

Um die Wirkung von Musik auf den Blutdruck und den Blutkreislauf festzustellen, konstruierte Johann Dogiel (1830 bis 1916) um 1880 diesen Versuchsaufbau: Der Arm des Probanden steckt in einer mit warmem Wasser gefüllten Glasröhre, und der – synchron mit der Durchblutung des Arms – schwankende Druck in dieser Röhre wurde auf einen Kurvenschreiber übertragen und aufgezeichnet.

Nicht nur die Welt, auch der Mensch wurde im 19. Jahrhundert gründlich vermessen: Die Physiologen untersuchten die Maschinerie des Körpers, ihre elektrischen und mechanischen Getriebe, die Muskeln und Nerven. Lebhaft wurde diskutiert, was die Substanz der Seele sei, ob eine geheimnisvolle Lebenskraft den toten vom lebendigen Organismus unterscheidet und wie sich das Leben auf der Erde überhaupt entwickelt hat.

Die Privatgelehrtenstuben reichten dafür bald nicht mehr aus, auch wenn erstaunlich aufwändige Experimente noch lange in Studentenbuden und Hotelzimmern durchgeführt wurden. In vielen Städten Europas wurden große, gut ausgestattete Laboratorien eingerichtet, in denen die Wissenschaftler mit den neuesten Messinstrumenten und streng kontrolliert ihre Versuchsreihen durchführen konnten. „Damals veränderten sich die Naturwissenschaften dramatisch. Aus der eher romantischen und qualitativ angelegten Naturforschung entstand die moderne Laborforschung, so wie sie im Grund auch heute noch praktiziert wird: Präzision, Wiederholbarkeit, kontrollierte Bedingungen, darauf legten die

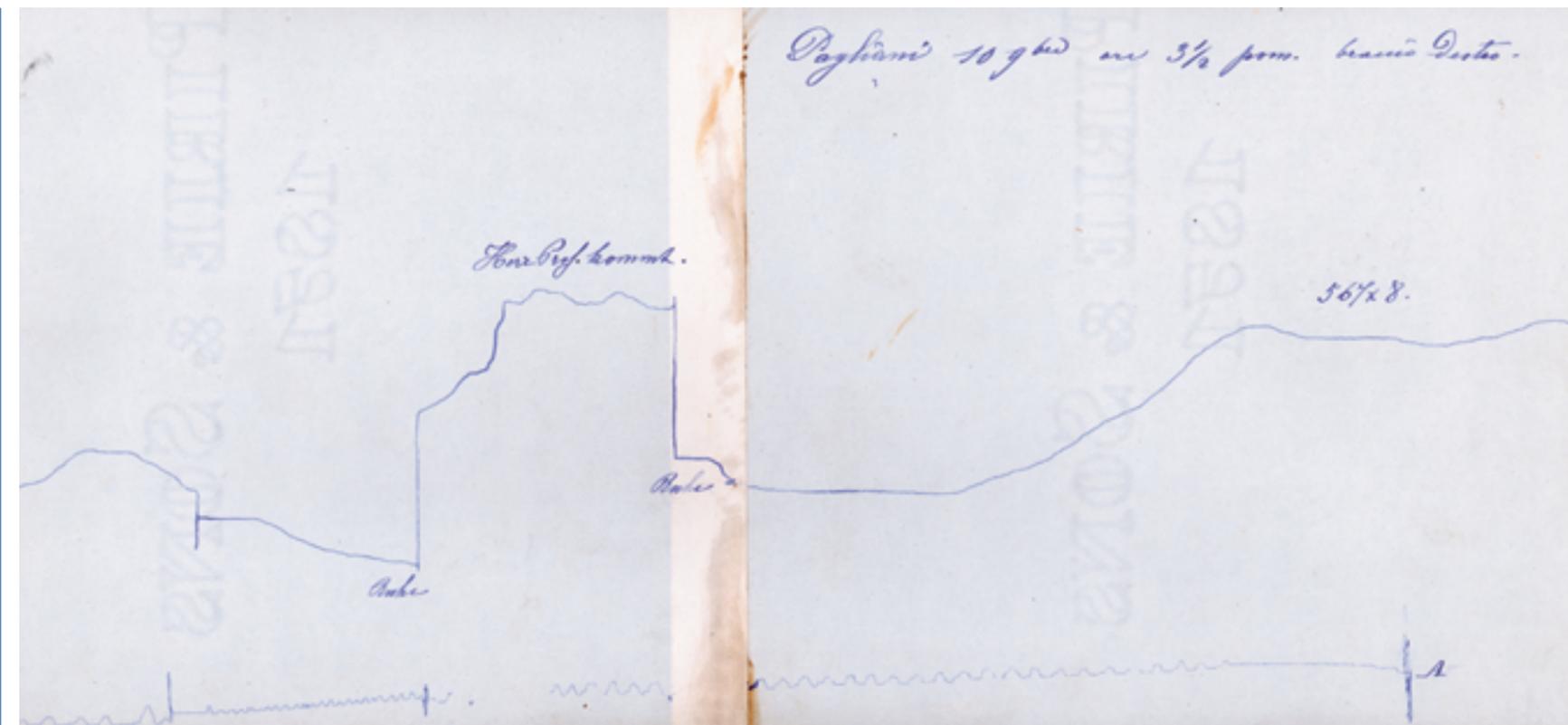
Wissenschaftler enormen Wert“, erklärt Henning Schmidgen, Wissenschaftshistoriker am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin.

