

Zeitschrift: Parkett : the Parkett series with contemporary artists = Die Parkett-Reihe mit Gegenwartskünstlern

Herausgeber: Parkett

Band: - (1990)

Heft: 23: Collaboration Richard Artschwager

Artikel: Richard Artschwager : reason and science = Vernunft und Wissenschaft

Autor: Lightman , Alan / Nansen

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-680157>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

REASON AND SCIENCE

The fundamental mystery of science is why nature appears rational to the human mind. Does such perceived logic tell us about nature or about ourselves? We will never know, unless we can perform our experiments in a different universe or question extraterrestrial beings about their views of this universe.

Regardless of its source, however, the power of reason in science cannot be denied. Using abstract mathematics, the Scottish physicist James Clerk Maxwell predicted in 1865 the existence of traveling waves of electromagnetic energy, which now carry all of our radio and television communications. James Watson and Francis Crick were motivated in their study of DNA, in part, by the belief that an orderly blueprint must exist in every living

cell. And it would have been impossible to land a man on the moon if the moon were always hurrying off to unknown appointments. Logic and reason and predictability have not only been successful in science; they are essential to science as we know it. Every scientist, whether consciously or not, makes the assumption that nature is reasonable.

Reason in science, as in other endeavors, comes in two forms: inductive and deductive. The first is more prevalent. In inductive science, the scientist makes a number of observations of nature, finds a pattern, generalizes the pattern in a "law" or organizing principle, and then tests that law against future experiments. For example, the German astronomer Johannes Kepler pored over the data on

planets, analyzing it in all kinds of ways, before discovering in 1619 a striking relationship between a planet's distance from the sun and the time it takes to complete an orbit: the square of the orbital period divided by the cube of the distance is the same for every planet. Kepler's law has since been tested and used over and over to predict the orbits of stars and galaxies far beyond the solar system. Before stating the principle of natural selection, Charles Darwin and Alfred Wallace traveled to Patagonia, Tierra del Fuego, the Amazon, and Malay and spent years examining the vital statistics of coral polyps, ostriches, butterflies, and armadillos. Gregor Mendel crossbred and sorted 20,000 pea plants before recognizing and formulating the pattern of inheritance. On the other hand, the "N-rays" discovered by French physicist René Blandot in 1903, supposedly able to pass through metal and other materials impenetrable to X-rays, were not confirmed in future experiments and were tossed in the junkyard of disabled theories.

Deductive science is much more unusual. Here the scientist begins by postulating certain truths of nature, with little guidance from outside experiment, and deduces the consequences. The consequences are cast into predictions, which can then be pitted against future observations. Einstein's formulation of the theory of special relativity, in 1905, is a prime example of this

ALAN LIGHTMAN

kind of reasoning. Einstein started with two basic postulates: all observers measure the same speed of a passing light ray, whatever their own speed; and the laws of physics appear the same to all observers traveling at constant velocity relative to each other. Not only was evidence lacking for these two assertions, but the first clearly violates common sense. From his two postulates, Einstein deduced that time does not flow at the same rate for a man in a car and a man sitting down. Remarkably, Einstein's postulates, and his conclusions about the strange nature of time, have been confirmed in the lab.

Deductive reasoning in science, although rare, reveals a profoundly human and creative side of science. In his autobiographical notes, Einstein credits the philosopher David Hume for teaching him that the laws of nature cannot be arrived at by direct experience with nature. Beware of this path toward truth. The constant sequence of A followed by B, observed for seven days running, does not require a causal connection between the two; the daily perception that time flows at an absolute rate does not necessarily mean that time has such a character. "Science cannot grow out of empiricism alone,"

Einstein wrote elsewhere. "In the construction of science we need to use free invention which only a posteriori can be confronted with experience as to its usefulness." Certainly, theories of nature must be abandoned if they are found to be wrong. However, says Einstein, we will uncover the deep truths not by looking outside and slowly building a dossier of facts, but rather by looking inside our own minds. Other twentieth-century physicists have also succeeded in this approach. The modern theory of electrons, framed by Paul Dirac in the 1920s, was founded upon Dirac's intuition and love of mathematical beauty, not on observations of how electrons behaved. Indeed, Dirac's theory predicted the existence of new subatomic particles called positrons, discovered only later. Likewise, the unified theory of the electromagnetic force and the weak nuclear force, which was formulated by Sheldon Glashow, Abdus Salam, and Steven Weinberg in the 1960s and which postulated that the two forces were part of a single underlying force, was built upon a sense of the unity of nature, not upon detailed trajectories from atom smashers.

Even with the inductive approach, the history of science is full of intuitive

leaps, inspired guesses, non-linear progressions of thought. Looking back on my own scientific research, I have been utterly unable to reconstruct my line of thinking during those rare moments of insight. I do know that the breakthroughs did not happen by marching from one equation to the next. Something took place that was grounded in reason but sailed off the ground at the same time.

