HELMHOLTZ
PERSPEKTIVEN
DAS FORSCHUNGSMAGAZIN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

01
2021

JUBILÄUMSAUSGABE



AUF HELMHOLTZ' SPUREN

Wie er zur Wissenschaftsikone wurde und die Forschung bis heute prägt

HELMHOLTZ PRIVAT
Interview mit Ururur-enkel Björn von Siemens

HELMHOLTZ HEUTE
Von der Helmholtz-Maschine bis hin zur KI

HELMHOLTZ UND DIE KUNST
Wie sich Wissenschaft und Kunst inspirieren können

200 JAHRE HELMHOLTZ

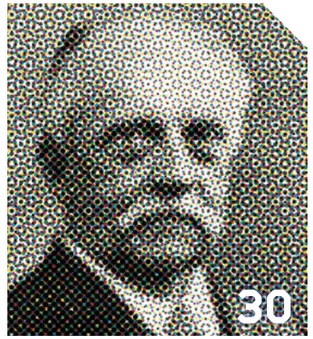


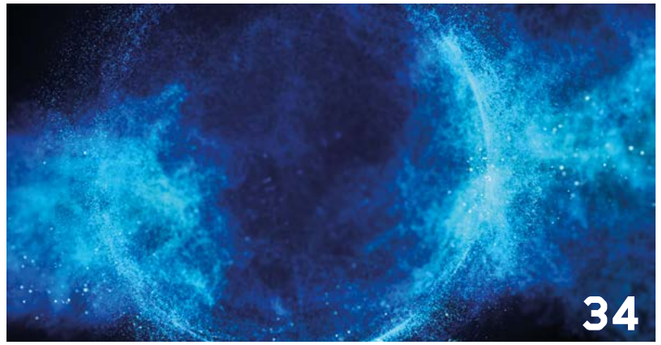












REPORTAGE

04 DAS GENIE VON DER SPREE
Eine Suche nach Helmholtz' Spuren – und danach, wie er die Forschung bis heute inspiriert

ESSAY

18 EIN LEBEN FÜR DIE WISSENSCHAFT
Wie lässt sich Helmholtz' Status als Wissenschaftsikone erklären?

INFOGRAFIK

24 HELMHOLTZ UND SEINE ZEIT
Meilensteine von Helmholtz und seinen Weggefährten

INTERVIEWS

12 „ER HATTE AUCH EINE SPIRITUELLE SEITE"
Interview mit Helmholtz' Ururenkel Björn von Siemens

44 „ICH WAR NIE DIE SCHWEIGENDE GATTIN"
Ein fiktives Interview mit Anna von Helmholtz Ende der 1890er-Jahre

SERIE

16 22 38 HELMHOLTZ IN UNSEREM LEBEN
Welche alltäglichen Dinge gehen auf Erkenntnisse oder Erfindungen von Helmholtz zurück?

FORSCHUNG

26 DIE VERMESSUNG DES LEBENDIGEN
Was ist Leben und wie organisiert es sich?

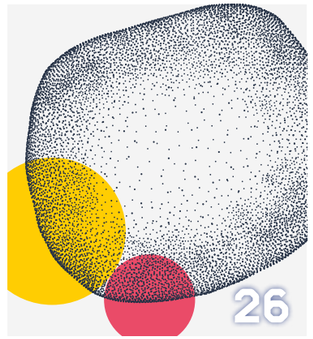
30 VON HELMHOLTZ' IDEE ZUR KÜNSTLICHEN INTELLIGENZ
Unter dem Begriff „Helmholtz-Maschine" entwickeln Informatiker Algorithmen, die in Daten Muster erkennen – bis hin zu einer KI

34 NICHTS GEHT VERLOREN
Helmholtz' Erkenntnis der Energieerhaltung ist auch heute noch in der Teilchenphysik als auch in der Kosmologie hilfreich

KUNST UND WISSENSCHAFT

40 DER FORSCHER AM KLAVIER
Helmholtz brachte Wissenschaft und Kunst nicht nur in seiner Forschung zusammen







KOSTENLOSES ABO

Möchten Sie die **Druckausgabe** der **Helmholtz Perspektiven kostenlos** beziehen? Hier können Sie das Magazin abonnieren → helmholtz.de/perspektiven



LIEBE LESERINNEN, LIEBE LESER,

durch Spitzenforschung auf höchstem Niveau hat sich Helmholtz in den letzten Jahrzehnten zu einer der leistungsstärksten Forschungsorganisationen Europas entwickelt. Doch wer war eigentlich ihr Namensgeber? Welchen Einfluss hatte Hermann von Helmholtz seinerzeit auf die Forschungs-Community und wie bedeutsam ist sein wissenschaftliches Vermächtnis noch heute? Wir beantworten diese und weitere Fragen anlässlich seines 200. Geburtstags in einer Jubiläumsausgabe der Helmholtz Perspektiven.

In unserer Titelreportage (ab Seite 4) begeben wir uns auf Helmholtz' Spuren in Berlin und erfahren von seinem Ururenkel (ab Seite 12) bisher unbekannte Seiten des Universalgelehrten und Familienmenschen Helmholtz. Seinen Aufstieg zur Wissenschaftsikone beschreibt der Helmholtz-Experte David Cahan in dem Artikel „Ein Leben für die Wissenschaft" (ab Seite 18).

Erfahren Sie außerdem im Beitrag „Der Forscher am Klavier" (ab Seite 40) mehr über Helmholtz' musikalische Passion und wie dies mit seiner wissenschaftlichen Arbeit zusammengewirkt hat – und warum selbst im Bereich der künstlichen Intelligenz Helmholtz einen Begriff geprägt hat (ab Seite 30).

Unsere Jubiläumsausgabe zeigt: Selbst heute gelingt es Hermann von Helmholtz noch immer, Forscherinnen und Forscher verschiedenster Disziplinen in ihrer tagtäglichen Arbeit zu inspirieren. Doch machen Sie sich selbst ein Bild. Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen!

Otmar D. Wiestler
Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft



Grafik: Julia Blenn

DAS GENIE VON DER SPREE

Wie der Arzt Hermann von Helmholtz die Physik revolutionierte, zählt zu den größten Pioniergeschichten des 19. Jahrhunderts. Eine Suche nach seinen Spuren – und danach, wie er die Wissenschaft bis heute inspiriert.

Es ist wieder einmal Baustelle, aber Dieter Hoffmann lässt sich davon nicht irritieren. „Frau von Helmholtz war damals am Ende des 19. Jahrhunderts nicht erfreut, als sie hierherziehen musste aus der Berliner Innenstadt“, sagt er, „hierher in den ‚Steppensand‘ und die ‚öde Vorstadtumgebung‘, wie sie es nannte.“ Ein Bagger rumpelt an Dieter Hoffmann vorbei, dem Wissenschaftshistoriker vom Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte; in der Straße werden neue Leitungen verlegt. Von der Steppe, die Anna von Helmholtz beklagte, wäre heute auch ohne die Bauarbeiten nichts mehr zu sehen: Das Gebiet hier in Charlottenburg ist längst dicht bebaut und das weitläufige Areal der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) umgeben von sechsstöckigen Wohnhäusern. „Dort vorne“, sagt Dieter Hoffmann und deutet über einen Bauzaun hinweg auf einen Rohbau am Rand des Grundstücks, „stand früher die Präsidentenvilla.“

Dort, in der imposanten Villa von einst, erfuhr Hermann von Helmholtz’ Lebensweg seine Krönung: Als „Reichskanzler der Wissenschaften“ wurde er tituliert, er verkehrte mit dem höchsten Adel und dem Kaiserhaus und legendär waren die Salons in seinem Hause, in denen die Berliner Gesellschaft zusammenkam. Der Gelehrte war auf dem Höhepunkt seiner Schaffenszeit angekommen; seine Arbeit von damals prägt die Wissenschaft bis heute. „Das hier war das erste Großforschungsinstitut der Moderne“, sagt Dieter Hoffmann, wenn er über das Gelände der Bundesanstalt spaziert, die damals noch Physikalisch-Technische Reichsanstalt (PTR) hieß. Dieter Hoffmann ist emeritierter Professor, ausgewiesener Helmholtz-Experte – und seinem Forschungsgegenstand denkbar nah gekommen:

Helmholtz-Experte
Der Physiker Dieter Hoffmann ist wissenschaftshistorischer Berater der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt.
Bild: Helmholtz/ Christian Kielmann



„Das hier war das erste Großforschungsinstitut der Moderne und Hermann von Helmholtz war sein erster Präsident.“
Dieter Hoffmann, Historiker



Bild: Universitätsarchiv Heidelberg

„In meinen ersten sieben Lebensjahren war ich ein kränklicher Knabe, lange an das Zimmer, oft genug an das Bett gefesselt, aber mit lebhaftem Triebe nach Unterhaltung und nach Thätigkeit.“
Hermann von Helmholtz

Er ist selbst Physiker, er ist wissenschaftshistorischer Berater der PTB und wirkte auch in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG), die Hermann von Helmholtz mitprägte. Und nicht zuletzt wurde auch Dieter Hoffmann, der mit markantem Berliner Dialekt spricht, in der Region geboren.

Von hier aus, dem Gelände der einstigen PTR, lässt sich ein enger Kreis zu Helmholtz’ Wirkungsstätten ziehen. Nach Potsdam reicht der Kreis, wo er 1821 als Sohn eines Gymnasiallehrers geboren wurde, und vor allem ins heutige Berlin-Mitte, wo er am Medizinisch-Chirurgischen Friedrich-Wilhelms-Institut ausgebildet wurde. Hermann von Helmholtz nahm zwar auch Rufe ins damalige Königsberg, nach Bonn und nach Heidelberg an, aber seine produktivsten Jahre erlebte er hier in Berlin, in diesem engen geografischen Kreis rund um die PTR.

„Ich habe genau deshalb angefangen, mich mit Helmholtz auseinanderzusetzen“, erzählt Dieter Hoffmann: „Ich habe mich eigentlich seit Beginn meiner akademischen Karriere für die Geschichte der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt interessiert, und da war er eben der erste Präsident.“ Über viele Jahre hinweg ist Dieter Hoffmann von hier aus immer tiefer ins Leben des Universalgelehrten eingetaucht, er hat sein Leben und seine Forschung fein säuberlich seziert. Wie war er also, der große Forscher?

Ein Teil der Antwort findet sich genau sechs Kilometer entfernt von Helmholtz’ Präsidentenvilla, in der er im Jahr 1894 starb. Dort, auf dem repräsentativen Hof vor der Humboldt-Universität an der Paradestraße Unter den Linden, steht Hermann von Helmholtz noch heute in Überlebensgröße. Ernst und streng schaut er auf dem steinernen Standbild, die linke Hand auf einen Bücherstapel gestützt, gekleidet in einen langen Mantel. „Die Darstellungen aus der damaligen Zeit sind alle sehr ikonografisch“, sagt Dieter Hoffmann, „und die Fotografien waren allein schon aus technischen Gründen statisch und gestellt.“ Vor allem aber zeigt sich hier etwas anderes: Denn dass in direkter Nachbarschaft zur Helmholtz-Statue die beiden Humboldt-Brüder in Stein gemeißelt stehen und auch Max Planck, ist kein Zufall. „Da gibt es eine klare Abfolge, einen inhaltlichen Bezug“, erläutert Dieter Hoffmann: „Biografisch war Humboldt der Erste der drei; er hatte die gesamte Natur im Blick. Dann kam Helmholtz, der die Physik als Ganzes betrachtete und nicht bloß Teilgebiete. Und schließlich Planck, dessen Fokus schon wieder etwas enger war, wobei auch er das große Ganze im Blick behielt.“ In dieser Abfolge stünden sie symbolisch für die Entwicklung und disziplinäre Ausdifferenzierung der Naturwissenschaften im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert. Das deutsche Wissenschaftssystem habe innerhalb der Lebensspanne dieser drei Männer einen grandiosen Sprung nach vorn gemacht.

Wie es Hermann von Helmholtz schaffte, die Grenzen der Technik immer weiter zu →



Imposant Eine überlebensgroße Statue von Hermann von Helmholtz steht heute noch vor der Humboldt-Universität in Berlin.
Bild: Christian Wolf, www.c-w-design.de (CC BY-SA 3.0)

verschieben und immer exaktere Einblicke in die Naturgesetze zu gewinnen, zeigt sich beispielhaft an seiner wohl bekanntesten Erfindung – am Augenspiegel. „Das Exemplar, das wir bei uns im Haus haben, kommt dem Helmholtz'schen Original ziemlich nah", erläutert Thomas Schnalke. Der Professor für Medizingeschichte leitet das Museum der Charité und er deutet auf ein unscheinbares Gerät von nicht einmal 30 Zentimetern Länge. An einem Stiel aus Ebenholz ist eine Messingfassung montiert, die der Arzt dem Patienten ans Auge hält. Mithilfe eines aufgesetzten, halb durchlässigen Spiegels kann er durch die Pupille hindurch den Augenhintergrund sehen – bis zur Erfindung von Helmholtz' Augenspiegel war das unmöglich, weil der beobachtende Arzt mit seinem eigenen Kopf immer im Licht stand, das so nicht mehr durch die Pupille fallen konnte. „Ein geniales Gerät nach einem genial einfachen Funktionsprinzip", sagt Thomas Schnalke.

Um die Technik allein geht es hier aber gar nicht. „Es war das erste Mal in der Menschheitsgeschichte, dass Ärzte dem Körper im Inneren beim Leben zusehen konnten", ruft Thomas Schnalke, und die Begeisterung ist ihm anzumerken. Er erinnert sich noch selbst an sein Medizinstudium, als seine Kommilitonen und er sich wechselseitig mit dem Augenspiegel untersuchten. „Das eingefangene Bild des Augenhintergrunds war grandios und gehörte mit zu den prägenden Erlebnissen meines Studiums", schwärmt er noch heute: „Der sich verästelnde Gefäßbaum im Auge, die unterschiedlichen Breiten der Adern, der Eintrittspunkt des Sehnerven, das lag völlig plastisch vor einem!" Helmholtz' Erfindung, sagt Thomas Schnalke, sei eine der wenigen medizinischen Entwicklungen gewesen, die sich – so ähnlich wie die Narkose – sehr schnell überall auf der Welt verbreitet hätten. Und mehr noch: Die Erfindung sei einer der Anstöße gewesen, der zur Begründung der Augenheilkunde als eigener medizinischer Disziplin geführt habe. Thomas Schnalke schüttelt den Kopf, so unwahrscheinlich kommt ihm Helmholtz' Erfindergeist vor: „Er hat sich gerade einmal drei Monate seines Lebens eingehender mit der Optik beschäftigt und dabei konstruierte er den Augenspiegel!"

Hermann von Helmholtz erwies sich mit dieser Erfindung als Mann auf der Höhe der Zeit: Die Medizin wurde damals gerade von einer Gruppe junger Gelehrter auf naturwissenschaftliche Grundlagen gestellt und wesentliche Impulse dafür gingen von

„Die Physik galt damals noch für eine brodlose Kunst. Meine Eltern waren zu großer Sparsamkeit gezwungen; also erklärte mir der Vater, er wisse mir nicht anders zum Studium der Physik zu helfen, als wenn ich das der Medizin mit in den Kauf nähme."

Hermann von Helmholtz

Berlin aus. Als Gegenleistung für seinen staatlich finanzierten Studienplatz in der Medizin verpflichtete er sich, einige Jahre beim Militär zu praktizieren; es waren Jahre, in denen der junge Arzt systematisch sein Wissen erweiterte. Er zählte zu den Schülern des Professors Gustav Magnus, der in seinem Haus am Kupfergraben unweit des Pergamonmuseums das erste physikalische Institut Deutschlands gründete und in dessen Wohnzimmer sich eine Garde fortschrittlicher Wissenschaftler formierte. Man diskutierte, lernte, experimentierte und drang immer weiter in die Geheimnisse der Naturwissenschaften vor. Hermann von Helmholtz selbst erklärte es sich als ein „günstiges Geschick", dass er „als ein mit einigem geometrischen Verstande und mit physikalischen Kenntnissen ausgestatteter Mann unter die Mediciner geworfen war, wo ich in der Physiologie auf jungfräulichen Boden von grosser Fruchtbarkeit stiess, und dass ich andererseits durch die Kenntniss der Lebenserscheinungen auf →



Sinn fürs Praktische
Der Augenspiegel ist Helmholtz' bekannteste Erfindung.
Bild: Christoph Weber, Berlin





Altehrwürdig Im Observatorium, dem ältesten Gebäude auf dem PTB-Gelände, hat Tobias Schäffter sein Büro – wie einst Helmholtz.
Bild: Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Fragen und Gesichtspunkte geführt worden war, die gewöhnlich den reinen Mathematikern und Physikern fern liegen.“

Es waren genau diese Grundlagen, die ihm später zur Erfindung des Augenspiegels verhalfen. Später – das heißt konkret im Jahr 1851, als Hermann von Helmholtz 30 Jahre alt war und gerade seinen ersten Ruf an die Universität des damaligen Königsberg angenommen hatte. „Das war eine Professur für Physiologie, also eine Stelle im medizinischen Bereich, und von dort aus folgten Berufungen nach Bonn und nach Heidelberg – ebenfalls als Mediziner“, sagt Helmholtz-Kenner Dieter Hoffmann. Wie im Fall des Augenspiegels dehnte Hermann von Helmholtz seinen Interessensbereich immer weiter aus. Er machte Experimente zur Nervenleitgeschwindigkeit, er formulierte das Energieprinzip und forschte unablässig zu allen Phänomenen, die ihm Rätsel aufgaben. Als „medizinische Grundlagenforschung mit physikalischen Methoden“ bezeichnet das Dieter Hoffmann, und im Rückblick ist klar: Genau das ebnete Helmholtz den Weg zurück nach Berlin. „Als dann die Professur eines seiner akademischen Lehrer frei wurde, nämlich die von Gustav Magnus, da gehörte er zum Kreis derer, die intellektuell Anspruch darauf erheben konnten.“ Er bekam den Ruf, nicht zuletzt dank des Einflusses seines Freundes und Kollegen Emil du Bois-Reymond, der damals Rektor der Berliner Universität war; mit diesem Schritt von Heidelberg zurück nach Berlin sei Hermann von Helmholtz dann endgültig vom Mediziner zum Vollphysiker geworden, sagt Dieter Hoffmann.

