

3 Agrikulturen des Blutes: Pflanzen, Tiere und Maschinen

Kaum für sein zweites Fellowship an die Harvard Medical School zurückgekehrt, machte sich Gibbon mit seiner Ehefrau im Herbst 1934 daran, erste handbetriebene Pump- und Schlauchsysteme zu arrangieren und testweise mit Wasser zu durchströmen.¹ Wie sich schnell herausstellte, bargen die Testläufe mit Wasser jedoch begrenzte Aussagekraft. Denn die Flüssigkeit, die schließlich durch die Schläuche strömen sollte, hatte gänzlich andere Eigenschaften und wegen seiner komplizierten Handhabung nicht umsonst einen Ruf als »die komplizierteste Flüssigkeit in der Welt lebendiger Organismen«.² Um die Gerinnung von Blut in Schläuchen und Gefäßen zu verhindern, den Gasaustausch anzuregen und das Flüssigkeitsvolumen auf das Fassungsvermögen des extrakorporalen Kreislaufs auszudehnen, musste Gibbon unterschiedlichste Materialien und Techniken aus dem äußeren Umfeld des Labors in seinen Versuchsaufbau integrieren.

Dass Experimente Begegnungsstätten ungewöhnlich heterogener Komponenten darstellen, ist in der posthumanistischen Wissenschafts- und Technikforschung immer wieder hervorgehoben und als Ausdruck von materieller Eigendynamik gegen soziale wie ökonomische Erklärungen ins Feld geführt worden. Experimentelle Entwicklungen vollzogen sich demnach durch »Emergenz im Sinne von rohem Zufall [*chance*], der sich in der Zeit ereignet«,³ als quasi-biologisches »Sortieren von zufälligen Mutationen«⁴ oder in Form von »zufälligen Fügungen«, die eine

-
- 1 Siehe Versuchsprotokoll vom 3. Oktober 1934, John H. Gibbon Papers. 1930–1981. Archives and Modern Manuscripts Collection, History of Medicine Division, National Library of Medicine, Bethesda, MD; MSC 313, Series III: Artificial Circulation, 1934–1947: Box 2, Folder 7: Artificial Circulation Pump Series, 1934–1935.
 - 2 Übers. B. P., William R. Amberson, »Blood Substitutes«, *Biological Reviews* 12/1 (1937), S. 48–86, hier: S. 48.
 - 3 Übers. B. P., Andrew Pickering, *The Mangle of Practice. Time, Agency, and Science*, Chicago: University of Chicago Press 1995, S. 24.
 - 4 Übers. B. P., Bruno Latour und Steve Woolgar, *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*, 2. Aufl., Princeton: Princeton University Press 1986, S. 249.

»quasi-ökologische Vernetzung und Vernischung« mit »umgebende[n] Experimentalsysteme[n]« herausbilden.⁵ Solche Berufungen auf die kontingenten »Chancen« intraexperimenteller Konstellationen verdunkeln allerdings die von Zweck und Kalkül durchwobene Produktions- und Gebrauchsgeschichte, welche jegliches Mittel zu durchlaufen hatte, bevor es zum Beispiel einem am Bau einer Herz-Lungen-Maschine interessierten Chirurgen überhaupt in die Hände fallen konnte.⁶

In diesem Sinne zeichnet Canguilhem ein differenzierteres Bild von Zufälligkeit und Selbstreferenzialität in der Wissenschafts-, Medizin- und Technikgeschichte. Ob im Labor oder in der Klinik, die Medizin war stets »auf theoretische und technische Übernahmen außermedizinischen Ursprungs angewiesen«.⁷ Als lehrreiches Beispiel dient dem Philosophen die nur scheinbar zufällige Entdeckung und Übernahme des Jods im frühen 19. Jahrhundert. Die Substanz schlug sich zwar zunächst ungewollt als Rückstand der industriechemischen Verbrennung von Seetang nieder, allerdings in einer Periode, als die Chemie solche Prozesse systematisch auf organische Wirkstoffe hin untersuchte. Da Meeresschwämme außerdem längst gängige Anwendung in der Kropfbehandlung fanden, lag es Ärzten nicht fern, auf die Schilddrüsenfunktion des Jods zu schließen.⁸ Folglich konstatiert Canguilhem, dass derartige Übergänge zwischen Medizin, Industrie und Umwelt im historischen Sinne zwar in »nicht einzeln vorsätzlichen, aber insgesamt kein bisschen zufälligen Schritten« erfolgen.⁹

Dies bedeutet keinen Rückfall in einen Geschichtsdeterminismus, wohl aber die Differenzierung, dass selbst unvorhergesehene Experimentallereignisse lediglich innerhalb der Spielräume von durchaus zweckgerichtet entstandenen Rahmenbedingungen auftreten können. So kommt unterhalb der experimentellen Konstellationen eine tiefergehende Geschichte der (industriellen) Einwirkung des Menschen auf seine Umwelt zum Vorschein, eine Umwelt, die »immer auch dessen

5 Hans-Jörg Rheinberger, *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*, Göttingen: Wallstein 2001, S. 146f.

6 Zur quasi-religiösen Berufung auf »Chancen« im Neoliberalismus siehe auch Joshua Ramey, »Neoliberalism as a Political Theology of Chance: the Politics of Divination«, *Palgrave Communications* 1/1 (2015), S. 1–9; zu den produktionsgeschichtlichen Ursprüngen wissenschaftlich und medizinisch verwendeter Materialien siehe Ursula Klein und Wolfgang Lefèvre, *Materials in Eighteenth-Century Science. A Historical Ontology*, Cambridge: MIT Press 2007; sowie Ursula Klein und Emma C. Spary (Hg.), *Materials and Expertise in Early Modern Europe. Between Market and Laboratory*, Chicago: University of Chicago Press 2010.

7 Übers. B. P., Georges Canguilhem, »Pathologie et physiologie de la thyroïde au XIXe siècle«, in: ders., *Œuvres complètes*, Bd. 3, hg. von Camille Limoges, Paris: Vrin 2019, S. 629–660, hier: S. 632.

