

Dieter B. Herrmann

Heuristik im aktuellen Meinungsstreit

Befindet sich die Forschung am CERN in einer Sackgasse?

Die Geschichte der Wissenschaften lehrt uns, dass es für die Lösung wissenschaftlicher Fragen keine vorgefertigten Rezepte gibt. Das gesicherte Wissen, über das wir heute verfügen, ist auf sehr unterschiedliche Weise und zum Teil über Um- und Irrwege gefunden worden, wobei die retrospektive logische Darstellung der Erkenntnisentwicklung selten mit der realen historischen Evolution koinzidiert. Wohl deshalb hat *Johannes Kepler* die Wege, auf denen Menschen zur Erkenntnis der Wirklichkeit gelangen, als ebenso bewunderungswürdig bezeichnet, wie die Natur der Dinge selbst.

Eine wichtige Rolle in der wissenschaftlichen Forschung spielen seit alters her heuristische Prinzipien. Heuristik bezeichnet nach „Wikipedia“

„die Kunst, mit begrenztem Wissen (unvollständigen Informationen) [...] dennoch zu wahrscheinlichen Aussagen oder praktikablen Lösungen zu kommen. Es bezeichnet ein analytisches Vorgehen, bei dem [...] über ein System mit Hilfe mutmaßender Schlussfolgerungen Aussagen über das System getroffen werden.“¹

Mit anderen Worten: Heuristische Verfahren beruhen zwar durchaus auf Erfahrungen, die aber ihrerseits auch „falsch“ sein können, etwa durch verzerrte Wahrnehmungen oder nur scheinbar bestehenden Korrelationen, die jedoch zur Zeit ihrer Anwendung nicht als verzerrt oder nur scheinbar bestehend erkannt werden konnten. Sehr häufig sind solche Vorannahmen auch durch religiöse oder ideologische Vorstellungen geprägt. Schon *Plato* forderte bekanntlich, alle Bewegungen der Planeten auf reine Kreisbahnen zurückzuführen, weil nach seiner Auffassung einzig der Kreis als die vollkommenste und symmetrischste geometrische Figur dem göttlichen Wesen der Wandelsterne entsprach. Diese philosophisch-religiöse und aus heutiger Sicht durch nichts begründbare Vorannahme führte schließlich zum geozentrischen Weltsystem des *Ptolemaios*, einer Meisterleistung der antiken Astronomie.

1 <https://de.wikipedia.org/wiki/Heuristik> [21.11.2018].

Vorherrschend war als Leitgedanke über historisch beachtliche Zeiträume der Harmoniebegriff, unmittelbar abgeleitet aus den Vorstellungen, die *Pythagoras* für die musikalische Harmonie in den ganzzahligen Saitenverhältnissen des Monochords für Quinte, Quarte und Oktave als den Bausteinen des Wohlklangs gefunden hatte. Der daraus abgeleitete Begriff der „Sphärenmusik“ verweist darauf, dass man dieselben harmonischen Verhältnisse auch in den Bewegungen der Planeten realisiert sah – zweifellos ein ästhetisches Kriterium. Der Harmoniegedanke hat in besonders eindrucksvoller Weise für das Lebenswerk *Johannes Keplers* eine entscheidende Rolle gespielt. *Keplers* Überzeugung, dass es sich hierbei um ein ontologisches Prinzip handelt, erwies sich zwar später als falsch, dennoch hat sie als heuristisches Prinzip zur Entdeckung seiner Gesetze der Planetenbewegung geführt.

Unter dem Eindruck der im 18. Jh. aufkommenden Kristallforschung gewann in neuerer Zeit immer mehr der Symmetriegedanke als heuristisches Hilfsmittel an Bedeutung. Was als einfache und anschauliche geometrische Symmetrie begann, führte bis in die abstrakten Symmetrien der mathematischen Gruppentheorie und zeitigte bedeutsame Erkenntnisse, wie z.B. das 1918 von *Emmy Noether* gefundene Theorem, dass jeder kontinuierlichen Symmetrie eine physikalische Erhaltungsgröße entspricht. Der Symmetriegedanke spielt bis heute eine entscheidende Rolle in der Elementarteilchenphysik, wo er bereits große Erfolge feiern konnte. Die Entdeckung der Quarks z.B. ist eine unmittelbare Folge der Anwendung des Symmetriegedankens, aber ebenso auch die Relativitätstheorien von *Albert Einstein*.

