PSYCHOLOGIE | WISSENSCHAFTSGESCHICHTE

Stimulus inspirans

Mit dem Messen von Sinnesschwellen und Empfindungen avancierte die Seelenkunde im 19. Jahrhundert zu einer experimentellen Wissenschaft. Ihre Gründerväter versuchten, Geistiges in Formeln und Zahlen zu fassen. Unerhört – fanden viele Zeitgenossen!

VON STEVE AYAN

Psychophysik – schon das Wort klingt wie ein Widerspruch in sich. Wie sollte sich wohl unser Seelenleben in das Korsett der exakten Naturwissenschaft pressen lassen? Wie könnte es durch Gesetze und Gleichungen beschreibbar sein?

Zwar sind wir heute daran gewöhnt, dass Psychologen unsere Empfindungen, ob Sinneseindrücke, Schmerzen oder auch Verliebtheit, etwa per Fragebogen in Messwerte übersetzen, um damit statistische Tests zu rechnen. Selbst Unterhaltungsmagazine geben sich mit allerlei Skalen für den Hausgebrauch einen wissenschaftlichen Anstrich. Dennoch hegen nicht nur Laien, sondern auch mancher akademische Psychologe Zweifel daran, dass sich Psychisches überhaupt exakt auf Zahl und Maß bringen lasse.

Ein Ausflug zu den Anfängen des Fachs in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zeigt, dass solche Vorbehalte an den Grundfesten der empirischen Seelenkunde rütteln. Denn die löste sich in jenen Tagen unter der Fahne der Psychophysik von der Philosophie.

Mit Akribie und Experimentierfreude vermaßen damals Naturforscher die Sinne des Menschen – und begründeten eine neue Disziplin. Darunter ein vielseitig begabter Mann aus der Ortschaft Großsärchen in der Niederlausitz: Gustav Theodor Fechner (1801–1887). Obwohl er keine umfassende Theorie über den Menschen aufstellte, gilt Fechner heute als ein Pionier der Psychologie, nicht zuletzt dank einer unscheinbaren Formel, mit der er Geschichte schrieb.

Als 16-Jähriger begann Fechner an der Universität Leipzig Medizin zu studieren. Da er sich jedoch »bar jedes praktischen Talentes« für den Arztberuf ungeeignet

STEPHEN COBURN / FOTOLIA.DE

SERIE GESCHICHTE DER PSYCHOLOGIE: Menschen, Methoden und Modelle

▶ Überblick (4/2007) ▶ Psychophysik (5/2007) ▶ Psychoanalyse (6/2007) ▶ Gestaltpsychologie (7-8/2007) ▶ Behaviorismus (9/2007) ▶ Kognitive Wende (10/2007) ▶ Neuropsychologie (11/2007)

HERREN DER SINNE Mit aufwändigen Apparaturen studierten die ersten experimentellen Psychologen das menschliche Sinnesvermögen. Hier ein Pionier dieser Forschung, Wilhelm Wundt (sitzend), im Kreis seiner Mitarbeiter am Leipziger Institut für Psychologie um 1910.

hielt, sattelte er früh auf die Physik um. Als er dann mit Ende Dreißig an einem Augenleiden erkrankte, orientierte er sich abermals neu und hielt hauptsächlich Vorlesungen über Fragen der Naturphilosophie und Anthropologie (siehe rechts).

Fechners sechs Jahre älterer Kollege Ernst Heinrich Weber (1795–1878), ab 1821 Professor für Anatomie, später auch für Physiologie in Leipzig, beschrieb als Erster ein Grundprinzip der menschlichen Wahrnehmung, das heute jeder Psychologiestudierende mit dem Begriff »Weber'sche Konstante« verbindet (siehe Kasten unten). Sie beschreibt, ab welcher Reizintensität Personen zwei verschiedene Stimuli gerade eben als unterschiedlich erleben.