Schmidgen und seine Kollegin Julia Kursell arbeiten an einem riesigen virtuellen Archiv zur Frühzeit der Physiologie, dem *Virtual Laboratory: Essays and Resources on the Experimentalization of Life*, kurz VL. Der Zeitraum, auf den sich das VL konzentriert, liegt zwischen 1830 und 1930, einer Blütezeit der Wissenschaft in Deutschland, eingegrenzt durch den Aufschwung der Naturforschung nach Hegels Tod und den Beginn der Naziherrschaft. Über 30000 Dokumente, Manuskripte, ganze Zeitschriftenjahrgänge und Bücher, aber auch die Experimente selbst und die zur Verfügung stehenden Instrumente lassen sich hier mit wenigen Mausklicks auffinden.

Ein Besuch beim VL kann eine komplizierte Reise zu den unterschiedlichen Sammlungen der Wissenschaftsgeschichte und durch die Museen der Welt ersetzen, er schont die Reisekasse und zugleich die wertvollen Originale. Das VL verfügt außerdem über die weltweit umfangreichste Sammlung an Katalogen, in denen Mess-

Die Maschinerie des Lebendigen

Mitte des 19. Jahrhunderts waren die Wissenschaftler nicht zimperlich, wenn es darum ging, die Physiologie zu erforschen: Wie die Organe oder die Reizleitung der Nerven funktionieren, untersuchten sie an lebenden Tieren und traktierten selbst Menschen mit Strompulsen. Aber auch ohne solch martialische Methoden gewannen sie viele grundlegende Erkenntnisse. Die Entstehungsgeschichte der Physiologie dokumentieren Forscher vom **MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR WISSENSCHAFTSGESCHICHTE** in einem virtuellen Labor zur *Experimentalisierung des Lebens*.



„Herr Professor kommt“ – und treibt durch sein Erscheinen schlagartig den Blutdruck einer Versuchsperson hoch: Das zeigt diese Blutdruck-Kurve aus dem Nachlass des Turiner Physiologen Angelo Mosso (1846 bis 1910), der bei Carl Ludwig (1816 bis 1895) in Leipzig studierte und die Reaktion eines Probanden auf Ludwigs Eintritt in den Experimentierraum in diesem Messprotokoll festhielt.



Der französische Physiologe Guillaume-Benjamin Duchenne (1806 bis 1875), auch Duchenne de Boulogne genannt, erforschte unter anderem die Gemütsbewegungen von Menschen, indem er versuchte, mittels Elektroden typische Bewegungen der Gesichtsmuskeln auszulösen. Einige seiner Versuchspersonen litten an Gesichtslähmungen – was seine fotografisch dokumentierten Analysen umso überzeugender erscheinen ließ.

instrumente aus diesem Zeitraum beschrieben sind. „Diese Kataloge, insgesamt 190, sind uns von privaten Sammlern zur Verfügung gestellt worden. Damit gehen sie nicht verloren, sondern überall auf der Welt können nun Wissenschaftler darauf zugreifen“, sagt Schmidgen.