Die großen Physiker des 20. Jh.s haben stets auch die philosophischen Aspekte ihrer Forschungen hinterfragt und sind dabei mehrheitlich zu der Überzeugung gelangt, dass es einen Zusammenhang zwischen Wahrheit, Einfachheit und Schönheit gibt. So antwortete z.B. *Werner Heisenberg* auf *Einsteins* Frage, warum er glaube, dass die Quantenmechanik richtig sei:

„Wenn man durch die Natur auf mathematische Formen von großer Einfachheit und Schönheit geführt wird [...], so kann man eben nicht umhin zu glauben, dass sie ‚wahr‘ sind. [...] Sie können mir vorwerfen, dass ich hier ein ästhetisches Wahrheitskriterium verwende, indem ich von Einfachheit und Schönheit spreche. Aber ich muss zugeben, dass für mich von der Einfachheit und Schönheit des mathematischen Schemas, das uns hier von der Natur suggeriert worden ist, eine ganz große Überzeugungskraft ausgeht.“ (Heisenberg 1969, S. 99)

Ähnliche Zitate von *Paul Dirac*, *Einstein*, *Hermann Weyl*, *Murray Gell-Mann* und anderen bedeutenden Physikern könnte man hinzufügen. All jene Forscher gaben damit zu erkennen, dass sie ihre herausragenden Forschungsergebnisse durch Verfolgung des Leitprinzips der Schönheit, Symmetrie und Einfachheit gewonnen haben.

Heute suchen die Forscher z.B. beim CERN auf der Basis derselben Leitgedanken nach den Teilchen der Supersymmetrie und hoffen zugleich, damit auch den nach ihrer Meinung aussichtsreichsten Kandidaten für die „Dunkle Materie“ zu finden. Die Tatsache, dass seit rund zwei Jahrzehnten außer dem Higgs-Boson jedoch nichts dergleichen entdeckt wurde, hat nun *Sabine Hossenfelder* zu der Überzeugung geführt, dass sich die Physik in einer schweren Krise befindet. Ihr Buch „Das hässliche Universum“ verrät bereits im Untertitel, worum es ihr dabei u.a. geht: „Warum unsere Suche nach Schönheit die Physik in die Sackgasse führt“ (vgl. Hossenfelder 2018). Der Titel ist wohl auch als Antithese zu *Brian Greens* Buch „Das elegante Universum“ (vgl. Green 2005) gedacht. *Hossenfelder* ist eine ausgewiesene theoretische Physikerin, die sich am Frankfurt Institute for Advanced Studies mit Gravitation und Quantengravitation sowie der Physik jenseits des Standardmodells beschäftigt. Sie ist keineswegs die Erste, die mit einer Grundsatzkritik an den gegenwärtigen Tendenzen in der physikalischen Forschung aufwartet. Schon im Dezember 2015 hatte z.B. der bekannte theoretische Physiker *Joseph Silk* auf einer Konferenz in München einen „besorgniserregenden Umschwung“ in der Physik beklagt, der darin bestünde, dass manche Physiker sich ausschließlich auf die „Eleganz“ (sprich Schönheit; D.B.H.) und „interne Konsistenz“ der Theorien verlassen und auf experimentelle Überprüfungen am liebsten ganz verzichten würden (vgl. Castelvechi 2015). Oder denken wir an die Bücher von *Alexander Unzicker*. Auch er vertritt bekanntlich die Ansicht, die moderne Physik habe sich verlaufen und einige der Grundprinzipien vergessen oder aufgegeben, denen einst Forscher wie *Einstein*, *Paul Dirac* oder *Erwin Schrödinger* ihre großen Erfolge zu verdanken hatten. Diese hätten nach einfachen Lösungen gesucht und wären von dem Gedanken beseelt gewesen, die Welt mit wenigen strengen Regeln und wenigen freien Parametern zu verstehen. Die heutige Physik hingegen führe immer neue frei wählbare Parameter ein – in der Elementarteilchenphysik sind es inzwischen mehr als 50 –, für die es keine physikalische Erklärung gäbe und womit man letztlich alles (und nichts) beweisen könne:

„Wir haben heute zu viele Forscher, die für alles, was sie nicht verstehen, leichtfertig neue Teilchen und Felder erfinden. Zu Einsteins Zeit galt dies als ein Eingeständnis des Versagens. Heute gibt es dafür Wissenschaftspreise.“ (Unzicker 2010)

Doch das war auch früher schon so – und sogar zu Recht. Um etwas zu erklären, was man nicht verstand, ersann man etwas, das man (zunächst) nicht

nachweisen konnte. Zwei Theoretiker, die mit dieser „Sünde“ erfolgreich waren, hießen *Dirac* und *Wolfgang Pauli*, beide Nobelpreisträger. Aufgrund ihrer vermeintlichen Hirngespinnste wurden das Positron und das Neutrino entdeckt.

