

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR WISSENSCHAFTSGESCHICHTE

Max Planck Institute for the History of Science

PREPRINT 189 (2001)

Georges Canguilhem

Das Experimentieren in der Tierbiologie

Übers. v. Henning Schmidgen

DAS EXPERIMENTIEREN IN DER TIERBIOLOGIE

*Georges Canguilhem*¹

Seit Henri Bergson ist es üblich, die *Einführung in das Studium der experimentellen Medizin* (1865) in den Lebenswissenschaften für das Äquivalent dessen zu halten, was die *Abhandlung über die Methode* (1637) in den abstrakten Wissenschaften der Materie war.² Und es ist eine recht verbreitete Unterrichtspraxis, die *Einleitung* so zu verwenden, wie man die *Abhandlung* verwendet, nämlich allein zum Zweck der Paraphrase, der Zusammenfassung, des wörtlichen Kommentars. Man macht sich nicht die Mühe, den jeweiligen Text in die Geschichte der Biologie bzw. der Mathematik einzufügen, und man versucht nicht, die Sprache des gebildeten Gelehrten, der sich an andere Gelehrte wendet, in Beziehung zu setzen zu der tatsächlich von ihm verfolgten Praxis, die auf die Suche nach Konstanten einer physiologischen Funktion bzw. auf die Umsetzung eines Problems des geometrischen Ortes in eine Gleichung gerichtet ist. Unter solchen Bedingungen erscheint die *Einleitung*, ganz wie die *Abhandlung*, nur systematisch wiederzugeben, was mit Gaston Bachelard als „die Höflichkeit des wissenschaftlichen Geistes, (...) [als] die offensichtlichen Gewohnheiten eines Menschen in guter Gesellschaft“³ bezeichnet werden kann. Nichts anderes bemerkte Bergson: „Wenn Claude Bernard diese Methode beschreibt, wenn er Beispiele dafür anführt, wenn er auf Anwendungen hinweist, die er von dieser Methode gemacht hat, so erscheint uns alles, was er darlegt so einfach und natürlich, daß es uns kaum der Mühe wert erscheint, es auszusprechen: wir glauben, das immer schon gewußt zu haben (...).“⁴ In Wahrheit will die Unterrichtspraxis auch, daß die *Einführung* immer auf den ersten Teil reduziert wird, d.h. auf eine Summe von Allgemeinheiten, wenn nicht Banalitäten, die in den Laboratorien, diesen Salons der wissenschaftlichen Welt, in Umlauf waren, und die ebenso sehr die physikalisch-chemischen wie die biologischen Wissenschaften betreffen. Tatsächlich sind es aber der zweite und der dritte Teil, die die Charta des Experimentierens in der Biologie enthalten. Schließlich und vor allem wird keine bewußte Auswahl von wirklich heuristischen Beispielen des Experimentierens ge-

¹ Aus: Canguilhem, *La connaissance de la vie*, Deuxième édition revue et augmentée, Neuvième tirage (Paris: Librairie philosophique J. Vrin, 1992), S. 17-39. © Librairie Philosophique J. Vrin, 1965, © 1992 pour l'édition poche. Mit freundlicher Erlaubnis der Librairie philosophique J. Vrin, Paris.

² Bergson, Die Philosophie von Claude Bernard, Rede vom 30. Dezember 1913, in: ders., *Denken und schöpferisches Werden: Aufsätze und Vorträge* (Meisenheim am Glan: Westkulturverlag/Anton Hain, 1948), S. 226-233.

³ Bachelard, Eröffnungsrede auf dem Internationalen Kongreß für Wissenschaftsphilosophie in Paris, 1949 (Paris: Hermann, 1951) [= *Actualités scientifiques et industrielles*, Nr. 1126], S. 32.

⁴ Bergson, op. cit., S. 227.

troffen, welche es ermöglichen würde, die Bedeutung und die wissenschaftliche Tragweite der methodologischen Abhandlung von Claude Bernard zu würdigen. Statt also praktische Beispiele zu wählen, die genau zeitgenössisch sind zum einzig authentischen Wissens, welches eine Berichtigung des Irrtums ist, endet man darin, nur Beispiele von Experimenten mit didaktischer Tragweite zu verwenden wie sie in Unterrichtshandbüchern niedergelegt sind. Auf diese Weise verändert man unwillkürlich, doch tiefgreifend den Sinn und den Wert jenes Unternehmens voller Wagnisse und Gefahren, das das Experimentieren in der Biologie ist.

Nehmen wir ein Beispiel. In einer Vorlesung über Muskelkontraktion wird man die Kontraktion als Veränderung der Muskelform ohne Änderung des Volumens bestimmen. Bei Bedarf bestätigt man dies durch ein Experiment, und zwar gemäß einer Technik, deren illustriertes Schema jedes Unterrichtshandbuch wiedergibt: ein isolierter Muskel, der in einem mit Wasser gefüllten Glasbehälter liegt, kontrahiert bei elektrischer Reizung, ohne die Höhe der Flüssigkeit zu verändern. Man darf sich glücklich schätzen, eine Tatsache bestätigt zu haben. Nun ist es aber eine epistemologische Tatsache, daß ein experimentelles Faktum, das so gelehrt wird, keinerlei biologischen Sinn hat. Dieser Sinn wird jedoch sogleich ersichtlich, wenn man auf den ersten Biologen zurückgeht, der die Idee zu einem Experiment dieser Art gehabt hat, d.h. auf Swammerdam (1637-1680).⁵ Gegen die damaligen Theorien der Muskelkontraktion wollte Swammerdam zeigen, daß sich der Muskel bei dieser Erscheinung in seiner Substanz nicht vergrößert. Am Ursprung der damaligen Theorien, die alle eine röhrenförmige oder poröse Struktur des Nerven voraussetzten, durch den irgendeine Flüssigkeit, Geist oder Lösung, in den Muskel vordringt, findet man ein Experiment, das bis auf Galen (131-200) zurückgeht, eine experimentelle Tatsache, die, unverändert bis auf den heutigen Tag, Jahrhunderte der Forschung über die neuro-muskuläre Funktion durchzieht: Das Abbinden des Nerven lähmt den Muskel, der durch diesen Nerv erregt wird. Dabei handelt es sich um eine experimentelle Geste, die zugleich elementar und allgemein ist. Wenn alles andere ansonsten gleichbleibt, dann wird der Determinismus einer Bedingung durch die absichtlich erhaltene Abwesenheit oder Anwesenheit eines Artefakts bezeichnet. Ihre Ausführung setzt einerseits eine empirische Kenntnis voraus, die in der Zeit von Galen ziemlich neu ist (daß nämlich die Nerven, das Mark und das Gehirn ein einziges Leitungsrohr bilden, dessen Hohlraum die Aufmerksamkeit stärker auf sich zieht als die Innenwand); andererseits setzt sie eine psychologische, d.h. metaphysische Theorie voraus, derzufolge die Steuerung der Bewegungen beim Tier im Gehirn sitzt. Es ist die stoizistische Theorie des *hegemonikon*, die Galen für eine Beobachtung empfänglich

⁵ Vgl. Charles Singer, *Histoire de la Biologie* (Paris: Payot, 1934), S. 168.

macht, die man bei jedem Tieropfer und jedem chirurgischen Eingriff machen kann. Dies führt ihn dazu, das Abbindungsexperiment durchzuführen, um daraus eine Erklärung der tonischen und klonischen Kontraktion als Transport von *pneuma* zu gewinnen. Wir sehen also, wie unser kleines, trockenes Experiment aus praktischen Arbeiten und aus einem beständigen Grund von biologischer Bedeutung hervorgeht, handelt es sich doch, unter dem zweifellos ein wenig zu abstrakten Namen des Beziehungslebens (*vie de relation*), um nichts weniger als um Probleme der Haltung und der Fortbewegung, die dem Organismus in seiner normalen oder gestörten Umgebung durch sein alltägliches Leben gestellt werden, sei dieses nun friedlich oder gefährlich, vertrauensvoll oder bedrohlich.

Ein einfaches Beispiel genügt also, um in der Geschichte der menschlichen Kultur ein experimentelles Vorgehen weit zurückzuverfolgen, dessen Erfindung oder zumindest systematische Darstellung in zu vielen Handbüchern Claude Bernard zugeschrieben wird, im übrigen entgegen der ausdrücklichen Feststellungen von Bernard.

Ohne indes bis auf Aristoteles oder Galen zurückzugehen, können wir von einem Text des 18. Jahrhunderts, also mehr als hundert Jahre vor der *Einleitung*, eine Definition des Sinns und der Technik des Experimentierens einfordern. Dieser Text ist einer medizinischen Doktorarbeit entnommen, die 1735 in Halle von P. Deisch vorgelegt wurde: *Dissertatio inauguralis de splene canibus exciso et ab his experimentis capiendo fructu*.⁶ „Es ist kaum erstaunlich, daß die unersättliche, mit Eisen bewehrte Leidenschaft der Erkenntnis sich einen Weg zu den Geheimnissen der Natur gebahnt hat und dabei an Hunden, diesen Opfern der Naturphilosophie (welche man sich reichlich verschaffen darf), eine zulässige Gewalt verübt hat, um sich der genauen Funktion der Milz zu versichern, und zwar nach der Untersuchung jener Verletzungen, die sich an die Entfernung dieses Eingeweides anschließen – was an einem Menschen ohne Verbrechen nicht machbar ist. Dies geschieht, um zu klären, ob die Behauptungen, die durch diesen oder jenen Autor vorgebracht werden, wahrhaftig und unzweifelhaft seien. Um diese schmerzhaft und sogar grausame Untersuchung vorzunehmen, mußte man, so denke ich, durch jene Gewißheit getrieben werden, die wir in bezug auf die Funktion der Hoden bei beiden Geschlechtern besitzen. Denn über die Hoden wissen wir sehr genau, daß sie bei der Zeugung eine Rolle erster Notwendigkeit spielen, schon aufgrund der Tatsache, daß die Eigentümer die Gewohnheit haben, jedes Jahr einige Tausend ihrer Tiere der Kastration zu unterziehen, um sie auf immer der Fruchtbarkeit, wenn nicht jedes Liebesbedürfnisses zu berauben. Daher hoffte man bei Hunden, die die Entnahme der

⁶ Deisch, *Inauguraldissertation über die Ablation der Milz beim Hund und über die Frucht, die man aus diesen Versuchen ziehen kann*. Die Abhandlung wurde von Haller veröffentlicht. *Disputationum anatomicarum selectarum*, Bd. III (Göttingen, 1748).