Gab Weber einem Probanden zum Beispiel ein Gewicht von 32 Drachmen – zirka 120 Gramm – in die Hand, so musste das folgende im Schnitt zehn Drachmen leichter sein, damit der Versuchsteilnehmer die Differenz erkannte. Bei einem Ausgangsmaß von 32 Unzen (960 Gramm) dagegen fiel eine Erleichterung erst ab rund zehn Unzen auf.

Absolut verhältnismäßig

Nicht die absolute Abnahme war also entscheidend, sondern der relative Unterschied – um je ein Drittel. Analog ließ sich auch für andere Sinnesqualitäten, ob Fühlen, Sehen, Hören oder Schmecken, ein mehr oder weniger konstantes Verhältnis der Reizstärken bestimmen, das als Unterschiedsschwelle fungierte.

Weil die Angaben der Probanden bei wiederholten Tests oft schwankten, griff schon Weber bei seinen Studien auf recht ausgefeilte Experimentalpläne und statistische Auswertung zurück. Nach Tausenden von Messreihen mit unterschiedlichen Gewichten, Kerzenlichtern oder Tönen fasste Weber, für den noch Latein die Wissenschaftssprache war, seine Ergebnisse in dem Ausspruch zusammen: »Homines in observando discrimine rerum non differentias absolutas sed relativas percipere« – Zu Deutsch: Der Mensch unterscheidet die Dinge nicht im Absoluten, sondern nach ihrem wahrgenommenen Verhältnis.

An diese Erkenntnis knüpfte Fechner direkt an. In seinem Werk »Elemente der Psychophysik« beschreibt er 1860 seine Vision einer »exacten Lehre von den functionellen oder Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Körper und Seele«. Als überzeugter Pantheist, der an die Allbeseeltheit der Natur glaubte, suchte er nach festen Entsprechungen zwischen physischer und psychischer Welt – und prägte dafür den Ausdruck »Psychophysik«.

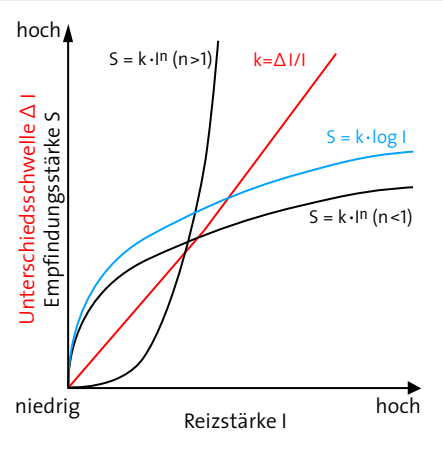
Fechner unterschied zwischen innerer Psychophysik, die das Verhältnis von nervlicher, also im Körper liegender Erregung und subjektivem Erleben betrachtete, sowie äußerer Psychophysik, die dieses Erleben mit den objektiv bestimmbaren, physikalischen Reizen verknüpfte (siehe