Was folgte, war ein beispielloser Aufstieg sowohl in den höchsten gesellschaftlichen Kreisen als auch in der Wissenschaft. Helmholtz’ Ruf als begnadeter Forscher verbreitete sich rasend; wo immer er auf Kongressen oder Versammlungen auftrat, war er ein hofierter und umjubelter Redner. Er wurde in den Adelsstand versetzt und durfte fortan das „von“ vor seinem Namen tragen. In Analogie zum Reichskanzler Bismarck nannte man ihn den „Reichskanzler der Wissenschaften“. Die Krönung seines Lebenswerkes war dann im Jahre 1887, da war er 66 Jahre alt, die Gründung der PTR.

„Es gibt Leute, die sagen, dies hier sei noch ein Tisch aus seinem ursprünglichen Büro“, sagt Tobias Schäffter und klopft auf die polierte Holzfläche des großen, ovalen Besprechungstischs. Der Professor leitet heute das Institut Berlin der PTB, sein Büro hat er wie einst Helmholtz im sogenannten Observatorium auf dem großen Gelände. Wer ihm zuhört, wie er über Helmholtz’ Spuren spricht und darüber, woran er mit seiner Abteilung für medizinische Physik heute forscht, dem stechen sofort die Parallelen ins Auge. Wenn er erzählt, wie Hermann von Helmholtz damals mit den einfachen Mitteln seiner Zeit die Leitgeschwindigkeit von Nerven gemessen hat, und davon, wie er mit seinem Team auch heute noch zu den Grenzen des Messbaren vorstößt.

„Stellen wir uns doch einmal strategisch vor: Was würde ein Helmholtz heute eigentlich machen?“, fragt Tobias Schäffter: „Ist es immer noch die Physik mit ihrer Innovationskraft? Ist es die Biotechnologie? Ist es das vernetzte Denken und die Digitalisierung?“ Die Antwort bleibt offen. Aber noch eine Verbindung gibt es von Hermann von Helmholtz zur Gegenwart: Wenn Tobias Schäffter aus seinem Bürofenster schaut, blickt er auf die Baustelle. Dort, wo die im Krieg zerstörte Präsidentenvilla stand, entsteht jetzt ein neues Seminarzentrum, das zur Vernetzung von Wissenschaft und Industrie dienen soll. Schon früher war die Villa ein Ort, an dem Helmholtz alle zusammenbrachte: die alte Garde der Wissenschaftler mit den Nachwuchskräften wie jenem damals noch unbekannten Physiker Max Planck; die Industriellen wie seinen Freund Werner von Siemens mit Musikern und Politikern. „Diese interessanten Gespräche anzuregen, alle miteinander ins Gespräch zu bringen – das sollten wir heute noch einmal so hinbekommen“, schwärmt Tobias Schäffter, und wie er es so sagt, hier am alten Konferenztisch aus Helmholtz’ einstigem Büro, klingt es nach einem festen Vorsatz.

Auch heute noch, 200 Jahre nach seiner Geburt in Potsdam, hat Hermann von Helmholtz der Wissenschaft etwas zu geben. ◆

Kilian Kirchgeßner



Zeitmikroskop Hermann von Helmholtz maß als Erster die Nervenleitgeschwindigkeit. Er nutzte dazu ein Myographion, bei dem sich die gemessene Zeit in einer Walze als Kurve einschrieb.
Skizze: O. Langendorff (1891)

„ER HATTE AUCH EINE SPIRITUELLE SEITE“

Björn von Siemens ist der Ururenkel von Hermann von Helmholtz. Ein Gespräch über die unbekannten Seiten des Universalgelehrten – und darüber, wie seine Familie das Andenken an ihn bis heute hochhält.

Bilder: Phil Dera



Herr von Siemens, Ihr Ururgroßvater Werner von Siemens ist ja allein durch den Namen in Ihrer Familie sehr präsent. Wie halten Sie es in Ihrer Familie mit Ihrem anderen Ururgroßvater?
Hermann von Helmholtz lebt für uns natürlich auch weiter, ganz klar! Erstens in vielen Erinnerungen und Erzählungen, die ich von meinen Eltern und Großeltern, von Onkeln und Tanten im Laufe meines Lebens gehört habe. Zweitens in vielen Artefakten – in Schriften, Büchern, Bildern, mit denen wir in unserer Familie seit vielen Generationen aufwachsen. Und dann gibt es den dritten Bereich: Uns als Familie hat es sehr gefreut, dass die Erinnerung an Hermann von Helmholtz nicht zuletzt durch die Helmholtz-Gemeinschaft wieder eine Renaissance erlebt.

Wann ist Ihnen als Kind erstmals bewusst geworden, wer Hermann von Helmholtz eigentlich war und dass vieles von dem, was Sie im Physikunterricht lernen, direkt oder indirekt mit ihm zusammenhängt?
Meine Eltern und Großeltern machten mich immer wieder darauf aufmerksam, in welchen Bereichen man heute noch auf Phänomene stößt, die er wissenschaftlich untersucht hatte. Mich hat dieser Begriff vom Universalgelehrten, vom Universalgenie immer beeindruckt.

Die berühmte Statue vor der Humboldt-Universität zeigt Hermann von Helmholtz streng und unnahbar. Welches Bild von ihm haben Sie in Ihrer Familie?
Ich erinnere mich daran, dass ich als Kind vor der Familie etwas auf dem Klavier spielen sollte. Ich bin eher introvertiert und schüchtern und war furchtbar aufgeregt. Meine Großmutter hat mich dann beiseitegenommen und mir erzählt, dass einer meiner Vorfahren namens Hermann von Helmholtz auch recht introvertiert gewesen sei. Trotzdem sei er ein sehr passabler Klavierspieler gewesen und im Übrigen ein Universalgenie. In diesem Moment habe ich zum ersten Mal bewusst von ihm gehört, und seitdem stelle ich ihn mir als ruhigen und eher zurückhaltenden Menschen vor.

Wie war er sonst so?
Mich fasziniert es, wie er sein Leben der Wissenschaft gewidmet hat. Es wird bei uns in der Familie die Geschichte überliefert, wie er einmal mit Frau und Kindern ans Mittelmeer gefahren ist – und dann tagelang damit zubrachte, am Strand zu sitzen und die Wellen zu analysieren. Die Familie hätte vermutlich lieber etwas anderes gemacht, aber er saß eben da und hat sich Aufzeichnungen zu den Wellen gemacht. Dabei gibt es aber an Hermann von Helmholtz eine Seite, die fast nicht bekannt ist …

… welche ist das?
Er war gleichzeitig ein großer Familienmensch und hat seiner Familie viel untergeordnet. Als seine erste Frau sehr krank wurde, hat er zum Beispiel seinen Ruf nach Königsberg nicht in dem Maße ausgefüllt, wie er es hätte tun können. Eine schöne Geschichte ist auch, wie er mit seinen Kindern und Enkeln immer wieder über seine Arbeitsfelder gesprochen hat, über Tonwellen und Lichtwellen. Dann haben sie gemeinsam die Sterne angeschaut und er hat ihnen erzählt, wie weit sie entfernt sind und dass sie trotzdem nicht so weit weg sind, dass man nichts von ihnen mitbekäme. Und dann erzählte er, dass nicht nur Sterne solche Wellen ausstrahlten, sondern auch Menschen Beziehungen hätten, die sich in Wellen manifestierten. Man könne auch mit Menschen kommunizieren, die möglicherweise nicht mehr da sind. So kam es, dass seine Kinder und Enkel nach Hermann von Helmholtz’ Tod den Mond angeschaut und irgendwie mit ihm kommuniziert haben.

Also eine spirituelle Seite, die er da zeigte.
Ja, das würde man bei so einem Wissenschaftler vielleicht nicht erwarten, aber tatsächlich haben ja auch Philosophie und Kunst für ihn eine große Rolle gespielt. Er hatte von Haus aus viel Kontakt mit Philosophen – sein Konzept von der Unzerstörbarkeit der Energie hatte er ja beispielsweise aus der Philosophie abgeleitet. Und genau das ist etwas, was mich auch heute noch an ihm beeindruckt: diese Breite und Tiefe seiner Themen. Und ich bin beeindruckt von der Spanne zwischen dem, was man heute in Grundlagenforschung und Anwendung unterteilen würde.

Wir war die Beziehung zwischen Ihren beiden Ururgroßvätern Werner von Siemens und Hermann von Helmholtz?
Sie pflegten einen engen Kontakt und später auch eine sehr gute Freundschaft – übrigens auch mit Johann Georg Halske, mit dem Werner von Siemens den Grundstein für die heutige Siemens AG →

„Ich stelle ihn mir als ruhigen und eher zurückhaltenden Menschen vor.“



legte. Die drei brachten gemeinsam Ideen von der Theorie über das Experiment bis hin zur Anwendung. Hermann von Helmholtz war vor allem ein Mann der Wissenschaft und Lehre, der häufig stundenlang allein gearbeitet, publiziert und experimentiert hat. Johann Georg Halske war der umsetzungsstarke Techniker in dem Trio und Werner von Siemens extrem gut darin, seine Erfindungen und die Technologie ins praktische Leben zu übersetzen. Dieser Brückenschlag von der Grundlagenforschung zur konkreten Anwendung ist etwas, wovon wir heute noch viel lernen können.

Was würden Sie sich mit Blick auf das Vorbild Hermann von Helmholtz' für die heutige Wissenschaft wünschen?

Wir befinden uns heute in einem Modus, wo es vor allem um inkrementelle Verbesserungen geht: Da werden drei Prozent mehr Output oder ein drei Prozent saubererer Motor als Ziele ausgegeben – und das macht risikoavers. Es fehlt der Mut zum großen Wurf. Das ist ein Thema, das mich sehr bewegt, weil wir ja auf eine Generation von Erfindern und Wissenschaftlern zurückschauen, die sehr, sehr Großes bewegt haben und dazu großen Mut beweisen mussten. Diese Risikobereitschaft ist etwas, wovon wir heute lernen können.

Fassen Sie das doch gern konkreter: Was wünschen Sie sich in Deutschland für die Innovationslandschaft?

Das Paradoxe ist: Es ist in Deutschland eigentlich alles da, was man braucht. Es gibt tolle Forschungseinrichtungen, wahnsinnig viele sehr kluge und hart arbeitende Forscher, tolle Unternehmen. Und trotzdem sehen wir, dass viele der Dinge, die in den vergangenen Jahren die Welt geprägt haben, nicht von hier stammen. Oder, mindestens genauso schlimm: sogar hier ihre Wurzeln haben und dann anderswo zum Erfolg gemacht wurden. Ich würde mir wünschen, dass wir zu einer Kultur des Unternehmertums zurückfinden, in der auch unternehmerische Fehlschläge erlaubt sind und nicht mehr automatisch das Ende einer Karriere bedeuten.

Sie selbst möchten mit Ihrer Firma eine Operation so sicher machen wie einen Flug – das ist ein Schlagwort, mit dem Sie werben. Was hat es damit auf sich?



„Dieser Brückenschlag von der Grundlagenforschung zur konkreten Anwendung ist etwas, wovon wir heute noch viel lernen können."

Unser Ziel ist es, die Chirurgie sicherer und effizienter zu machen – diese beiden Aspekte hängen eng zusammen. Wir nutzen dazu ein stark empirisches Vorgehen: Wir sammeln die Daten aus mehreren Millionen chirurgischen Eingriffen im Jahr und werten sie gemeinsam mit den Kliniken oder anderen Partnern aus. Darüber möchten wir zu Verbesserungen in den Abläufen kommen und das Risiko minimieren, dass es zu Fehlern kommt.

Hermann von Helmholtz war Arzt, Ihre Mutter ist Ärztin und Sie sind Unternehmer im Gesundheitsbereich – das ist schon fast zur Familientradition geworden, oder?

Ich wollte eigentlich auch Intensivmediziner werden wie meine Mutter und halte das immer noch für den motivierendsten Beruf überhaupt. Aber mich faszinierte auch dieser eine Gedanke, den Hermann von Helmholtz gelebt hat – das Über-den-Tellerrand-Hinausschauen. Als Unternehmer hat man die Möglichkeit, sich aus unterschiedlichen Branchen und wissenschaftlichen Disziplinen, aus der Kunst und der Philosophie zu bedienen, um Fortschritt zu ermöglichen. Mich hat übrigens auch seine Frau Anna stark inspiriert: Sie war ja die Grande Dame der Berliner Salons und hat ein großartiges Netzwerk geknüpft. Bei ihr waren die Größen der Zeit zu Gast, von Cosima Wagner über Max Liebermann bis zu Rudolf Virchow. Bei den Treffen dieses internationalen Netzwerks kamen immer wieder neue Ideen auf. In diesem Sinne sehe ich uns auch als Ideenschmiede: Wir bringen Impulse aus unterschiedlichen Bereichen zusammen – aus der Luftfahrt, aus dem Mannschaftssport, aus der Medizintechnik und so weiter –, um damit Fortschritte für die Medizin zu erzielen.

In Ihrer Firma bringen Sie die beiden Welten Ihrer beiden berühmten Ahnherren zusammen: das Unternehmerische von Werner von Siemens, das Wissenschaftliche von Hermann von Helmholtz. Welche dieser Welten ist Ihnen persönlich näher?

Wer kann sich mit diesen beiden Größen vergleichen oder in der Dimension ihres Wirkens Vergleichbares leisten? Ich hoffe aber, dass wir mit dem, was wir hier machen, Dinge unternehmerisch in Bewegung bringen können, die auf neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen. Ich selbst bin auf jeden Fall wohl dem Geschäftlichen näher als der Wissenschaft – das würde ich ganz klar so sehen, und manchmal bereue ich es, dass ich nicht doch noch etwas Naturwissenschaftliches studiert habe.



„Aber mich faszinierte auch dieser eine Gedanke, den Hermann von Helmholtz gelebt hat – das Über-den-Tellerrand-Hinausschauen."

Nun ist die Hightech-Medizin, für die Ihr Unternehmen steht, meilenweit entfernt von jener Heilkunde, die Hermann von Helmholtz damals während seines Medizinstudiums kennenlernte. Denken Sie, Sie hätten sich etwas zu sagen, wenn er heute hier mit Ihnen durch Ihre Büros ginge?

In seiner Forschung kam Hermann von Helmholtz ja von der Muskelkraft auf die Maschinenkraft und hat allgemein sehr viel aus der menschlichen Physiologie für die Physik abgeleitet. Bei uns ist es heute umgekehrt: Wir schauen in den Bereich von industriellen Anwendungen der Automatisierung und auf Systeme mit künstlicher Intelligenz, die für Vorhersagen genutzt werden, und wenden sie dann in der Medizin an. Ich bin mir sicher, dass er sich sehr für unsere Arbeit interessieren und sie auch schnell verstehen würde. Was wir machen, ist ja eigentlich nichts anderes als die skalierte Aufnahme und Analyse von Daten – auf diese Methode hatte er ja bei seinen Beobachtungen auch gesetzt, nur dass wir das heute in der Größenordnung von Big Data tun. Ich bin mir sicher, dass wir uns gut austauschen könnten. ◆

Interview: **Kilian Kirchgeßner**

ONLINE

Das **Interview** in voller Länge, als Audioversion und kurze Audioreportage gibt es unter:

→ **www.helmholtz.de/interview-siemens**

HELMHOLTZ IN UNSEREM LEBEN

Viele Wissenschaftszweige bauen auf Helmholtz' Errungenschaften auf.
Aber auch ganz alltägliche Dinge, wie Lautsprecher oder medizinische Apparate,
gehen auf Erkenntnisse oder Erfindungen des großen Naturforschers zurück.