8 Vgl. ebd., S. 640–643.

9 Ebd., S. 639.

Werk [ist], weil [er] sich stets bestimmten Einflüssen entzieht und anderen wiederum aussetzt«. ¹⁰ Weder die medizinische noch die industrielle Technik entwickelt sich somit autopoietisch, sondern, wie Canguilhem einwendet, »heteropoietisch, sie richtet sich nach dem Außen und nimmt von dort ihre Mittel oder die Mittel für ihre Mittel«. ¹¹ Jede technische Entwicklung, auch die der Herz-Lungen-Maschine, verweist somit, in Marx' Worten, zurück auf des Menschen »ursprüngliches Arsenal von Arbeitsmitteln«, nämlich »die Erde«, deren Bewirtschaftung schon »in der Agrikultur wieder eine ganze Reihe anderer Arbeitsmittel und eine schon relativ hohe Entwicklung der Arbeitskraft voraus[setzt]«. ¹²

Tatsächlich hielt die Agrikultur in ihrer industrialisierten Form bereits im 19. Jahrhundert die konzeptuellen Wurzeln einer technischen Manipulation von Organismen bereit, strebte sie doch die zweckmäßige Veränderung der physiologischen Strukturen von Pflanzen und Tieren an. ¹³ Doch jenseits solch konzeptueller Bezüge stellte sich die Landwirtschaft für Gibbons Versuche vor allem als reichhaltiger Fundus experimentalchirurgischer Mittel in Form von pflanzlichen und tierischen Wirkstoffen sowie adaptierbaren Maschinen heraus. Die folgenden Abschnitte zeigen anhand der Übernahme solcher Mittel, wie sich Gibbons experimentelle Herz-Lungen-Maschine nicht rein zufällig, sondern agrargeschichtlich bedingt in die globalisierten Industrielandschaften des 20. Jahrhunderts einfügte. Inmitten von Massenschlachthöfen, Molkereibetrieben und kolonialer Forstwirtschaft bildete Gibbons Experimentiertätigkeit somit ihre selektive Nische heraus.

3.1 Heparin, ein Gerinnungshemmer aus Schlachtabfällen

Kaum war es nicht mehr Wasser, das die handbetriebene Pumpe zu befördern hatte, da stockte Gibbon auch schon das Blut in den Schläuchen. Das war zu erwarten gewesen, denn die Blutgerinnung war ein ernstes Problem, mit dem sich Transfusionsmediziner bereits seit mehr als einem Jahrhundert herumschlügen – mit mäßigem Erfolg. Sobald das Blut sein körpereigenes Milieu verließ und mit Glasbehältern, Metallkanülen, Gummischläuchen oder auch nur Umgebungsluft in Kontakt kam, neigte es mit bedrohlicher Geschwindigkeit zur Gerinnung und Verklumpung

10 Georges Canguilhem, *Das Normale und das Pathologische*, übers. von Monika Noll und Rolf Schubert, Berlin: August 2013, S. 188.

11 Georges Canguilhem, *Die Erkenntnis des Lebens*, übers. von Till Bardoux, Maria Muhle und Francesca Raimondi, Berlin: August 2009, S. 40.

12 Karl Marx, *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Erster Band. Buch I: Der Produktionsprozeß des Kapitals* (Marx-Engels-Werke, Bd. 23), Berlin: Dietz 1979, S. 194.

13 Vgl. Philip J. Pauly, *Controlling Life. Jacques Loeb and the Engineering Ideal in Biology*, New York: Oxford University Press 1987, S. 34–40.

von Transfusionsleitungen und Gefäßen.¹⁴ Wenn daran schon vergleichsweise einfache Bluttransfusionen zu scheitern drohten, lässt sich leicht ausmalen, welch gravierendes praktisches Problem die unkontrollierte Blutgerinnung für Gibbons Vorhaben darstellte, die gesamten Herz- und Lungenfunktionen maschinell zu ersetzen.

Im Laufe des 19. Jahrhunderts hatten Ärzte und Physiologen versucht, sich des für die Blutgerinnung verantwortlich gemachten Fibrins schlicht zu entledigen. Eine bis weit ins 20. Jahrhundert hinein praktizierte Methode der sogenannten Defibrinierung bestand darin, das Blut mit einem Schneebesen zu schlagen, um die daraufhin geronnenen Bestandteile abzuschöpfen. Wegen der damit verbundenen Schädigung der Blutzellen war dieses Verfahren allerdings nicht unumstritten.¹⁵ In ihren anfänglichen Testläufen mit Lammblood vom nächstgelegenen Schlachthof griffen die beiden Gibbons dennoch auf diese Methode zurück und ließen die fragile Flüssigkeit durch vier Lagen feinmaschigen Tuches rinnen. Dies war ein aufwendiger Prozess, während dessen der rasch mit Fibrin verklebte Stoff immer wieder ausgewechselt werden musste.¹⁶ Eine anwendungsfreundlichere Alternative zur Defibrinierung stellte die vielerprobte Gerinnungshemmung des Blutes durch den Zusatz von Chemikalien wie zum Beispiel Phosphaten, Zitraten oder Oxalaten dar.¹⁷ Diese Blutmodifikationen litten jedoch an teils toxischen Nebenwirkungen und, wie auch Gibbon nach einigen Versuchen einräumen musste, mangelnder Zuverlässigkeit: »Gerinnungshemmer war trockenes pulverisiertes Oxalat. Gerinnung war ziemlich problematisch«, lautete das ernüchternde Fazit.¹⁸

Doch was Gibbons historische Situation von früheren unterschied, war, dass ein vielversprechender physiologischer Gerinnungshemmer gerade auf den Markt für medizinischen Experimentierbedarf gelangte. Schon in den 1910er-Jahren hatte der Baltimorer Physiologe William H. Howell den Verdacht gehegt, eine körpereigene Substanz müsse die Blutgerinnung während des normalen Kreislaufs hemmen, und

14 Siehe auch K. Pelis, »Blood Clots: The Nineteenth-Century Debate over the Substance and Means of Transfusion in Britain«, *Annals of Science* 54/4 (1997), S. 331–360.

15 Vgl. Louis K. Diamond, »A History of Blood Transfusion«, in: Maxwell M. Wintrobe (Hg.), *Blood, Pure and Eloquent. A Story of Discovery, of People, and of Ideas*, New York: McGraw-Hill 1980, S. 659–688, hier: S. 671f.; sowie Susan E. Lederer, *Flesh and Blood. Organ Transplantation and Blood Transfusion in Twentieth-Century America*, New York: Oxford University Press 2008, S. 38f.

16 Vgl. Protokolleintrag vom 11. Oktober 1934, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 7.

17 Vgl. Robert A. Kilduffe und Michael E. DeBaakey, *The Blood Bank and the Technique and Therapeutics of Transfusion*, St. Louis: Mosby 1942, S. 373.