Milz überleben, ebenso einfach Erscheinungen beobachten zu können, die bei anderen, intakten Tieren, welche noch mit diesem Eingeweide ausgestattet sind, unmöglich wären.“ Dies ist ein klarer Text. Sein Autor hat keinen Namen in der Geschichte der Biologie,⁷ was anzuzeigen scheint, daß wir mit ein wenig mehr Kenntnis über das 18. Jahrhundert andere Texte der selben Art finden würden. Deisch schreibt der tierischen Vivisektion in klarer Weise den Wert eines Substituts zu. Er knüpft die Durchführung des Experiments an die Verifikation von theoretischen Schlußfolgerungen. Er zeigt die Rolle der Analogie bei dieser Durchführung. Ein kapitaler Punkt: Er stellt das Experimentieren, das auf die Verifikation einer Theorie zielt, und die biologischen Techniken der Aufzucht und Kastration in eine Linie.⁸ Schließlich läßt er die Belehrung durch das Experiment auf dem hergestellten Vergleich zwischen dem präparierten Tier und dem Vergleichstier beruhen. Was könnte man mehr wollen? Zweifellos, die Ablation eines Organs mag als ziemlich grobes Verfahren erscheinen. Doch Bernard ist nicht anders vorgegangen. Und als 1889 von Mering und Minkowski die experimentelle Diabetes entdeckten und die Beobachtungen in Angriff nahmen, die zur Identifikation der kleinen Langerhansschen Inseln führen sollten, dann weil sie einem Hund vollständig die Bauchspeicheldrüse entnommen hatten, welche als einzige Drüse betrachtet wurde, die bei der inneren Verdauung eine Rolle spielt.

Wie Bernard zeigt ist es tatsächlich nur das Experimentieren, das zur Entdeckung biologischer Funktionen führt. Die *Einführung* ist in diesem Punkt sehr viel weniger explizit als die *Leçons de Physiologie expérimentale appliquée à la Médecine* (1856). Gegen das anatomische Vorurteil, das bis auf *De Usu partium* von Galen zurückgeht und demzufolge allein das In-Augenschein-nehmen des anatomischen Details eine Funktion in kategorischer Weise zu deduzieren erlaubt, zeigt Bernard, daß dieses Prinzip streng genommen nur die Organe betrifft, in denen der Mensch, zu Recht oder zu Unrecht, Formen zu erkennen glaubt, die ihn an diejenigen von gewissen Instrumenten erinnern, die durch seine Industrie hervorgebracht werden (die Blase ist ein Behälter, der Knochen ein Hebel). Aber selbst bei dieser Art von Fällen, die wenig zahlreich sind und die nur annäherungsweise gelten, ist es nur die Erfahrung der Rolle und des Gebrauchs der Werkzeuge, welche durch die menschliche Praktik ins Werk gesetzt wurden, die die

⁷ Er findet sich nicht in der hervorragenden *Medical Bibliography* von Garrison und Morton, (London: Grafton and Co., 1943, 2. Aufl., 1954).

⁸ Bemerken wir beiläufig, daß der Autor bei der Reproduktion Fruchtbarkeit und Potenz überaus treffend voneinander unterscheidet. Bekanntlich wurde Bouin, ausgehend von ähnlichen Beobachtungen, die in Zusammenhang mit der tierärztlichen Praxis standen, zu den Arbeiten geführt, die es ihm erlaubten, in histologischer und funktioneller Hinsicht die Bindegewebsdrüse im Hoden zu identifizieren, d.h. die Zellen, die Hormone ausschütten und die sich von den Zellen unterscheiden, welche die Samenflüssigkeit hervorbringen.

analoge Zuschreibung ihrer Funktionen zu den oben erwähnten Organen begründet. Auch die anatomisch-physiologische Deduktion vollzieht sich insofern immer über ein Experimentieren. In der Biologie ist das Problem demnach nicht, experimentelle Begriffe zu benutzen, sondern, wie wir sagen würden, in experimenteller Weise biologisch authentische Begriffe zu bilden. Nachdem Bernard bemerkt hat, daß Strukturen, die scheinbar noch im mikroskopischen Maßstab ähnlich sind, nicht notwendigerweise die gleiche Funktion haben (Pankreas und Speicheldrüse z. B.), und daß umgekehrt die gleiche Funktion durch anscheinend unähnliche Strukturen sichergestellt werden kann (Kontrahierbarkeit der glatten und der gestreiften Muskulatur), stellt er fest, daß die Frage, wozu ein Organ dient, nicht zur Entdeckung seiner Funktion führt. Vielmehr muß man den verschiedenen Momenten und Aspekten der Funktion nachgehen, um das Organ oder den Apparat zu entdecken, der für sie Verantwortung trägt. Nicht dadurch, daß man fragte: „Wozu dient die Leber?“ hat man ihre glykogene Funktion entdeckt, sondern indem man den Zucker des Bluts gemessen hat, das man an verschiedenen Punkten aus dem Zirkulationsfluß eines Tiers entnommen hat, welches seit mehreren Tagen nüchtern war.

Nebenbei ist festzuhalten, daß Bernard 1856 die Nebenniere als Beispiel für ein Organ anführt, dessen mikroskopische Anatomie bekannt, dessen Funktion aber unbekannt ist. Das Beispiel ist gut gewählt und verdient unsere Aufmerksamkeit. Als die Akademie von Bordeaux 1718 einen Preis auf die Frage *Über den Nutzen der Nieren* aussetzte, wurde Montesquieu mit dem Bericht über die Abhandlungen beauftragt, die die Akademie empfangen hatte. Die Schlußfolgerung, zu der er kam, lautete: „Durch all dies sieht man, daß die Akademie nicht die Befriedigung haben wird, in diesem Jahr ihren Preis zu vergeben, und daß dieser Tag für sie keineswegs so feierlich sein wird, wie sie gehofft hat. Durch die Experimente und die Sektionen, die sie unter ihren Augen durchführen ließ, hat die Akademie die Schwierigkeiten in ihrer ganzen Breite kennengelernt, und sie hat gelernt, sich nicht mehr darüber zu wundern, daß das Ziel niemals erreicht wurde. Vielleicht übernimmt eines Tages der Zufall, was all ihre Sorgfalt nicht bewältigen konnte.“ Nun geschieht es genau im Jahre 1856, daß Brown-Sequard die experimentelle Erkenntnis der Funktionen der Nebenniere begründet, allerdings ausgehend von der *Abhandlung*, in der Addison⁹ ein Jahr zuvor die sich zufällig in der Klinik zeigenden Symptome jener Krankheit beschrieben hat, an die sein Name gebunden bleibt.

Es ist bekannt, daß Brown-Sequards Arbeiten über die inneren Sekretionen, zusammen mit Bernards Entdeckung der glykogenen Funktion der Leber,¹⁰ die Kenntnis der in-

⁹ Tatsächlich publizierte Addison schon 1849 seine ersten Beobachtungen in einem zweiseitigen Artikel.

¹⁰ Die Gesamtheit dieser Entdeckungen brachte Bernard 1851 den großen Preis der Physiologie ein.

neren Umwelt (*milieu intérieur*) begründen. Dieser heute klassische Begriff muß uns auf die anfänglichen Momente seiner Herausbildung zurückverweisen. Wir haben hier das Beispiel eines eigentlich biologischen Begriffs, dessen Ausarbeitung zugleich Wirkung und Ursache des Experimentierens war, der vor allem aber eine echte theoretische Konversion erforderte. „Die Wissenschaft im Altertum“, schreibt Bernard, „konnte nur das äußere Milieu begreifen; man muß aber, um die biologische Experimentalwissenschaft zu begründen, darüber hinaus noch ein inneres Milieu begreifen. (...) das vom Organismus geschaffene innere Milieu ist ein besonderes für jedes Lebewesen. Es ist deshalb das wahre physiologische Milieu (...).“¹¹ Insistieren wir auf genau diesem Punkt. Solange die Gelehrten die Funktionen der Organe in einem Organismus nach dem Vorbild der Funktionen dieses Organismus in der äußeren Umwelt auffaßten, war es natürlich, daß sie die Grundkonzepte, die leitenden Ideen des biologischen Erklärens und Experimentierens, aus der pragmatischen Erfahrung des menschlichen Lebewesens entlehnten. Denn es ist ein menschliches Lebewesen, das zugleich, und im Übrigen in seiner Eigenschaft als lebendiges, der Gelehrte ist, der neugierig die theoretische Lösung der Probleme verfolgt, die ihm schon aufgrund der Tatsache seiner Bewegungen durch das Leben gestellt werden. Ob man Finalist oder Mechanist ist, ob man sich für den vorausgesetzten Zweck oder die Existenzbedingungen der lebendigen Erscheinungen interessiert, man gelangt nicht über den Anthropomorphismus hinaus. In gewissem Sinn ist nichts menschlicher als eine Maschine, wenn es denn wahr ist, daß der Mensch sich von den Tieren durch die Konstruktion von Werkzeugen und Maschinen unterscheidet. Die Finalisten stellen sich den lebenden Körper als eine Republik von Handwerkern vor, die Mechanisten wie eine Maschine ohne Maschinenbauer. Doch weil der Bau der Maschine keine Funktion der Maschine ist, ist der biologische Mechanismus, auch wenn er das Vergessen der Finalität bedeutet, noch nicht deren radikale Eliminierung.¹² Aus diesem Grunde waren, in welcher finalistischen oder mechanistischen Perspektive sich der Biologe zunächst auch versetzt haben mag, die Begriffe, die er anfänglich für die Analyse der Funktionen von Geweben, Organen oder Apparaten verwendete, in unbewußter Weise mit einer eigentlich menschlichen, technischen und pragmatischen Fracht belastet.