Hossenfelders zweifellos kenntnisreiches, amüsant und brillant geschriebenes Buch enthält eine ganze Reihe von sehr berechtigten kritischen Feststellungen, denen auch viele etablierte Forscher sicherlich zustimmen können. Ebenso verdienen ihre wissenschaftssoziologischen Überlegungen und Feststellungen, die nicht Gegenstand dieses Vortrages sein können, durchaus Beachtung. Gerade in diesen Teilen ihres Buches erklärt sie, wie von der Mehrheit allgemein akzeptierte Konzepte in der Wissenschaft zustande kommen und wie gerade durch solche Mechanismen im heutigen Wissenschaftsbetrieb auch der Fortschritt der Erkenntnis aufgehalten werden kann. Der eigentliche Kern des Buches ist aber ein anderer. *Hossenfelder* kritisiert, dass die gegenwärtig aktiven Physiker sich bei der Wahrheitssuche von Kriterien leiten lassen, die nach ihrer Ansicht in der Wissenschaft nichts zu suchen haben. Vor allem dem ästhetischen Schönheitskriterium – und damit letztlich auch dem Leitgedanken der Symmetrie – sagt *Hossenfelder* den Kampf an. Worum es dabei geht, das hat sie auf eine besonders eindrucksvolle Weise herausgestellt, indem sie Gespräche mit führenden Vertretern der Physik (meist sogar Nobelpreisträgern) führte, so dass der Leser in diesen Dialogen deren Argumentation kennenlernt, wobei sich zeigt, dass sie fast ausnahmslos Anhänger des Schönheitskriteriums sind, wie etwa *Steven Weinberg*. Sie selbst versteht zwar, warum der Glaube an diese Kriterien so wirkmächtig wurde, meint jedoch, das sei kein Grund, ihnen auch weiterhin zu vertrauen.

Hossenfelders Buch hat hohe Wellen geschlagen. Ein namhafter Kollege meinte mir gegenüber sogar, dass sie mit ihren kontroversen Statements die „Medien monopolisiert“. In unserer eher wissenschaftsskeptischen Gesellschaft mussten *Hossenfelders* Thesen auf fruchtbaren Boden fallen. Und tatsächlich verbreitete sich durch dieses Echo auf ihr Buch in Gestalt von Rezensionen in Zeitschriften und im Internet¹ sowie mehreren Interviews der Autorin² und durch Beiträge in ihrem eigenen Blog³ der Eindruck, dass uns

1 Vgl. z.B. <https://www.golem.de/news/physik-weg-mit-der-schoenheit-1810-137161.html> oder <https://www.spektrum.de/rezension/buchkritik-zu-das-haessliche-universum/1609872>

2 Vgl. z.B. <http://www.faz.net/aktuell/wissen/physik-mehr/krise-in-naturwissenschaft-verfuehrte-physiker-15667988.html>

3 Vgl. z.B. <http://backreaction.blogspot.com/2016/08/the-lhc-nightmare-scenario-has-come-true.html>

nun endlich einmal jemand erklärt, warum die Physik in eine Sackgasse geraten ist. Dabei stellt dieses Diktum letztlich nichts anderes als eine These dar. Eine These deshalb, weil die tatsächlichen Konstruktionsprinzipien der Realität, wie sie in den heuristischen Annahmen der Forschungsprotagonisten vorausgesetzt werden, in Wirklichkeit gar nicht bekannt sind. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Rezension von *Unzicker*, der zwar auch ästhetische Schönheitskriterien, „die oft an den Haaren herbeigezogen sind“, ablehnt, aber gleichzeitig ein anderes vernünftiges Kriterium für „gute Physik“ vehement verteidigt: Einfachheit!