18 Übers. B. P., Protokolleintrag vom 4. Dezember 1934, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 6: Artificial Circulation Observations, 1934–1935.

seine experimentellen Untersuchungen dahingehend intensiviert.¹⁹ Eigentlich mit der Suche nach gerinnungsfördernden Faktoren beauftragt, isolierte Howells Student Jay McLean 1916 überraschend eine rätselhafte Substanz, die »eine ausgeprägte Fähigkeit zur Gerinnungshemmung« zeigte, aus einer Hundeleber.²⁰ Nach weiteren Untersuchungen taufte Howell dieses vielversprechende Gewebeextrakt nach seinem Entdeckungsort in der Leber »Heparin« und ließ ab den frühen 1920er-Jahren kleinere Proben kommerziell vertreiben.²¹ Aufgrund unzureichender Extrahierbarkeit und Reinheit kam der Einsatz von Howells Hundeleber-Heparin jedoch kaum über ein paar experimentelle und klinische Versuche mit durchwachsenen Ergebnissen hinaus.²²

Dass Gibbon ein knappes Jahrzehnt später trotzdem seine Versuche mit pulverisiertem Oxalat zugunsten eines stabilen Nachschubs an purifiziertem Heparin aufgeben konnte, hing mit einer sich seit den 1920er-Jahren intensivierenden Verbindung zwischen der Medizin und einem bestimmten Zweig der Agrarindustrie zusammen. In einem sogenannten »endokrinologischen Goldrausch« forschten zu dieser Zeit nicht nur Ärzte und Physiologen fieberhaft in tierischen Geweben nach isolierbaren Hormonen und Wirkstoffen, auch Fleischfabrikanten erkannten in diesem gesteigerten Interesse an Organen, Drüsen und Gedärmen einen lukrativen Absatzmarkt für die Abfallprodukte ihres blutigen Geschäfts.²³ So verkündete 1927 ein Vertreter der Fleischindustrie enthusiastisch:

»Zweifellos werden die verblüffendsten Entwicklungen bei Nebenprodukten der Fleischindustrie unter den Pharmazeutika zu finden sein. Es könnten nicht nur neue Produkte, so revolutionär wie Insulin, entdeckt werden, sondern auch eine

-
- 19 Vgl. W. Bruce Fye, »Heparin: The Contributions of William Henry Howell«, *Circulation* 69/6 (1984), S. 1198–1203, hier: S. 1201.
 - 20 Übers. B. P., Jay McLean, »The Thromboplastic Action of Cephalin«, *American Journal of Physiology* 41/2 (1916), S. 250–257, hier: S. 256.
 - 21 Siehe William H. Howell und Emmett Holt, »Two New Factors in Blood Coagulation – Heparin and Pro-antithrombin«, *American Journal of Physiology* 47/3 (1918), S. 328–341; sowie William H. Howell, »The Purification of Heparin and its Presence in Blood«, *American Journal of Physiology* 71/3 (1925), S. 553–562.
 - 22 Siehe Ronald J. Baird, »Give us the Tools ...«. The Story of Heparin – as Told by Sketches from the Lives of William Howell, Jay McLean, Charles Best, and Gordon Murray«, *Journal of Vascular Surgery* 11/1 (1990), S. 4–18, hier: S. 6f.; sowie Shelley McKellar, *Surgical Limits. The Life of Gordon Murray*, Toronto: University of Toronto Press 2003, S. 39.
 - 23 Siehe Naomi Pfeffer, »How Abattoir ›Biotrash‹ Connected the Social Worlds of the University Laboratory and the Disassembly Line«, in: David Cantor, Christian Bonah und Matthias Dörries (Hg.), *Meat, Medicine and Human Health in the Twentieth Century*, London: Pickering & Chatto 2010, S. 63–76, hier: S. 64.

rasante Expansion in den Therapiemethoden, die Drüsen- und Gewebeextrakte nutzen, antizipiert werden.«²⁴

Das Kalkül der Fleischfabrikanten, bald einen Markt für neue tierbasierte Pharmazeutika ausschachten zu können, ging einmal mehr auf, als sich in Toronto ein aufstrebender Physiologe der Heparinergewinnung annahm, der sich bestens auf die Extraktion physiologischer Wirkstoffe aus Tiereingeweiden verstand. Charles H. Best war in den frühen 1920er-Jahren in den Connaught Laboratories der University of Toronto bereits an Frank G. Bantings und John J. R. Macleods mit dem Nobelpreis prämiierter Isolierung von Insulin aus der Bauchspeicheldrüse von Hunden beteiligt gewesen,²⁵ bevor er sich im Rahmen von Perfusionsstudien unter Henry H. Dale in London selbst mit den experimentellen Komplikationen der Blutgerinnung herumärgern musste.²⁶ Nach seiner Rückkehr nach Toronto und Ernennung zum Professor im Jahr 1929 versammelte Best eine Gruppe von Biochemikern um sich, um Heparin für den zuverlässigen experimentellen wie klinischen Einsatz in den Vertrieb zu bringen.²⁷

Die Geschichte der nordamerikanischen Massenschlachthöfe verband sich spätestens in dem Moment verhängnisvoll mit jener der Heparinergewinnung, als Best seine Biochemiker auf eine, wie sie es formulierten, »billigere und leichter verfügbare Quelle« ansetzte.²⁸ Zum Tragen kam dabei der unterschiedliche Industrialisierungsgrad tierischer Organismen.²⁹ Der »moderne Hund«, aus dessen Leber Howell Heparin zu gewinnen suchte, war weniger das historische Produkt landwirtschaftlicher Massenindustrie als das einer viktorianischen Unterhaltungskultur mit ästhetischen, anatomisch homogenisierenden Zuchtstandards.³⁰ Dies mochte Hunde zu

24 Übers. B. P., Rudolf A. Clemen, *By-Products in the Packing Industry*, Chicago: University of Chicago Press 1927, S. 294f.

25 Siehe weiterführend Michael Bliss, *The Discovery of Insulin*, Chicago: University of Chicago Press 1982.

26 Siehe Charles H. Best, »Preparation of Heparin and its Use in the First Clinical Cases«, *Circulation* 19/1 (1959), S. 79–86, hier: S. 81; sowie das Schreiben von H. P. Marks an Best vom 13. Mai 1930, Best (Charles Herbert) Papers. 1928–1978. Thomas Fisher Rare Book Library, University of Toronto, Ms. Coll. 241, Series B.: Research, Box 70: Heparin – Correspondence, Folder 2.