Schmidgen und Kursell führen fort, was vor gut zehn Jahren ihr Kollege Sven Dierig begonnen hat: Damals erkannte Dierig die großen Möglichkeiten des World Wide Web und entwarf zusammen mit Jörg Kantel, der als EDV-Leiter am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte die technische Seite betreute, das Projekt eines Virtuellen Laboratoriums, das jedem Interessierten im WWW offen steht, insbesondere aber den Wissenschaftshistorikern weltweit eine gemeinsame Plattform bieten sollte. Anfangs kristallisierte sich das VL um das erste große physiologische Institut, das Emil Du Bois-Reymond im Zentrum Berlins nach gut 20 Jahren zäher Verhandlungen mit der preußischen Bürokratie einrichten konnte. Doch bald erweiterte sich der Zeitraum und die Region, heute finden sich Dokumente aus ganz Europa im VL.

Aus einer Idee wurde eine große Unternehmung

Die Startseite zeigt eine Schimäre, halb Frosch, halb Maschine, darunter der Eingang, durch ein sprödes „Enter“ markiert. Dort kommt man ins Hauptmenü, wo

man in der Literatur nach Schlagworten oder Autoren suchen kann, Manuskripte durchblättern, sich sogar die Funktion der Instrumente vorführen lassen oder Froschschenkel zum Zucken bringen könnte; kleine Animationen machen es möglich. Fünf Jahre lang förderte die Volkswagenstiftung

das Projekt, seitdem hat sich das Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte selbst dazu verpflichtet, es weiterzuführen und auch weiterzuentwickeln. Aus der Idee ist heute eine große Unternehmung geworden, an der konstant etwa acht Leute beschäftigt sind.

Ein Team von Studierenden übernimmt das sorgfältige Einscannen und Transkribieren der wertvollen Original-Dokumente, Dirk Wintergrün und Michael Behr halten die Technik auf dem neuesten Stand. Wenn es nötig ist, fahren Mitarbeiter und Doktoranden des Projekts *Experimentalisierung des Lebens* auch mit ihrer digitalen Ausrüstung zu den Orten, wo interessante Dokumente bewahrt werden. So ist der Doktorand Philipp Felsch nach Turin gereist, um den Nachlass des Physiologen Angelo Mosso Stück für Stück auf den Scanner zu legen, erzählt Julia Kursell.

Zu den besonders schönen Funden zählt eine Blutdruckkurve, bei der Mosso selbst den plötzlichen Ausschlag mit der Bemerkung erklärt: „Herr Professor kommt.“ Die herannahenden Schritte von Mossos damaligem Vorgesetzten, die durch die Tür zu hören waren, hatten die Versuchsper-

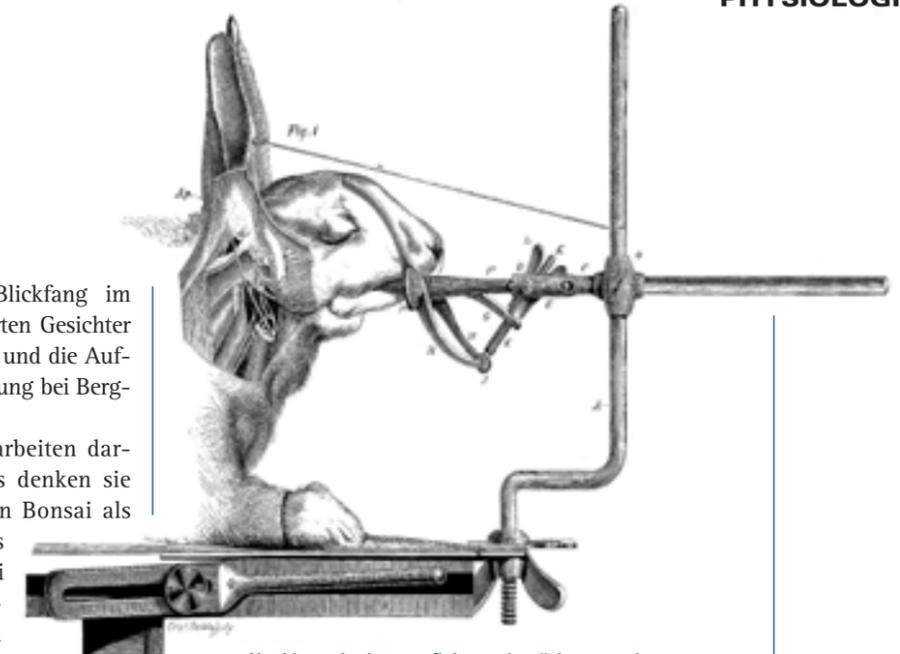
son offensichtlich aufgeregt. Schauriger Blickfang im Nachlass von Mosso sind die schmerzverzerrten Gesichter seiner Probanden aus dem *Album dei Dolori* und die Aufnahmen im Rahmen seiner Ermüdungsforschung bei Bergwanderungen.