Bild: wavebreakmedia/Shutterstock.com

01

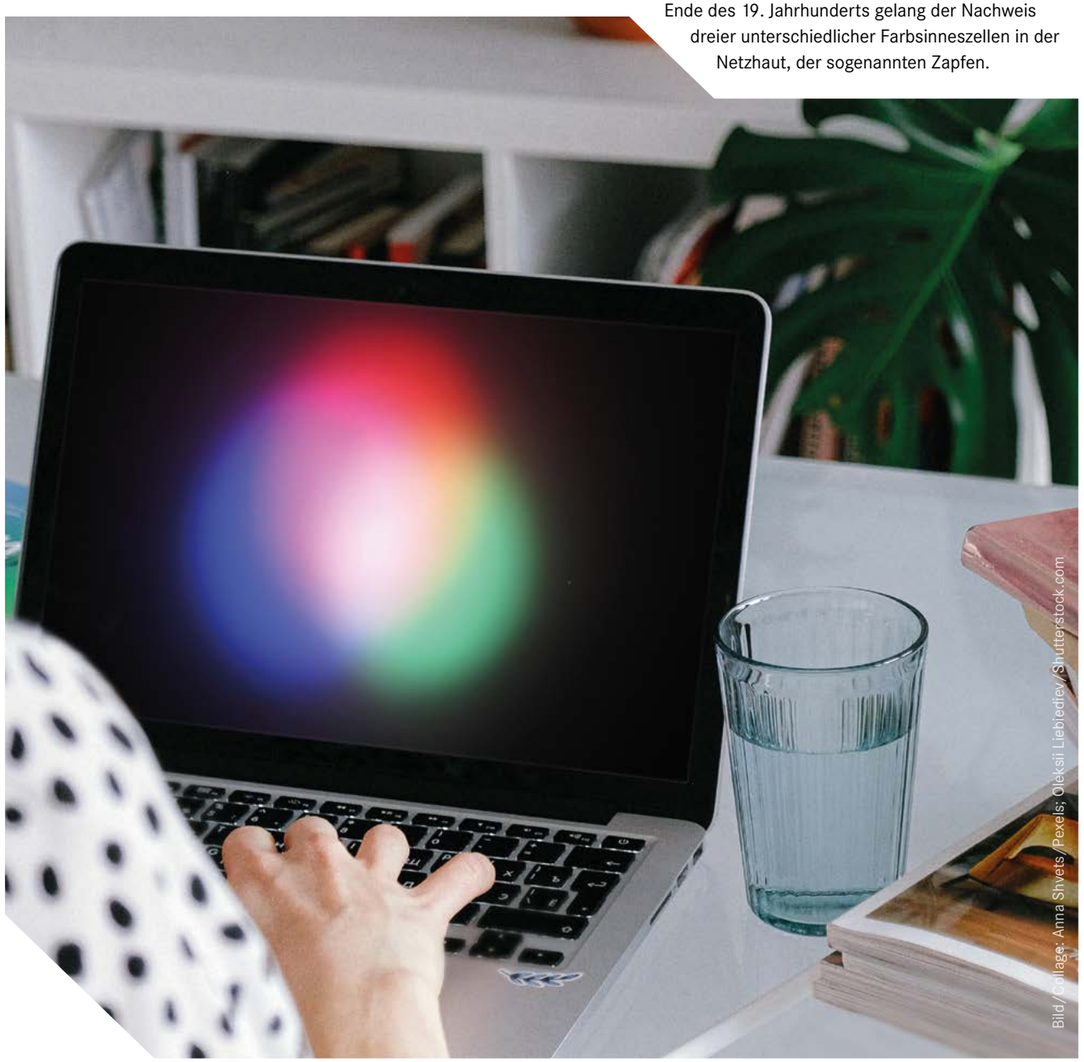
TIEF INS AUGE GESCHAUT

Im Jahr 1850 erfand Hermann von Helmholtz den Augenspiegel. Er nutzte dafür ein einfaches Prinzip: Hält ein Arzt das Gerät vor das Auge seines Patienten, kann er dank eines schräg gestellten Spiegels durch die Pupille hindurch den Augenhintergrund betrachten, ohne selbst die Lichtquelle zu verdecken. Bis zur Erfindung des Augenspiegels konnten Ärzte lediglich Erkrankungen beschreiben, die durch äußere Betrachtung des Auges erkennbar waren. Der Augenspiegel brachte Hermann von Helmholtz viel Ruhm. Heute gibt es komplexere Geräte, mit denen sich die Augen untersuchen lassen. Der Augenspiegel jedoch ist – mit kleinen Anpassungen modernisiert – immer noch weltweit im Einsatz.

02

WIE WIR FARBEN SEHEN

Die farbigen Bilder von Monitoren und Fernsehern setzen sich aus einer Vielzahl einzelner roter, grüner und blauer Punkte zusammen. Das Prinzip, das dahintersteckt, ist die Dreifarbentheorie, die Hermann von Helmholtz im Jahr 1850 auf Basis einer Theorie von Thomas Young entwickelte. Hermann von Helmholtz beobachtete, dass sich aus dem Licht der drei Farben Rot, Grün und Blau (RGB) jede beliebige andere Farbe mischen lässt. Er vermutete, dass es im Auge drei Rezeptortypen gibt, die unterschiedlich auf Licht verschiedener Wellenlängen reagieren, und der Mensch so Farben sehen kann. Er lag richtig: Ende des 19. Jahrhunderts gelang der Nachweis dreier unterschiedlicher Farbsinneszellen in der Netzhaut, der sogenannten Zapfen.



Bild/Collage: Anna Shvets/Pexels; Oleksii Liebiediev/Shutterstock.com

EIN LEBEN FÜR DIE WISSENSCHAFT

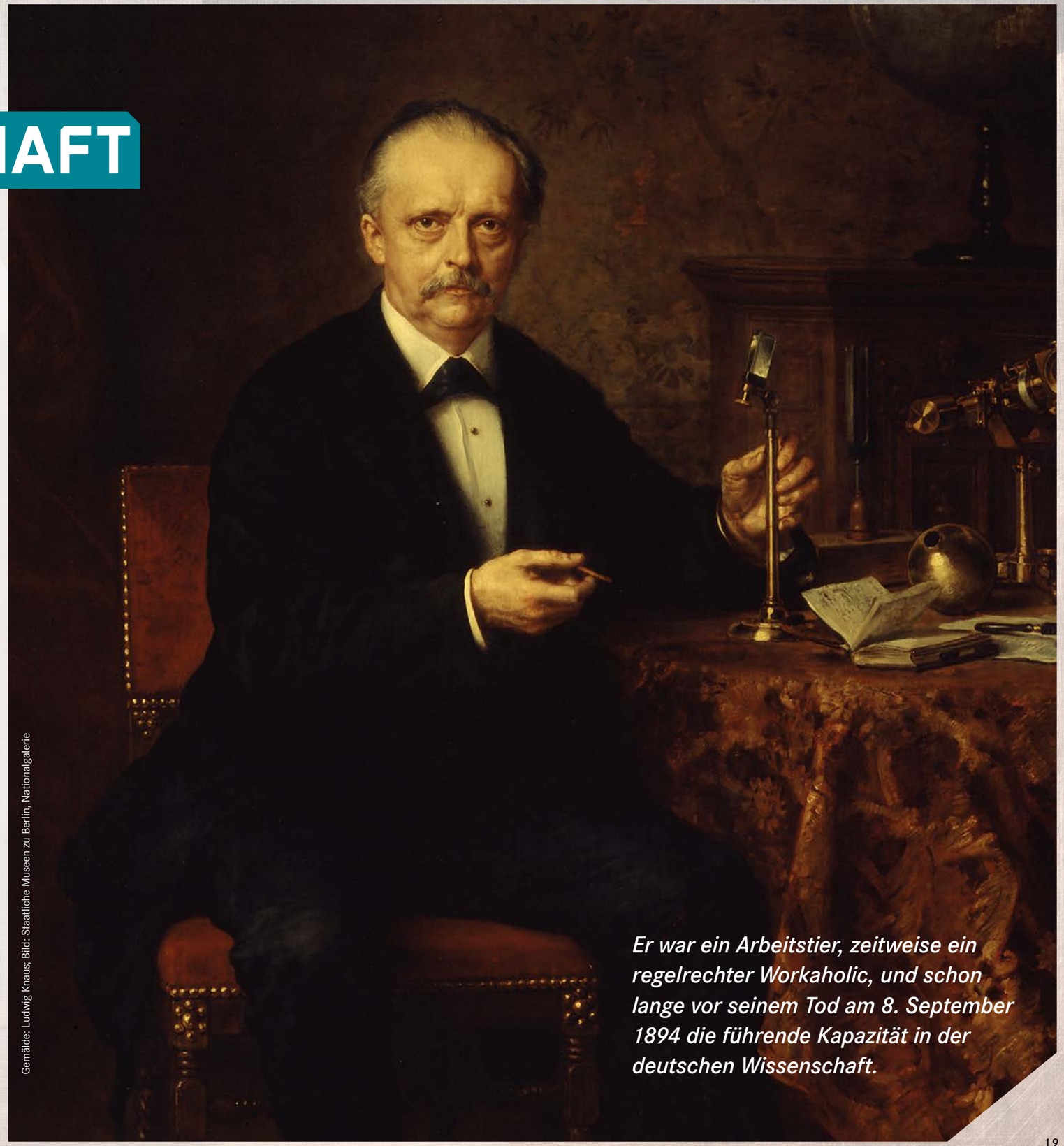
Von Wissenschaftshistorikern wird Hermann von Helmholtz in einer Reihe mit so großen Namen wie Alexander von Humboldt, Max Planck, Charles Darwin und Louis Pasteur genannt. Doch wie lässt sich Helmholtz' Status als Wissenschaftsikone erklären?

Am 31. August 2021 jährt sich der Geburtstag des Wissenschaftlers und Naturphilosophen Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz zum 200. Mal. Er kam in Potsdam als Sohn einer einfachen Familie und ohne Privilegien zur Welt, damals noch ohne „von" im Namen. Weder sein Vater, ein gewöhnlicher Gymnasiallehrer, noch seine Mutter, eine bescheidene, zurückhaltende Hausfrau, hatten Geld oder eine hohe gesellschaftliche Stellung mit in die Ehe gebracht. Die Familie war zwar nicht arm, hatte aber Mühe, mit dem begrenzten Gehalt des Vaters auszukommen. Der Besuch der Universität blieb Hermann – dem ältesten von sechs Kindern, von denen zwei ziemlich jung starben – daher versagt, weshalb er sich für ein Studium am Medizinisch-Chirurgischen Friedrich-Wilhelms-Institut in Berlin entschied und sich im Gegenzug zu einem anschließenden Militärdienst verpflichtete.

Als Hermann von Helmholtz schließlich im Januar 1883 das Adelsprädikat verliehen wurde, war er seit Generationen der Erste, der von Preußen für seine wissenschaftlichen (und nicht militärischen oder politischen) Leistungen auf diese Weise geehrt wurde. Er war sehr stolz auf seinen nunmehr hohen gesellschaftlichen Rang und betrachtete ihn als einen seiner größten Erfolge. Zudem war er stolz darauf, ein Kulturträger zu sein (und sah sich auch selbst als solchen). Seinen Aufstieg in der deutschen Gesellschaft hatte er, neben viel harter Arbeit, Talent und Glück, seiner umfassenden Bildung zu verdanken. Und es waren vor allem seine zahlreichen herausragenden Leistungen in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen und seine Fähigkeit, anderen die wichtigsten Erkenntnisse, Methoden und Zielsetzungen der Wissenschaft zu erklären – deren Grundlagen ihm durch seinen Vater, den Schulbesuch in Potsdam und seine Ausbildung am medizinischen Institut vermittelt worden waren. Helmholtz' wissenschaftliche Leistungen und seine philosophischen Reflexionen über Wissenschaft füllen sieben dicke Bücher. In den drei Bänden „Wissenschaftliche Abhandlungen" (1882–95) sind rund 175 wissenschaftliche Originalartikel (vor allem zu Physiologie und Physik, aber auch zu Meteorologie, Chemie und anderen Wissenschaften) enthalten: Das dreiteilige „Handbuch der physiologischen Optik" (1856–67) prägte über seinen eigentlichen Gegenstand hinaus auch die verwandten Bereiche der Augenheilkunde (also Medizin) und Psychologie. Durch „Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik" (1863) wurde die Erforschung der wissenschaftlichen Grundlagen der Musik neu ausgerichtet und gestärkt. Und in den zwei Bänden „Vorträge und Reden" (1884), einer Sammlung populärwissenschaftlicher und philosophischer Essays, werden dem gebildeten Publikum Wesen und Methoden sowie die wichtigsten neueren Ergebnisse und Gesetze der Wissenschaft erläutert. Hinzu kommen seine siebenteiligen, posthum in sechs Bänden veröffentlichten „Vorlesungen über Theoretische Physik" (1897–1907). Er war enorm produktiv und befasste sich mit einer großen Bandbreite an Themen, mit einer Originalität, die von kaum jemandem seiner Zeitgenossen übertroffen wurde.

An seinen wissenschaftlichen Ruhm und seinen Status einer Ikone reichten damals wohl höchstens Charles Darwin und Louis Pasteur heran.

Daneben verfolgte Hermann von Helmholtz eine universitäre Laufbahn (und lehrte) in Königsberg, Bonn, Heidelberg und Berlin. Außerdem war er am Aufbau von drei wissenschaftlichen Instituten →



Gemälde: Ludwig Knaus; Bild: Staatliche Museen zu Berlin, Nationalgalerie

Er war ein Arbeitstier, zeitweise ein regelrechter Workaholic, und schon lange vor seinem Tod am 8. September 1894 die führende Kapazität in der deutschen Wissenschaft.



Berühmte Vorgänger, Zeitgenossen und Nachfolger (v.l.n.r., oben) Alexander von Humboldt, Max Planck, (unten) Charles Darwin, Louis Pasteur
Bilder: Lukiyanova Natalia frenta/Shutterstock.com, Joseph Karl Stieler, picture alliance/ullstein bild, John Collier, picture alliance/United Archives/WHA

Einfluss Helmholtz war daran beteiligt, dass sich James Clerk Maxwells Theorie zum Elektromagnetismus durchsetzte.
Bild: picture alliance/Bianchetti/leemage

beteiligt, die er allein leitete (eines für Physiologie in Heidelberg, eines für Physik in Berlin und die Physikalisch-Technische Reichsanstalt für Physik und Metrologie in Charlottenburg). Er war ein Arbeitstier, zeitweise ein regelrechter Workaholic, und schon lange vor seinem Tod am 8. September 1894 die führende Kapazität in der deutschen Wissenschaft: Er war in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts das, was Alexander von Humboldt in der ersten Hälfte gewesen war – und das, was Max Planck in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts werden sollte. An seinen wissenschaftlichen Ruhm und seinen Status einer Ikone reichten damals wohl höchstens Charles Darwin und Louis Pasteur heran.

Was steht hinter Hermann von Helmholtz' breit gefächerten und fundierten Leistungen und wie lässt sich sein Status als Wissenschaftsikone erklären? Anders ausgedrückt: Welche geistigen Leitmotive und Triebkräfte ziehen sich durch sein kreatives wissenschaftliches, philosophisches und ästhetisches Leben? Drei große Themen fallen ins Auge: Erstens besaß Hermann von Helmholtz einen leidenschaftlichen Willen, die Wissenschaften zu einen, sowohl innerhalb der einzelnen Disziplinen als auch zusammen als geeinte Naturwissenschaft. So suchte er nach allgemeinen, übergeordneten Gesetzen und stringenten Konzepten für die einzelnen wissenschaftlichen Disziplinen, mit denen er sich beschäftigte. Zudem entdeckte er enge Beziehungen zwischen Physiologie und Physik – nicht zuletzt durch seinen wichtigen Beitrag zur Entwicklung des Energieerhaltungssatzes –, zwischen der Physiologie und seiner Entwicklung der nicht euklidischen Geometrie, zwischen Physik und Geometrie im Allgemeinen, zwischen Physik und chemischer Thermodynamik sowie zwischen Physik und Meteorologie. Auf breiterer Ebene zeigte er auf, wie sich die von ihm und anderen entdeckten wissenschaftlichen Gesetze und verschiedenen Erkenntnisse auf die Medizin, experimentelle Psychologie, Philosophie, Musik und Malerei auswirkten. Er versuchte, das menschliche Sehen, den Schall und die Wärme zu verstehen – vor allem durch das Verständnis der physikalischen und physiologischen Gesetze, denen sie folgen. Dabei bewies er eine verblüffende Fähigkeit zur Synthese von Ideen, Konzepten, Theorien und Ergebnissen aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen und von verschiedenen Personen. Doch obwohl er lange gehofft hatte, einen übergreifenden Rahmen empirisch gestützter allgemeiner Grundsätze entwickeln zu können, der alle Wissenschaften einbeziehen würde, erwies sich ein solches Weltbild als schwer greifbar.

Zweitens verwandte Hermann von Helmholtz viel Aufmerksamkeit auf erkenntnistheoretische Fragen, also auf die Quellen und Methoden des Wissens. Er betonte, wie überaus wichtig das Entdecken und sorgfältige Auswerten von empirischem Wissen, also das Zusammentragen und Einordnen der Fakten, sei. Insbesondere vor diesem Hintergrund widmete er die erste Hälfte seiner Laufbahn großenteils dem Studium der Anatomie und Physiologie des menschlichen Auges und Ohres. Er führte die von ihm und anderen gewonnenen Erkenntnisse in der Anatomie, Physiologie, Optik und Geometrie zusammen und erfand neben vielem anderen 1850/51 den ersten Augenspiegel, mit dem sich die Netzhaut beim lebenden Menschen betrachten lässt. (Sein Ansehen beruhte in erster Linie auf dieser Erfindung, mehr als auf irgendeiner anderen seiner wissenschaftlichen Erkenntnisse oder Theorien.)

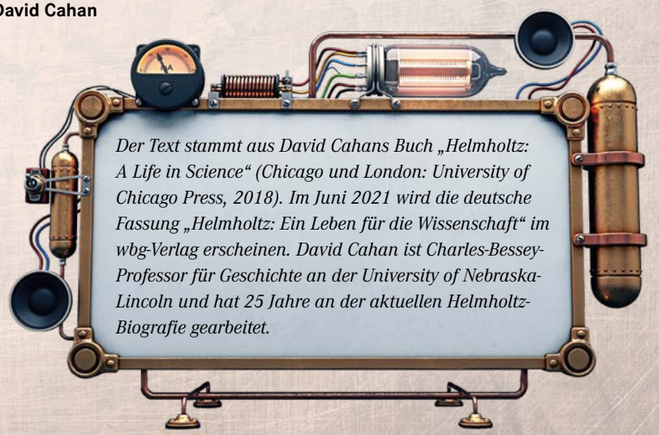
In seiner theoretischen Analyse des Mikroskops zeigte er darüber hinaus, dass es eine Grenze für das optische Auflösungsvermögen gibt. Zudem trug er, um noch ein letztes Beispiel zu nennen, viel zur Beurteilung der Stärken und Schwächen der Mitte des Jahrhunderts rivalisierenden deutschen und britischen elektromagnetischen Theorien bei, machte die Wissenschaftler auf dem europäischen Kontinent auf die Theorie von James Clerk Maxwell aufmerksam und war mit daran beteiligt, dass diese sich schließlich durchsetzte. Maßgeblich war für Hermann von Helmholtz' Bemühungen, nach seiner eigenen Aussage, ein psychologisches Bedürfnis, in der Wissenschaft Gesetzmäßigkeiten zu entdecken oder aufzustellen. Diesen Drang habe er schon in seiner Kindheit entwickelt, um das, was er als die Unzulänglichkeiten seines mangelhaften Gedächtnisses bezeichnete, zu kompensieren. Später wurde daraus das Kernstück seiner Wissenschaftsphilosophie. Für Hermann von Helmholtz ermöglichten Gesetze das Verstehen (und die Beherrschung) der Natur. Allgemeine Gesetze stellten nach seiner Auffassung die höchste Stufe der Wissenschaft dar, die sich folglich vor allem um solche Gesetze bemühen sollte. Zwei Zeilen aus Schillers „Der Spaziergang", die Hermann von Helmholtz besonders mochte, fassen auf eindringliche, poetische Weise den Kern dessen zusammen, worum es ihm in der prosaischen Wissenschaft ging: „Sucht das vertraute Gesetz in des Zufalls grausenden Wundern,/ Sucht den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht." Die Wissenschaft suchte in den empirischen Wundern der Natur nach Gesetzen.