27 Vgl. James A. Marcum, »The Development of Heparin in Toronto«, *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 52/3 (1997), S. 310–337, hier: S. 315.

28 Übers. B. P., Arthur F. Charles und David A. Scott, »Studies on Heparin I. The Preparation of Heparin«, *Journal of Biological Chemistry* 102 (1933), S. 425–429, hier: S. 425.

29 Zur Bedeutung der Industrialisierung für die tierische Evolution siehe auch Susan R. Schrepfer und Philip Scranton (Hg.), *Industrializing Organisms. Introducing Evolutionary History*, New York: Routledge 2004; sowie Alex Blanchette, *Porkopolis. American Animality, Standardized Life, & the Factory Farm*, Durham: Duke University Press 2020.

30 Siehe Michael Worboys, Julie-Marie Strange und Neil Pemberton, *The Invention of the Modern Dog. Breed and Blood in Victorian Britain*, Baltimore: Johns Hopkins University Press 2018.

praktikablen Modellorganismen der physiologischen und chirurgischen Forschung, jedoch kaum zu ergiebigen Quellen für Gewebeextrakte in produktivem Maßstab machen.³¹

Demgegenüber hatte sich in Nordamerika seit dem späten 19. Jahrhundert der agrarindustrielle Trend ausgeweitet, Rinder in gewaltiger Zahl als effizient verwertbares »reinerassiges« Schlachtvieh zu züchten.³² Im Jahr 1927 fusionierten die größten Fleischfabrikanten Torontos unter dem Namen »Canada Packers« zu einem der »Big Three«, die den oligopolistischen Fleischmarkt Kanadas dominierten.³³ Diese Kartellbildung besiegelte die sich seit Jahrzehnten abzeichnende Verdrängung kleiner, lokal verstreuter Metzgereibetriebe durch zentralisierte Massenschlachthöfe, die buchstäblich am Fließband Rinder zerlegten und – in Reichweite der Connaught Laboratories – schiere Massen tierischer Überreste akkumulierten.

Der Wechsel der Heparinquelle von Hunde- zu Rinderorganen war somit kein Zufall, sondern die historische Konsequenz einer agrarindustriellen Zentralisierung der Fleischverarbeitung, die strategisch auf die Verwertbarkeit ihrer Abfälle ausgerichtet war.³⁴ Der Wettbewerbsvorteil fabrikartiger Massenschlachthöfe ergab sich nämlich keineswegs aus den rund 60 Prozent des Körpergewichts eines Rindes, die sein Fleisch ausmachten, sondern aus den abfallenden Häuten, Gedärmen, Drüsen, Blut und anderen Schlachtabfällen, welche nur aufgrund ihrer zentralisierten Akkumulation zu profitablen »Nebenprodukten« wurden (siehe Abb. 2).³⁵ Besonders im Falle der Wirkstoffextraktion aus tierischen Quellen war es nichts als die schiere Masse, die derlei Verfahren überhaupt ergiebig machte: »Als Beispiel für das Schlachtvolumen, das erforderlich ist, um die Herstellung von Drüsenextrakt möglich zu machen, bedarf es der Hypophysen von zwölftausend Jung-rindern, um ein einziges Pfund getrocknete Hypophysenhinterlappen-Substanz herzustellen.«³⁶

31 Zur direkten Übernahme von ursprünglich zu Unterhaltungszwecken gezüchteten Hunden als Modellorganismen der physiologischen Forschung siehe Stephen Pemberton, »Canine Technologies, Model Patients. The Historical Production of Hemophilic Dogs in American Biomedicine«, in: Susan R. Schrepfer und Philip Scranton (Hg.), *Industrializing Organisms: Introducing Evolutionary History*, New York: Routledge 2004, S. 191–213, hier: S. 200.

32 Vgl. Ian MacLachlan, *Kill and Chill. Restructuring Canada's Beef Commodity Chain*, Toronto: University of Toronto Press 2001, S. 41f. Bis ins 18. Jahrhundert dominierte die Nutzung als Lasttiere und Milchkühe die Rinderzucht. Für den Fleischverzehr geschlachtet wurden Rinder in der Regel nur, wenn sie nicht mehr in der Lage waren, diese Funktionen zu erfüllen (vgl. ebd., S. 39).

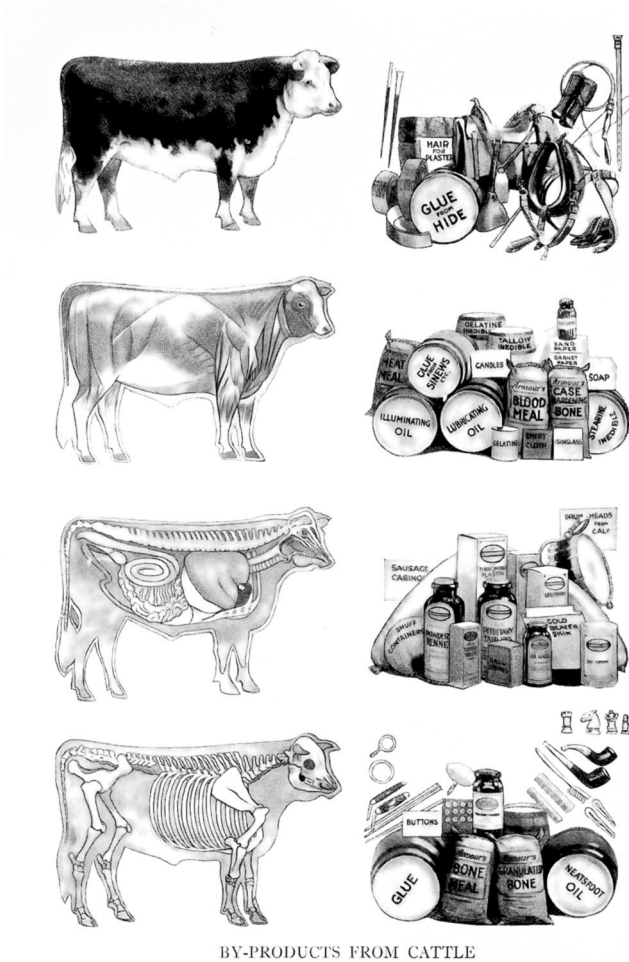
33 Vgl. ebd., S. 185–191.

34 So hatte Best bereits im Rahmen der Insulingewinnung die Extraktionsquelle von den Bauchspeicheldrüsen von Hunden auf die von Rindern bzw. Kälbern verlagert (vgl. Bliss, *The Discovery of Insulin*, S. 91f.).