„Diese lässt sich im Gegensatz zur ersteren auch gut definieren: je weniger unerklärte Naturkonstanten, desto besser ist die Theorie. Alle Revolutionen in der Physik gingen mit einer Verringerung der Anzahl der Naturkonstanten einher – es wäre eigentlich einfach.“⁴

Doch auch das Kriterium der Einfachheit lehnt *Hossenfelder* ab:

„Die Bedingung der Einfachheit an sich kann nicht für die Theorienentwicklung genutzt werden, weil es viele Theorien gibt, die einfacher sind als jene, die unser Universum beschreiben.“ (Hossenfelder 2018, S. 121)

Bekanntlich hätte schon *Einstein* von einer Theorie geträumt, die nur rational völlig bestimmte Konstanten, also keine freien Parameter enthält. *Hossenfelder* schreibt: „Dieser Traum treibt noch heute die Forschung an. Aber wir wissen nicht, ob fundamentalere Theorien unbedingt einfacher sein müssen“ (Hossenfelder 2018, S. 122). Dabei handele es sich um eine Hoffnung und wir hätten keinen Grund zu erwarten, dass sie sich erfüllt. Als konkretes Beispiel führt sie auch die von Vielen ungeliebte spekulative Viele-Welten-Theorie an, eine spezielle Variante der Quantenmechanik:

„Zu diesem Ergebnis gelangen wir durch Weglassen der Annahme, dass der quantenmechanische Messprozess ein bestimmtes Ergebnis herausgreift. Wieder sehen wir hier ein Vertrauen in die Mathematik, gepaart mit dem Wunsch nach Einfachheit, das zu multiplen Universen führt.“ (Hossenfelder 2018, S. 141)

Genug der Beispiele.

Mein Fazit habe ich in meinem Vortrag vor dem Arbeitskreis „Einfachheit“ der Leibniz-Sozietät (vgl. Herrmann 2016) und in dem Buch „Die Harmonie des Universums“ (vgl. Herrmann 2017) in den Jahren 2016 bzw. 2017 bereits vorweggenommen:

4 https://www.amazon.de/gp/customer-reviews/R3EVG6CMM8RUJS?ref=pf_vv_at_pdctr_vw_srp

„Es gibt zwar keine Garantie dafür, dass wir auf der Grundlage von Leitprinzipien wie Einfachheit oder Symmetrie den richtigen Kompass für die Suche nach Wahrheit in der Hand haben. Die Geschichte weist genügend Beispiele auf, in denen die Anwendung dieser Prinzipien große, manchmal aber auch gar keine Erfolge zeitigte. Thomas Naumann forderte daher zurecht: ‚[...] wir müssen dabei offen bleiben für Wahrheiten, die nicht auf den ersten Blick schön sind.‘⁵

Doch ohne die Verwendung heuristischer Prinzipien ist wissenschaftliche Grundlagenforschung meines Erachtens nicht möglich. Die Tatsache, dass supersymmetrische Teilchen bislang nicht gefunden wurden, ist kein Beweis dafür, dass sie nicht existieren. Es ist auch kein Grund für die Anhänger des Symmetriegedankens, diesen aufzugeben. Beim Higgs-Boson hat es von dessen Postulierung bis zu seiner Entdeckung fast ein halbes Jahrhundert gedauert. Auch damals sagten die einen, es existiere gar nicht, und andere forderten mehr Zeit, Technik und Geduld, um es zu finden. Gegenwärtig befindet sich in der VR China ein Partikelkollider in der Planung, der eine maximale Kollisionsenergie von 70 TeV ermöglichen soll, gegenüber 14 TeV beim LHC in Genf. Als eines der Ziele wird jetzt schon die Suche nach jenen Teilchen aus dem supersymmetrischen Modell bezeichnet, die zur Erklärung der „Dunklen Materie“ herangezogen werden könnten.⁶