Henning Schmidgen und Julia Kursell arbeiten daran, dass das VL weiter wächst, allerdings denken sie dabei eher an einen kunstvoll verdichteten Bonsai als an ein wild wucherndes Knöterichgewächs wie Wikipedia. Die dazu nötige Gärtnerei ist – neben ihrer eigentlichen wissenschaftlichen Arbeit, die sie ebenfalls zu einem gewissen Teil im VL verfolgen – mit großem Aufwand verbunden. „Wir bekommen viele Angebote, aber nicht jede Art von Originalmanuskripten, Dokumenten oder Katalogen ist für uns interessant, wir wählen da sehr sorgfältig aus“, betont Schmidgen.

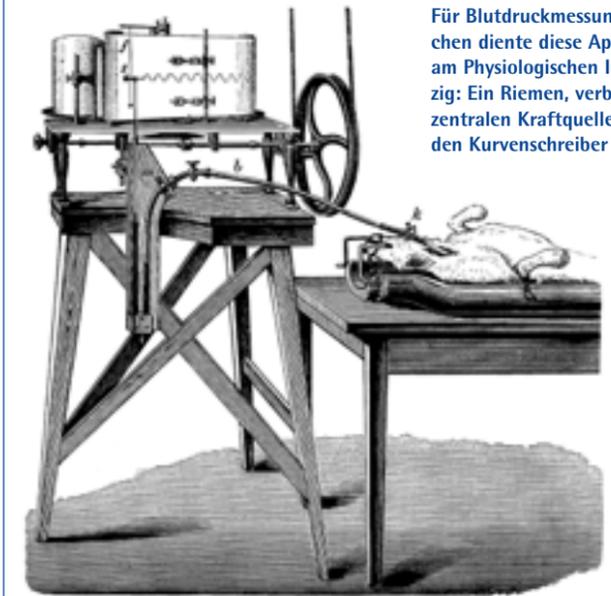
Auch einen Teil der Arbeiten, der Studien und Essays, die Studierende, Wissenschaftler oder sogar Amateure mithilfe des VL geschrieben haben, können dort veröffentlicht werden, wenn sie thematisch hineinpassen, neue Ideen enthalten und überzeugend sind. Jeder Beitrag wird jedoch kritisch diskutiert, die Arbeiten gehen zwischen Kursell, Schmidgen und den Autoren hin und her. Damit ist das VL auch eine Vorstufe einer elektronischen Zeitschrift, für die Zukunft durchaus eine Option, sagen Kursell und Schmidgen.

Für den Laien empfiehlt es sich, nach einem ersten Spaziergang durch das VL, sich einen dieser übergreifenden Aufsätze anzusehen, die die Aufnahme ins VL geschafft haben. Dort gehen Wissenschaftler verschiedenen Hypothesen nach, decken Zusammenhänge zwischen dem Zeitgeschehen und den Ereignissen in den Laboratorien auf und belegen ihre Interpretationen mit zahlreichen Anekdoten und Zitaten, die sie im VL oder anderswo gesammelt haben. Denn das VL ist ein Forum für Kenner, Anfänger können sich in unleserlichen handschriftlichen Zetteln verlieren, sehen vor lauter Bäumen den Wald nicht, und der zuckende Froschschenkel, die ausblutenden Kaninchen und andere spektakuläre Versuche können ebenfalls langweilig werden – die Animationen sind sparsam und zeigen nur das Prinzip. Spannend dagegen ist, was sich aus dem Rohmaterial ableiten lässt. Dafür aber müssen Berge an Literatur verdaut werden, eine Arbeit, die viel Zeit und Wissen voraussetzt.