35 Vgl. MacLachlan, *Kill and Chill*, S. 141–144.

36 Übers. B. P., Clemen, *By-Products in the Packing Industry*, S. 208.

Abb. 2: »Nebenprodukte« der Rinderschlachtung



Quelle: Rudolf A. Clemen, *By-Products in the Packing Industry*, Chicago: University of Chicago Press 1927, S. 6f.

Der Preis für den verlockenden Zugriff auf diese scheinbar unerschöpfliche Eingeweidequelle war jedoch die zunehmende Unterwerfung der Heparinergewinnung unter die Bedingungen der Fleischindustrie. »Die Prozeduren für die Aufbereitung von Heparin sind so drastisch, dass man sich manchmal fragt, ob der Stoff irgendeine physiologische Bedeutung hat«, überkamen selbst einen erfahrenen

Tierexperimentator wie Best anfängliche Zweifel.³⁷ Denn der Extraktionsprozess bestand nun darin, immer größere Mengen an Schlachtabfällen klein zu hacken, zu trocknen und verrotten zu lassen, sodass die Versuche allein schon wegen des Gestanks von den Connaught Laboratories auf ein zugehöriges Farmgelände verlegt werden mussten.³⁸ So nahmen die Räumlichkeiten der medizinischen Forschungsarbeit im Laufe der 1930er-Jahre unverkennbare Züge eines Schlachthofs an, der satte 400 Pfund Rindereingeweide pro Tag verarbeitete und diese Rate im darauffolgenden Jahrzehnt noch mehr als verfünffachte.³⁹

Ebenso zeichnete sich rasch ab, wie wenig sich der von Hayek gepriesene »Preis-mechanismus« um medizinische Forschungsambitionen scherte. Kaum hatte das in den 1930er-Jahren blühende Geschäft mit Haustierfutter Rinderlebern und später -lungen für sich entdeckt, explodierten die Rohstoffpreise in so unerschwingliche Höhen, dass Bests Forschungsgruppe das Extraktionsverfahren zeitaufwendig auf nicht einmal Hunden vorgesetzte Rindergedärme umstellen musste.⁴⁰ Ab einem gewissen Punkt konnte die Heparingewinnung in den Connaught Laboratories sogar nur noch in Abhängigkeit finanzieller Zuwendungen von Canada Packers fortgesetzt werden.⁴¹ Zweifellos handelte es sich bei diesen Finanzspritzen nicht bloß um philanthropische Gesten, sondern vor allem um strategische Investitionen in die Ausweitung des Absatzmarktes für Schlachtabfälle.

In welch intrikates Abhängigkeitsgeflecht Gibbon seine entstehende Herz-Lungen-Maschine da manövrierte, konnte er kaum ahnen, als er 1934 auf das erst in diesem Jahr in Fachzeitschriften inserierte Angebot der Connaught Laboratories zurückkam und erste Fläschchen des vielversprechenden Extraktes aus Schlachtabfällen bestellte.⁴² Mit dem neuen Gerinnungshemmer zur Hand begannen John und Mary Gibbon umgehend damit, einer Katze das Rinderheparin zu injizieren, um ihr Blut versuchsweise aus einer Drosselvene am Hals abzapfen und vorerst ohne

37 Übers. B. P., Brief von Best an H. P. Marks vom 11. Juni 1930, Best (Charles Herbert) Papers. Series B.: Box 70, Folder 2.

38 Zum Extraktionsverfahren vgl. Charles/Scott, »Studies on Heparin I«, S. 432f.; zur Verlegung der Arbeiten vgl. Robert D. Defries, *The First Forty Years 1914–1955. Connaught Medical Research Laboratories, University of Toronto*, Toronto: Toronto University Press 1968, S. 125.

39 Zu diesen Zahlen vgl. ebd., S. 125 und 285.

40 Vgl. Wilfred G. Bigelow, *Mysterious Heparin. The Key to Open Heart Surgery*, Toronto: McGraw-Hill Ryerson 1990, S. 38f.

41 So vermerkte ein Jahresbericht der University of Toronto: »Ein Zusammenbruch des Experiments wurde verhindert durch die Großzügigkeit und das Interesse von Mr. J. S. McLean von Canada Packers, der es unternommen hat, die Versorgung mit Heparin an den Connaught Laboratories zu finanzieren, bis die klinische Studie abgeschlossen ist« (übers. B. P., University of Toronto, *Report of the Board of Governors for the Year Ended in 30th June 1937*, Toronto: Bowman 1938, S. 69).

42 Siehe John H. Gibbon Jr., »The Development of the Heart-Lung Apparatus«, *Review of Surgery* 27/4 (1970), S. 231–244, hier: S. 233; sowie Bigelow, *Mysterious Heparin*, S. 154.

künstliche Sauerstoffanreicherung zurück in die Oberschenkelarterie zu pumpen.⁴³ Die ersten Ergebnisse waren nicht optimal, doch stimmten – im Vergleich mit dem wenige Tage zuvor eingesetzten Oxalat – hoffnungsvoll: »Heparin wurde verwendet. Am Ende des Experiments befanden sich einige Gerinnsel in der Pumpe.«⁴⁴ Da sich die geringe Anwendungserfahrung bisher noch auf Howells weniger potentes Heparinpräparat stützte, konnte Gibbon der Literatur kaum mehr entnehmen, als dass intravenös injiziertes Heparin eine unmittelbare Hemmung der Blutgerinnung bewirkte, die sich innerhalb weniger Stunden wieder normalisierte.⁴⁵ So bedurfte es noch einigen Herumprobierens mit verschiedenen Dosierungen, bis das Heparin seine Wirkung zufriedenstellend entfaltete und das Katzenblut weitgehend gerinnungsfrei durch die Schläuche fließen ließ.

Am Beispiel der Gewinnung und Anwendung des Heparins wird deutlich, wie unterkomplex die Vorstellung ist, das »Wesen« eines Laborpräparats bestehe »in nichts anderem als in dieser Entfaltung unter diesen praktischen und lokalen Umständen«.⁴⁶ Die historische Bedeutung des Heparins für die Entwicklung der Herz-Lungen-Maschine ging tatsächlich weit über seine chemische Wirksamkeit im Blut hinaus. Über das Mittel des Gerinnungshemmers band sich die perspektivisch lebenserhaltende Technik in ihrem Fortschritt untrennbar an den lebensvernichtenden Apparat der nordamerikanischen Massenschlachthöfe. Bis zum heutigen Tage diktiert der Takt der Fleischerbeile am Fließband maßgeblich die Geschicke herzs chirurgischer Handlungsfähigkeit.⁴⁷

3.2 Der Oxygenator: Von der Milch zum Blut im Schleudergang

»11:19 – Lunge draußen.«⁴⁸ Er tat es zwar nicht am Fließband, doch Gibbon beherrschte die präzise Zerlegung von Tieren mindestens so gut wie ein Schlachter. Knapp elf Minuten nach der chirurgischen Freilegung der Katzenlunge hatte er

43 Vgl. Protokolleintrag vom 8. Dezember 1934, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 6.

44 Übers. B. P., ebd.