Ein Beispiel: Das Blut, die Säfte, versickern wie Wasser. Das kanalisierte Wasser bewässert den Boden; auch das Blut und die Säfte müssen der Bewässerung dienen. Es ist Aristoteles, der die vom Herzen ausgehende Verteilung des Blutes mit der Bewässerung

¹¹ Claude Bernard, *Einführung in das Studium der experimentellen Medizin (1865)*. Ins Deutsche übertr. v. Paul Szendrö. Biographisch eingeführt u. kommentiert v. K. E. Rothschild. (Leipzig: Johann Ambrosius Barth, 1961), S. 113.

¹² Siehe weiter unten den Essay „Maschine und Organismus“ [Canguilhem, *La connaissance de la vie*, S. 101-127].

eines Gartens durch Kanäle verglichen hat.¹³ Und Galen dachte nicht anders. Aber den Boden zu bewässern heißt letztendlich, sich im Boden zu verlieren. Und genau da liegt das hauptsächliche Hindernis für ein Begreifen des Kreislaufs.¹⁴ Man ehrt Harvey dafür, daß er das Experiment der Abbindung von Venen am Arm gemacht hat, dessen Schwellung unterhalb des Bandes einer der experimentellen Beweise für den Kreislauf ist. Aber dieses Experiment ist schon 1603 von Fabrice d'Aquapendente durchgeführt worden – und es ist gut möglich, daß es noch weiter zurückgeht –, der von ihm auf die regulierende Rolle der Venenklappen geschlossen hatte, allerdings dachte, es gehe bei diesen darum, das Blut daran zu hindern, sich in den Gliedern und den nach unten geneigten Teilen anzusammeln. Was Harvey der Summe von Feststellungen hinzufügte, die vor ihm gemacht wurden, war zugleich einfach und entscheidend: In einer Stunde schickt die linke Herzkammer durch die Aorta ein Gewicht an Blut in den Körper, das dreimal so groß ist wie das Gewicht des Körpers. Woher kann so viel Blut kommen, und wohin kann es verschwinden? Im Übrigen entleert sich, wenn man eine Arterie öffnet, der Organismus, bis er weiß ist. Dadurch kommt die Idee eines möglicherweise geschlossenen Kreises auf: „Ich habe mich gefragt“, sagt Harvey, „ob sich das alles nicht durch eine kreisförmige Bewegung des Bluts erklären würde.“ Erst dann hat Harvey den Abbindungsversuch wiederholt und gelangte so dahin, allen Beobachtungen und Experimenten einen kohärenten Sinn zu verleihen. Man erkennt, wie die Entdeckung des Blutkreislaufes zunächst, und vielleicht vor allem, die Ersetzung eines Konzepts ist (dem der Bewässerung), das direkt aus dem Bereich der menschlichen Technik in die Biologie importiert wurde, und zwar durch ein anderes Konzept, das dazu geschaffen ist, genaue Beobachtungen, die an verschiedenen Punkten und zu verschiedenen Zeiten an einem Organismus gemacht werden, „zusammenzufassen“. Die Wirklichkeit des biologischen Konzepts des Kreislaufs setzt voraus, daß das bequeme technische Konzept der Bewässerung aufgegeben wird.

Mit Bernard kommen wir also zu der Schlußfolgerung, daß die Erkenntnis der Funktionen des Lebens immer experimentell war, selbst wenn sie phantastisch oder anthropomorph ausfiel. Denn für uns gibt es eine Art grundlegender Verwandtschaft zwischen dem Begriff der Erfahrung und dem der Funktion. Wir lernen unsere Funktionen aus den Erfahrungen, und unsere Funktionen sind Erfahrungen, die formalisiert wurden. Die Erfahrung ist zunächst die allgemeine Funktion jedes Lebewesens, d.h. sein Streit (*Auseinandersetzung*, sagt Goldstein) mit der Umwelt. Der Mensch macht die Erfahrung der biologischen Aktivität zuerst in seinen technischen

¹³ Aristoteles, *De partibus animalum*, 668a, 13 und 34.

¹⁴ Singer, *op.cit.*, S. 125.

Anpassungsbeziehungen zur Umwelt, und diese Technik ist heteropoietisch, sie richtet sich auf das Außen und greift dort ihre Mittel oder die Mittel für ihre Mittel auf. Das biologische Experimentieren, das von der Technik ausgeht, wird also zunächst durch Konzepte von instrumentellem und buchstäblich faktischem Charakter geleitet. Nur nach einer langen Folge von überwundenen Hindernissen und anerkannten Irrtümern gelangt der Mensch dahin, den autopoietischen Charakter der organischen Aktivität zu vermuten und anzuerkennen, um dann in fortschreitender Weise und in direktem Kontakt mit den biologischen Phänomenen die leitenden Konzepte des Experimentierens zu korrigieren. Genauer gesagt, aufgrund der Tatsache, daß sie heteropoietisch ist, setzt die menschliche Technik eine minimale Logik voraus, denn die Vorstellung des äußeren Realen, das durch die menschliche Technik verändert werden muß, verweist auf die diskursiven, systematischen Aspekte in der Tätigkeit des Handwerkers, wenn nicht des Ingenieurs. Diese Logik der menschlichen Handlung muß man jedoch aufgeben, um die lebendigen Funktionen zu verstehen. Charles Nicolle hat sehr nachdrücklich auf den anscheinend alogischen, absurden Charakter der Vorgehensweisen des Lebens hingewiesen, auf dessen Absurdität in bezug auf eine Norm, die tatsächlich nur in absurder Weise auf das Leben angewandt werden kann.¹⁵ Im selben Sinne definiert Kurt Goldstein die biologische Erkenntnis als „eine schöpferische Tätigkeit, ein Vorgehen, das wesentlich verwandt ist mit der Aktivität, durch die der Organismus mit der umgebenden Welt zusammenwirkt, um sich selbst zu realisieren, das heißt zu existieren. Die biologische Erkenntnis reproduziert in bewußter Weise das Vorgehen des lebenden Organismus. Das kognitive Vorgehen des Biologen ist Schwierigkeiten ausgesetzt, die analog zu denen sind, auf die der Organismus in seiner Lehrzeit (*learning*) trifft, d.h. bei seinen Versuchen, sich auf die äußere Welt einzustellen.“¹⁶ Es ist diese Verpflichtung, die der Biologe hat, nämlich in fortschreitender Weise durch eine Art Mimetismus die biologischen Konzepte zu formen oder besser reifen zu lassen, um die es, Bergson zufolge, auch Bernard ging: „[Er hat] den Abstand zwischen der Logik des Menschen und der der Natur bemerkt und richtig abgeschätzt. Wenn wir nach ihm nicht vorsichtig genug vorgehen können bei der Verifikation einer Hypothese, so können wir andererseits nicht kühn genug sein bei ihrer Erfindung. Was in unseren Augen absurd ist, ist es noch lange nicht notwendig für die Natur: versuchen wir die experimentelle Probe, und wenn die Hypothese bestätigt wird, wird sie auch verständlich und klar werden, in demselben Maße wie die Tatsachen uns zwingen, uns mit ihr vertraut zu machen. Aber vergessen wir auch nicht, daß niemals eine

¹⁵ Nicolle, *Naissance, Vie et Mort des Maladies infectieuses* (Paris: Alcan, 1930), S. 28-37.

¹⁶ Goldstein, *Remarques sur le problème épistémologique de la biologie, Congrès international de philosophie des sciences*, op. cit., S. 143 [auch in: Kurt Goldstein, *Selected Papers/Ausgewählte Schriften* (The Hague: Nijhoff, 1971), S. 439-442].

erklärende Idee, so geschmeidig sie auch von uns gefaßt sein mag, die Schmiegsamkeit der Wirklichkeit besitzt.“¹⁷

Das Interesse der *Einleitung* für eine Studie der experimentellen Verfahren in der Biologie hängt aber im Grunde mehr an den Einschränkungen, die Bernard an den allgemeinen Erwägungen über die Postulate und Techniken des Experimentierens anbringt, als an den Erwägungen selbst, und aus diesem Grunde ist, wie wir meinen, das zweite Kapitel des zweiten Teils wichtiger als das erste. In diesem Punkt hat Bernard im übrigen einen Vorläufer in der Person von Auguste Comte. Im vierzigsten Kapitel der *Positiven Philosophie*, „Philosophische Betrachtungen über das Ganze der Biologie“, kann man lesen: „Die Versuche sollen im Allgemeinen für den vorliegenden Fall eine bestimmte Veränderung einführen, um die erfolgende Veränderung des Vorgangs selbst zu ersehen. Die Vernünftigkeit und der Erfolg dieses Kunstmittels beruht auf zwei Voraussetzungen: 1) muss die eingeführte Veränderung sich mit dem Dasein des beobachteten Vorganges vertragen, und 2) müssen die beiden zu vergleichenden Fälle nur nach *einem* Gesichtspunkt von einander abweichen.“¹⁸ Comte fügt hinzu: „Nun macht die Natur der biologischen Vorgänge die Verwirklichung dieser beiden Bedingungen nahezu unmöglich, namentlich die der zweiten.“ Aber wenn Comte früher als Bernard und wahrscheinlich unter dem Einfluß der Ideen, die von Bichat in den *Recherches physiologiques sur la vie et la mort* (1800)¹⁹ in Umlauf gebracht wurden, feststellt, daß das biologische Experimentieren sich nicht darauf beschränken kann, die Grundsätze und Praktiken des Experimentierens in der Physik oder in der Chemie zu kopieren, dann ist es doch Bernard, der lehrt, und zwar zunächst anhand von Beispielen, daß der Biologe seine eigene experimentelle Technik erfinden muß. Die Schwierigkeit, wenn nicht das Hindernis liegt darin, daß durch die Analyse die Annäherung an ein Wesen versucht wird, das weder ein Teil, noch ein Segment, noch eine Summe von Teilen oder Segmenten, sondern ein Lebewesen ist, und dies nur, wenn es als eins lebt, d.h. als ein Ganzes. „Der Physiologe und der Arzt dürfen also nie vergessen, daß ein Lebewesen zugleich ein Organismus und ein Individuum ist. (...) Man muß gut im Auge behalten, daß man bei der Zerstückelung des lebenden Organismus und der Isolierung seiner Einzelteile zwar die

¹⁷ Bergson, op. cit., S. 231f.