Drittens schließlich besaß Helmholtz einen feinen Sinn für die komplementären und sich gegenseitig befruchtenden Rollen von Kunst und Wissenschaft. Seit seiner Jugend hatten die Künste für ihn zentrale Bedeutung: Er spielte Klavier, las literarische Werke, besuchte Theateraufführungen und Konzerte und betrachtete in Kunstmuseen Gemälde und Skulpturen. Als Wissenschaftler versuchte er, die Natur der Töne und Farben zu verstehen, nicht zuletzt in ihrer Erscheinung als Musik beziehungsweise Malerei. Er interessierte sich zudem dafür, wie Maler durch den Einsatz von Farbe und die Darstellung von Gegenständen in unterschiedlicher Entfernung räumliche Tiefe suggerieren, und versuchte zu verstehen, wie Auge und Ohr des Menschen Farben beziehungsweise Töne wahrnehmen. Er entwickelte die physiologische Akustik und Optik und nutzte diese wiederum für ein besseres Verständnis der auditiven und visuellen Wahrnehmung. Die Künste waren für Helmholtz einerseits Inspiration und Entspannung und andererseits zumindest teilweise Gegenstand wissenschaftlicher Erkenntnis: Es war ein Geben und Nehmen. Er war überzeugt, dass Künstler ebenso wie Wissenschaftler Gesetze ausdrücken, selbst wenn diese Gesetze niemals in der Weise oder in dem Maße artikuliert werden können wie die Naturgesetze.

> Er war überzeugt, dass die Probleme der Wissenschaften letztlich nur von der wissenschaftlichen Gemeinschaft insgesamt zufriedenstellend gelöst werden können.

Hermann von Helmholtz war zwar sehr vielseitig, konnte aber bei Weitem nicht alle wichtigen wissenschaftlichen Probleme, mit denen er sich beschäftigte, lösen, genauso wenig wie es ihm gelang, eine einheitliche Analyse der Wissenschaft als Ganzes zu entwickeln oder ein (für ihn selbst oder für andere) voll befriedigendes Verständnis ihrer komplexen erkenntnistheoretischen Grundlagen zu erreichen. Wie Newton vor ihm, Darwin zu seinen Lebzeiten oder Einstein nach ihm – wie wohl alle Wissenschaftler zu allen Zeiten – konnte er nicht sämtliche wissenschaftlichen Probleme lösen, die ihn umtrieben. Er war überzeugt, dass die Probleme der Wissenschaften letztlich nur von der wissenschaftlichen Gemeinschaft insgesamt zufriedenstellend gelöst werden können. Wissenschaft, so glaubte er, bedeute einen Zivilisationsgewinn für die gesamte Menschheit. Für ihn war die Wissenschaft eine zivilisatorische Kraft. ◆

David Cahan



Der Text stammt aus David Cahans Buch „Helmholtz: A Life in Science" (Chicago und London: University of Chicago Press, 2018). Im Juni 2021 wird die deutsche Fassung „Helmholtz: Ein Leben für die Wissenschaft" im wbg-Verlag erscheinen. David Cahan ist Charles-Bessey-Professor für Geschichte an der University of Nebraska-Lincoln und hat 25 Jahre an der aktuellen Helmholtz-Biografie gearbeitet.



Bild: Evgeny Haritonov/Shutterstock.com

03

DER STEINWAY-FLÜGEL

Er war selbst ein leidenschaftlicher Klavierspieler und spielte bis zu eine Stunde jeden Tag. Dieses Hobby verband Hermann von Helmholtz sogar mit seiner Forschung: Er experimentierte beispielsweise zum Anschlagspunkt bei Klavieren, zum Material der Hämmer, zur Spannung der Saiten und zum Mitschwingen nicht klingender Saitenteile. Auf Basis dieser Arbeiten erfand der Klavierbauer C. F. Theodore Steinway ein System, das Flügel viel brillanter klingen lässt. Seine sogenannte Duplexskala ist bis heute im Einsatz und sorgt für den einzigartigen Klang des Steinway-Flügels. Steinway besuchte 1873 Hermann von Helmholtz sogar in Berlin, um dessen Flügel durch kleine Umbauten klanglich zu verbessern. Ein Steinway-Konzertflügel von Hermann von Helmholtz steht heute im Deutschen Museum in München.

04

DER HELMHOLTZ-RESONATOR

In seinem Werk „Lehre von den Tonempfindungen“ formulierte Hermann von Helmholtz wichtige Erkenntnisse zu Schwingungsformen und Resonanz. Der Kern: In jedem Klanggemisch gibt es einen Grundton. Um ihn besser nachweisen zu können, entwickelte er einen Resonator, der dank einer Öffnung im Resonanzkörper den jeweiligen Grundton verstärkte. Das Prinzip des Helmholtz-Resonators findet heute noch Anwendung – bei Musikinstrumenten, bei Lautsprechern und bei Apparaten, die in Konzerthallen und Konferenzräumen tieffrequente Schallwellen dämpfen.

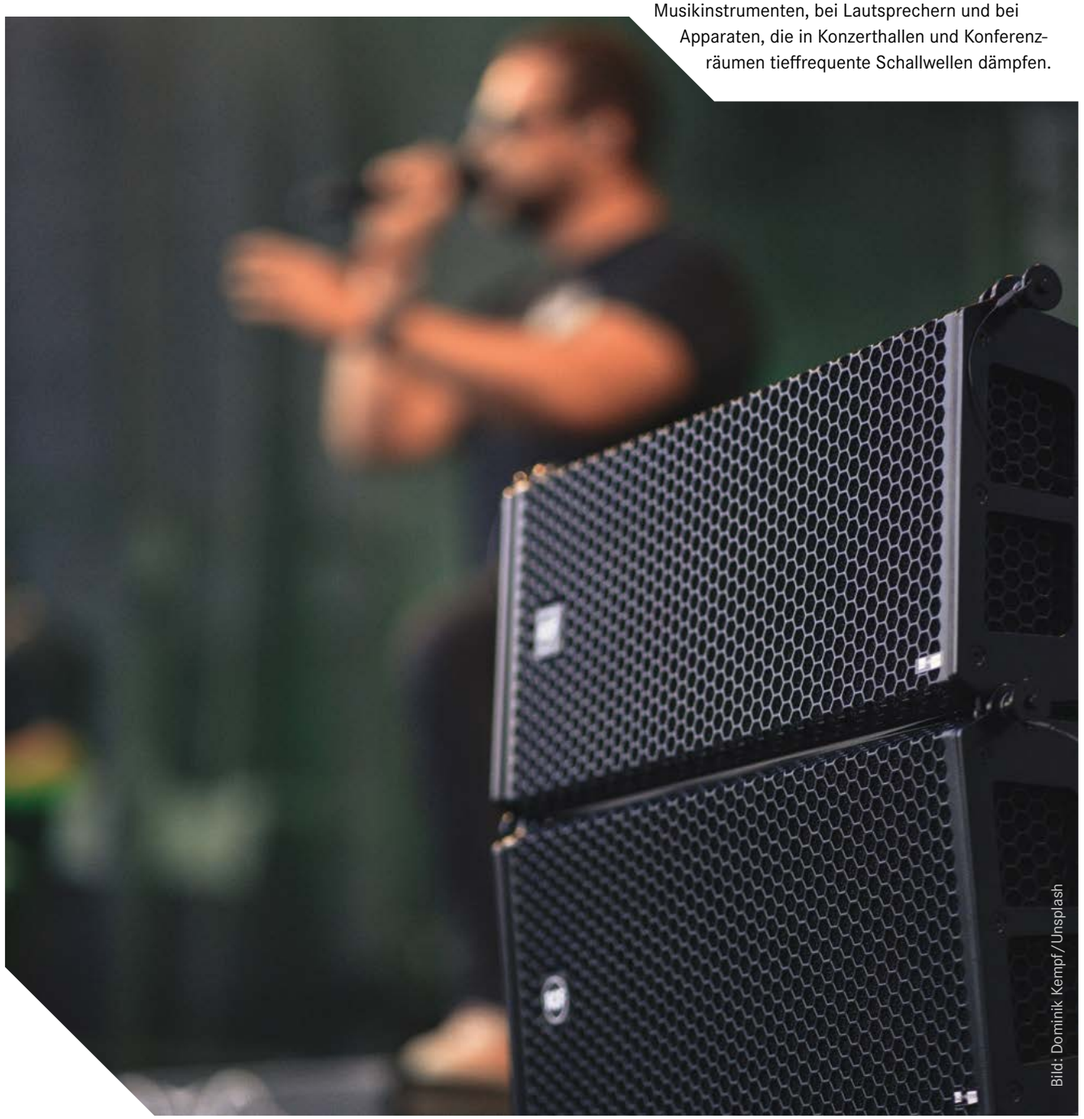


Bild: Dominik Kempf/Unsplash



HELMHOLTZ UND SEINE ZEIT

Das 19. Jahrhundert ist geprägt von wissenschaftlichem, technischem und industriellem Fortschritt, aber auch von Krisen. Unsere Infografik zeigt **Helmholtz'** Meilensteine und die seiner Weggefährten.

1804
Richard Trevithick
erfindet die Dampflokomotive

1820
Hans Christian Ørsted
entdeckt den Elektromagnetismus

31.08.1821
Hermann Helmholtz
wird in Potsdam geboren

1838
beginnt seine Ausbildung als Militärarzt

1842
schließt seine Doktorarbeit über die Nervenfasern ab

arbeitet als Chirurg an der Charité und dient bis **1848** als Militärarzt in Potsdam und Berlin

1845
Gründung der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin
(heute Deutsche Physikalische Gesellschaft (heute: DPG))

1847
publiziert „Über die Erhaltung der Kraft" (1. Hauptsatz der Thermodynamik)

1847
Werner Siemens und Johann Halske
gründen die Telegrafenanstalt (Ursprung der Firma Siemens)

1848/49
Deutsche Revolution

1849
tritt Physiologie-Professur in Königsberg an.

heiratet **Olga von Velten**

1850
konstruiert den Augenspiegel

misst als erster die Nervenleitgeschwindigkeit

1850/51
Rudolf Clausius und William Thomson
(„Lord Kelvin") formulieren unabhängig voneinander den 2. Hauptsatz der Thermodynamik

1852
entwickelt die Dreifarbentheorie

1855
tritt Physiologie-Professur in Bonn an

1856
publiziert Handbuch der physiologischen Optik

1858
Rudolf Virchow
entwickelt Theorie der Zellularpathologie

1858
publiziert zu Wirbelbewegungen in Flüssigkeiten

baut einen Apparat zur Bestimmung von Klangfarben (= erster Synthesizer)

tritt Physiologie-Professur in Heidelberg an

1859
Tod seiner Frau Olga

1859
Charles Darwin
publiziert Evolutionstheorie („The origin of species")

1860
Louis Pasteur
weist nach, dass Mikroorganismen die Ursache vieler Erkrankungen sind

1861
heiratet **Anna von Mohl**

1863
publiziert „Die Lehre von den Tonempfindungen"

1864
Julius Lothar Meyer
entwickelt das Periodensystem der Elemente

1867
Karl Marx
publiziert „Das Kapital"

1867
Werner Siemens
entdeckt das dynamoelektrische Prinzip und begründet damit die moderne Starkstromtechnik.

1870
publiziert Theorie der Elektrodynamik

1870/71
Deutsch-französischer Krieg

1871
tritt Physik-Professur an der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin an (heute: HU Berlin)

1872
Emil du Bois-Reymond
publiziert „Über die Grenzen des Naturerkennens"

1874
ermittelt die theoretische Grenze für die Leistungsfähigkeit von Mikroskopen

1876
Robert Koch
publiziert zum Milzbranderreger

1876
Alexander Graham Bell
erfindet das Telefon

1877/78
wird Rektor der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

1879
Helmholtz-Schüler **Wilhelm Wundt**
gründet Institut für experimentelle Psychologie in Leipzig

Thomas Alva Edison
erfindet die Glühlampe

1882/83
1883 wird in den Adelsstand erhoben und heißt fortan **Hermann von Helmholtz**

entwickelt Theorie zur Thermodynamik chemischer Vorgänge

1883
Reichskanzler Otto von Bismarck
initiiert die deutschen Sozialgesetze

1884
publiziert über Wirbelstürme und Gewitter

1886
Helmholtz-Schüler **Heinrich Hertz**
gelingt der Nachweis von elektromagnetischen Wellen

Carl Benz und Gottlieb Daimler
erfinden das Automobil

1887
wird erster Präsident der neu gegründeten Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (heute: PTB)

1887
Emil Berliner
erfindet die Schallplatte und das Grammophon

1890
publiziert über Wind- und Wasserbewegungen

1893
Otto Lilienthal
entwickelt das Gleitflugzeug

1894
08.09.1894
stirbt in Berlin-Charlottenburg

1895
Freud publiziert den auf naturwissenschaftliche Annahmen gestützten „Entwurf einer Psychologie"

Wilhelm Conrad Röntgen
entdeckt die Röntgenstrahlung

1896
Svante Arrhenius
sagt als Erster eine globale Erwärmung aufgrund der anthropogenen Kohlenstoffdioxidemission voraus

Infografik: Julia Blenn; Bilder: The British Railway Locomotive, H.M.S.O. (1804), Siemens AG (1847), Christoph Weber/Berlin (1850), Helmholtz (1858), DaimlerChrysler AG (1886), PTB (1887), Otto-Lilienthal-Museum Anklam (1893)

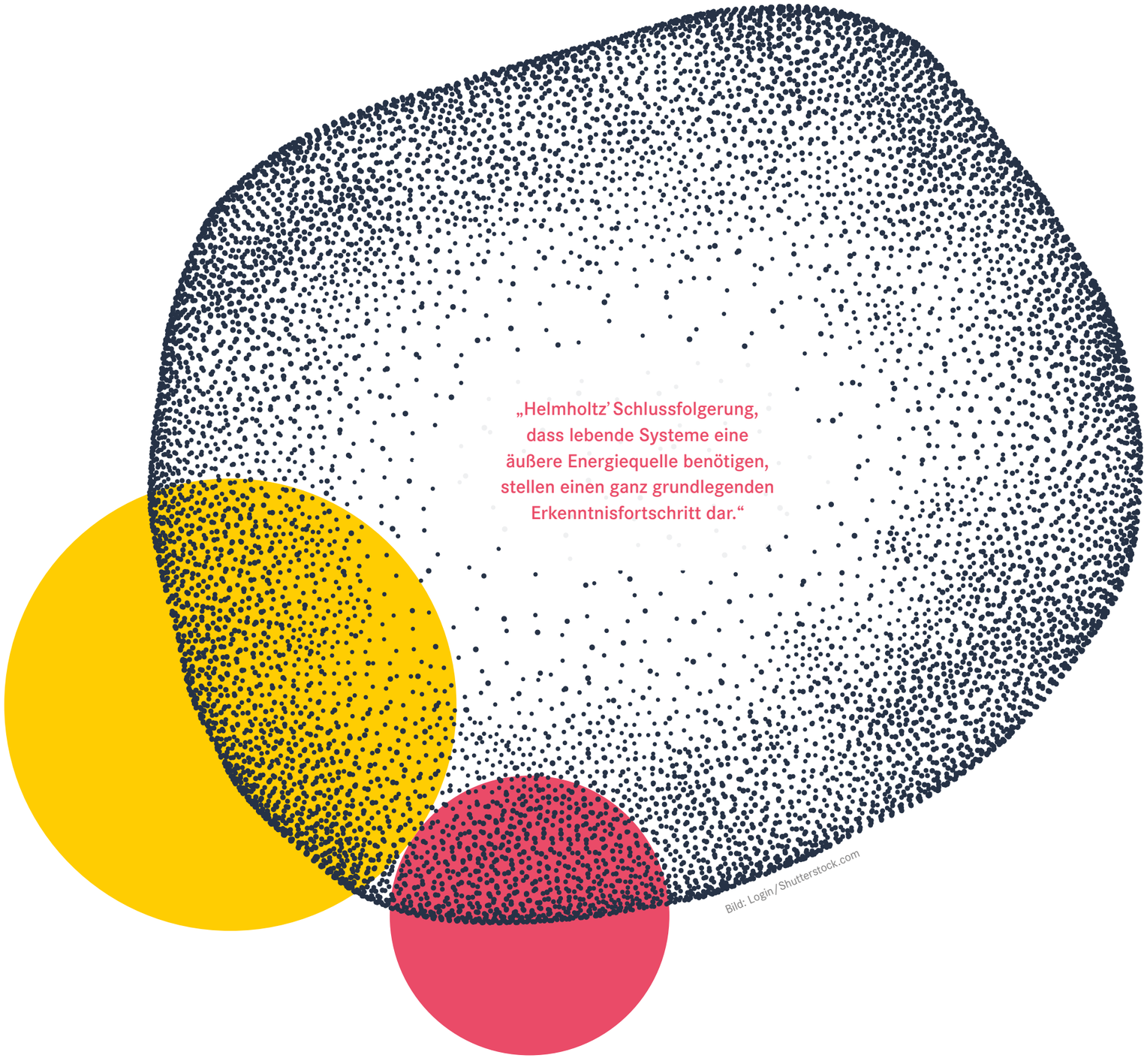


Bild: Login/Shutterstock.com

DIE VERMESSUNG DES LEBENDIGEN

In der modernen Biophysik ist die Forschung von Hermann von Helmholtz allgegenwärtig. Und auch die Fragen von damals haben sich nicht grundlegend verändert – allem großen Erkenntnisfortschritt zum Trotz.