Die großen drei der Psychophysik: Weber, Fechner und Stevens

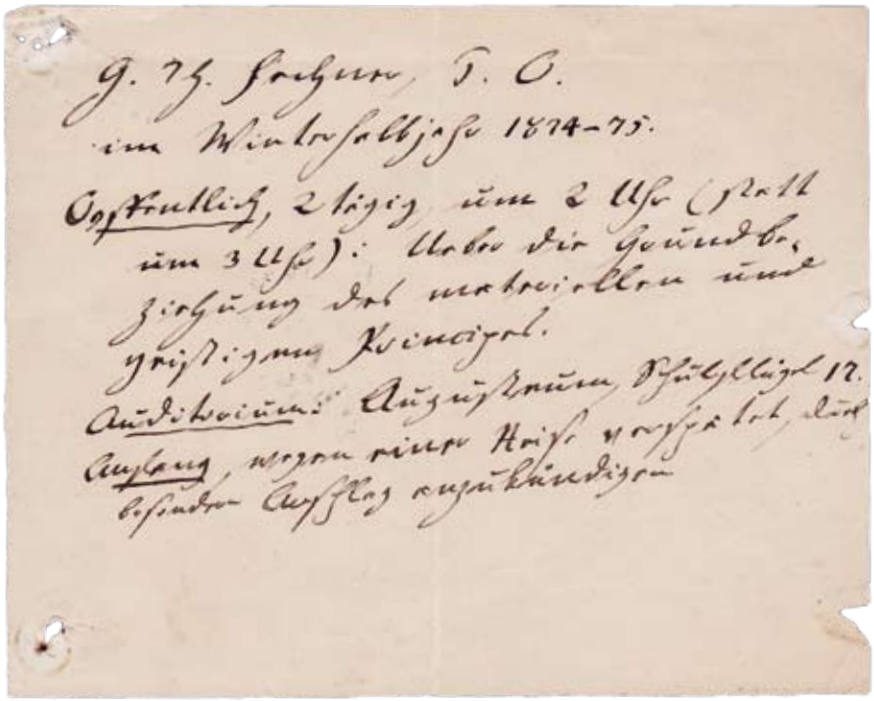
Jeder angehende Psychologe wird irgendwann einmal mit den Gesetzen der Psychophysik traktiert – selbst wenn er glaubte, mit seiner Studienwahl der Mathematik endgültig abgeschworen zu haben: Der Leipziger Physiker Ernst Heinrich Weber (1795–1878) erforschte die Wahrnehmung von Sinnesreizen verschiedener Intensität. Dabei erkannte er, dass das Verhältnis eines Stimulus zu dem nächstgrößeren, gerade unterscheidbaren relativ fest steht: Dies drückt die Weber'sche Konstante $\Delta S/S$ aus (im Bild orange). Je nach Sinnesmodalität ist dieser Quotient allerdings verschieden – die Gerade steigt also mal steiler und mal flacher an.

Gut zwanzig Jahre nach Weber knüpfte Gustav Theodor Fechner (1801–1887) an dessen Arbeit an. Er setzte die Differenz physikalischer Reizstärken mit der jeweiligen Intensität des subjektiven Empfindens in Beziehung und stieß auf ein geometrisches Verhältnis: Die Sinneswahrnehmung wächst proportional zum Logarithmus der Reizstärke – ist diese schwach, fällt ein relativ geringer Zuwachs stärker ins Gewicht. Die Formel $S = k \cdot \log I$ beschreibt diesen Zusammenhang (blau) – mit k als jeweiliger Weber'scher Konstante.

Der amerikanische Psychophysiker Stanley Smith Stevens (1906–1973) verallgemeinerte dieses Gesetz in neuerer Zeit ausgehend von der Beobachtung, dass sich die Beziehung von Reiz und Empfindung bei größerer Entfernung von der Wahrnehmungsschwelle manchmal auch ganz anders darstellt. Das von ihm aufgestellte Potenzgesetz $S = a \cdot I^n$ trägt diesem Umstand Rechnung, indem es durch den variablen Exponenten n unterschiedliche Kurvenverläufe zulässt (schwarz): Bei $n < 1$ ähnelt der Graf dem Fechner'schen Logarithmus. Bei $n > 1$ dagegen steigt die Wahrnehmungsintensität mit wachsender Reizstärke weiter rasant an – wie dies etwa bei schmerzhaften Stromschlägen tatsächlich der Fall ist.



GEHIRN&GEIST / SIGANIM



LINKS: MIT FRDL. GEN. VON HELMUT E. LÜCK, HAGEN; RECHTS: DPA

DER ORDENTLICHE PROFESSOR
Auf diesem Aushang kündigte Gustav Theodor Fechner eine Vorlesung im Winterhalbjahr 1874/75 an der Universität Leipzig an. Titel der Verantstaltung: »Über die Grundbeziehung der materiellen und geistigen Prinzipien« – *das* Paradethema der Psychophysik. Mit »P. O.« in der ersten Zeile ist »Professor Ordinarius« gemeint, Fechners akademischer Titel seit 1834.