So beschreibt der Kulturwissenschaftler Christof Windgätter in seinem Essay *...with mathematic precision*, welche hohen Erwartungen damals mit der einfachen Messung der körperlichen Kräfte verbunden waren. Forscher führten zum Beispiel Kraftmesser auf ihren Expeditionen durch die



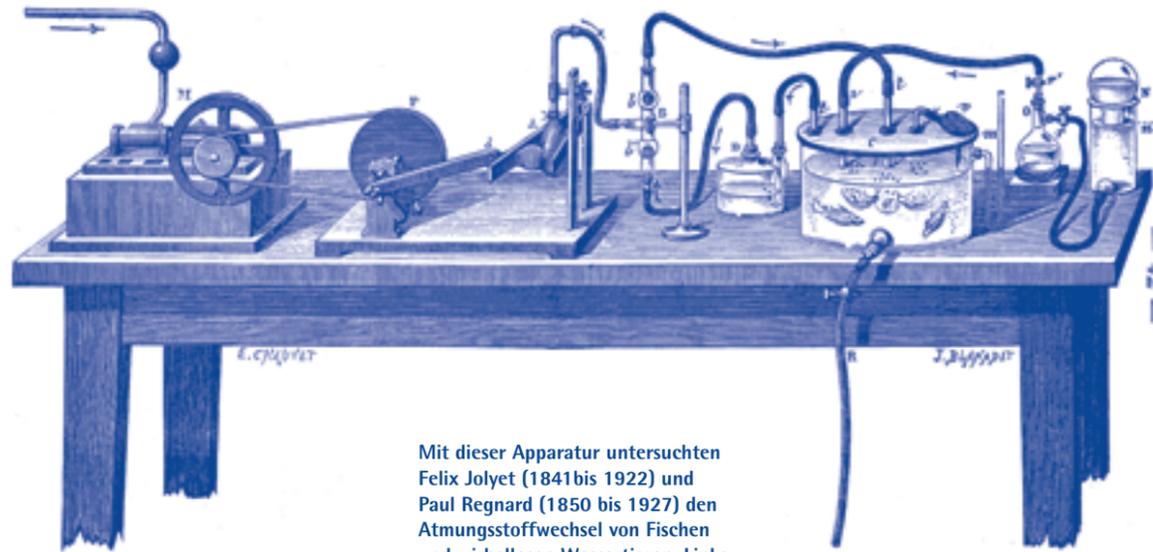
Um Versuchstiere zu fixieren, benötigten und entwickelten die Physiologen des 19. Jahrhunderts vielfältige Vorrichtungen – darunter diesen Kaninchenhalter, konstruiert von Johann Nepomuk Czermak (1828 bis 1873).



Für Blutdruckmessungen an Kaninchen diente diese Apparatur um 1870 am Physiologischen Institut in Leipzig: Ein Riemen, verbunden mit einer zentralen Kraftquelle, trieb dabei den Kurvenschreiber links im Bild.

Welt mit sich, um die Leistungsfähigkeit von fremden Völkern mit der Muskelkraft der europäischen Seeleute zu vergleichen, ein Vergleich, der meist zugunsten der trainierten Matrosen ausfiel und die prinzipielle Überlegenheit des europäischen Menschentyps belegen sollte. Auch die moralische Verfassung, die geistige Gesundheit, ja sogar die Neigung zu Kriminalität wurden an körperlichen Eigenschaften dingfest gemacht.