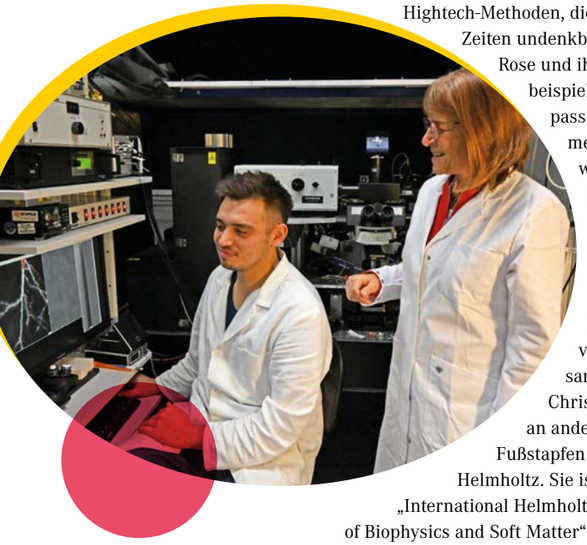
Was ist Leben und woher kommt es? Für den Physiologen Emil Heinrich du Bois-Reymond, Mitbegründer der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) und enger Freund und Mitstreiter von Hermann von Helmholtz, gehörte diese Fragestellung zu einem der sieben „Welträtsel". Und auch Hermann von Helmholtz beschäftigte sich intensiv damit. Die Mehrzahl der Physiologen seiner Zeit sahen als Ursache für das Leben eine „Lebensseele" an, die in einem Organismus die chemischen und physikalischen Kräfte im Gleichgewicht hält. Hermann von Helmholtz aber gab sich mit dieser metaphysischen Erklärung nicht zufrieden. Eine Lebensseele, die wie ein Perpetuum mobile aus dem Nichts Energie erzeugt? Das war für ihn als Erklärung inakzeptabel. Er zeigte, dass Energie weder erzeugt noch vernichtet, sondern nur in andere Formen umgewandelt werden kann – der erste Hauptsatz der Thermodynamik auf universeller Ebene war geboren.

> „Helmholtz belegte als Erster das Gesetz der Energieerhaltung und -umwandlung und konnte überdies beweisen, dass sich äußere Energie im Organismus speichern lässt."

„Helmholtz' Schlussfolgerung, dass lebende Systeme eine äußere Energiequelle benötigen, stellt einen ganz grundlegenden Erkenntnisfortschritt dar", sagt die Biophysikerin Petra Schwille vom Max-Planck-Institut für Biochemie (MPIB) bei München. Sie untersucht gemeinsam mit ihrer Arbeitsgruppe die fundamentalen Merkmale des Lebens auf molekularer Ebene. „Helmholtz belegte als Erster das Gesetz der Energieerhaltung und -umwandlung und konnte überdies beweisen, dass sich äußere Energie im Organismus speichern lässt. Das Leben schafft es unter Aufnahme von Energie von außen, eigene Strukturen aufzubauen und zu erhalten." Für Petra Schwille ist das nach wie vor ein Wunder der Natur. Denn: „Die Natur ist eigentlich auf Durchmischung aus, sprich auf ein thermisches Gleichgewicht." Das lässt sich gut an einer Tasse Kaffee veranschaulichen: Gießt man etwas kalte Milch in einen heißen Kaffee, vermischen sich die beiden Flüssigkeiten und tauschen ihre Wärmeenergie aus – bis eine Gleichgewichtstemperatur erreicht ist, der Kaffee sich durch die Milch abgekühlt hat.

„Die Grundbausteine von Zellen aber, also lebende Materie, können sich entmischen und eine langfristige Ordnung aufbauen", erklärt Petra Schwille. Das „Anstrampeln" gegen die eigentlich natürliche spontane Durchmischung gelingt laut der Biophysikerin nur dadurch, dass das Leben auf Musterbildung setzt und Energie in Ordnung und komplexe Strukturen umwandelt – also ein organisiertes Zusammenspiel von unterschiedlichen Proteinen in einem vielschichtigen Gesamtsystem. Eine grundlegende Erkenntnis, die Hermann von Helmholtz ganz wesentlich vorbereitet hat.

Auch Christine Rose, die am Institut für Neurobiologie an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf forscht, sieht eine Reihe von Parallelen zwischen ihrer biophysikalischen Arbeit und der von Helmholtz. „Wir beschäftigen uns mit der Funktionsweise von Gehirnzellen. Bei unseren Untersuchungen geht es hauptsächlich darum, wie Nervenzellen mit den sogenannten Gliazellen kommunizieren. Auch Hermann von Helmholtz trieb die grundsätzliche Frage um: Wie arbeiten Nervenzellen? Wie tauschen sie sich miteinander aus?" Bereits in seiner Doktorarbeit untersuchte er die Anatomie des Nervensystems und wies nach, dass die Nervenfasern von wirbellosen Tieren →



Selbstorganisation
Wie Nervenzellen mit den sogenannten Gliazellen kommunizieren, erforscht die Neurobiologin Christine Rose. Bild: Jan Meyer

ihren Ursprung in den sogenannten Ganglienzellen haben. Später entwickelte er eine Messapparatur, mit der er die Leitungsgeschwindigkeit von Aktionspotenzialen bestimmte. Das sind elektrische Signale von Nervenzellen, wie Christine Rose und ihr Team sie auch heute noch untersuchen – wenngleich inzwischen mit Hightech-Methoden, die zu Helmholtz' Zeiten undenkbar waren. Christine Rose und ihr Team erforschen beispielsweise, was passiert, wenn dem menschlichen Gehirn wie etwa bei einem Schlaganfall nicht ausreichend Energie zugeführt wird und die Gehirnzellen dadurch ihre Funktionsfähigkeit verlieren. Gemeinsam mit Kollegen tritt Christine Rose noch an anderer Stelle in die Fußstapfen von Hermann von Helmholtz. Sie ist Professorin der „International Helmholtz-Research School of Biophysics and Soft Matter" (IHRS BioSoft), des Graduiertenkollegs am Forschungszentrum Jülich, das in Kooperation mit Universitäten, der Helmholtz-Gemeinschaft und der Max-Planck-Gesellschaft betrieben wird. Wer sich das Themenspektrum der IHRS anschaut, findet dort Arbeiten über „Selbstorganisationsprozesse in biophysikalischen Systemen", über die „thermodynamische Nichtgleichgewichtsphysik und Proteindynamik" und über die „biologische Signalverarbeitung" – die Bandbreite und interdisziplinäre Arbeitsweise ihres Namenspatrons pflegen die Forscher bis heute.

Andreas Stadler vom Forschungszentrum Jülich nähert sich der Frage nach dem Leben von einer anderen Seite. Er ist Biophysiker und beschäftigt sich gemeinsam mit seiner Arbeitsgruppe vor allem mit der Dynamik von Biomolekülen. „Wir versuchen, die Struktur und Dynamik von Proteinen und ihre Funktionsweise zu verstehen." Auch für Stadler nimmt Hermann von Helmholtz eine Schlüsselrolle in der Entwicklung der Biophysik ein. „Er war der Erste, der konsequent und systematisch physikalische Methoden angewandt hat, um biologische und physiologische Sachverhalte zu verstehen." Die Thermodynamik und die statistische Physik seien zu jener Zeit maßgeblich von Hermann von Helmholtz weitergetrieben worden. So führte er grundlegende Begriffe ein, die unverzichtbar sind, um die physikalischen Prozesse auf molekularer Ebene zu verstehen. „Besonders hervorzuheben ist hierbei der Begriff der ‚Entropie', was die Unordnung oder Beweglichkeit eines Systems beschreibt", erklärt Andreas Stadler. „Und da sehe ich einen direkten Zusammenhang zu der Arbeit von Hermann von Helmholtz. Er versuchte, die Beweglichkeit von Systemen auf molekularer Ebene zu verstehen und wie diese Dynamik das Verhalten des Gesamtsystems beeinflusst." Damals untersuchte er insbesondere ideale Gase – einatomige Moleküle, die keinerlei Wechselwirkung zeigen.

> „Das hätte Hermann von Helmholtz bestimmt erstaunt, aber sicherlich auch sehr erfreut."

Heute werden Helmholtz' Entwicklungen auf hochkomplexe biologische Systeme wie Bio- und Makromoleküle übertragen. „Das hätte Hermann von Helmholtz bestimmt erstaunt, aber sicherlich auch sehr erfreut", sagt der Biophysiker. Aber was ist nun Leben? Diese Frage hält Petra Schwille, die Münchner Max-Planck-Forscherin, nach wie vor für ungeklärt. Es gebe zwar diverse Anhaltspunkte wie etwa die Fähigkeit zum Metabolismus (Stoffwechsel) und zur Replikation (Nachwuchserzeugung) oder die Informationsverarbeitung und die Bewegung – „aber einen festen Satz an Kriterien, um Leben zu kategorisieren, haben wir nach wie vor nicht".

> „Wie es zu den komplexer werdenden, sich weiterentwickelnden Strukturen in lebenden Systemen kommt, von Zellen zu Geweben und Organen bis zu einem komplexen Organismus, ist noch völlig unverstanden."

Die eigentlich spannende Frage ist für Petra Schwille, was das Leben zur Strukturbildung antreibt. „Sie lässt sich zwar auf molekularer Ebene gut nachvollziehen, sprich auf Ebene von Proteinen und Enzymen. Aber wie es zu den komplexer werdenden, sich weiterentwickelnden Strukturen in lebenden Systemen kommt, von Zellen zu Geweben und Organen bis zu einem komplexen Organismus, ist noch völlig unverstanden." Nach welchen Prinzipien organsiert und strukturiert sich also lebende Materie? Obwohl die Antwort darauf essenziell ist, um letztlich die Kernfrage „Was ist Leben?" beantworten zu können, geht laut Petra Schwille die Weiterentwicklung auf diesem Gebiet nur sehr schleppend voran. „Uns fehlt noch ein fundamental neuer theoretischer Ansatz, um das Phänomen ‚Leben' und die entsprechende ‚Physik im Ungleichgewicht' wirklich grundlegend zu begreifen." Petra Schwille ist deshalb fest davon überzeugt, dass es auf dem Gebiet der Thermodynamik noch zu einem Paradigmenwechsel kommen wird.

Das wäre Hermann von Helmholtz nur recht gewesen. Er war Neuem gegenüber stets aufgeschlossen und wusste: „Jedoch das Gebiet, welches der unbedingten Herrschaft der vollendeten Wissenschaft unterworfen werden kann, ist leider sehr eng, und schon die organische Welt entzieht sich ihm größtenteils." Das hat ihn aber nicht von der Vermessung des Lebendigen abhalten können – und ihn zu fundamentalen Erkenntnissen geführt, die die Forschung bis heute beschäftigen. ◆

Ilja Bohnet



Was ist Leben?
Die Biophysikerin Petra Schwille versucht zu ergründen, was fundamentale Merkmale des Lebens auf molekularer Ebene sind. Bild: Axel Griesch für MPG



Dynamik in biologischen Systemen
Andreas Stadler (rechts) und Tobias Schrader untersuchen den Zusammenhang zwischen Proteinfaltung und -dynamik am Neutronen-Spin-Echo-Spektrometer an der Spallation Neutron Source (Oak Ridge National Lab, USA). Bild: Piotr Zolnierczuk

Bild: Login/Shutterstock.com

VON HELMHOLTZ' IDEE ZUR KÜNSTLICHEN INTELLIGENZ

Entspricht das, was wir sehen, der Wirklichkeit? Oder lassen wir uns täuschen? Wie können wir überhaupt Dinge sehen und erkennen? Fragen, die Hermann von Helmholtz intensiv beschäftigten. Seine Überlegungen sind wieder höchst aktuell: Unter dem Begriff „Helmholtz-Maschine" entwickeln Informatiker Algorithmen, die in Daten Muster erkennen – bis hin zu einer aktiv lernenden künstlichen Intelligenz.

Gleich zu Beginn seiner Laufbahn, als frisch gebackener Professor für Physiologie in Königsberg, entwickelte Hermann von Helmholtz raffinierte Versuche, um die Reizleitungsgeschwindigkeit in Nervenzellen zu messen. Er erfand den Augenspiegel, mit dem er sich einen Namen macht. Gleichzeitig dachte er über eine Frage nach, die eher philosophisch erscheint: Wie kommen wir von Sinneseindrücken zu einer Wahrnehmung, einem bewussten Bild von der Welt?

> „Helmholtz hat als einer der Ersten gesagt: Sehen ist kein passiver Prozess."

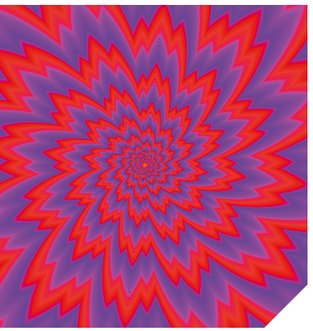
Als gutem Beobachter war Hermann von Helmholtz nicht entgangen, wie leicht sich die Sinne täuschen lassen. Was wir wahrnehmen, ist nicht deckungsgleich mit der Wirklichkeit. Er kannte nicht nur optische Täuschungen, sondern auch einige Zaubertricks, da er mit Freunden gerne Zaubervorstellungen besuchte. „Helmholtz hat als einer der Ersten gesagt: Sehen ist kein passiver Prozess. Es ist nicht so, dass etwas ins Auge fällt und damit einen getreuen Abdruck im Gehirn erzeugt", sagt Jenia Jitsev, Neuroinformatiker am Forschungszentrum Jülich. Ein gutes Beispiel dafür sind optische Täuschungen. „Selbst wenn man weiß, dass es eine optische Täuschung ist, bleibt sie bestehen. Man muss erst einen Bereich des Bildes verdecken, damit die Illusion aufhört. Man muss also einen Teil der Sinnesreize blockieren, um das Ganze als Täuschung zu erkennen", erklärt Jenia Jitsev.

Dass der Mensch kein objektives Bild der Welt sieht, war keine neue Idee. Schon Platon erzählte im Höhlengleichnis davon. Immanuel Kant präzisierte: Um einen Gedanken zu fassen, ist es nötig, das Chaos der Sinneseindrücke zu strukturieren – durch vorhandene Vorstellungen von Raum, Zeit und Kausalität. Helmholtz, der Kant sehr genau gelesen hatte, fügte seine Beobachtungen zum Lernen hinzu. In einem Vortrag über die Tatsachen der Wahrnehmung erklärte er: „Je weniger geistig begabt Tiere sind, desto schneller lernen sie das, was sie überhaupt lernen können. Das neugeborene menschliche Kind ist im Sehen äußerst ungeschickt; es braucht mehrere Tage, ehe es lernt, nach dem Gesichtsbilde die Richtung zu beurteilen, nach der es den Kopf wenden muß, um die Brust der Mutter zu erreichen."

Wo der Instinkt nicht greift, das sagt Hermann von Helmholtz damit, muss ein Lebewesen die Eindrücke aus der Umwelt ständig neu bewerten, um zu entscheiden, wie es sich verhalten soll. Es leitet dafür aus vorherigen Erfahrungen ab, was als Nächstes kommen könnte. Dann vergleicht es die Sinneseindrücke mit dieser Vorhersage. Dieser Abgleich geschieht unbewusst, vermutete Hermann von Helmholtz und schrieb dazu an seinen Freund Emil Du Bois-Reymond: „Ein heilloses Kapitel, weil man notwendig stark in das Psychologische hineingerät."

> „Die Annahme ist, dass jeder Organismus versucht, Überraschung zu vermeiden."

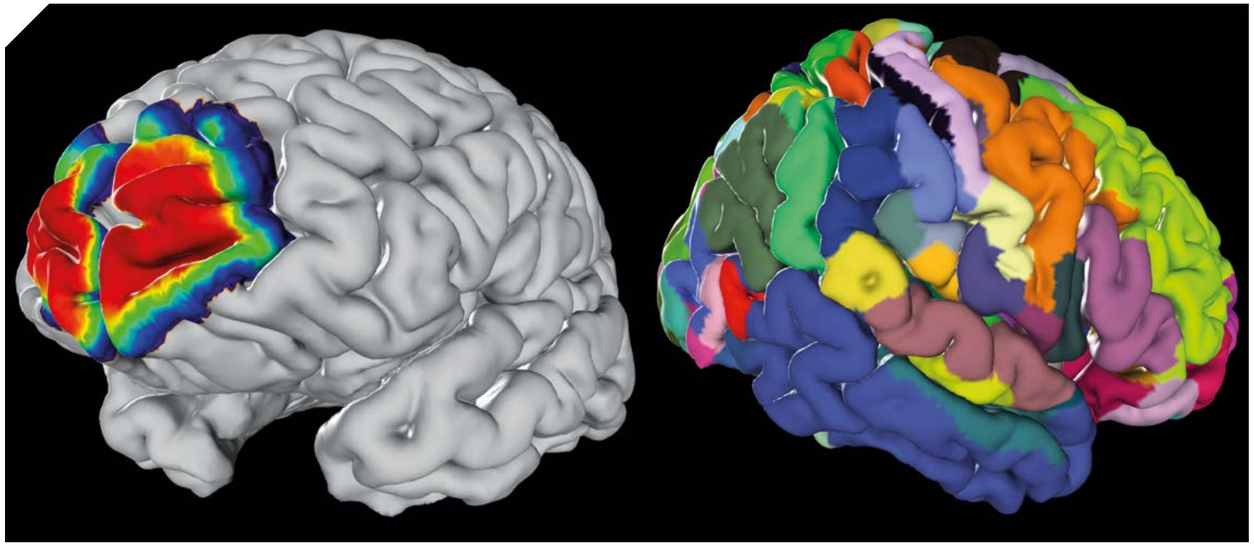
Ein Beispiel aus dem Alltag: Das Kind ist eingeschlafen, der Vater kann nun aus dem Zimmer schleichen. Vermutlich weiß er, dass Legosteine auf dem Teppich liegen – er sieht im Halbdunkel hellere Kanten schimmern und steigt darüber. Aber das helle Stück Banane sieht er erst, nachdem er hineingetreten ist. Er hatte es nicht erwartet und daher auch nicht wahrgenommen. Dieses Modell der Wahrnehmung ist heute in der →