Grafik S. 26). Da es damals noch keinerlei Mittel gab, um Erregungen direkt im Gehirn oder den Sinnesorganen zu bestimmen, blieb die innere Psychophysik vorerst graue Theorie. Doch die Frage, auf welche Weise Stärke und Eigenart verschiedener Stimuli beeinflussen, wie Menschen sie subjektiv wahrnehmen, konnte Fechner untersuchen.

Sinnliche Methoden

Weber folgend schritt er dabei ganz praktisch zur Tat: Fechner entwickelte nach und nach verschiedene experimentelle Methoden, die noch heute gebräuchlich sind. Beim »Grenzverfahren« etwa variiert der Versuchsleiter die Intensität eines Reizes, und der Proband gibt an, ob er ihn registriert oder von einem anderen vorgegebenen unterscheiden kann. Ist dies der Fall, wird die Reizstärke verringert, andernfalls erhöht. Der jeweilige Wendepunkt markiert dann die Wahrnehmungsschwelle.

Bei der »Herstellungsmethode« dagegen verändert der Proband selbst die Reizintensität an eigens dafür vorgesehenen Apparaturen – und zwar so lange, bis er den Lichtschein oder Ton gerade eben wahrnimmt oder von einem anderen unterscheiden kann. Das arithmetische Mittel der Einstellungen nannte Fechner den »subjektiven Gleichwert«. Die Methode der festen Reize schließlich lässt zwei Stimuli in kurzem Abstand aufeinander folgen. Ein Unterschied, der in 50 Prozent der Fälle erkannt wird, gilt hier per Definition als Schwellenwert.

Hinter diesem technischen und methodischen Aufwand verbarg sich eine heikle philosophische Frage: nämlich die, ob es so etwas wie ein »psychisches Maß« überhaupt geben könne.

Seit Jahrhunderten dualistischer Philosophie galten Körper und Geist, Soma und Psyche als strikt getrennte Sphären. In der einen wirkten die physikalischen Bewegungsgesetze, in der anderen göttliche Prinzipien. Und nun kam dieser Psychologicus und wollte geistige Phänomene wie das Sinnesempfinden von Menschen einfach quantifizieren und mit abstrakten mathematischen Gesetzen erklären?

Fechner selbst war zutiefst von dieser Möglichkeit überzeugt: »Wir werden«, schrieb er, »den Reiz, das Anregungsmittel der Empfindung, als Elle an die Empfindung anlegen.« Bestärkt wurde er darin von einer Art Erweckungserlebnis, das ihn am »22. October 1850 Morgens im Bette« überkam, wie der Professor notierte. In dieser Geburtsstunde der Psychophysik erkannte Fechner, dass bei seinen Experimenten die subjektive Empfindungsstärke proportional zum Logarithmus der Reizintensität anstieg (siehe Grafik links).

Simpler ausgedrückt: Wenn ein Reiz, sagen wir ein Gewicht, einiges auf die Waage bringt, so muss ein zweiter Klotz, damit wir ihn als schwerer empfinden, viel mehr zulegen, als wenn man eine relativ geringe Schwere steigern wollte. Anderes Beispiel: Um einen markanten Ton noch lauter wahrzunehmen, müssen wir seine objektive Lautstärke viel mehr aufdrehen, als wenn man nur ein dezentes Summen in entsprechendem Maß verstärken wollte.

Nach Auswertung seiner gesammelten Daten stellte Fechner das berühmte, nach ihm benannte Gesetz auf: $S = k \cdot \log I$. Dabei bezeichnet k die je nach Sinnesqualität unterschiedliche Weber'sche Konstante, I die Reizintensität und S die Empfindungsstärke.

Dass unser Sinnesempfinden zwar nicht eins zu eins mit physikalischen Umweltreizen übereinstimmt, aber gesetzmäßig mit diesen verknüpft ist, mag angesichts unserer flexiblen Wahrnehmung verblüffen. Der Psychologe Josef Lukas von der Universität Halle-Wittenberg verdeutlicht dies an einem altbekannten Beispiel: »Was ist schwerer: ein Kilo Blei oder ein Kilo Federn?« Auf diese Scherzfrage fällt heute niemand mehr herein – natürlich wiegen beide das Gleiche. Doch haben Sie das einmal praktisch ausprobiert?