¹⁸ Comte, *Die Positive Philosophie, Erster Band*. Im Auszuge von Jules Rig, übers. v. J. H. Kirchmann (Leipzig: Verlag der Dürschens Buchhandlung, 1883), S. 373.

¹⁹ „Danach ist einfach einzusehen, daß die Wissenschaft der organisierten Körper in ganz anderer Weise behandelt werden muß wie diejenigen, die die unorganischen Körper zum Gegenstand haben. Man müßte dort sozusagen eine andere Sprache verwenden, denn die Mehrzahl der Wörter, die wir von den physikalischen Wissenschaften in die Wissenschaft der tierischen oder pflanzlichen Ökonomie tragen, rufen uns dort fortwährend Ideen in Erinnerung, die sich überhaupt nicht mit den Erscheinungen dieser Wissenschaft vertragen“ (Marie-François Xavier Bichat, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort* [Paris 1800], Erster Teil, 7. Abschnitt, § 1: „Différence des forces vitales d'avec les lois physiques“).

experimentelle Analyse erleichtert, aber dadurch die abgetrennten Stücke keineswegs besser verstehen lernt. Will man von einer physiologischen Eigenschaft ihre wahre Bedeutung und ihren Wert erkennen, so muß man sie immer auf das Ganze beziehen und nur im Hinblick auf die[se] Gesamtheit endgültige Schlüsse ableiten.“²⁰

Wenn wir nun im Detail auf die Schwierigkeiten zurückkommen, die durch Comte und Bernard herausgestellt wurden, ist es angebracht, im Rückgriff auf Beispiele zu untersuchen, welche ursprünglichen methodologischen Vorsichtsmaßnahmen im experimentellen Vorgehen des Biologen aufgrund der Spezifität der lebenden Formen, der Diversität der Individuen, der Totalität des Organismus und der Irreversibilität der lebendigen Erscheinungen ergriffen werden müssen.

1.) *Spezifität*. Im Gegensatz zu Bergson, der denkt, wir sollten von Bernard lernen, „daß zwischen einer guten Beobachtung und einer gut begründeten Verallgemeinerung kein Unterschied besteht“²¹, muß man deutlich sagen, daß die logische Verallgemeinerung in der Biologie in unabsehbarer Weise durch die Spezifität des Objekts der Beobachtung oder des Experiments begrenzt ist. Es ist bekannt, daß nichts so wichtig für einen Biologen ist wie die Wahl seines Untersuchungsmaterials. Er arbeitet in selektiver Weise über dieses oder jenes Tier aufgrund der relativen Bequemlichkeit anatomischer oder physiologischer Beobachtungen, der Lage oder der Größe des Organs, der Langsamkeit einer Erscheinung oder, im Gegenteil, der Beschleunigung eines Zyklus. Tatsächlich ist die Wahl nicht immer entschieden oder überlegt: Der Zufall ebenso wie die Zeit sind Ehrenmänner für den Biologen. Wie dem auch sei, oftmals wäre es umsichtig und ehrlich, ein Kapitel zu ergänzen, in dem erklärt würde, daß es sich um die Physiologie dieses oder jenes Tieres handelt. Dann würden die Gesetze der Phänomene, die, hier wie andernorts, fast immer den Namen des Menschen tragen, der sie formuliert hat, immer auch den Namen des Tiers erhalten, das für das Experiment verwendet wurde: der Hund für die konditionierten Reflexe, die Taube für das Gleichgewicht, der Süßwasserpolypt für die Regeneration, die Ratte für die Vitamine und das mütterliche Verhalten, der Frosch, als „Hiob der Biologie“, für die Reflexe, der Seeigel für die Befruchtung und die Teilung des Eis, die *Drosophila* für die Vererbung, das Pferd für den Blutkreislauf usw.²²

Das Entscheidende ist dabei jedoch, daß keine Erkenntnis experimentellen Charakters, handele es sich dabei um Strukturen, Funktionen oder Verhaltensweisen, ohne ausdrückliche Vorbehalte von einer Varietät auf eine andere innerhalb der selben

²⁰ Bernard, *op. cit.*, S. 130. Siehe auch die Passage S. 132-33 zum Abstand zwischen Analyse und Synthese.

²¹ Bergson, *op. cit.*, S. 227.

²² Zu diesem Thema ist zur Rate zu ziehen: Léon Binet, *Les animaux au service de la science* (Paris: Gallimard, 1940).

Art, von einer Art auf eine andere oder vom Tier auf den Menschen verallgemeinert werden kann.

Von Varietät zu Varietät: Wenn man zum Beispiel die Bedingungen untersucht, unter denen bestimmte chemische Substanzen in eine lebende Zelle eindringen, stellt man fest, daß die löslichen Stoffe unter bestimmten Bedingungen leicht in die Fette eindringen: Deswegen hat Koffein keine Wirkung auf den glatten Muskel des grünen Frosches, wenn der Muskel intakt ist. Wenn man aber das Muskelgewebe verletzt, zeigt sich eine intensive Affinität. Doch was beim grünen Frosch richtig ist, stimmt nicht beim roten Frosch: die Einwirkung des Koffeins auf den intakten Muskel des roten Frosches geschieht unmittelbar.

Von Art zu Art: In Unterrichtshandbüchern zitiert man noch oft die Pflügerschen Gesetze über die fortschreitende Ausdehnung der Reflexe (Einseitigkeit, Symmetrie, Ausstrahlung, Verallgemeinerung). Aber wie von Weizsäcker und Sherrington bemerkt haben, erlaubt es das experimentelle Material von Pflüger nicht, allgemeine Reflexgesetze zu formulieren. Insbesondere das zweite Pflügersche Gesetz (Symmetrie), das an Tieren mit hüpfender Fortbewegung wie dem Kaninchen überprüft wurde, ist falsch, wenn es sich um den Hund oder die Katze handelt bzw. in allgemeiner Weise um alle Tiere mit diagonalem Gang. „Der grundlegende Faktor der Koordination ist die Fortbewegungsart des Tiers. Die Ausstrahlung muß identisch sein bei Tieren, die den selben Typ von Fortbewegung haben, und unterschiedlich bei denen, die eine unterschiedliche Fortbewegung haben.“²³ In dieser Beziehung unterscheidet sich die Katze vom Kaninchen, nähert sich aber dem Wassermolch.

Vom Tier zum Menschen: Zum Beispiel die Ausheilung von Knochenbrüchen. Ein Bruch verheilt durch eine Knochennarbe. Bei der Bildung dieser Narbe unterschied man traditionellerweise drei Stadien: das Stadium der zusammenfügenden Knochennarbe, das Stadium der knorpeligen Knochennarbe, das Stadium der ausgehärteten Knochennarbe, mit der Umwandlung von knorpeligen Zellen in Osteoblaste. Nun haben Leriche und Policard gezeigt, daß es in der normalen Entwicklung einer menschlichen Knochennarbe kein knorpeliges Stadium gibt. Dieses Stadium wurde an Hunden beobachtet, d.h. bei Tieren, deren therapeutische Fixierung immer zu wünschen übrig läßt.²⁴

2.) *Individualisierung.* Innerhalb einer gegebenen lebenden Art besteht die hauptsächlichste Schwierigkeit in der Suche nach individuellen Repräsentanten, die fähig sind, Prüfungen des Hinzufügens, des Abziehens oder der gemessenen Variation von

²³ Charles Kayser, Les Réflexes, in: ders., *Conférences de Physiologie médicale sur des sujets d'actualité* (Paris: Masson, 1933).