Getäuscht Neigt man den Kopf, scheint sich das Bild zu bewegen. Doch deckt man eine Hälfte des Bildes ab, verschwindet der Effekt. Bild: Andrey Korshenkov/ Shutterstock.com



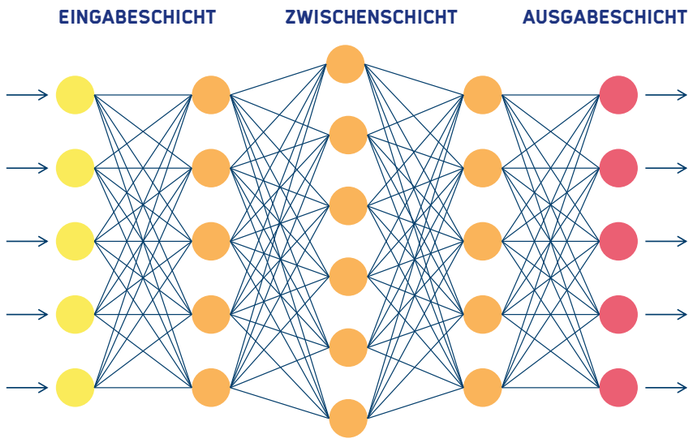
Bild: Universitätsarchiv Heidelberg / Collage: Helmholtz



Intelligenter Helfer
Eine KI kann Forscher bei der Bestimmung von Hirnarealen unterstützen.
Bild: Forschungszentrum Jülich/ Katrin Amunts

Kognitionspsychologie und in den Neurowissenschaften gut etabliert. Der Neurowissenschaftler Karl Friston hat es vor einigen Jahren mathematisch als Optimierungsproblem formuliert und als „Helmholtz-Maschine“ bezeichnet. „Das Modell von Karl Friston baut auf den Ideen von Hermann von Helmholtz auf. Die Annahme ist, dass jeder Organismus versucht, Überraschung zu vermeiden“, sagt der Informatiker Timo Dickscheid, der mit seinem Team am Forschungszentrum in Jülich ein Programm für die Neuroforschung entwickelt, das auf künstlicher Intelligenz (KI) beruht. „Das ist jedoch schwierig, denn der Organismus kennt immer nur einen kleinen Ausschnitt seiner Umgebung, niemals die gesamte Welt. Daher geht der Organismus vorab mit einem intrinsischen Modell der Welt los, das er dann mithilfe der Sinnesinformationen verbessert, um Überraschungen möglichst gut zu minimieren.“

Um im dunklen Kinderzimmer zu bleiben: Zunächst kommen in dem intrinsischen Modell des Vaters nur Legosteine vor. Erst durch den Tritt in die Banane erhält er eine Information, die dazu nicht passt, sodass er sein Modell verändern muss. Die überraschende Wahrnehmung der Banane hat also einen viel stärkeren Einfluss auf das Lernen als die erwarteten Legosteine – das ist für das Lernen sehr effizient.



So lernen neuronale Netze Typischer Aufbau eines „tiefen“ künstlichen neuronalen Netzes, das mehrere Schichten künstlicher Neuronen bildet. Über die Verbindungen geben die Neuronen einer Ebene Reize an die nächste Ebene weiter. Bild: FZ Jülich/Tobias Schlößer

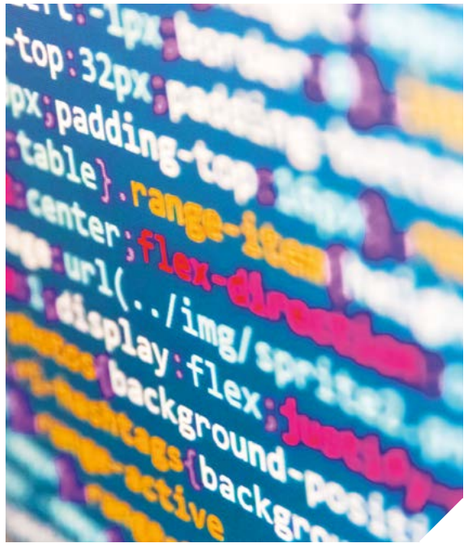
Was Hermann von Helmholtz zu seiner Zeit nicht einmal im Traum ahnen konnte: Heute lernen nicht nur Lebewesen, sondern auch Maschinen. Sie nutzen Algorithmen oder Modelle, die teilweise von der Helmholtz-Maschine inspiriert sind. „Heute gibt es noch kein generelles Modell, das in allen Fällen sehr gute Vorhersagen liefert“, sagt Fabian Theis. Der Physiker vom Helmholtz Zentrum München leitet die Initiative HAICU, in der Forscherteams zu den Themen KI und maschinelles Lernen zusammenarbeiten. „Entweder ist das Modell einfach und gut verständlich, aber dann sind oft die Vorhersagen etwas schlechter, oder man verzichtet auf gute Verständlichkeit und optimiert die Ergebnisse. Das ist das Dilemma.“

Bisher werden KI-Programme ausgiebig mit Beispielen trainiert, aus denen sie lernen. Das ist das überwachte Lernen. Programme, die medizinische Aufnahmen auswerten und interpretieren, sind bereits sehr erfolgreich. Fabian Theis hat mit seiner Arbeitsgruppe ein lernendes Programm entwickelt, das Bilder des Augenhintergrunds untersucht und darin frühe Anzeichen für krankhafte Veränderungen entdecken kann. Dies ist vor allem für Diabetespatienten hilfreich, die ein hohes Risiko haben zu erblinden. „Das Programm funktioniert gut und wir sehen auch, nach welchen Kriterien es die Risikoeinstufung vornimmt: Es fokussiert nämlich besonders auf Regionen mit Adern, wo in der Regel die Probleme auftreten“, erklärt Fabian Theis. Diese Methode des überwachten Lernens braucht allerdings Millionen Lernbeispiele, um die Aufgabe zu trainieren. Timo Dickscheid, der Jülicher Forscher, muss bei seinem Projekt anders vorgehen. „Wir haben mikroskopische Aufnahmen von Gehirnen und wollen daraus einen Atlas des menschlichen Gehirns erstellen, eine Kartierung sämtlicher Areale mit einer Auflösung auf Ebene einzelner Neuronen. Das können wir nicht mit menschlicher Leistung schaffen. Weil es aber so ungeheuer aufwendig ist, von Hand einzelne Areale zu bestimmen, können wir der KI auch nicht an Millionen Beispielen zeigen, woran sie ein Areal erkennen kann“, erklärt Timo Dickscheid.

Er setzt daher auf eine neue Strategie: das selbstüberwachte Lernen. Dabei erzeugt die künstliche Intelligenz selbst Lernbeispiele, indem sie hochaufgelöste Mikroskopieaufnahmen von Gehirnen betrachtet und analysiert. Sie kann etwa Unterschiede zwischen dem Teil der Großhirnrinde, der die visuelle Wahrnehmung ermöglicht (visueller Cortex), und demjenigen, der Bewegungen koordiniert (motorischer Cortex), erkennen. „Das System lernt zum Beispiel, dass sich Zellen im visuellen Cortex anders anordnen als im Motorcortex. Dadurch eignet es sich Erfahrungswissen an“, erläutert der Informatiker.

> „Derzeit können KI-Systeme zwar ihre Ergebnisse stetig verbessern, aber sie betrachten nicht den eigenen Lernprozess.“

In Science-Fiction-Filmen oder -Romanen ist eine künstliche Intelligenz meistens ein Wesen mit eigenem Willen, das die Menschen weit hinter sich lässt. Aber das ist im Moment nur Fiktion, sagt Jenia Jitsev: „Derzeit können KI-Systeme zwar ihre Ergebnisse stetig verbessern, aber sie betrachten nicht den eigenen Lernprozess.“ Erst wenn ein KI-System Misserfolge auswerten kann und selbstständig nach fehlendem Input fragt, könnten Algorithmen auch kreative Aufgaben übernehmen, zum Beispiel Texte verfassen. Für einfache Sachtexte funktioniert es schon recht gut, zeigt der Textgenerator GPT3, der im Gemeinschaftsprojekt Open AI entwickelt wird. „Er errechnet, was wahrscheinlich als nächstes Wort kommt, und kann damit schon einige Aufgaben abdecken“, sagt Jenia Jitsev. Seine Vision: „Ich glaube schon, dass wir in Zukunft Systeme haben, die uns mindestens ebenbürtig darin sind, aus der Welt schlau zu werden.“ Solche Systeme könnten dann zum Beispiel für Marsmissionen eingesetzt werden, die Menschen nicht gesund überständen. Aber vielleicht sogar für kreative Tätigkeiten oder für die politische Entscheidungsfindung. Die Menschen wären dann nur noch Konsumenten.



Kreativ Der Textgenerator GPT3 errechnet, welches Wort als nächstes Wort kommen könnte, und kann so Texte zu vorgegebenen Themen erstellen.
Bild: BEST-BACKGROUNDS/ Shutterstock.com

Das treibt auch Timo Dickscheid um: „KI findet schon heute für manche Aufgaben Lösungswege, die Menschen nicht erdacht hätten. Das ist gut, denn so können wir hoffentlich fundamentale Probleme besser bewältigen.“ Die Kehrseite sei, dass Menschen immer weniger verstünden, wie eine KI zu ihren Ergebnissen kommt. „Wie stellen wir sicher, dass wir KI-Systeme noch kontrollieren und böswillige Entwicklungen verhindern können oder starke Technologie nicht in die falschen Hände gerät?“ Diese Frage hätte sicher auch Hermann von Helmholtz beschäftigt, den philosophisch versierten Universalforscher, dessen Credo es stets war, die Wissenschaft zum Wohl der Menschheit zu nutzen. ◆

Antonia Rötger

NICHTS GEHT VERLOREN

Auf die Idee, dass Energie nie verloren geht, stießen Forscher einst im Bestreben zu verstehen, wie Dampfmaschinen funktionieren. Hermann von Helmholtz formulierte das Prinzip der Energieerhaltung vor rund 150 Jahren in seiner Schrift „Über die Erhaltung der Kraft“ aus. Heute ist das Prinzip der Energieerhaltung in der Physik fundamental – sowohl in der Kosmologie als auch in der Teilchenphysik.



Entscheidend „Das Higgs-Feld ist von grundlegender Bedeutung für unser Universum: Es trägt maßgeblich dazu bei, dass die meisten Elementarteilchen eine Masse haben. Bild: 2013 CERN

Dass ich erkenne, was die Welt im Innersten zusammenhält [...]“ war das oberste Ziel des universalgelehrten Protagonisten in Goethes „Faust“. Um es zu erreichen, verschrieb sich Faust der Magie. Heute suchen Teilchenphysiker nach einer Antwort auf dieselbe Frage, wenngleich mit völlig anderen Mitteln. Am leistungsfähigsten Teilchenbeschleuniger der Welt, dem Large Hadron Collider (LHC), unterirdisch an den Ausläufern des Juragebirges im französisch-schweizerischen Grenzland bei Genf angesiedelt, schießen Forscher dazu Protonen oder ganze Atomkerne mit nahezu Lichtgeschwindigkeit aufeinander. Wenn die Teilchen miteinander kollidieren, zerbersten sie und es entstehen jede Menge neuer Teilchen.

Einer dieser Teilchenphysiker ist Thomas Naumann vom Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY. Dort untersuchte er die Struktur von Protonen. Viele Jahre koordinierte er außerdem die Kommunikation für den LHC in Deutschland. „Die Physik, die wir dort machen, ist sehr komplex und lässt sich in wenigen Minuten oder gar Sekunden, wie das heute oft erwartet wird, gar nicht richtig vermitteln“, weiß er aus Erfahrung. „Da muss man manchmal etwas mehr erklären.“

Mit Detektoren wie dem ATLAS-Experiment am LHC lassen sich die elementaren Bausteine der Materie aufspüren und die Grundkräfte erkunden, die zwischen ihnen wirken. Welche und wie viele Elementarteilchen die Forscher in ihren Experimenten erzeugen können, hängt davon ab, mit welchen Energien sie die Protonen aufeinanderjagen. Denn je energiereicher eine Kollision ist, desto massereicher sind die Endprodukte. Einmal in eine Kollision hineingesteckt, geht die Energie nicht verloren, sondern wird in die Massen und Bewegungsenergien dieser Endprodukte umgewandelt.

Worauf die moderne Physik mittlerweile ganz selbstverständlich baut, hatten Naturkundler der unterschiedlichsten Disziplinen zunächst nur vermutet. Als Erster formulierte der Heilbronner Arzt Julius Robert Mayer im Jahr 1842, dass die Energie in einem abgeschlossenen System konstant bleibt. Anerkennung fand seine Arbeit zunächst kaum. Einige Jahre später, 1847, arbeitete Hermann von Helmholtz das Prinzip der Energieerhaltung in seiner Schrift „Über die Erhaltung der Kraft“ näher aus. Er war es auch, der die elektrische Energie mit chemischer Energie und Wärmeenergie in Zusammenhang →

brachte und die Energieerhaltung auch anhand physiologischer Prozesse wie der Muskelkraft beschrieb. Denn Energie bleibt auch erhalten, indem sie von einer Form in die andere umgewandelt wird.

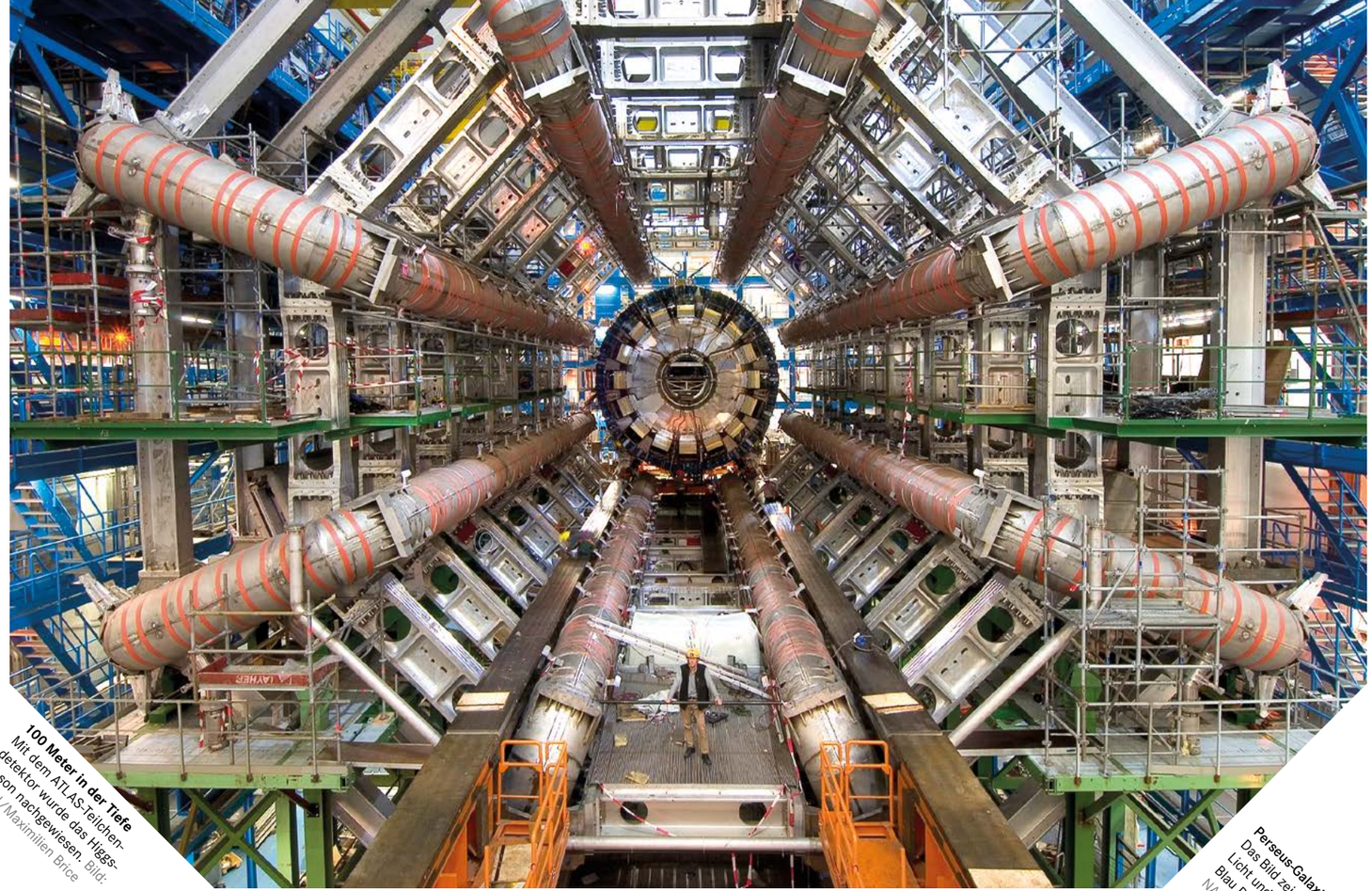
Heute längst als erster Hauptsatz in der Thermodynamik fest verankert, erweist sich das Prinzip der Energieerhaltung für die moderne Physik in ihren unterschiedlichen Bereichen als ausgesprochen nützlich, in der Teilchenphysik ebenso wie bei der Betrachtung des großen Ganzen in der Kosmologie. „Die Energieerhaltung war erst mal eine rein empirische Sache, auf die man auch vor dem Hintergrund der Physik von Dampfmaschinen stieß“, sagt Thomas Naumann. „Doch tatsächlich ist sie etwas ganz Fundamentales.“

> „Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden. Sie kann nur von einer Form in andere Formen umgewandelt werden.“
>
> *Hermann von Helmholtz*

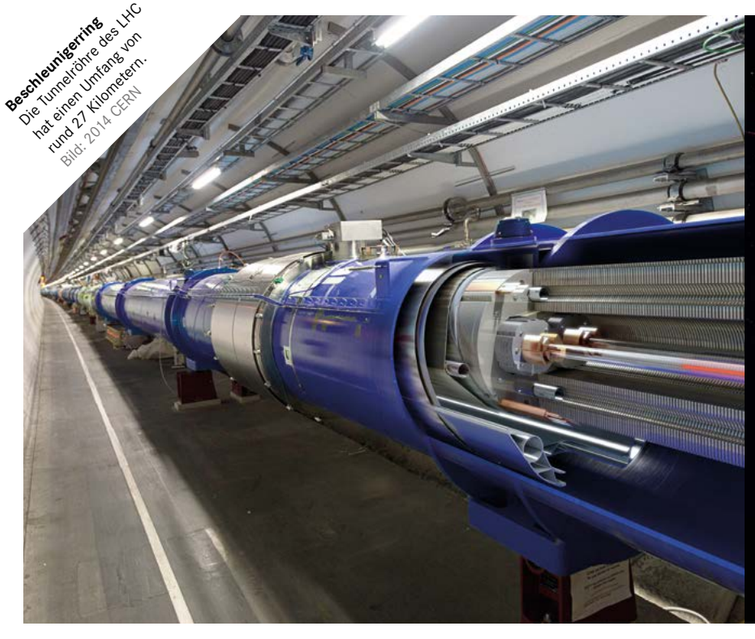
Mehr als ein halbes Jahrhundert nach Helmholtz, 1918, fasste die deutsche Mathematikerin Emmy Noether die Bedingungen für die Energieerhaltung sowie weitere physikalische Erhaltungsgrößen auf geniale Weise in die Sprache der Mathematik. „Die Noether-Theoreme, vor denen bin ich immer in Ehrfurcht erstarrt“, sagt der Physiker Thomas Naumann. „Sie begründen mathematisch und sehr elegant den Energieerhaltungssatz.“

Von Noethers Theoremen ausgehend folgen noch eine ganze Reihe weiterer Erhaltungssätze, etwa von Impuls und Drehimpuls, aber auch vieler physikalischer Größen, die die Spielregeln der Teilchenphysik auf elementarer Ebene bestimmen. Nach diesen Gesetzmäßigkeiten entscheidet sich auch, welche Teilchen bei den energiereichen Kollisionen im LHC entstehen.