»Wiegen Sie ein Kilo Blei ab und ein Kilo Federn, und dann heben Sie beides abwechselnd hoch«, rät Lukas. »Sie werden alle Eide schwören, dass das Stück Blei viel schwerer ist als der Sack mit den Federn.« Wie kommt das? Nun, auch Aussehen und Material eines Körpers beeinflussen, wie wir diesen einschätzen. Das Auge »misst« mit! Derartige Abweichungen zwischen objektiven Reizen und dem, was unsere Wahrnehmung daraus macht, begegnen uns im Alltag allenthalben.

Die Relativität der Sinne beschäftigte auch einen anderen wichtigen Zeitgenossen Fechners: Hermann von Helmholtz (1821–1894), der halb spöttisch, halb ehrfürchtig »Reichskanzler der Physiologie« genannt wurde. Von Haus aus Physiker, entwickelte Helmholtz viele Geräte für physiologische Messungen, mit denen auch die Psychophysiker hantierten. Helmholtz' Werke wie das »Handbuch für physiologische Optik« (1856–1866) oder »Die Lehre von den Tonempfindungen« (1862) setzten Maßstäbe bei der Erforschung des Sinnesapparats. Als akademischer Lehrer beeinflusste er zudem den späteren Gründer des ersten psychologischen Instituts Wilhelm Wundt (1832–1920). Dieser war ab 1858 Helmholtz' Assistent an der Universität Heidelberg.

Wundts Traum von einer »Völkerpsychologie«

Wundt trennte das experimentelle Studium der bewussten Wahrnehmung, das er selbst eifrig betrieb, streng von der Untersuchung höherer Denkprozesse. Für Letztere – für ihn der eigentliche Gegenstand der Psychologie – müssten ganz andere Verfahren entwickelt werden: »Wo die experimentelle Beobachtung ihren Beistand versagt, (treten) die Hilfsmittel der Völkerpsychologie an deren Stelle.«

Mit diesem heute aus der Mode gekommenen Begriff (Wundt sprach anfangs von »historischer Psychologie«) bezeichnete er die Untersuchung von »Sprache, Mythos und Sitte« vor ihrem jeweiligen geschichtlichen und kulturellen Hintergrund. Die großen Hoffnungen, die Wundt darauf setzte, haben sich allerdings nicht erfüllt – der experimentelle Ansatz dagegen avancierte in der Folge zu einem Erfolgsmodell für die Psychologie.

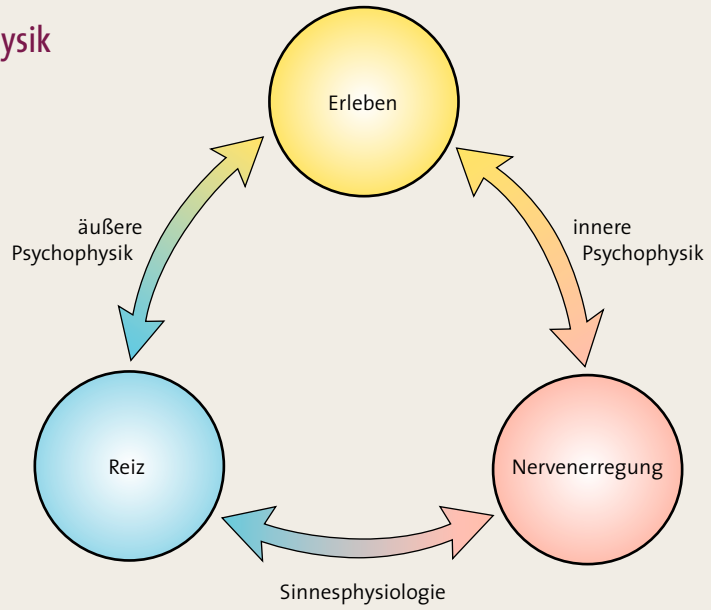
Grundlegende Sinnesempfindungen zu analysieren, bildete dabei nur den Anfang: Auch höhere Bewusstseinsinhalte wie Gedanken oder Absichten sollten sich nach der damals vorherrschenden Elementelehre in ihre Bestandteile zergliedern lassen. Erst nach der Wende zum 20. Jahrhundert wurde dieser Optimismus von den ersten Denkpsychologen gebremst: Sie erkannten, dass sich kognitive Prozesse nicht nach dem Baukastenprinzip aus einzelnen Wahrnehmungen zusammensetzen. Vielmehr erfordern sie oftmals ein ganzheitliches Erfassen von Zusammenhängen.