Science, it seems, may be rooted in both nature and mind. Surely, the predictive success of our theories must have something to do with an intrinsic order of nature. Just as surely, however, human beings have sought order throughout history. One could imagine a universe without logic, a universe without reason, an unpredictable world. It would be frightening, of course. In such a place, we could picture pendulums swinging and planets in orbit, but we would have many versions of each picture and no way to discriminate between them. Observed planets might orbit in circles one year and figure-eights the next. The physical world would provide no anchor to our wandering thoughts. Without limits of any kind, we might become bored and our creative force wasted.

ALAN LIGHTMAN is professor of science and writing and senior lecturer in physics at the Massachusetts Institute of Technology. His last book is "A Modern Day Yankee in a Connecticut Court."

VERNUNFT UND WISSEN- SCHAFT

Das fundamentale Mysterium der Wissenschaft ist die Frage, warum die Natur dem Menschen rational erscheint. Und sagt solch wahrgenommene Logik eher etwas über die Natur oder über uns selbst aus? Das werden wir erst dann erfahren, wenn wir unsere Experimente in einem anderen Universum anstellen oder ausserirdische Wesen über ihre Sicht von diesem Universum befragen können.

Ganz gleich jedoch, woher sie kommt, die Macht der Vernunft in der Wissenschaft ist nicht zu leugnen. Mit Hilfe abstrakter Mathematik sagte 1865 der schottische Physiker James Clerk Maxwell die Existenz elektromagnetischer Wellen voraus, die heute unsere gesamte Radio- und Telekommunikation tragen. James Watson und Francis Crick wurden bei ihren Studien zur DNS teilweise von der

Überzeugung getrieben, dass jeder lebenden Zelle ein ordentlicher Plan zugrunde liegen muss. Und es wäre dem Menschen unmöglich gewesen, auf dem Mond zu landen, wenn dieser ständig zu unbekannten Zielen unterwegs wäre. Logik, Vernunft und Vorhersehbarkeit haben in der Wissenschaft nicht nur zum Erfolg geführt; sie machen bekanntlich deren Wesen aus. Jeder Wissenschaftler geht, bewusst oder unbewusst, davon aus, dass die Natur vernünftig ist.

In der Wissenschaft wie anderswo präsentiert sich die Vernunft in zwei Formen: der induktiven und der deduktiven. Die erste ist vorherrschend. In der induktiven Wissenschaft macht der Wissenschaftler eine Reihe von Natur-Beobachtungen, findet ein Muster heraus, verallgemeinert dieses in einem «Gesetz»

oder Organisations-Prinzip und überprüft dieses Gesetz später in Experimenten. Der deutsche Astronom Johannes Kepler beispielsweise brütete über seinen Kenntnissen von den Planeten und analysierte sie auf jede denkbare Weise, bevor er 1619 eine verblüffende Beziehung zwischen der Entfernung eines Planeten von der Sonne und der Zeit entdeckte, die dieser für einen Umlauf braucht. Das Quadrat der Orbitalperiode geteilt durch die dritte Potenz der Distanz ist bei allen Planeten gleich. Keplers Gesetz wurde seither immer wieder überprüft und angewendet, um die Umlaufbahnen von Sternen und Galaxien weit ausserhalb des Sonnensystems vorherzusagen. Bevor Charles Darwin und Alfred Wallace das Prinzip der natürlichen Selektion formulierten, reisten sie nach Patagonien, Tierra del Fuego, zum Amazonas und auf die Malaiische Halbinsel und erforschten jahrelang die Lebens-Statistik von Korallen-Polypen, Straussen, Schmetterlingen und Gürteltieren. Gregor Mendel kreuzte und klassifizierte 20 000 Erbsen-Pflanzen, bevor er das Prinzip der Erbfolge erkannte und formulierte. Andererseits wurden die 1903 von dem französischen Physiker René Blandot entdeckten «Neutronen-Strahlen», die fähig sein sollten, Metall und andere für Röntgen-Strahlen undurchdringliche Materialien zu durchdringen, im Experiment nicht bestätigt und auf den Müllhaufen unbrauchbarer Theorien geworfen.

Die deduktive Wissenschaft ist dagegen viel seltener. Dabei beginnt der Wissenschaftler mit der Postulierung bestimmter Natur-Wahrheiten, wobei er sich nur wenig an äussere Experimente hält, und leitet daraus seine Schlussfolgerungen ab. Diese werden zu Vorhersagen

ALAN LIGHTMAN

formuliert, die dann im folgenden mit den Beobachtungen verglichen werden. Einsteins Formulierung der Relativitätstheorie von 1905 ist ein erstklassiges Beispiel für diese Art des Vorgehens. Einstein ging von zwei grundlegenden Postulaten aus: alle Beobachter messen, unabhängig von ihrer eigenen Geschwindigkeit, dieselbe Geschwindigkeit eines Lichtstrahls; und die physikalischen Gesetze erscheinen allen mit gleicher Geschwindigkeit sich bewegendem Beobachtern gleich. Für diese Behauptung fehlte nicht nur der Beweis; die erste widersprach zudem noch dem gesunden Menschenverstand. Aus seinen zwei Postulaten folgerte Einstein, dass die Zeit für einen, der im Auto fährt, und einen, der sitzt, nicht gleich schnell vergeht. Bemerkenswerterweise wurden Einsteins Postulate und seine Schlussfolgerungen über die seltsame Eigenart der Zeit im Labor bestätigt.