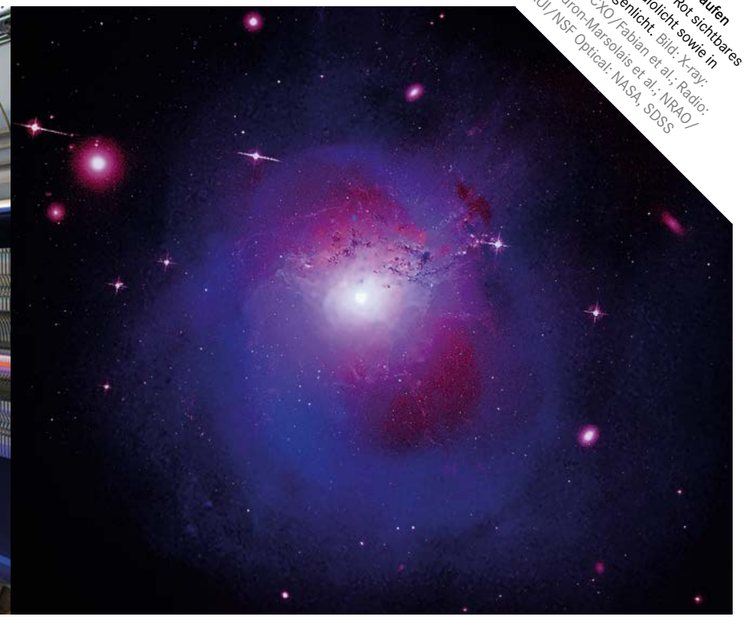
Der Energieerhaltungssatz half den Teilchenphysikern schon in der Vergangenheit mehrfach auf die Sprünge. In den 1920er-Jahren meinten einige Physiker, bei einem radioaktiven Kernzerfall, dem Betazerfall, die Energieerhaltung verletzt zu sehen: Das Elektron, das bei der Umwandlung eines Neutrons in ein Proton entweicht, schien nicht ausreichend Energie zu transportieren. Der österreichische Physiker Wolfgang Pauli nahm die Energieerhaltung ernst und erklärte



100 Meter in der Tiefe Mit dem ATLAS-Teilchendetektor wurde das Higgs-Boson nachgewiesen. Bild: CERN/Maximilien Brice



Beschleunigerring Die Tunnelröhre des LHC hat einen Umfang von rund 27 Kilometern. Bild: 2014 CERN



Perseus-Galaxienhaufen Das Bild zeigt in Rot sichtbares Licht und Radiolicht sowie in Blau Röntgenlicht. Bild: X-ray: NASA/CXO/Fabian et al.; Radio: Gendron-Marsolais et al.; NRAO/AUI/NSF Optical: NASA, SDSS

das Phänomen 1930 durch ein bis dahin unbekanntes Teilchen. Es sollte ebenfalls beim Betazerfall frei werden und die fehlende Energie mitnehmen: das Neutrino. Nachweisen ließen sich diese fast masselosen Elementarteilchen erst 1956.

Heute fahnden Forscher erneut nach noch unbekannten Teilchen. Doch diesmal kommen die Hinweise weniger von den Teilchen selbst; vielmehr führen die Spuren in die Tiefen des Kosmos. Dort beobachten Astronomen schon lange, dass Galaxien und Galaxiencluster sich anders bewegen, als es sich allein durch die Schwerkraft der sichtbaren Materie erklären ließe. Ebenso ist die Lichtablenkung von Quasaren durch Galaxiencluster stärker, als es die Masse der sichtbaren Materie in den Clustern allein erlaubt. Die Forscher gehen davon aus, dass sogenannte Dunkle Materie den fehlenden Anteil an gravitativ wirksamer Masse stellt.

> „Bei der Suche nach Teilchen dieser mysteriösen Dunklen Materie nutzen wir den Energiesatz und schauen, ob Energie ungesehen aus dem Detektor verschwunden ist.“
>
> *Thomas Naumann*

Diese Dunkle Materie, so die Annahme, könnte aus einer neuen Teilchenart bestehen, die allein auf die Schwerkraft anspricht, nicht jedoch auf die übrigen Wechselwirkungen. Weil diese Elementarteilchen auch nicht über die elektromagnetische Kraft wechselwirken, senden sie kein Licht aus und sind unsichtbar. Diesen Dunkle-Materie-Teilchen hoffen die Physiker am LHC oder an einem noch leistungsfähigeren Beschleuniger der Zukunft auf die Spur zu kommen. Auch dabei ist ihnen der Energieerhaltungssatz behilflich. „Bei der Suche nach Teilchen dieser mysteriösen Dunklen Materie nutzen wir den Energiesatz und schauen, ob Energie ungesehen aus dem Detektor verschwunden ist“, erläutert Thomas Naumann. Denn anders als die Elementarteilchen gewöhnlicher Materie lassen sie sich nicht über die bekannten Wechselwirkungen nachweisen. Die Suche danach wird noch einige Jahre dauern. ◆

Felicitas Mokler

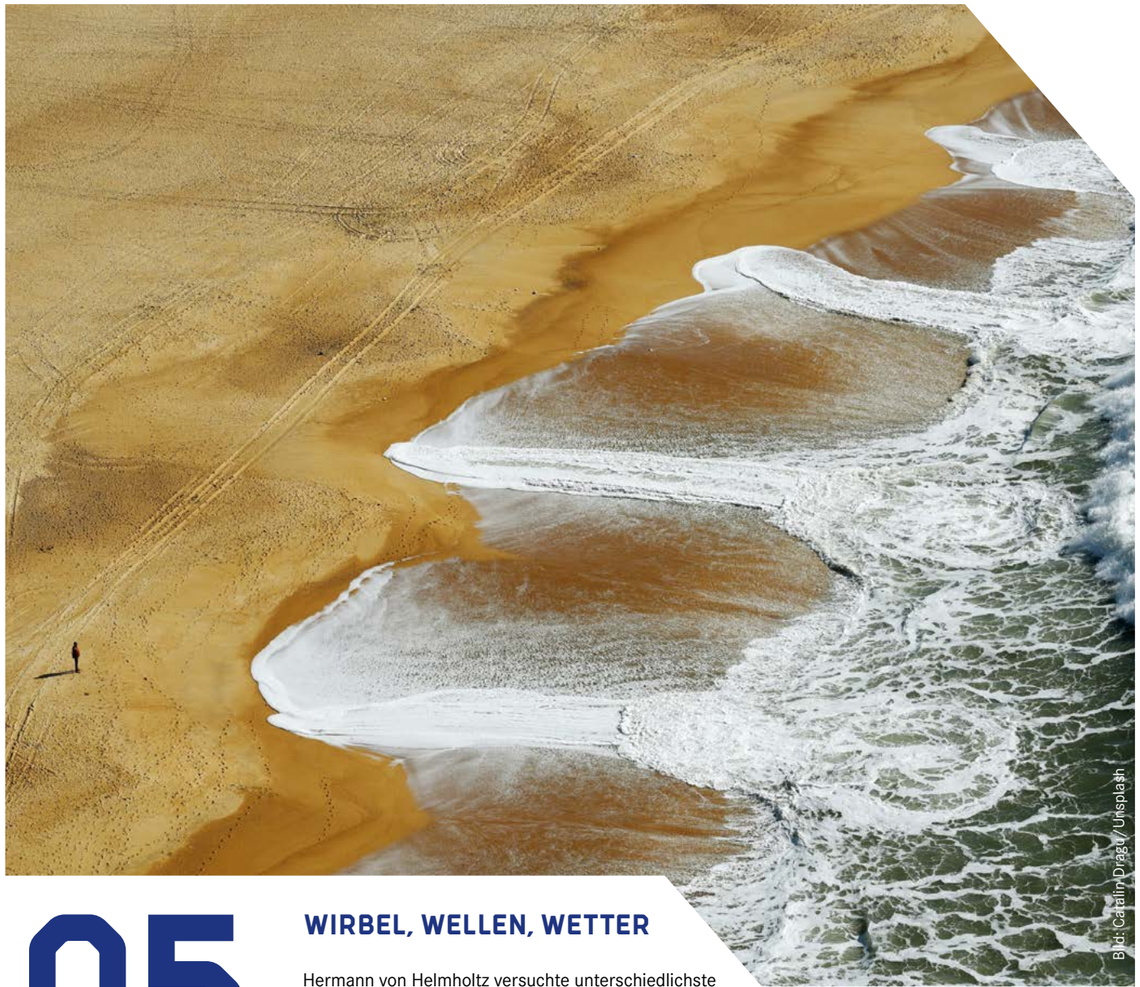


Bild: Catalin Dragu/Unsplash

05

WIRBEL, WELLEN, WETTER

Hermann von Helmholtz versuchte unterschiedlichste Naturphänomene physikalisch zu erfassen. Selbst beim Strandurlaub studierte er stundenlang die Bewegung der Wellen. In seinen Wirbeltheoremen beschrieb er mathematisch genau die Bewegung und das Verhalten von Wirbeln in Flüssigkeiten und lieferte damit wichtige Grundlagen zur Hydrodynamik. Er übertrug seine physikalischen Konzepte auf andere Naturerscheinungen und gilt wegen seiner Studien über Wirbelstürme, Gewitter, Luft- und Wasserwellen sowie Gletscher als einer der Gründerväter der modernen Meteorologie.

06

WUNDERBAR WANDELBAR

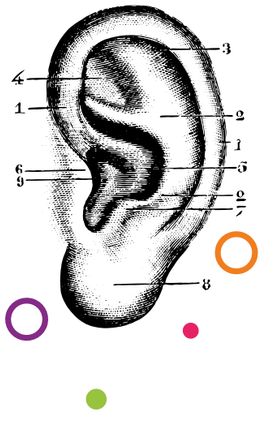
Energie kommt in verschiedenen Formen vor: beispielsweise in der Strahlung der Sonne, als Wärme, als Bewegungsenergie der Luft oder als chemische Energie, die in Kohlenhydraten gespeichert ist. Diese Energieformen können ineinander umgewandelt werden. Wenn die Atmosphäre solare Strahlung absorbiert, entsteht zum Beispiel Wärme. Die dabei erwärmte Luft wird leichter, steigt auf und wandelt sich zum Teil in Bewegung der Luft um. Bei jeder Energieumwandlung bleibt die Gesamtmenge an Energie erhalten. Dieses Prinzip ist als erster Hauptsatz der Thermodynamik bekannt. Hermann von Helmholtz brachte es als Erster in eine mathematisch ausgearbeitete und allgemeingültige Form.



Bild: PornlnPerth/Shutterstock.com

DER FORSCHER AM KLAVIER

Hermann von Helmholtz war leidenschaftlicher Pianist und brachte Kunst und Wissenschaft in seiner Forschung immer wieder zusammen. Seine Schriften dazu waren bahnbrechend und gelten bis heute als Standardwerke.



Es war Sommer, man schrieb das Jahr 1876 und Hermann von Helmholtz besuchte zusammen mit seiner Frau Anna die ersten Bayreuther Festspiele. Alles, was Rang und Namen hatte, weilte in der Stadt, „alle guten Bekannten zusammen, alle Künstler, Menzel, Meyerheim, Mackart, Lenbach“, schwärmt Anna in einem Brief an ihre Kinder. Später besuchten sie Richard Wagner persönlich in seinem Haus. „Liszt war da und viele liebe prächtige Leute“, schreibt Anna weiter. „Dann spielte Liszt über alle Begriffe schön.“ Hermann von Helmholtz selbst verehrte am meisten Beethoven und spielte zudem gerne Mozart am Klavier – aber zurückhaltend, wie er war, lieber allein und nicht vor Publikum. Er sang auch gern, wenngleich sein Gesang offenbar nicht herausragend war. „Jemand, der Musik liebt und fühlt, sie aber nicht machen kann, lobt fröhlich andere, die sie lieben, fühlen und machen“, kommentierte er bescheiden seine Möglichkeiten.

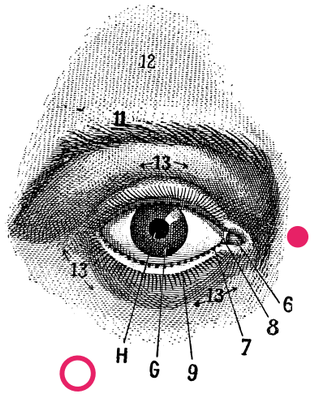
Musik, Malerei, Poesie und Theater dienten Hermann von Helmholtz nicht nur zur Entspannung und Kontemplation – sie hatten für ihn einen höheren Stellenwert. Auf der Suche nach der Wahrheit sah er die Kunst gleichauf mit der Wissenschaft, obwohl die Kunst in seinen Augen auf andere Weise nach Erkenntnis strebe. Die künstlerische Darstellung sei sogar viel reicher, feiner und lebensvoller als die wissenschaftliche, sagte er 1892 bei einer Rede auf der Generalversammlung der Goethe-Gesellschaft zu Weimar. Und so ließ er sich in seiner wissenschaftlichen Arbeit von der Kunst inspirieren: Er versuchte schon früh, die Natur von Tönen und Farben und ihre physiologischen Empfindungen zu verstehen.

> „Helmholtz hat sehr genau gesehen, dass es zwischen den Zeichen und dem, wovon die Zeichen handeln, keiner Art von Ähnlichkeit bedarf.“

Der Kunstwissenschaftler Robert Kudielka ist in seiner Forschung zum Impressionismus auf Helmholtz’ Arbeiten gestoßen. Er ist Mitglied der Berliner Akademie der Künste und interessiert sich besonders für abstrakte Malerei und die visuelle Wahrnehmung. „Helmholtz hat sehr genau gesehen“, erklärt Robert Kudielka, „dass es zwischen den Zeichen und dem, wovon die Zeichen handeln, keiner Art von Ähnlichkeit bedarf. Das ist eine ganz große Schlüsseleinsicht, die in die Kunstgeschichte bis heute noch nicht ausreichend durchgedrungen ist.“ Besonders beeindruckt hat ihn Helmholtz’ Erkenntnis, dass wir mitnichten ein Abbild der Welt sehen, sondern vielmehr eine Interpretation von Zeichen, die unsere Augen physiologisch empfinden und die im Unbewussten zu einem visuellen Bild konstruiert werden. In seinem Vortrag „Optisches über Malerei“ wendet Hermann von Helmholtz diese Erkenntnisse auf die Kunst des Malens an. Das Bild des Malers sei kein reines Abbild des Objektes, schlussfolgerte er, „sondern die Übersetzung seines Eindrucks in eine andere Empfindungsskala, die einem anderen Grade der Erregbarkeit des beschauenden Auges angehört, bei welchem das Organ in seinen Antworten auf die Eindrücke der Außenwelt eine ganz andere Sprache spricht“.

Robert Kudielka schwärmt von diesen Sätzen. Hermann von Helmholtz habe damit bewiesen, dass er die Abstraktheit der Kunst verstanden habe – gemeint ist hier nicht die abstrakte Kunst, sondern die Abstraktheit des Bildermachens. „Nämlich, wie sich die Zeichen der bildenden Kunst tatsächlich zu dem verhalten, was sie bezeichnen.“ Überdies enthalte Helmholtz’ Aussage eine große Bedeutung für die Kognitionswissenschaften. „Hinter Wahrnehmung steckt demnach mehr als bloß geometrische Optik, sondern sie stellt auch eine geistige Übersetzungsleistung dar“, sagt Robert Kudielka.