²⁴ Siehe René Leriche, *Physiologie et Pathologie du Tissu osseux* (Paris: Masson, 1938), 1. Vorlesung.

vermutlichen Bestandteilen einer Erscheinung zu unterstützen, Prüfungen also, die vorgenommen werden zum Zweck des Vergleichs zwischen einem Organismus, der absichtlich verändert wurde, und einem Vergleichsorganismus, der in Übereinstimmung mit seinem spontanen biologischen Los gehalten wurde. Alle Experimente zur anti-infektiösen Wirksamkeit der Impfstoffe bestehen beispielsweise darin, Mikrobekulturen in zwei Gruppen von Tieren einzuführen, die in allen Punkten miteinander austauschbar sind, nur nicht in dem, daß die eine durch vorherige Impfungsinjektionen präpariert wurde und die andere nicht. Nun ist die Schlußfolgerung aus einem Vergleich, der in dieser Weise eingerichtet wurde, ganz streng genommen nur von Wert, wenn man berechtigt ist, die miteinander verglichenen Organismen für ein Äquivalent dessen zu halten, was man in Physik und Chemie geschlossene Systeme nennt, d.h. Konjunktionen physikalischer Kräfte oder chemischer Elemente, die ordnungsgemäß registriert, abgezählt und vermessen sind. Doch wie kann man sich im vorhinein einer in jeder Beziehung bestehenden Identität von zwei individuellen Organismen versichern, die, obwohl sie zu einer Art gehören, den Bedingungen ihrer Geburt (Sexualität, Befruchtung, Vereinigung der Keimzellen) eine einzigartige Kombination erblicher Merkmale schulden? Mit Ausnahme von Fällen agamer Reproduktion (Pflanzenstecklinge), Selbstbefruchtung, echter Zwillingsbruderschaft, Polyembryonie (beim Gürteltier zum Beispiel), müßte man mit Organismen arbeiten, die bezüglich aller Merkmale von reiner Abstammung sind, an vollständig homozygoten Organismen also. Und wenn diese Option nicht rein theoretisch sein soll, dann muß man zugeben, daß sie im strengen Sinne künstlich ist. Solches Tiermaterial ist eine menschliche Fabrikation, das Ergebnis einer beständig wachsenden Segregation. Tatsächlich züchten bestimmte wissenschaftliche Organisationen Arten im Jordanschen Sinne des Wortes, Ratten und Mäuse, die man durch eine lange Reihe von Paarbildungen zwischen Blutsverwandten erhält.²⁵ Folglich ist die Untersuchung solchen biologischen Materials, dessen Elemente hier wie andernorts eine Gegebenheit ist, im Buchstabensinne die eines *Artefakts*.²⁶ Ebenso wie in der Physik die anscheinend einfallsreiche Verwendung eines Instruments wie der Lupe die Bindung an eine Theorie impliziert (dies hat Duhem gezeigt), so impliziert in der Biologie die

²⁵ Siehe Lucien Cuénot, *L'Espèce* (Paris: Doin, 1936), S. 89.

²⁶ In *L'Homme devant l'Univers* (Paris: Flammarion, 1949) zeigt Jacques Duclaux sehr zu Recht, daß die moderne Wissenschaft eher die Untersuchung einer Para- oder Supernatur ist, als die der Natur selbst: „Die Gesamtheit der wissenschaftlichen Erkenntnisse mündet in zwei Ergebnissen: Das erste ist die Feststellung der Naturgesetze. Das zweite, weitaus wichtigere, ist die Schaffung einer neuen Natur, die der ersten überlagert ist und für die man einen anderen Namen finden müßte, denn sie ist gerade nicht natürlich und würde ohne den Menschen niemals existieren“ (S. 273).

Verwendung einer weißen Ratte, die durch die *Wistar Institution* gezüchtet wurde, eine Bindung an die Genetik und den Mendelismus, die immerhin, jedenfalls heutzutage, noch Theorien bleiben.

3.) *Totalität*. Vorausgesetzt, die Identität der Organismen, auf die sich das Experimentieren bezieht, ist verwirklicht worden, so stellt sich ein zweites Problem. Wenn es möglich ist, den Determinismus eines Phänomens zu analysieren, indem man es isoliert, so arbeitet man doch mit einem Ganzen, das sich als solches durch jeden Versuch einer Entnahme verändert. Es ist nicht sicher, daß ein Organismus nach der Ablation eines Organs (Eierstock, Magen, Niere) noch der gleiche Organismus ist, bloß um ein Organ verkleinert. Im Gegenteil, es gibt gute Gründe dafür, zu glauben, daß man es mit einem ganz anderen Organismus zu tun hat, der selbst teilweise nur noch schwerlich mit dem Vergleichsorganismus in Deckung zu bringen ist. Der Grund dafür ist, daß in einem Organismus einerseits die gleichen Organe fast immer polyvalent sind (daher wirkt sich die Ablation des Magens nicht nur auf die Verdauung aus, sondern auch auf die Hämatopoese), und daß andererseits alle Phänomene integriert sind. Nehmen wir ein Beispiel nervöser Integration: Die Sektion des Rückenmarks bei der Katze oder beim Hund, unterhalb des fünften zervikalen Segments,²⁷ löst eine Art Schockzustand aus, der gekennzeichnet ist durch die Aufhebung aller Reflexe in den Regionen, die unterhalb der Sektion liegen, ein Zustand, auf den eine Phase der Erholung des Automatismus folgt. Aber wie von Weizsäcker gezeigt hat, ist diese Erholung keine Wiederherstellung, es ist die Konstitution eines anderen Typs von Automatismus, nämlich derjenige des „spinalen Tieres“. Oder nehmen wir ein Beispiel endokriner Integration und Polyvalenz: Der Vogel legt ein Ei, das schnell wächst und sich mit einer Schale umgibt. Die Phänomene der Mobilisierung von Mineral-, Protein- und Lipidbestandteilen des Eis sind in den ovariellen Zyklus des Eis integriert. Das Follikelhormon bedingt zugleich die morphologischen Veränderungen der genitalen Verhaltensweise und die chemische Mobilisierung der Konstituenten des Eis (Vergrößerung der Produktion von Eiweißen durch die Leber, Neubildung von medullären Knochen in den langen Knochen). Sobald die Wirkung des Follikelhormons aufhört, resorbiert sich der neu gebildete Knochen und gibt das Kalzium frei, das die Kalkdrüse des Eileiters verwendet. Derart wirkt sich die Ablation der Eierstöcke beim Vogel nicht nur auf die Morphologie des Organismus aus, sondern auch auf die Gesamtheit der biochemischen Phänomene.

²⁷ Damit die Atmungsfunktion des Zwerchfells erhalten bleibt.

4.) *Irreversibilität*. Wenn die Totalität des Organismus eine Schwierigkeit für die Analyse bedeutet, bildet die Irreversibilität der biologischen Phänomene, sei es unter dem Gesichtspunkt des sich entwickelnden Lebewesens, sei es unter dem des erwachsenen Lebewesens, eine andere Schwierigkeit bei der chronologischen Extrapolation und der Vorhersage.

Im Verlaufe des Lebens verändert sich der Organismus in irreversibler Weise, so daß die Mehrzahl seiner vermutlichen Komponenten, wenn man sie getrennt zurückhält, über Potentialitäten verfügt, die sich unter den Bedingungen der normalen Existenz des Ganzen nicht zeigen. Die Untersuchung der Entwicklung des Eis oder der Phänomene der Regeneration ist hier besonders lehrreich.

Das beste Beispiel für eine irreversible Entwicklung bildet die Aufeinanderfolge der Stadien von Unbestimmtheit, Bestimmtheit und Differenzierung beim Seeigel.

Im Stadium der Unbestimmtheit wird die Ablation eines Ei-Segments kompensiert. Trotz der anfänglichen Amputation ist der Organismus am Ende der Entwicklung vollständig. Man kann einen Teil als mit der selben evolutiven Kraft ausgestattet ansehen wie das Ganze.

Nach dem Stadium der Bestimmung der Anlage, erscheinen die organisch-bildenden Substanzen als in deutlich abgegrenzten Sektoren lokalisiert. Die Teile des Embryos sind nicht länger äquivalent, weil sie nicht mehr totipotent sind. Die Ablation eines Segments kann nicht mehr kompensiert werden.

Im Stadium der Differenzierung erscheinen morphologische Unterschiede. Diesbezüglich muß man bemerken, daß derartige Experimente, weil sie anfängliche organische Möglichkeiten zeigen, die durch die Dauer des Lebens in fortschreitender Weise reduziert werden, eine Brücke zwischen der normalen Konstitution und der monströsen Form von gewissen Organismen schlagen. Sie ermöglichen es in der Tat, die Monströsität als eine Stagnation der Entwicklung zu interpretieren oder als eine Fixierung, die es je nach Alter des Embryos erlaubt, vermittels anderer Anlagen Eigenschaften auszuprägen, die ihre Lage und ihre Verbindungen gewöhnlicherweise verbieten würden.²⁸

Der Irreversibilität der Differenzierung beim ausdifferenzierten Lebewesen folgt eine Irreversibilität des funktionellen Charakters. Bernard stellte fest, daß kein Tier mit einem anderen derselben Art absolut vergleichbar ist, aber auch, daß ein gleiches Tier, je nach dem Moment, in dem man es untersucht, mit sich selbst nicht vergleichbar ist.²⁹ Wenn die Untersuchungen zur Immunität und Anaphylaxie uns heute mit dieser Idee vertraut gemacht haben, muß man gleichwohl anerkennen, daß sie nur mit Schwierigkeiten ein

²⁸ Etienne Wolf, *La Science des Monstres* (Paris: Gallimard, 1948), S. 237.