Deduktives Denken, wenngleich rar, enthüllt eine zutiefst menschliche und schöpferische Seite der Wissenschaft. In seinen autobiographischen Aufzeichnungen verweist Einstein darauf, der Philosoph David Hume habe ihn gelehrt, dass man zu den Naturgesetzen nicht durch die unmittelbare Erfahrung mit der Natur gelangt, und auf diesem Wege auch nicht zur Wahrheit! Die konstante Folge von B auf A, über sieben aufeinanderfolgende Tage hinweg beobachtet, besagt nicht unbedingt einen Kausal-Zusammenhang zwischen beiden. Die tägliche Wahrnehmung, dass die Zeit mit einer bestimmten absoluten Geschwindigkeit vergeht, besagt nicht notwendig, dass dies die Eigenart der Zeit sei. «Wissenschaft kann nicht aus Empirie allein entstehen»,

schrrieb Einstein einmal. «Im Aufbau der Wissenschaft müssen wir uns der freien Erfindung bedienen, die nur a posteriori mit der Erfahrung konfrontiert werden kann, um ihre Brauchbarkeit zu überprüfen.» Natürlich muss man Theorien über die Natur fallenlassen, wenn sie sich als falsch erweisen. Dennoch, sagt Einstein, werden wir die tiefen Wahrheiten nicht enthüllen, indem wir nach aussen sehen und allmählich Fakten anhäufen, sondern indem wir in unser Hirn, unsere Gedanken hineinsehen. Auch unsere Physiker des zwanzigsten Jahrhunderts haben sich dieses Zugangs erfolgreich bedient. Die von Paul Dirac in den 20er Jahren entworfene moderne Elektronentheorie basierte auf Diracs Intuition und Vorliebe für mathematische Schönheit und nicht auf Beobachtungen zum Verhalten der Elektronen. Tatsächlich sagte Diracs Theorie die Existenz neuer Elementarteilchen, sogenannter Positronen, voraus, die wenig später entdeckt wurden. Entsprechend basiert auch die zusammengefasste Theorie der elektromagnetischen Kräfte und der schwachen Atomkräfte, die in den 60er Jahren von Sheldon Glashow, Abdus Salam und Steven Weinberg formuliert wurde und postulierte, dass die beiden Kräfte Teil einer einzigen umfassenden Kraft seien, auf einer Vorstellung von der Einheit der Natur, und nicht auf detaillierten Flugbahn-Beobachtungen aus Teilchenbeschleunigern.

Selbst bei der induktiven Methode steckt die Geschichte der Wissenschaft voll intuitiver Sprünge, inspirativer

Vermutungen und nichtlinearer Gedankengänge. Wenn ich auf meine eigene wissenschaftliche Forschungsarbeit zurückschreibe, ist es mir absolut unmöglich, meine Gedankengänge in jenen seltenen Momenten der Einsicht zu rekonstruieren. Ich weiss nur, dass die Durchbrüche nicht zustande kamen, indem ich von einer Gleichung zum nächsten Schritt. Es passierte etwas, das auf der Vernunft basierte und sich zugleich von dieser Basis abhob.

Wissenschaft scheint in der Natur und im menschlichen Geist gleichermassen zu wurzeln. Die erfolgreiche Voraussagbarkeit unserer Theorien muss schon etwas mit einer inneren Ordnung der Natur zu tun haben. Ebenso fest steht auch, dass die Menschen durch die gesamte Geschichte hindurch Ordnung gesucht haben. Man kann sich ein Universum ohne Logik vorstellen, ein Universum ohne Vernunft, eine unberechenbare Welt. Und sie wäre natürlich beängstigend. In einer solchen Welt könnten wir uns schwingende Pendel und Planeten in ihrer Umlaufbahn vorstellen, doch hätten wir für jede Vorstellung viele Versionen und keine Möglichkeit, sie einzuordnen. Die beobachteten Planeten könnten im einen Jahr auf Kreisen ihre Bahn ziehen und im nächsten auf Achten. Die physische Welt böte keinen festen Grund, unsere wandernden Gedanken darin zu verankern. Ohne jede Grenze würden wir uns vielleicht langweilen und unsere schöpferischen Kräfte sinnlos verschwenden.

(Übersetzung: Nansen)

ALAN LIGHTMAN ist Professor für Wissenschaft und Literatur und lehrt Physik am Massachusetts Institute of Technology. Sein letztes Buch trägt den Titel «A Modern Day Yankee in a Connecticut Court».