Die offenen Attacken von *Sabine Hossenfelder* gegen die Verwendung heuristischer Prinzipien haben aber auch ein Gutes: Sie hat damit eine breite Diskussion in Fachkreisen über die philosophischen Grundlagen von Wissenschaft in Gang gesetzt. Gleichgültig, wie der Einzelne das Buch von *Hossenfelder* bewerten mag, trägt es doch zum Meinungsstreit bei, ohne den Wissenschaft – wie schon *Alexander von Humboldt* meinte – nicht gedeihen kann (vgl. Humboldt 1828). Das Verhältnis von Experiment und Theorie, die Rolle der Mathematik und ihre Grenzen, die Messung von Daten und deren Interpretation, aber auch die Bedeutung heuristischer Prinzipien rücken selbst bei jüngeren Wissenschaftlern wieder stärker in den Fokus. Die Zeitschrift „Spektrum“ hat die Frage nach der Schönheit der Naturgesetze sogar zum Aufmacher ihrer diesjährigen November-Ausgabe gemacht (vgl. Spektrum 2018). Autor *Robert Gast* verweist dort in seinem Beitrag auf den Umstand, dass durchaus beides möglich sei: entweder haben sich die Physiker wegen ihres Festhaltens am Leitgedanken der Symmetrie tatsächlich veranrannt oder sie decken damit Widersprüche im Weltbild auf, welche denen

5 <https://www.forschung-und-lehre.de/zeitfragen/wahrheit-und-schoenheit-1021/>

6 Vgl. <http://www.tekk.tv/news/china-baut-62-meilen-langen-supercollider-um-eine-million-higgs-bosons-zu-produzieren/>

ähneln, die zu Beginn des 20. Jh.s das negative Ergebnis des Michelson-Morley-Experiments offenkundig machten und die dann durch Relativitäts- und Quantentheorie aufgeklärt wurden (vgl. Gast 2018, insb. S. 22). Ganz in diesem Sinne äußerte sich kürzlich auch der niederländische Physik-Nobelpreisträger *Gerard 't Hooft*, indem er die Hoffnung aussprach, „dass eines Tages ein brillanter junger Mensch mit fabelhaften neuen Ideen auftaucht und uns weiterbringt.“⁷

Statt den Verzicht auf Leitgedanken apodiktisch zu fordern, sollten wir das Urteil über die Berechtigung einer solchen Forderung am besten der Geschichte und vor allem künftigen Experimenten überlassen

Literatur

- Castelvecchi, D. (2015): Die Philosophie soll der Physik aus der Patsche helfen. Die Stringtheorie steht im Zentrum eines Disputs um die Integrität der wissenschaftlichen Methode selbst. In: *Spektrum*, 24.12. – URL: <https://www.spektrum.de/news/die-philosophie-soll-der-physik-aus-der-patsche-helfen/1390994>
- Gast, R. (2018): Trügerische Eleganz. In: *Spektrum der Wissenschaft*, Nr. 11, S. 14–22
- Green, B. (2005): Das elegante Universum: Superstrings, verborgene Dimensionen und die Suche nach der Weltformel. München
- Heisenberg, W. (1969): Der Teil und das Ganze. München. – URL: <https://books.google.de/books?id=SgsVAwAAQBAJ&q=ästhetisches>
- Herrmann, D. B. (2016): Sind die Standardmodelle der Kosmologie und Elementarteilchenphysik falsch, weil sie zu kompliziert sind? In: Hörz, H.; Krause, W.; Sommerfeld, E. (Hg.): *Einfachheit als Wirk-, Erkenntnis- und Gestaltungsprinzip*. Berlin, S. 171–186 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 125/126)
- Herrmann, D. B. (2017): Die Harmonie des Universums. Von der rätselhaften Schönheit der Naturgesetze. Stuttgart
- Hossenfelder, S. (2018): Das hässliche Universum. Frankfurt/M. (englische Originalausgabe unter dem Titel „Lost in Math. How Beauty Leads Physics Astray“. New York 2018)
- Humboldt, A. von (1828): Rede, gehalten bei der Eröffnung der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin, am 18. September 1828. Berlin. – URL: http://www.deutschestextarchiv.de/book/show/humboldt_rede_1828 [11.02.2019]
- Spektrum* (2018): Titelthema: Der Code des Universums. Wie schön sind die Naturgesetze? In: *Spektrum*, Nr. 11
- Unzicker, A. (2010): Interview mit Alexander Unzicker „Manche Theorien sind durchgeknallt“. In: *P.M. Magazin*“, Nr. 7. – URL: <http://www.vom-urknall-zum-durchknall.de/PM.html>

7 https://www.spektrum.de/news/zellulaere-automaten-interpretation-der-quantenmechanik/1532835?utm_medium=newsletter&utm_source=sdw-nl&utm_campaign=sdw-nl-daily&utm_content=heute