Schon Fechners Interessen reichten über simple Reizexperimente weit hinaus: Er veröffentlichte – teils unter dem Pseudonym Dr. Mises – eine Reihe satirischer Schriften und Gedichtbände; zeitweilig verdiente er auch seinen Lebensunterhalt als Schriftsteller und Übersetzer. Seine erste Veröffentlichung erschien laut Deckblatt im Jahr 5821! Sie trägt den Titel »Beweis, dass der Mond aus Iodine bestehe« – ein ironischer Seitenhieb auf die von manchen Medizinern überschwänglich gefeierte Heilwirkung des 1811 entdeckten chemischen Elements Jod.

Der Gelehrte mit humoristischer Ader begründete außerdem eine empirisch-psychologische »Ästhetik von unten«,

Reizendes Modell: Fechners Psychophysik

Mangels geeigneter Methoden, um die Erregung von Nerven und Sinnesorganen zu messen, beschränkte sich Fechner notgedrungen auf das Studium der »äußeren Psychophysik«: des Zusammenhangs von physikalischen Reizen (Licht, Ton, Gewicht) und subjektivem Erleben (Helligkeit, Lautstärke, Schwere). Heute dagegen untersuchen viele Psychologen mittels bildgebender Verfahren auch die Sinnesphysiologie und »innere Psychophysik«, welche die Umweltreize für den Menschen überhaupt erst erlebbar machen.



GEHIRN&GEIST / SIGANIM

AKG BERLIN

LEHRER, KOLLEGE, FREUND

Ernst Heinrich Weber (1795–1878) lehrte über 50 Jahre lang als Professor für Anatomie und Physiologie an der Universität Leipzig. Sein Schüler Fechner profitierte besonders von seinen Vorarbeiten über die Wahrnehmung von Reizschwellen, welche in der Formulierung der Weber'schen Konstante mündeten. Ein schlagendes Beispiel dafür, wie eng Physik, Medizin und Psychologie zur damaligen Zeit noch miteinander verzahnt waren.

die sich statt auf abstraktes Philosophieren auf das konkrete Empfinden von Menschen stützte. Über das wahrhaft Schöne zu spekulieren, wie es etwa der Königsberger Philosoph Immanuel Kant (1724–1804) ausgiebig getan hatte, erschaffe laut Fechner nur »Riesen mit thönernen Füssen«. Der Psychophysiker hielt dem vor allem zweierlei entgegen: Messung – und Statistik!

»Die Aesthetik nach unsrer Fassung nun bezieht sich auf die Seite der Lust und Unlust«, schrieb er 1876 in seiner »Vorschule der Ästhetik«. Ob ein Gegenstand, etwa ein Bild oder eine Skulptur, uns unmittelbar gefällt und emotional anspricht, bilde die Basis jedes Schönheitssinns. »Da Lust und Unlust, Gefallen und Mißfallen, psychologische Momente sind, so ordnen sich natürlicherweise auch die darauf bezüglichen, kurz ästhetischen Gesetze den psychologischen Gesetzen unter.«