45 Vgl. John H. Gibbon Jr., »Artificial Maintenance of Circulation During Experimental Occlusion of Pulmonary Artery«, *Archives of Surgery* 34/6 (1937), S. 1105–1131, hier: S. 1128; siehe außerdem Bigelow, *Mysterious Heparin*, S. 154.

46 Bruno Latour, »Haben auch Objekte eine Geschichte? Ein Zusammentreffen von Pasteur und Whitehead in einem Milchsäurebad«, übers. von Gustav Roßler, in: ders., *Der Berliner Schlüssel. Erkundungen eines Liebhabers der Wissenschaften*, Berlin: Akademie Verlag 1996, S. 87–112, hier: S. 100.

47 Näheres zu den heutigen Auswirkungen der medizinischen Abhängigkeit von der Fleischindustrie folgt im Schlussteil dieser Arbeit.

48 Übers. B. P., Versuchsprotokoll vom 13. Oktober 1934, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 7.

sie bereits dem Körper entnommen und mit Kochsalzlösung ausgewaschen. Weitere zehn Minuten später badete die isolierte Lunge in einem mit Blut gespeisten Behälter, in dem sie mithilfe des Vakuumantriebs eines zeitgenössischen Scheibenwischers im Drei- bis Viersekundentakt aufgebläht wurde.⁴⁹

Diese provisorisch zusammengebastelte Vorrichtung sollte in Gibbons ersten Testläufen den extrakorporalen Gasaustausch zwischen Blut und sauerstoffhaltiger Luft bewerkstelligen, also als Oxygenator fungieren. Tatsächlich war die Sauerstoffanreicherung mit isolierten Tierlungen im Rahmen physiologischer Perfusionsexperimente keineswegs unüblich. Der Straßburger Mediziner Carl Jacobj hatte bereits 1895 eine komplizierte Kreislaufapparatur vorgestellt, in welcher »das Blut nicht nur durch das betreffende Organ, sondern gleichzeitig auch durch die isolierte, künstlich geathmete Lunge des Thieres geleitet wird«.⁵⁰ Diese Methode erfreute sich international bis in die 1930er-Jahre hinein reger Anwendung, wenngleich das offenkundige Problem, zwei Organe gleichzeitig unter prekären Bedingungen am Leben erhalten zu müssen, nicht unerkannt blieb.⁵¹ »Lunge ödematös, matschig und unelastisch. [...] Jetzt nicht genug Blut. Wahrscheinlich in der Lunge. [...] Die Überdruckbeatmung mit dem Scheibenwischer war sehr unregelmäßig«, konstatierte Gibbon schon im frühen Versuchsstadium die Unzulänglichkeiten seines Tierlungenpräparats.⁵²

Über ausgeschnittene Tierlungen hinaus hielt das zeitgenössische Repertoire der Perfusionsapparaturen jedoch eine Reihe technischer Lösungen bereit, um extrakorporal zirkulierendes Blut mit Sauerstoff anzureichern. Im Anschluss an den frühen Filmxygenator der Leipziger Physiologen Max von Frey und Max Gruber hatten Forschende des 20. Jahrhunderts eine Vielfalt unterschiedlicher Techniken entwickelt, um den Blutstrom in ein dem Gasaustausch förderliches Oberflächen-Volumen-Verhältnis zu transformieren.⁵³ Wie Gibbons Literaturrecherche ergab,

-
- 49 Vgl. ebd. Zur Einführung vakuumbetriebener Automobil-Scheibenwischer in den 1920er-Jahren siehe Nelson Bolan, *How Detroit Changed History*, Lawrenceville, VA: Brunswick Publishing 1987, S. 199–202.
- 50 Carl Jacobj, »Ein Beitrag zur Technik der künstlichen Durchblutung überlebender Organe«, *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 36/5 (1895), S. 330–348, hier: S. 330.
- 51 Dieses Problem benannte z.B. Thomas G. Brodie, »The Perfusion of Surviving Organs«, *The Journal of Physiology* 29/3 (1903), S. 266–275, hier: S. 273; siehe zudem Wolfgang Boettcher, Frank Merkle und Heinz-Hermann Weitkemper, »History of Extracorporeal Circulation: The Conceptional and Developmental Period«, *Journal of ExtraCorporeal Technology* 35/3 (2003), S. 172–183, hier: S. 175.
- 52 Übers. B. P., Protokolleinträge vom 13. Oktober 1934, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 7.
- 53 Zu Max von Frey und Max Gruber siehe dies., »Untersuchungen über den Stoffwechsel isolierter Organe. I. Ein Respirationsapparat für isolierte Organe«, *Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiologische Abtheilung* (1885), S. 519–532; sowie die Ausführungen in Kap. 2.2 der vorliegenden Arbeit.

reichten die jüngeren Verfahren der letzten Jahrzehnte von der Tränkung eines Seidenvorhangs über das Überströmen von Glasperlen bis zum Bespritzen einer Drehscheibe mit Blut in sauerstoffreicher Atmosphäre.⁵⁴ Unter Verzicht auf die feinen Verästelungen biologischer Lungen stellten sich für Gibbons Vorhaben der Ganzkörperperfusion allerdings Anforderungen, die jene einzelner Organperfusionen überstiegen. Es galt nämlich, »die Diffusionsfläche des Apparats groß genug zu gestalten, um ausreichend Sauerstoff für die Lebenserhaltung eines kleinen Tieres zuzuführen«.⁵⁵