Man vermutete eine enge Verbindung zwischen Psyche und Körper, so dass Defizite im Geistigen oder im Sozialverhalten sich notwendig auch in deformierten Schädeln oder Muskelschwäche niederschlagen müssten. Diese weit



Mit dieser Apparatur untersuchten Felix Jolyet (1841 bis 1922) und Paul Regnard (1850 bis 1927) den Atmungsstoffwechsel von Fischen und wirbellosen Wassertieren. Links das Gerät zur künstlichen Beatmung über einen mechanisch angetriebenen Blasebalg, der seine Kraft aus einem Wassermotor bezog, der an die Wasserleitung im Labor angeschlossen war.

verbreitete These faszinierte Friedrich Nietzsche – sein Übermensch war nicht nur geistig, sondern auch körperlich durchaus auf der Höhe – und die Unterstreichungen, die er persönlich im Werk *Dégénérescence et criminalité* von Charles Féré vornahm, lassen sich im VL besichtigen. Windgätter stellt auch die Notizen von Sigmund Freud vor, mit denen dieser als junger Arzt sorgfältig die Wirkung von Kokain protokollierte, und zwar sowohl auf seine psychische Befindlichkeit als auch auf die Kraft seiner Armmuskulatur.

Selbst feinste Seelenregungen folgen Naturgesetzen

Wenn Lebewesen Maschinen waren, dann war die Physiologie eine organische Physik. Durch die Messung von physikalischen Größen ließen sich auch Gemütszustände und Charaktereigenschaften bestimmen, so eine vorherrschende Überzeugung. Umgekehrt mussten auch bestimmte Reize zu bestimmten Gemütsäußerungen führen: Durch einen Wechselstrom ließ sich zum Beispiel ein Mann, der an Gesichtslähmung litt, vermeintlich zum Lachen bringen, zeigte Duchenne de Boulogne, Arzt und Forscher am Irrenhaus zu Paris, der Salpêtrière.

„Früher dachte man, der menschliche Geist würde ganz frei von Naturgesetzen handeln können“, schrieb Francis Galton, ein Cousin von Charles Darwin, in seinem Grundwerk *The hereditary Genius*. Jetzt, so seine Überzeugung, könne man belegen, dass selbst die feinsten Seelenregungen, Begabungen, aber auch kriminelle Anlagen von nichts anderem als den Naturgesetzen bestimmt seien. Galton warb für die Idee der Eugenik, der Menschenzucht, bei der in einer gesteuerten, beschleunigten Evolution von Generation zu Generation immer höherwertigere Menschen, wie es damals zynisch hieß, entstünden.

„Auch Ideen, die in letzter Zeit wieder heftig diskutiert werden, zum Beispiel zur Willensfreiheit, sind keineswegs so neu, und die Standpunkte und Argumente wiederholen

sich gelegentlich“, meint Schmidgen. Seine eigene Arbeit, die sich um die Untersuchung der Kurzzeitwahrnehmungen dreht, berührt diesen Themen-

kreis. Julia Kursell dagegen untersucht den Einfluss von Helmholtz' bahnbrechenden Untersuchungen zur Schallempfindung und zur Physiologie des Hörens auf die Kunst der Avantgarde. Die Arbeitsweise war modern und international, selbst der Krieg zwischen Deutschland und Frankreich von 1870 bis 1872 konnte die wissenschaftliche Kommunikation nur kurze Zeit unterbrechen: Die Forscher reisten durch ganz Europa, sie arbeiteten dort, wo die Ausrüstung vorhanden war, kommunizierten in drei bis vier Sprachen. „Damals standen Personen im Vordergrund, Wissenschaft wurde durch Persönlichkeiten vorangetrieben, heute sind es eher Institutionen“, meint Schmidgen.

Aber nicht nur die Wissenschaft, die ganze Gesellschaft war in Bewegung geraten, Bauern wanderten in die Städte hinein und suchten Arbeit in den Manufakturen und Fabriken. Die Industrialisierung schritt rasant voran, damit aber auch die Anzahl der Menschen, die den Fortschritt zwar sehen, aber nicht genießen konnten. Das Massenelend, der Wunsch nach mehr Mitbestimmung, die Frauenemanzipation – auch gesellschaftlich deuteten sich große Veränderungen an. Der technische Fortschritt erlaubte auch die Konstruktion immer präziserer Messinstrumente, die wiederum die Möglichkeiten der exakten Naturwissenschaften vergrößerten. Ein Kreislauf der Innovation lief an, insbesondere im Raum Berlin, wo Persönlichkeiten wie Emil Du Bois-Reymond, Hermann Helmholtz und Werner Siemens zusammentrafen.