Goldener Wurstschnitt

Fechner stellte diese Maxime auch gleich selbst auf die Probe. »Warum wird die Wurst schief durchgeschnitten?«, fragte er in einem seiner Aufsätze. Fechners durchaus ernst gemeinte Antwort: Weil die ovale Form der so erhaltenen Scheiben dem Prinzip des Goldenen Schnitts am nächsten kommt. Dass ein Größen- oder Längenverhältnis von 1 zu rund 1,6 den meisten Menschen als besonders ebenmäßige Proportion erscheint, war schon seit der Antike bekannt. Fechner aber suchte erstmals nach einer empirischen Bestätigung. Berühmt wurde etwa seine Befragung von Besuchern einer Holbein-Ausstellung in Dresden 1871. Dort legte er ein Album aus, in dem die Kunstinteressierten notieren konnten, welches von zwei zur Auswahl gestellten Bildern ihnen schöner erschien.

Kurz vor Fechners Tod 1887 entfachte ein Kritiker erneut einen heftigen Disput über das »psychische Maß«. In Anlehnung an einen Vers des Dichters Christoph Martin Wieland (1733–1813) verkündete der greise Fechner: »Und so sattl' ich noch einmal – denn bei meinen 86 Jahren dürfte es das letztemal sein – mein Streitroß zum Ritt ins romantische Land der Psychophysik.«

Die Idee einer exakten Seelenkunde verschwand keineswegs in der Mottenkiste der Wissenschaftshistorie. Sie ist weit mehr als lästiger Lernstoff im psychologischen Grundstudium – nämlich ein ganz reales Forschungsfeld: Dank des technischen Forschritts wurde längst auch die von Fechner postulierte »innere Psychophysik« erschlossen. Viele Psychologen registrieren inzwischen die Aktivität des Nervensystems bei verschiedenen Reizen oder Aufgaben, um diese Daten mit unserem Denken und Fühlen in Beziehung zu setzen.

Besonders spannende Phänomene scheinen der messenden Wissenschaft zwar auf den ersten Blick verschlossen zu sein: der Mensch als denkendes und handelndes Wesen, seine Überzeugungen, Ich und Unbewusstes etwa. Doch bedarf es oft nur eines Quäntchens Geduld und Einfallsreichtums, um auch sie im Labor zu ergründen.

Die historische Leistung der frühen Psychophysiker besteht rückblickend wohl nicht so sehr in ihren Formeln und Theorien, sondern in dem Bemühen, möglichst brauchbare Mittel und Wege zu finden, wie man Geistiges beschreiben und erklären kann. Und brauchbar – im Sinne von »für jeden konkret überprüfbar« – scheint vor allem die Methode von Versuch und Irrtum: Um die Prinzipien zu erkennen, nach denen unsere Psyche funktioniert, müssen Psychologen Hypothesen bilden, sie empirisch testen und aus den Ergebnissen immer bessere Modelle ableiten. In diesem Anspruch liegt das Vermächtnis der ersten experimentellen Seelenkundler.

Steve Ayan *ist Diplompsychologe und Redakteur bei* ***Gehirn&Geist****.*

LITERATURTIPPS

Benetka, G.: Denkstile der Psychologie. Das 19. Jahrhundert. Wien: WUV 2002.
Didaktisch gelungenes Lehrbuch

Fechner, T.: Prinzipien der Psychophysik. Leipzig: Breitenkopf & Härtel 1860.
Ein Klassiker der Psychologiegeschichte

Fechner, T.: In Sachen der Psychophysik. Saarbrücken: vdm 2006.
Neuauflage eines Hauptwerks der psychophysikalischen Theorie und Methodik

Lukas, J.: Mathematische Formeln, Psychophysik und die Romantik einer sternklaren Nacht. In: Kämmerer, A., Funke, J. (Hg.): Seelenlandschaften – Streifzüge durch die Psychologie. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 2004.
Kurzer Aufsatz aus einer Sammlung von Psychologieporträts

Meischner-Metge, A.: Die Methode der Forschung. In: Jüttemann, G. (Hg.): Wilhelm Wundts anderes Erbe. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 2006.
Die Vorsitzende der Fechner-Gesellschaft in Leipzig über Grundlagen der damaligen psychologischen Forschung im 19. Jahrhundert