Die Schriften von Hermann von Helmholtz haben auch Günther Wess in ihren Bann gezogen. Der Chemiker und Pharmazeut war bis 2018 wissenschaftlicher Leiter des Helmholtz Zentrums München – und ist ausgebildeter Kirchenmusiker. „Helmholtz erkannte im 19. Jahrhundert wahrscheinlich als Erster, dass das Gehirn Informationen aus den verschiedenen Sinnessystemen zusammensetzt und daraus unbewusst Rückschlüsse zieht“, sagt Günther Wess. Er stieß auf Zitate von Hermann von Helmholtz, als er Texte des amerikanischen Komponisten Charles Ives las. Der erwähnte darin immer wieder „Die Lehre von den Tonempfindungen“ aus der Feder von Hermann von Helmholtz. Und so tauchte Günther Wess immer tiefer in Helmholtz’ Forschung auf diesem Gebiet ein und verfasste darüber sogar ein Buch. „Helmholtz spielte täglich mindestens eine Stunde Klavier, kannte die wesentlichen musikalischen Entwicklungen, Kompositionen und deren Komponisten, war vertraut mit der Harmonielehre und der Musiktheorie. Er hatte deshalb ein sehr geschultes Ohr und eine hohe Sensibilität für Klänge.“ „Die Lehre von den Tonempfindungen“ publizierte Helmholtz im Jahr 1863, ein 600 Seiten umfassendes Werk, zu dem es aus Sicht von Günther Wess bis zum heutigen Tag kein vergleichbares Schriftstück gibt. Die Arbeit behandelt die physikalischen Grundlagen von Tönen und Klängen, die Physiologie des Ohres und die Hör- und Empfindungsvorgänge sowie philosophische Fragen der Ästhetik und Tonalität. „Er hat damit zukunftsweisende Entwicklungen angestoßen, die bis heute nachwirken“, erklärt Günther Wess und verweist auf die Komponisten der Neuen Musik, die neue Klänge und Geräusche und ungewöhnlich verwendete Musikinstrumente in ihre Musik integrieren und zu komplexen Klanggebilden zusammensetzen – von Ferruccio Busoni, Karlheinz Stockhausen, John Cage bis zu Spektralmusikern wie Gérard Grisey. Bei der Spektralmusik stehen der Klang und seine physikalische Entstehung im Vordergrund – Melodien spielen kaum mehr eine Rolle. Für Günther Wess ist beeindruckend, dass Hermann von →



ONLINE

Die Experten-Interviews in voller Länge gibt es unter:

→ www.helmholtz.de/kunst-wissenschaft



Original Günther Wess, der selbst auch Musiker ist, spielt hier an Helmholtz' Flügel, der heute im Deutschen Museum in München steht.
Bild: Günther Wess

Helmholtz, der für diese Entwicklungen gewissermaßen den Boden bereitete, stets offen für Veränderungen blieb, obwohl er persönlich dem Schönheitsideal der Klassik und dem Prinzip einer klassischen Tonalität verhaftet war. „Er hat stets betont, dass die Musik an einem musikalischen Regelwerk nicht festkleben dürfe. Hermann von Helmholtz war aufgeschlossen für neue Entwicklungen und suchte fortwährend Neues."

Was aber bedeutet Helmholtz' Auseinandersetzung mit der Kunst für das Verhältnis von Kunst und Wissenschaft – können beide Disziplinen zusammenfinden? Der Berliner Kunstwissenschaftler Robert Kudielka ist da eher zurückhaltend. „Die Wissenschaft sucht empirische Gewissheiten und ist fortschrittsorientiert. Kunst stellt eine Gegeninstanz dar. Nicht im kritischen Sinne, sondern sie führt etwas vor, was ihrer Zeit fehlt." Was Kunst und Wissenschaft außerdem trenne, sei ihre unterschiedliche Wahrnehmung. Die subjektive Wahrnehmung des Menschen gegenüber der objektivierten Wahrnehmung in der Naturwissenschaft – das sei die wesentliche Reibungsstelle. „Und sich da wieder an Hermann von Helmholtz und seine Auseinandersetzung mit der Wahrnehmung zu erinnern, ist durchaus interessant."

Die Frage nach dem Verhältnis von Wissenschaft und Kunst beschäftigt auch Sibylle Anderl. Die studierte Philosophin, promovierte Astrophysikerin und Journalistin hatte ursprünglich überlegt, sich für ein Kunststudium zu bewerben: Ihr Vater ist Künstler und Sibylle Anderl zeichnet für ihr Leben gern. Doch die ebenso große Liebe zur Mathematik verschlug sie schließlich zu den Naturwissenschaften. Vor sechs Jahren startete sie ein besonderes Experiment: Sie brachte vier Paare von Naturwissenschaftlern und bildenden Künstlern zusammen, die sich aus der je eigenen Perspektive mit einem gemeinsamen Thema beschäftigten. „WissensARTen" nannte sie das Projekt, in dem die Beteiligten sich den Themen Klang, Leben, Wolken und der menschlichen Psychologie näherten. Sibylle Anderl betont, dass Künstler frei aus der wahrnehmbaren Welt schöpfen und diese Vielfalt ganz individuell ausdrücken können. „Wissenschaftler hingegen kategorisieren ihre Beobachtungen, um zu verallgemeinern." Aber genau deshalb gibt es aus ihrer Sicht gute Gründe, dass Kunst und Wissenschaft zusammenkommen. „Die Kunst kann der Wissenschaft helfen, einen differenzierten und aufgeklärten Blick auf die eigene, methodisch eingeschränkte Disziplin zu entwickeln", sagt sie. Das gilt natürlich auch umgekehrt: Künstler können sich auch von Wissenschaft inspirieren lassen.

> „Die Philosophie bietet einen gemeinsamen Boden, auf dem sich die Akteure aus Kunst und Wissenschaft austauschen können."

Eine wichtige Rolle für das gegenseitige Verstehen spielt für Sibylle Anderl die Sprache. Denn in der Kommunikation kommt es beiderseits häufig zu Missverständnissen, weil Begriffe unterschiedlich verwendet werden, einen anderen Kontext haben und verschiedene Assoziationen wecken. In ihrem Projekt WissensARTen ließ sie deshalb jedes Wissenschaftler-Künstler-Paar ohne Moderation und Anleitung aufeinandertreffen. Alle Beteiligten fürchteten zunächst, dass sie sich wenig oder gar nichts zu sagen hätten. „Doch nach anfänglichem Hadern ging es los, dann kam die Diskussion ins Rollen, bei allen sehr intensiv, sodass sich die Paare am Ende kaum mehr trennen ließen", sagt die Journalistin. Besonders interessant findet Sibylle Anderl den Umstand, dass sich die Gespräche zwischen den Teilnehmern sehr schnell auf eine philosophische Ebene verlagerten. Die Philosophie bietet hier also einen gemeinsamen Boden, auf dem sich die Akteure aus Kunst und Wissenschaft austauschen können. Und so kann Kommunikation auf Augenhöhe stattfinden. Das wusste auch Hermann von Helmholtz. Schon in den Salons, die seine Frau Anna ausrichtete, kamen Künstler und Wissenschaftler zusammen. Denn kommunikativer Austausch verhilft zu einem differenzierten Bild von der Welt.

Ilja Bohnet & Franziska Roeder



Im Austausch Die Fotografin Herlinde Koelbl im Gespräch mit dem Psychiater Leonhard Schilbach im Rahmen von Sibylle Anderls Projekt „WissensARTen". Bild: Sibylle Anderl



ANNA VON HELMHOLTZ (1834 – 1899) heiratete Hermann von Helmholtz 1861. Sie war seine zweite Ehefrau und hatte mit ihm drei gemeinsame Kinder: Robert, Ellen und Friedrich Julius (Fritz).

Illustration: Sylvia Wolf

„ICH WAR NIE DIE SCHWEIGENDE GATTIN, ICH WOLLTE TEILHABEN!“

Anna von Helmholtz war eine Persönlichkeit: Bekannt war sie zwar vor allem als Ehefrau, aber ihre legendären Salons waren der Prototyp großbürgerlicher Geselligkeit in ihrer Zeit. Ein fiktives Interview nach dem Tod ihres Mannes Ende der 1890er-Jahre, rekonstruiert aus ihren erhaltenen Briefwechseln, über die Rolle ihres Mannes, ihre eigenen Ambitionen und die engen Grenzen ihrer Zeit.

Frau Baronin von Helmholtz, darf ich Sie mit Frau von Helmholtz ansprechen?
Anna von Helmholtz (AvH): Gerne, ein gepflegter Umgang glänzt durch seine Schlichtheit.

Besten Dank! Sie sind eine faszinierende Frau: Ehefrau und Begleiterin eines der bekanntesten Forscher des 19. Jahrhunderts, stammen aus bestem Hause und bleiben zugleich im Hintergrund. Können Sie – gleich Ihrem Manne mit seiner Forschung zur Optik – hier ein wenig mehr Licht ins Dunkel bringen?
AvH: Gerne, wenn es Ihnen hilft.

Als Hermann von Helmholtz 1858 an die Universität in Heidelberg berufen wurde und Sie sich kennenlernten – wie gut waren Sie auf die große Aufgabe vorbereitet, ihn zu begleiten? Immerhin wurde er weltweit gefeiert und von Staatsoberhäuptern, Königen und Kaisern empfangen.
AvH: Mein Vater Robert von Mohl war Staatsmann, meine Onkel waren Wissenschaftler, mein Bruder im diplomatischen Dienst. Unsere Familiengespräche bei Tisch waren meine Universität. Leider durften Frauen nicht studieren, doch stand Bildung bei uns hoch im Kurs. Meine Eltern sendeten mich für fast zwei Jahre zu meiner Tante nach Paris, wo ich die Bekanntschaft mit ihrem Salon und so vielen interessanten Menschen machen durfte. Auch England habe ich kennengelernt.

Wären Sie denn gerne selbst Forscherin geworden?
AvH: Interessiert hätte es mich, doch es war ganz und gar unüblich. Und ich wollte auch nicht mit meinem Mann konkurrieren. Zugleich war Hermann seiner Zeit voraus: Er sah Frauen in der Forschung als gleichberechtigt an. Seine erste Frau arbeitete als Assistentin mit ihm im Laboratorium in Königsberg. Ich habe nicht mit ihm im Labor gestanden. Wir heirateten bald, ich hatte seine ersten beiden Kinder mitzuversorgen, den Haushalt zu führen, dann kamen unsere eigenen Kindern Robert, Ellen und Fritz auf die Welt. Dennoch prägte der Austausch über die Wissenschaft unsere Gespräche als Ehegatten – und wir teilten diese Begeisterung mit unseren Kindern. Geistige Arbeit und Intelligenz waren Hermann und mir auch im Privaten immens wichtig – also das gemeinsame Leben über das Niveau des Alltäglichen zu heben.

Sie haben wissenschaftliche Übersetzungen angefertigt, dafür benötigt man ein tiefes Verständnis des Gegenstandes.
AvH: Natürlich habe ich mich oft mit Hermann über seine Forschung unterhalten, allgemeinere Fragen diskutiert – wie zum Beispiel, wie wenig wir vom Licht wissen, dass man Äther nicht sehen kann, wie Körper und Geist zusammenhängen und wie man die Welt erkennen kann. Dann habe ich die Übersetzungen auf Wunsch und unter der Aufsicht von Hermann erarbeitet, ich verstand den Gegenstand nicht allerorten. Einmal gelang mir eine Übersetzung des britischen Physikers Tyndall so gut, dass er sich mit einer Perlenbrosche bedankte. Ich war also nie die schweigende Gattin bei den Treffen mit Kollegen, ich wollte teilhaben. Doch schwiegen Frauen oft bei Tisch, etwa als ich ein Dîner gab mit lauter gelehrten Herren und ungelehrten Frauen am Tisch. Erst bei den schönen Künsten wurde es lebhaft.

Ihr Gatte sah sie also nicht nur für die schönen Künste zuständig?
AvH: In den vielen gemeinsamen Jahren sah er mich als ernsthafte Gesprächspartnerin. Wenn er nicht zu erschöpft war, sprachen wir viel miteinander. Das haben wir beide sehr genossen. Ich war sein Bindeglied zur Außenwelt. Seine erhabene Ruhe bedeutete für mich zugleich eine große Verpflichtung: unseren Alltag zu bewältigen, auch ihn von lästigen Besuchern abzuschirmen. Seit er in Berlin war, sah ich ihn fast nicht mehr: Er kam abends todmüde heim, aß, schlief, und musste drei-, viermal wöchentlich zu Sitzungen. Es war eine wahre Hetzjagd und kein Leben zu nennen. Das änderte sich zum Glück, als sie endlich unser Institut bauten (die Physikalisch-Technische Reichsanstalt – Anm. d. A.) und unsere Wohnung im Gebäude. In den Jahren, →



Salongesellschaft Hermann von Helmholtz (links) und Anna (zweite Dame von links) veranstalteten nicht nur selbst Abendgesellschaften, sondern besuchten auch wie abgebildet andere Salons wie etwa den von Frau von Schleinitz (vorne links). Gäste waren Wissenschaftler und Künstler, aber auch beispielsweise Kronprinzessin Victoria (vierte Dame von links) und Kronprinz Friedrich Wilhelm (vierter Herr von rechts). Zeichnung: Adolph Menzel

als er kränkelte, war ich dann seine mitreisende Gesundheitsbehörde, wie die Ärzte sagten.

Und diese Rolle hat Sie nicht gestört? Sie haben einmal „vom verderblichen Absolutismus des stärkeren Geschlechts“ geschrieben.
AvH: Ich habe oft bemerkt, dass die Männer alles bestimmen. Ich hatte mir jedoch vorgenommen, Hermann unterstützend zur Seite zu stehen – ganz wie die Rolle der guten Ehefrau es verlangte. Selbst meine Pflicht als Gattin und Mutter konnte ich so als heiteres Tun am anderen sehen. Zugleich konnte ich Gast in Hermanns Welt der Wissenschaft sein, denn ich war die Frau des ersten Gelehrten unseres Jahrhunderts, wie ihn jemand nannte.

Sind Sie denn für die Frauenrechte eingetreten?
AvH: Auch wenn ich mich nie öffentlich für die bürgerliche Frauenbewegung aussprach, bin ich ihr innerlich verbunden gewesen und habe mich daher ehrenamtlich in den Dienst gemeinnütziger Institutionen gestellt. Am Anfang stand ich damit allein unter den Berliner Damen.

Die Bezeichnung als starkes oder schwaches Geschlecht ist ja ein Konstrukt Ihres Jahrhunderts. Können Sie diese Zuschreibung akzeptieren?
AvH: Nach Hermanns Tod war meine gerühmte Kraft gleich null. Kraft hatte ich nur, solange ich im sicheren Besitz des großen Hintergrundes war, der meinem Leben Wert gab, auf dem es sich abspielte. Aber jetzt ohne Hermann – ohne Mittelpunkt, ohne die Sonne, die Leben, Licht und Segen spendet – ist meine Existenz so wertlos und so gleichgültig, dass ich wie eine entwurzelte Pflanze nutzlos am Wege liege.

Doch hatten Sie all die Jahre Ihren Salon, auch nach dem Tode Ihres Mannes. Welche Rolle spielte dieser für Sie?
AvH: Ich habe meinen Salon als Anregung für Hermann und zum geistigen Austausch gerne geführt. Zu unseren Gästen gehörten seine Wissenschaftlerkollegen wie Bunsen, Mommsen, Planck, Virchow und ihre Gattinnen, unsere Künstlerfreunde, Diplomaten und gebildete Menschen vom Kaiserhof. Selbst Kronprinzessin Victoria kam. Das war mein Anteil am Geistesleben Berlins und die Begleitung Hermanns, wofür ich zu meinem größten Erstaunen den Louisen-Orden bekam.

Sie gelten als das Ideal der großbürgerlichen Dame. Sehen Sie sich ebenso?
AvH: Vermutlich kann man das so sehen. Mag auch sein, dass ich für manche distanziert wirkte und nicht immer beliebt war. Ich sage es noch einmal an dieser Stelle: Ich war nicht die bescheidene Professorenfrau. Der Ruf von Hermann an die Berliner Universität hat mir die Kreise in Berlin geöffnet und diese Chance habe ich sinnvoll genutzt. Es gab 25 große Salons in Berlin und mein Salon hatte eine bemerkenswerte aufgeklärte Komponente, da zahlreiche Naturwissenschaftler bei uns verkehrten. Dass sie eine große Rolle spielten, hatte nicht nur etwas mit ihrem wachsenden Ansehen zu tun, sondern auch mit ihrer wachsenden Zahl. Manchmal kam eine Masse Menschen, aber da sie nichts aßen, war es ganz egal, ob viele oder wenige da waren. Es waren immer interessante Leute.

Sie sagten vorhin, dass Ihre Kraft nach Hermanns Tod Sie verlassen hat. Wie steht es um die Wissenschaft?
AvH: Wenn ich die Nachfolge meines Mannes in seiner Wissenschaft ansehe mit ihrem Zug zum Persönlichen und zum Mechanischen, dann wird es mir so schwer ums Herz. Es ist, als ob nur Spezialisten heute erstünden und als ob der Zusammenhang aller Geistesarbeit verschwunden sei. ◆

Angela Bittner-Fesseler

„Es ist, als ob nur Spezialisten heute erstünden und als ob der Zusammenhang aller Geistesarbeit verschwunden sei.“



IMPRESSUM

Helmholtz Perspektiven – Jubiläumsausgabe
Das Forschungsmagazin der Helmholtz-Gemeinschaft
perspektiven@helmholtz.de
www.helmholtz.de/perspektiven

Herausgeber
Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren e. V.

Büro Berlin, Kommunikation und Außenbeziehungen
V.i.S.d.P.: Sara Arnsteiner
Anna-Louisa-Karsch-Str. 2 · 10178 Berlin
Tel. +49 30 206329-57 · Fax +49 30 206329-60

Redaktion
Angela Bittner-Fesseler, Ilja Bohnet, David Cahan, Annette Doerfel, Kilian Kirchgeßner, Felicitas Mokler, Franziska Roeder, Antonia Röttger

Chefredaktion
Franziska Roeder, Annette Doerfel

Schlussredaktion
Andrea Mayer

Artdirektion
Stephanie Lochmüller, Franziska Roeder

Layout
Julia Krämer, Stephanie Lochmüller, Franziska Roeder

Bildnachweis
Umschlag, S. 24–25, S. 45: Julia Blenn;
S. 3: David Ausserhofer; S. 40-43: mona redshinestudio/Morphart Creation/Yoko Design/Shutterstock.com

Druck/Vertrieb
Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG, Frankfurt a. M.

Papier
Arctic Volume white

ISSN
2197-1579

MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
Paper from responsible sources
FSC® C003425

200 JAHRE HELMHOLTZ
Inspired by challenges.