Auf der Suche nach effizienten Oxygenierungsverfahren interessierte sich Gibbon hauptsächlich für das zentrifugale Funktionsprinzip eines Apparats, den der Baltimorer Physiologe Donald R. Hooker im Jahr 1915 vorgestellt hatte.⁵⁶ Dabei wurde das Blut über eine schnell rotierende Scheibe an die Innenwände einer festen Glasglocke geworfen, an denen es – im Idealfall in einem dünnen Film – herabfloss, unterwegs den Gasaustausch vollzog und sich in einem Auffangbehälter am Boden sammelte.⁵⁷ »Die offensichtlichen Nachteile«, wandte Gibbon allerdings ein, »waren die Schaumbildung und die Schwierigkeit sicherzustellen, dass das Blut in einem Film an den Seiten der Glasglocke blieb.«⁵⁸ Deshalb fasste Gibbon bald die Adaptation einer außermedizinischen Maschine ins Auge, die in der Lage war, gleichmäßige Flüssigkeitsschichten ohne Rinnsale zu erzeugen. Was zur Debatte stand, war die Konstruktion eines Filmoxygenators, »der auf ähnlich Weise wie eine Milchschleuder funktionieren würde«.⁵⁹

Die Milchschleuder (englisch *cream separator*) war eine Maschine zur Rahmgewinnung, deren Bedeutung für den Aufschwung der Molkereiiindustrie im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert in einem Atemzug mit der Bakteriologie genannt wurde.⁶⁰ Sie bestand im Kern aus einer zylindrischen oder konischen Schleuder-

54 Siehe Gibbons Zusammenfassung in »An Oxygenator with a Large Surface-Volume Ratio«, *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 24 (1939), S. 1192–1198, hier: S. 1193.

55 Übers. B. P., ebd., S. 1193.

56 So findet sich unter den vergleichsweise wenigen Unterlagen in Gibbons Nachlass, die die Entwicklung seines ersten Oxygenators dokumentieren, die technische Zeichnung eines »Apparatus for aerating blood«, vgl. John H. Gibbon, Jr. Collection 1946–1987. MS-001. Archives and Special Collections, Thomas Jefferson University, Philadelphia; Gibbon H-L Machine Photos. Diese Zeichnung lässt sich identifizieren als eine Kopie aus dem Artikel von Donald R. Hooker, »The Perfusion of the Mammalian Medulla: The Effect of Calcium and of Potassium on the Respiratory and Cardiac Centers«, *American Journal of Physiology* 38/2 (1915), S. 200–208, hier: S. 201.

57 Vgl. ebd., S. 201.

58 Übers. B. P., Gibbon, »An Oxygenator with a Large Surface-Volume Ratio«, S. 1193.

59 Übers. B. P., John H. Gibbon Jr., »The Gestation and Birth of an Idea«, *Philadelphia Medicine* 59/37 (1963), S. 913–916, hier: S. 914.

60 Vgl. Rudolf D'heil, »Beitrag zur Frage des Bakteriengehalts der Milch und des Euters«, *Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene* 16/3 (1905), S. 84–85, hier: S. 84; siehe auch Otto F. Hunziker,

trommel, die auf einer Spindel in Hochgeschwindigkeit um ihre Vertikalachse rotierte. Die dabei freigesetzten Zentrifugalkräfte trennten die Bestandteile der kontinuierlich eingeleiteten Vollmilch in Abhängigkeit ihrer spezifischen Massenträgheit: Die schwereren Bestandteile stiegen in einem Film an der Innenwand des Behälters empor, um dort als Magermilch abgeleitet zu werden, wohingegen sich die leichteren fetthaltigen Bestandteile mittig in Form von Rahm niederschlugen.⁶¹

Das wahllos anmutende Aufeinandertreffen von Oxygenatoren und Milchscheudern mag metaphysische Spekulationen über ein »einziges, weites Feld potenzieller Gedanken« nähren, in dem sich isoliert erbrachte »Arbeitsergebnisse ganz von selbst zusammenschließen, um die Wissenschaft systematisch zu erweitern«.⁶² Doch tatsächlich überschattet der Glaube an solch superhumane Vorsehung lediglich die wirtschaftlichen und soziokulturellen Bedingungen des Kontakts zwischen experimenteller Chirurgie und Agrarindustrie. Erstens reihte sich Gibbons Adaption der Milchscheuder in eine produktive Geschichte wechselseitiger Befruchtung zwischen Milch- und Blutverarbeitung ein, die sich nicht zuletzt auf materiallogische Ähnlichkeiten zwischen den beiden Körperflüssigkeiten gründete. Zweitens nahm die Milchscheuder im frühen 20. Jahrhundert eine Schlüsselrolle in der Industrialisierung US-amerikanischer Familienbauernhöfe ein, während die urbane Oberschicht (einschließlich Ärzten) aus einer romantischen Verklärung des Landlebens heraus den Umgang mit derlei Landwirtschaftsmaschinen pflegte.

Die Analogsetzung von Blut und Milch verfügte in der Tat über eine lange wissenschaftliche Tradition. Nach althergebrachter aristotelischer Vorstellung war Milch überhaupt nichts anderes als verblichenes Menstruationsblut und die Chemie der Aufklärungszeit betrachtete beide Körpersäfte zumindest als eng verwandte Substanzen, die gleichermaßen aus in Flüssigkeit verteilten Festkörpern bestanden.⁶³ So pries noch in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine Reihe von Ärzten, besonders in Nordamerika, Milch als »enger verwandt mit dem Chylus, dem Stoff, aus dem die Natur Blut bildet, als jede andere Flüssigkeit«.⁶⁴ In den 1870er-Jahren begründete diese Annahme gar einen vorübergehenden Enthusiasmus für

The Butter Industry. Prepared for Factory, School and Laboratory, 3. Aufl., La Grange, IL: Selbstverlag 1940, S. 20–22.

61 Vgl. z.B. ebd., S. 163–165.

62 Michael Polanyi, *Implizites Wissen*, übers. von Horst Brühmann, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1985, S. 76.

63 Vgl. Barbara Orland, »Enlightened Milk: Reshaping a Bodily Substance into a Chemical Object«, in: Ursula Klein und Emma C. Spary (Hg.), *Materials and Expertise in Early Modern Europe. Between Market and Laboratory*, Chicago: University of Chicago Press 2010, S. 163–197, hier: S. 186.