Ohne Opfer war der Fortschritt allerdings nicht zu haben. Wie Maschinen wurden Tiere auseinandergenommen, um das Funktionieren der Organe und die Reizleitung der Nerven am lebenden Subjekt zu erforschen. Schmerzäußerungen wurden kaum als Schmerzen interpretiert, eher wie das Quietschen einer schlecht geöhlten Tür in Kauf genommen. In Deutschland flammte, anders

als in Großbritannien, keine Diskussion um Tierschutz und Vivisektionen auf, vielleicht hatten die Deutschen damals zu viel Respekt vor der Wissenschaft, bemerkt Schmidgen beiläufig.

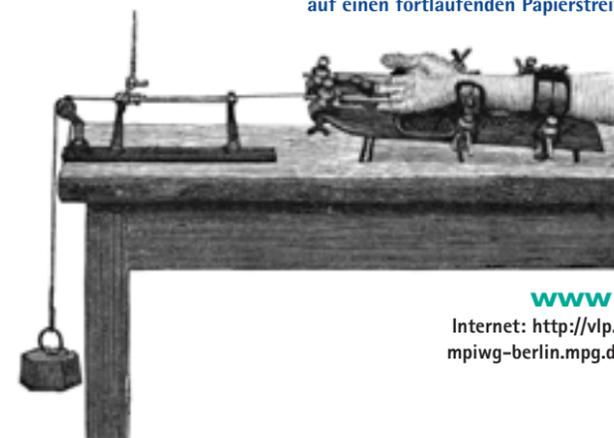
Als Emil Du Bois-Reymond in seinem neuen physiologischen Institut im Zentrum Berlins endlich die Forschungsarbeit aufnehmen konnte, beklagten sich die Nachbarn dann doch über das unerträgliche Geheul der Hunde. Du Bois-Reymond stieg notgedrungen um auf Kaninchen und Frösche. Anderswo schnitten Forscher einfach die Stimmbänder der Tiere durch. Selbst an Menschen, Gesunden wie Kranken, Lebenden wie Toten, experimentierten die wissbegierigen Forscher mit Wechsel- und Gleichstrom, Blutdruckmessungen, künstlicher Beatmung und anderen Torturen, die sie als Behandlungen ausgaben.

Kuriositätenkabinett und Schatzkammer

Für den Amateur ist das VL eine Fundgrube der Kuriositäten, für Wissenschaftler aber ist es ein Forschungswerkzeug, mit dem sie selbst ausgefallene Arbeitshypothesen einmal durchspielen können. Hier können sie schneller und bequemer unzählige Manuskripte einsehen, Verweise setzen, Verbindungen erkennen. Mit dem Werkzeugkasten *Mylab* können sie sich die Manuskripte vorhalten, an denen sie arbeiten, Hypothesen aufstellen und diese dann überprüfen. So tragen sie vielleicht auch mit einer weiteren Arbeit selbst zum gesteuerten Wachstum des VL bei.

Täglich verzeichnet das VL mehr als 3000 Zugriffe, zu den Nutzern zählen Museen, Privatleute, Wissenschaftshistoriker, Studenten. Auch für Juristen, Philosophen, Wissenschaftler aus der Medizin, Biologie, Physiologie und Journalisten ist das VL eine Schatzkammer, in der sich Anregungen für Vorträge und Essays finden lassen. „Alles ist gleichzeitig und parallel vorhanden, und das befördert neue Ideen, gibt Anstöße, neue Forschungsfragen zu entwickeln“, sagt Julia Kursell. ANTONIA RÖTGER

Diesen klassischen Versuchsaufbau nutzten Physiologen des späten 19. Jahrhunderts zur Ermüdungsforschung: Mit einem Finger der ansonsten fixierten Hand musste die Versuchsperson wiederholt ein Gewicht nach oben ziehen. Über den Stift – links im Bild – wurden die Bewegungen auf einen fortlaufenden Papierstreifen aufgezeichnet.



www
Internet: <http://vlp.mpiwg-berlin.mpg.de/>