²⁹ Bernard, *op. cit.*, S. 175.

kategorischer Imperativ der Forschung geworden ist und daß die grundlegenden Entdeckungen, die das meiste zu ihrer Anerkennung beigetragen haben, nur durch ihre Verkennung möglich gewesen sind. Es sind zwei technische Fehler, denen man die Entdeckung der Immunität durch Pasteur (1880) und die Entdeckung der Anaphylaxie durch Portier und Richet (1902) verdankt. Pasteur injizierte Hühnern aus Versehen eine Kultur gealterter Cholera, und es waren ökonomische Gründe, die ihn dazu führten, die gleichen Hühner mit einer frischen Kultur zu impfen. Und nur weil den Hunden nicht die von vornherein tödliche Dosis des mit Glyzerin versetzten Extrakts aus Seerosentakeln injiziert wurde und im zweiten Versuch die gleichen Tiere verwendet wurden, deren Tod einige Minuten nach der Injektion bei einer sehr viel geringerer Dosis als beim ersten Mal erfolgte, etablierten Portier und Richet eine Tatsache, die man wohl als experimentell ohne erfahrungsmäßige Vorüberlegung bezeichnen muß. Schließlich sollte man nicht vergessen, daß die therapeutische Verwendung von anti-infektiösen Substanzen seit langer Zeit verdeutlicht hat, daß die mikroskopischen Wesen, die Bakterien oder Protozoen, in ihrer Beziehung zu den Antibiotika Veränderungen in ihrer Sensibilität und ihrem Stoffwechsel, also Phänomene des Widerstands und sogar der Abhängigkeit zeigen, die manchmal dazu führen, daß der infektiöse Keim paradoxerweise nur in einer Umwelt leben kann, die künstlich geschaffen wurde, um ihn zu zerstören.³⁰ Das ist es, woran Charles Nicolle dachte, als er auf der Pflicht bestand, das biologische Phänomen der Infektionskrankheit mit Blick auf seinen biologischen Sinn zu untersuchen und es nicht allein in mechanistischem Geist zu verstehen. In diesem Sinne schreibt er, daß „das Phänomen sich in unseren Händen verändert“, daß „wir voranschreiten auf einer Straße, die selbst wandert“³¹.

Man sieht somit, wie die Irreversibilität der biologischen Phänomene, die sich zur Individualität der Organismen hinzugesellt, dazu führt, daß die Möglichkeit der Wiederholung und der Wiederherstellung von bestimmenden Bedingungen eines Phänomens, bei Gleichbleiben alles anderen (was ein charakteristisches Verfahren des Experimentierens in den Wissenschaften der Materie bleibt), begrenzt ist.

Es wurde schon gesagt, daß die Schwierigkeiten des biologischen Experimentierens nicht absolute Hindernisse sind, sondern daß sie den Erfindungsgeist anstacheln. Auf diese Schwierigkeiten antworten die eigentlich biologischen Techniken. Was diesen Punkt angeht, so sollte man sich darüber klar werden, daß das Denken Bernards nicht immer sehr entschieden ist. Denn wenn sich Bernard auch dagegen wehrt, daß die Physiologie

³⁰ Paul Haudroy, *Les lois de la physiologie microbienne dressent devant les antibiotiques la barrière de l'accoutumance*, *La Vie médicale*, März 1951.

³¹ Nicolle, *op. cit.*, S. 33.

von Chemikern und Physikern vereinnahmt wird, wenn er auch feststellt, daß „die Biologie (...) ihr besonderes Problem und ihren festgelegten Gesichtspunkt“ hat, so schreibt er doch, daß es allein die Komplexität der Lebensphänomene ist, die die Spezifität der experimentellen Praktik in der Biologie erforderlich macht.³² Nun ist es die entscheidende Frage, ob man nicht, wenn man von einer Zunahme der Komplexität spricht, unwillentlich zwar, aber implizit eine tiefreichende Identität der Methoden annimmt. Das Komplexe kann als solches nur im Verhältnis zum Einfachen und innerhalb einer homogenen Ordnung benannt werden. Doch wenn Bernard feststellt, daß das Leben „besondere Bedingungen eines Organmilieus [schafft], das sich mehr und mehr vom kosmischen Milieu abschließt“, daß das *quid proprium* der biologischen Wissenschaft in „besondere[n] physiologische[n] Entwicklungsbedingungen“ liegt und daß man folglich, „um die Lebensvorgänge zu analysieren, unbedingt mittels der Methoden der Vivisektion in die lebenden Organismen eindringen muß“³³, räumt er dann nicht ein, daß die Spezifität des biologischen Gegenstands ganz andere Methoden erfordert als die physikalisch-chemischen?

Heutzutage muß man schon sehr unaufmerksam sein gegenüber den methodologischen Tendenzen der Biologen, selbst der am wenigsten zur Mystik neigenden, um noch zu denken, man könne sich ehrlicherweise rühmen, mit Hilfe der physikalisch-chemischen Methoden etwas anderes als den physikalisch-chemischen Inhalt der Phänomene zu entdecken, deren biologischer Sinn sich jeder Technik der Reduktion entzieht. Jacques Duclaux formuliert: „Durch welches Mittel auch immer, es wird sicherlich möglich sein, jene Begriffe auf die Zelle auszudehnen, die uns aus der Welt der Minerale zukommen, aber diese Ausdehnung darf nicht eine einfache Wiederholung sein und muß von einer schöpferischen Anstrengung begleitet werden. Wir haben bereits gesagt, daß die Untersuchung der Zelle keinen besonderen Fall darstellt, der durch die Anwendung allgemeiner Formeln gelöst werden kann; es ist im Gegenteil die Zelle, die das allgemeinste System bildet, in dem alle Variablen gleichzeitig ins Spiel kommen. Unsere Laboratoriumschemie beschäftigt sich nur mit den einfachen Fällen, die eine beschränkte Anzahl von Variablen umfaßt.“³⁴ Lange hat man geglaubt, in einer Summe physikalisch-chemischer Gesetze das

³² Bernard, *op. cit.*, S. 138; siehe 138-142.

³³ *Ibid.*, S. 142; 143; 144. Man beziehe sich in diesem Punkt auch auf Bernards berühmten *Rapport sur le progrès et la marche de la physiologie générale en France* (Paris: Imprimerie Impériale, 1867), aus dem wir einen bezeichnenden Abschnitt wiedergeben: „Man kann ruhig die vitalen Phänomene untersuchen und ihre mechanischen und physikalisch-chemischen Ausprägungen mit größter Sorgfalt durchdringen; man kann auf sie ruhig die feinsten chemischen Verfahren anwenden, bei ihrer Beobachtung die größte Genauigkeit walten lassen und die genauesten graphischen und mathematischen Methoden verwenden. Man gelangt schließlich doch nur dahin, die Erscheinungen der lebenden Organismen in die Gesetze der Physik und der allgemeinen Chemie einzuordnen; was berechtigt ist. Aber so findet man nie die Gesetze, die der Physiologie eigen sind.“

³⁴ Duclaux, *Analyses chimiques des Fonctions vitales* (Paris: Hermann, 1934), S. X. Das ganze Büchlein sollte gelesen werden.

positive Äquivalent für die Funktion einer lebenden Zellmembran zu haben. Doch das biologische Problem besteht nicht darin, die Durchlässigkeit der Membran durch Gleichgewichte zu bestimmen, die auf ihren beiden Seiten realisiert werden. Es besteht darin zu verstehen, daß diese Durchlässigkeit variabel, angepaßt, selektiv ist.³⁵ Nach der treffenden Bemerkung von Théopie Cahn gelangt man daher „in der Biologie, selbst wenn man nur ein physikalisches Prinzip verifizieren möchte, unvermeidlich zur Untersuchung der Verhaltensgesetze von Lebewesen, das heißt zur Untersuchung von erhaltenen Reaktionen, von Typen der Anpassung von Organismen an physikalische Gesetze, also zu den physiologischen Problemen im eigentlichen Sinne.“³⁶

Geben wir also kurz die Prinzipien von einigen wirklich biologischen Experimentalkonzepten an: Sie sind allgemein und indirekt, z.B. wenn man durch Hinzufügung oder Wegnahme einer vermutlich elementaren Komponente die Umwelt verändert, in der ein Organismus oder ein Organ lebt und sich entwickelt; oder sie sind speziell und direkt, z.B. wenn man auf ein begrenztes Territorium des Embryos in einem bekannten Stadium der Entwicklung einwirkt.

Die Techniken der Transplantation oder der Explantation von Geweben und Organen haben aufgrund der Experimente von Carrel eine Bekanntheit erlangt, die in der Öffentlichkeit von einem unzureichend genauen Verständnis ihrer Tragweite begleitet wird. Indem man einen Teil eines Organismus, beim gleichen Individuum oder bei einem anderen, an einer anderen Stelle als der normalen einsetzt, verändert man dessen topographische Verhältnisse mit dem Ziel, die verantwortlichen Einflüsse und die unterschiedlichen Rollen der einzelnen Sektoren und Regionen zu zeigen. Wenn man ein Gewebe oder ein Organ in eine besonders zusammengesetzte, bedingte und versorgte Umwelt versetzt, welche das Überleben ermöglicht (Gewebe- oder Organkulturen), befreit man das Gewebe oder das Organ von allen Reizungen oder Hemmungen, die über den Weg der normalen inneren Umwelt auf es einwirken, wobei die koordinierte Gesamtheit der anderen Gewebe oder Organe mit ihm zusammen den ganzen Organismus bildet.

Geben wir ein Beispiel wirklich biologischen Experimentierens und Analysierens. Um die Wirkung der ovariellen und hypophysischen Hormone von den weiblichen Geschlechtsorganen in morphologischer Hinsicht zu trennen, d.h. um die Elemente eines übergreifenden Determinismus getrennt und unabhängig voneinander aufzuzählen und zu definieren, nimmt man beim Nagetierweibchen durch die Transplantation der Eierstöcke, die auf ein Mesenterium aufgepfropft werden, eine physiologische Kastration vor. Somit

³⁵ Siehe Emile Guyénot, *La vie comme invention*, in: *L'invention* (Paris: Presses Universitaires de France, 1938) [= Semaine internationale de synthèse, 1937].

