wesentlichen durch den theoretischen Ort bestimmt wird, an dem Analogien in der wissenschaftlichen Praxis auftauchen.

24 Bunge 1967, S. 267.