³⁶ Cahn, *Quelques bases physiologiques de la nutrition* (Paris: Hermann, 1946), S. 22.

kommt man, über den Weg der tragenden Zirkulation zu dem Ergebnis, daß alle östrogenen Hormone die Leber durchlaufen, welche in der Lage ist, sie zu deaktivieren. Im Anschluß an diese Pfropfung beobachtet man, daß die genitalen Verhaltensweisen wie infolge einer Kastration atrophieren. Doch bei Fehlen des Reglers, der für sie durch das ovariale Hormon gebildet wird, vergrößert die Hypophyse ihre Sekretion von gonadotropen Hormonen. Anders gesagt, die Eierstöcke existieren für die Hypophyse nicht mehr, denn ihre Sekretionen erreichen sie nicht länger, aber da sie trotzdem noch existieren und da die Hypophyse für sie existiert (denn deren Sekretion erreicht sie), hypertrophieren sie in Reaktion auf den Überschuß des gonadotropen Hormons. Durch die Veränderung eines exkretorischen Kreislaufs bewirkt man also den Bruch eines Kreises von Aktionen und Reaktionen sowie die Entfernung von einem Bild normaler Morphologie, und zwar durch Atrophie und Hypotrophie.

Natürlich lassen solche experimentellen Methoden noch ein wesentliches Problem ungelöst: zu wissen, in welchem Maß die experimentellen, d.h. künstlichen Verfahren, die in dieser Weise eingesetzt werden, die Schlußfolgerung erlauben, daß die natürlichen Phänomene durch die Phänomene, die so kenntlich werden, in adäquater Weise dargestellt werden. Was der Biologe sucht, ist die Erkenntnis dessen, was ist, und dessen, was sich vollzieht, und zwar abstrahiert von den Listen und Eingriffen, zu denen er durch seine Gier nach Erkenntnis gezwungen ist. Wie kann man, hier wie andernorts, vermeiden, daß die Beobachtung, die ja eine Handlung ist (denn sie ist immer zu einem bestimmten Grade vorbereitet), das Phänomen stört, das man beobachten will? Und genauer, wie kann man dabei Schlußfolgerungen vom Experimentellen auf das Normale ziehen?³⁷ Deshalb schreibt Etienne Wolff, wenn er über den Produktionsmechanismus jener in paradoxer Weise normalen und monströsen Lebewesen nachdenkt, die die echten menschlichen Zwillinge sind, und dabei zwecks wechselseitiger Erhellung die Lektionen aus Teratologie und experimenteller Embryologie einander annähert: „Es ist schwierig zuzugeben, daß die akzidentellen Faktoren ihre Wirkung mit ebenso viel Präzision ausüben wie die experimentellen Techniken. Wenn es diese erlauben, ideale Bedingungen für die Analyse der Mechanismen und das Begreifen der Erscheinungen zu schaffen, dann ist es wahrscheinlich, daß die Natur öfter die indirekten als die direkten Methoden ‚anwendet‘. Das gesamte Embryo unterliegt wahrscheinlich der Wirkung des teratogenen Faktors. Es gibt wenig Chancen dafür, daß ein banaler Unfall die selbe Arbeit leistet wie eine heikle Operation.“³⁸

³⁷ Siehe meinen Versuch über *Das Normale und das Pathologische*, Übers. v. Monika Noll und Rolf Schubert (Frankfurt am Main, Berlin, Wien: Ullstein, 1977), S. 91-94.

³⁸ Wolff, *op. cit.*, S. 122.

Dieses Beispiel der echten menschlichen Zwillinge erlaubt uns abschließend ein Problem zu stellen, das ein Essay über das biologische Experimentieren heutzutage nicht ignorieren kann, dasjenige der Möglichkeit und der Legitimität des direkten Experimentierens am Menschen.

Das Wissen, auch und wahrscheinlich vor allem das der Biologie, ist einer der Wege, durch den die Menschheit sucht, ihr Schicksal auf sich zu nehmen und ihr Sein in Sollen umzuwandeln. Und für dieses Projekt ist das den Menschen betreffende Wissen des Menschen von grundlegender Bedeutung. Das Primat der Anthropologie ist keine Form des Anthropomorphismus, sondern durch die Anthropogenese bedingt.

In gewisser Hinsicht muß man am Menschen experimentieren, um den im Vorhergehenden angezeigten Stolperstein einer Extrapolation von Beobachtungen, die an Tieren dieser oder jener Art gemacht werden, zu umgehen. Doch ist bekannt, welche ethischen Normen, die die einen als Vorurteile und die anderen als nicht vorschreibbare Imperative sehen werden, durch diese Art des Experimentierens verletzt werden. Und was das Problem noch komplizierter macht, ist die Schwierigkeit, die Ausdehnung des Konzepts des Experimentierens auf den Menschen (eine Operation in prinzipiell streng theoretischer Absicht) zu begrenzen, es zu unterscheiden von der therapeutischen Intervention (zum Beispiel der Lobotomie) und von der Technik der hygienischen oder strafrechtlichen Vorbeugung (zum Beispiel der legalen Sterilisierung). Das Verhältnis von Erkenntnis und Handlung, das hier nicht grundlegend anders ist als in der Physik oder der Chemie, bezieht aus der im Menschen gegebenen Identität des Subjekts des Wissens mit dem Objekt der Handlung einen Charakter, der so direkt, so dringend, so bewegend ist, daß der philanthropische Schwung mit den humanistischen Vorbehalten interferiert, und die Lösung des Problems eine Idee des Menschen, d.h. eine Philosophie, voraussetzt.

Erinnern wir daran, daß Bernard die therapeutischen Versuche und chirurgischen Interventionen als Experimente am Menschen betrachtet und sie für legitim hält.³⁹ „(...) [D]ie Moral verbietet nicht die Ausführung von Versuchen am Nächsten oder an sich selbst; im täglichen Leben machen die Menschen dauernd Versuche aneinander. Die christliche Moral verbietet nur eins, seinem Nächsten ein Leid zuzufügen.“⁴⁰ Es scheint uns, daß dieses letzte Kriterium der Unterscheidung zwischen erlaubtem und unmoralischem Experimentieren nicht so solide ist, wie Bernard denkt. Es gibt vielerlei Weisen, den Menschen Gutes zu tun, die einzig von der Definition abhängen, die man vom Guten gibt

³⁹ Bernard, *Einführung*, S. 146.

⁴⁰ *Ibid.*, S. 148.

und von der Kraft, mit der man glaubt, es durchsetzen zu dürfen, selbst zum Preis eines Leids, dessen tiefere Realität man im Übrigen bestreitet. Erinnern wir zum Gedenken, zum traurigen Gedenken an die massiven Beispiele aus der jüngeren Vergangenheit.

Es kommt darauf an, selbst beim menschlichen Subjekt die Definition des Experimentierens zu bewahren, dessen Charakter als einer ohne das Kalkül gestellten Frage, die Antwort unmittelbar in Dienst zu nehmen, und dessen äußeres Auftreten als einer ohne den Druck der Umstände erfolgenden absichtsvollen und entschlossenen Geste. Eine chirurgische Intervention kann die Gelegenheit und selbst das Mittel eines Experiments sein, aber sie selbst ist keines, denn sie folgt nicht den Regeln des kalten Vorgehens an indifferentem Material. Wie jede durch einen Arzt vollbrachte Geste, antwortet die chirurgische Intervention auf Normen, die sich nicht auf die einfache Technik einer unpersönlichen Untersuchung reduzieren lassen. Der ärztlich-chirurgische Akt ist kein wissenschaftlicher Akt. Der kranke Mensch, der sich auf das Gewissen seines Arztes stärker verläßt als auf dessen Wissenschaftlichkeit, ist nicht nur ein zu lösendes physiologisches Problem, er stellt vor allem eine Hilflosigkeit dar, der abgeholfen werden soll. Man wird einwenden, daß es künstlich und heikel sei, zwischen dem Versuch zu einer pharmakodynamischen oder chirurgischen Behandlung einer gegebenen Erkrankung und einer kritischen Untersuchung der Verbindungen biologischer Kausalität zu unterscheiden. Das ist richtig, solange man sich in der Lage des Zuschauers oder des Patienten befindet. Es ist nicht richtig, sobald man sich an den Platz des Operators versetzt. Er, nur er weiß genau, in welchem Moment sich Absicht und Bedeutung des Eingriffs ändern. Nehmen wir ein Beispiel. Der amerikanische Chirurg C. F. Dandy hat im Verlauf eines chirurgischen Eingriffs am optischen Chiasmus eines 17jährigen Mädchen die vollständige Sektion der Hypophysenlappen durchgeführt. Er hat festgestellt, daß diese Sektion das Geschlechtsleben der Frau nicht stört, im Unterschied zu dem, was man bei bestimmten Arten von Säugetieren beobachtet, bei denen der Eizyklus und die Laktation deutlich gestört werden.⁴¹ Um sagen zu können, ob in diesem Fall ein Experimentieren vorlag oder nicht, müßte man wissen, ob die Sektion der Hypophysenlappen hätte vermieden werden können oder nicht, und was man vorhatte, als man es tat. Nur der Operator kann in einem vergleichbaren Fall sagen, ob die Operation die strikt chirurgische Geste, d.h. die therapeutische Absicht, überschritten hat. In dem zitierten Beispiel sagt Dandy dazu nichts.

Um ein gültiges Kriterium für die Legitimität des biologischen Experimentierens am Menschen zu finden, beruft man sich üblicherweise bekanntlich auf die Einwilligung des

⁴¹ *American Journal of Physiology*, 64 (1940), S. 312. Wir schulden der Gefälligkeit von Professor Gaston Mayer von der Medizinischen Fakultät in Bordeaux den Hinweis auf dieses Experiment sowie auf einige andere, die im folgenden zitiert werden.

Patienten, zur Versuchsperson zu werden. Alle Studenten der Bakteriologie kennen das berühmte Beispiel der Dicks, die zur Bestimmung einer roten Angina oder eines typischen Scharlachs den Rachen von freiwilligen Subjekten mit einer Kultur von Streptokokken einreiben, die aus dem Kehlkopf oder den Panaritien von Scharlachpatienten entnommen wurden. Während des Zweiten Weltkriegs sind in den Vereinigten Staaten Versuche zur Immunität an Verurteilten, an Verweigerern aus Gewissensgründen, mit deren Einwilligung durchgeführt worden. Wenn man nun darauf abstellen wollte, daß bei randständigen Individuen, die darauf bedacht sind, sich in irgendeiner Weise zu rehabilitieren, die Einwilligung nicht vollständig, nicht rein wäre, so könnte man darauf antworten, indem man auf die Fälle verweist, in denen sich Mediziner, Laborwissenschaftler oder Krankenschwestern, die sich über die Zwecke und Zufälle eines Versuches voll bewußt waren, sich ohne Zögern zu diesem bereit gefunden haben, ohne sich um mehr zu sorgen als um ihren Beitrag zur Lösung eines Problems.

Zwischen diesen Grenzfällen scheinbarer Legitimität und den entgegengesetzten Fällen manifester Unehrenhaftigkeit, in denen menschliche Wesen, die durch den Gesetzgeber sozial deklassiert oder als physiologisch minderwertig eingestuft werden, als experimentelles Material Verwendung finden,⁴² situiert sich die unendliche Vielfalt von Fällen, in denen es schwierig wird zu entscheiden, ob beim Fehlen einer vollständigen Erkenntnis der Elemente des Problems – die der Operateur selbst nicht hat, denn er experimentiert, d.h. er geht ein Risiko ein – noch von einer Einwilligung des Patienten in einen halb-therapeutischen und halb-experimentellen Akt zu reden ist, den man ihn sich zu unterziehen auffordert.⁴³

Schließlich müssen wir anmerken, daß es Fälle gibt, in denen die Würdigung und die Kritik sich ebenso auf die Einwilligung der Patienten wie auf die Aufforderung der Forscher richten können. In diesem Sinne hat die Erkenntnis der ersten Stadien der Entwicklung des menschlichen Eis von den Beobachtungen profitiert, die unter folgenden experimentellen Bedingungen unternommen wurden. Ein Gynäkologe fordert bestimmte

⁴² Statt erneut an die schrecklichen Praktiken zu erinnern, die vielleicht zu ausschließlich der Technokratie oder dem rassistischen Wahn zugeschrieben werden, ziehen wir es vor, auf die menschliche Vivisektion im Altertum hinzuweisen. Es ist bekannt, daß Herophilus und Erasistratos, die Leitfiguren der medizinischen Schule von Alexandrien, Vivisektionen an zum Tode Verurteilten vorgenommen haben: „Longeque optime fecisse Herophilum et Erasistratum qui nocentes homines a regibus ex carcere acceptos, vivos inciderint, considerarintque, etiamnum spiritu remanente, ea quae natura ante clausisset, eorumque positum, colorem, figuram, magnitudinem, ordinem, duritiem, molliem, laevorem, contactum, etc.“ Celsus, *Artium libris sextus idem medicinae primus*, Proemium.

⁴³ Siehe Emile Guyénot, *Les Problèmes de la Vie* (Genf: Bourquin, 1946), „L'Expérimentation sur l'homme en parasitologie“.
Wir haben einen Artikel von Professor René Fontaine über die „Expérimentation en Chirurgie“ zu spät gelesen, um ihn verwenden zu können (*Somme de Médecine contemporaine, I* [Paris: La Diane Française, 1951]), S. 155. Er hat das große Verdienst, keine Schwierigkeiten zu verbergen und nichts dem Konformismus oder der Konvention zu opfern.

Frauen, die er wegen unterschiedlicher Gebärmuttererkrankungen operieren muß, dazu auf, an bestimmten Tagen sexuelle Beziehungen zu haben. Da die Ablation des Uterus an bekannten Daten geschieht, ist es möglich, das entnommene Stück zu nutzen, um die Struktur der befruchteten Eier zu untersuchen, deren Alter man bequem bestimmen kann.⁴⁴

Das Problem des Experimentierens am Menschen ist nicht länger ein einfaches Problem der Technik, es ist ein Problem des Wertes. Seit die Biologie den Menschen nicht mehr einfach als Problem betrifft, sondern als Instrument zur Suche von Lösungen, die ihn betreffen, stellt sich von selbst die Frage, ob der Preis des Wissens derart ist, daß das Subjekt des Wissens einwilligen soll, zum Objekt seines eigenen Wissens zu werden. Man hat keine Mühe, hier den stets virulenten Streit wiederzuerkennen, der um den Menschen als Mittel oder als Ziel, als Objekt oder als Person, geführt wird. Das heißt auch, daß die Humanbiologie nicht in sich selbst die Antwort auf die Fragen bezüglich ihres Wesens und ihrer Bedeutung enthält.⁴⁵

Diese Studie hat auf der Originalität der biologischen Methode bestehen wollen, auf der formalen Pflicht, die Spezifität ihres Gegenstandes zu respektieren, auf dem Wert eines bestimmten Sinns biologischer Art, der der Ausführung experimenteller Handlungen eigen ist. Je nachdem ob man sich mehr als intellektualistisch oder, im Gegenteil, stärker als empiristisch einschätzt, wird man den Teil über das Vorantasten als besser geglückt ansehen, als den über den Erfindungsgeist. Es ist denkbar, daß die Biologie heute eine Wissenschaft ist, die für die philosophische Stellung des Problems der Erkenntnismittel und des Werts dieser Mittel von entscheidender Bedeutung ist, und zwar weil die Biologie autonom geworden ist, vor allem weil sie von der Rückwirkung des Objekts des Wissens auf die Konstitution des Wissens zeugt, welches auf das Wesen dieses Objekts abzielt, und schließlich weil sich in ihr Erkenntnis und Technik in unauflösbarer Weise verbinden.

Wir möchten ein Bild befragen, um dem Paradox der Biologie näher zu kommen. In der *Elektra* von Jean Giraudoux, stellt der Bettelnde, der Mensch auf der Straße, der zu

⁴⁴ John Rock & Arthur T. Hertig, Some aspects of early human development, *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 46 (1942), 973-983.

John Rock und Miriam F. Menkin haben es geschafft, menschliche Eier in vitro zu befruchten, die sie durch Follikelpunktion auf Eiern gesammelt haben, die zu therapeutischen Zwecken entnommen wurden. Sie konnten dabei einige ovulare Entwicklungen beobachten. Siehe John Rock & Miriam F. Menkin, In vitro fertilization and cleavage of human ovarian eggs, *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 40 (1948), 440-452.

⁴⁵ Siehe Marc Klein, Remarques sur les méthodes de la biologie humaine, *Congrès international de philosophie des Sciences*, op. cit., S. 145.

Auch die Medizin kann aus sich heraus nicht die analogen Probleme lösen, die durch die Technik der therapeutischen Organverpflanzung aufgeworfen werden. Siehe zu diesem Punkt einen sehr schönen Artikel von J. Hamburger, J. Corsnier und J. Dormont, Problèmes moraux posés par les méthodes de suppléance et de transplantation d'organes, *Revue française d'études cliniques et biologiques*, 9 (1964).

Fuß den Weg der zermalmten Igel entlang geht, Überlegungen über jenen ursprünglichen Fehler des Igels an, der diesen dazu treibt, Wege zu überqueren. Wenn diese Frage einen philosophischen Sinn hat, denn sie wirft das Problem des Schicksals und des Todes auf, dann hat sie im Gegenzug umso weniger einen biologischen. Ein Weg ist ein Produkt der menschlichen Technik, eines der Elemente der menschlichen Umwelt, doch er hat keinerlei biologischen Wert für den Igel. Die Igel als solche überqueren keine Wege. Sie erkunden auf ihre Weise ihre Igel-Umwelt, in Abhängigkeit von ihren Ernährungs- und Sexualtrieben. Anders gesagt, es sind die Wege des Menschen, die die Umwelt des Igels durchqueren, dessen Jagdgebiet ebenso wie die Arena seiner Liebschaften, ganz so wie sie die Umwelt des Hasen, des Löwen oder der Libelle durchqueren. Wie die Etymologie des Worts *Methode* anzeigt ist die experimentelle Methode auch eine Art von Weg, den der Mensch als Biologe durch die Welt des Igels, des Frosches, der Drosophila, des Parameciums und der Streptokokke baut. Für das Begreifen desjenigen Experiments oder derjenigen Erfahrung, die für den Organismus das Eigenleben seiner Konzepte ist, ist es also zugleich unvermeidlich und künstlich, intellektuelle Werkzeuge zu verwenden, die von dem gelehrten Lebewesen geschmiedet werden, das der Biologe ist. Man schließe daraus nicht, daß das Experimentieren in der Biologie unnütz oder unmöglich ist. Vielmehr sage man, Bernards Formel, „das Leben ist Schöpfung“⁴⁶, bewahrend, daß die Erkenntnis des Lebens sich notwendigerweise über nicht vorhersehbare Konversionen verwirklicht. Wir bemühen uns, ein Werden zu erfassen, dessen Sinn sich unserem Verstand nie so klar offenbart, als wenn es diesen in Ungewißheit bringt.

Übers. v. Henning Schmidgen⁴⁷

⁴⁶ Bernard, *op. cit.*, S. 135.

⁴⁷ Die Übersetzung entstand im Projekt „Die Experimentalisierung des Lebens: Konfigurationen zwischen Wissenschaft, Technik und Kunst“, das durch die VolkswagenStiftung gefördert wird (MPIWG, Abt. III: Hans-Jörg Rheinberger; im Internet siehe unter <http://mpiwg-berlin.mpg.de/exp/index.html>). Dank an Melanie Kleinert und Staffan Müller-Wille für Kritik und Korrekturen.