64 Übers. B. P., Edward M. Hodder, zitiert nach H. A. Oberman, »Early History of Blood Substitutes. Transfusion of Milk«, *Transfusion* 9/2 (1969), S. 74–77, hier: S. 76.

intravenöse Milchinfusionen, mit denen die Gerinnungsprobleme bei Bluttransfusionen umgangen werden sollten.⁶⁵

Vor allem aber begannen im gleichen Zeitraum, zunächst in Deutschland, sowohl medizinische Labore als auch Molkereibetriebe, Zentrifugalkräfte zur Verarbeitung der jeweiligen Körperflüssigkeiten einzusetzen. Ein bereits in den 1850er-Jahren erprobtes Laborverfahren zur Stofftrennung bestand darin, mehrere Becher entlang des Randes einer waagerechten Drehscheibe aufzuhängen und herumzuschleudern.⁶⁶ In einem solchen Schleuderapparat konvergierten Blut- und Kuhmilchverarbeitung, als 1857 ein Karlsruher Student der Tiermedizin namens Fuchs den Versuch unternahm, damit nicht nur, wie es seine Aufgabe war, Blutkörperchen aus Vollblut, sondern auch Fettkügelchen aus Vollmilch zu Analyse Zwecken abzuscheiden.⁶⁷ Auf erste Anregungen des Brauereitechnikers Antonin Prandtl in den 1860er-Jahren hin entwickelten vor allem die Ingenieure Wilhelm Lefeldt aus Schöningen und Gustaf de Laval aus Stockholm die ursprünglich blutanalytischen Becherschleudern in den 1870er-Jahren zu milchwirtschaftlichen Industriemaschinen mit zylindrischen oder konischen Schleudertrommeln weiter.⁶⁸

Umgekehrt wirkten die serienreifen Milchscheudern in den 1920er- und 1930er-Jahren auf die Entwicklung eines der wichtigsten Analyseinstrumente in chemischen und biomedizinischen Laboren zurück. So baute der schwedische Chemiker The Svedberg 1923 eine Milchscheuder de Lavals zur sogenannten Ultrazentrifuge um, mit der er zusammen mit dem Pathologieprofessor Robin Fähræus das Molekulargewicht von Milch- und vor allem von Blutproteinen bestimmte.⁶⁹ Dass Svedberg für diese Studien nicht weniger als der Nobelpreis verliehen wurde, tat sein Übriges zur Etablierung der Ultrazentrifuge in der Molekular- und Zellbiologie, was wiederum US-amerikanische Milchscheuderhersteller zum Einstieg in die Produktion dieser vielversprechenden Laborgeräte bewegte.⁷⁰

65 Vgl. ebd.; sowie Lederer, *Flesh and Blood*, S. 39.

66 Vgl. Lambert von Babo, »Ueber die Anwendung der Centrifugalkraft im chemischen Laboratorium«, *Annalen der Chemie und Pharmacie* 82/3 (1852), S. 301–311.

67 Vgl. Benno Martiny, *Die Schleuderentrahmung. Geschichte ihrer Entwicklung vom Ursprung bis zur Gegenwart*, Bd. 1, Leipzig: Heinsius 1913, S. 7; sowie Berthold Block, *Die sieblose Schleuder zur Abscheidung von Sink- und Schwebestoffen aus Säften, Laugen, Milch, Blut, Serum, Lacken, Farben, Teer, Öl, Hefewürze, Papierstoff, Stärkemilch, Erzschlamm, Abwässer. Theoretische Grundlagen und praktische Ausführungen*, Berlin: Springer 1921, S. 100.

68 Zu Antonin Prandtl vgl. Benno Martiny, *Die Schleuderentrahmung*, Bd. 1, S. 8; zu Lefeldt und der Innovation der Schleudertrommel vgl. ebd., S. 26; zu den ersten Industrieanwendungen der Milchscheudern von Lefeldt und de Laval in den Jahren 1877 bzw. 1879 vgl. ebd., S. 28 bzw. S. 237.

69 Vgl. Boelie Elzen, *Scientists and Rotors. The Development of Biochemical Ultracentrifuges*, Dissertationsschrift: Universität Twente 1988, S. 28f., 43–46.

70 So z.B. die US-amerikanische Sharples Specialty Company, hervorgegangen aus der Sharples Cream Separator Company, vgl. ebd., S. 347–364; siehe außerdem Angela N. H. Creager, *The*

Gibbon war also keineswegs der einzige Zeitgenosse, der die Vorzüge der Milchscheider für die Verarbeitung von Blut erkannte. Dieses Muster von Übernahmen zwischen Landwirtschaft und Universitätsforschung wurde zusätzlich durch eine soziokulturelle Ambivalenz zwischen ländlicher Industrialisierung und städtischer Sehnsucht nach naturverbundenem Leben begünstigt. In der Frühphase der industriellen Butterproduktion verbreiteten sich um 1880 erste mit Pferde- oder Dampfkraft angetriebene Milchscheidern zögerlich zunächst nur in den zentralisierten Fabriken Nordamerikas.⁷¹ Doch mit der Einführung kleinerer, handbetriebener Modelle Ende des 19. Jahrhunderts schwang sich die Milchscheider im Laufe von Gibbons Jugendzeit der 1910er- und 1920er-Jahre zu einem omnipräsenten Gegenstand des ländlichen Lebens auf, der auf nahezu jedem Familienbauernhof zu finden war.⁷²

Nicht durch spontane Emergenz, sondern durch aggressive Vermarktung bildete sich somit eine veränderte Marktordnung heraus. Firmen wie die ursprünglich schwedische De Laval Separator Company oder die Sharples Cream Separator Company aus dem Umland von Gibbons Heimatstadt Philadelphia entsendeten Scharen von Vertretern, regelrechte »Milchscheiderhaie [*separator sharks*]«, in alle Winkel des Landes, um Bäuerinnen und Bauern zum Kauf handbetriebener Milchscheider zu drängen.⁷³ Den industriellen Strukturwandel, der daraus resultierte, feierte zum Beispiel die De Laval Separator Company folgendermaßen:

»Die Milchscheider für den Bauernhof [*farm separator*] ermöglichte auch die großen zentralisierten Butterfabriken mit ihren größeren Möglichkeiten für Vermarktung und Vertrieb sowie Ankauf von Rahm in einem Umkreis von mehreren Hundert Meilen, was einen stabilen und profitablen Markt für Rahm gewährleistete, selbst für Bauern in verstreuten und abgelegenen Gemeinden mit einem

Life of a Virus. Tobacco Mosaic Virus as an Experimental Model, 1930–1965, Chicago: University of Chicago Press 2002, S. 95–98.

- 71 Siehe Edward Wiest, *The Butter Industry in the United States. An Economic Study of Butter and Oleomargarine*, New York: Columbia University Press 1916, S. 38f.; sowie Benno Martiny, *Die Schleuderentrahmung. Geschichte ihrer Entwicklung vom Ursprung bis zur Gegenwart*, Bd. 2, Leipzig: Heinsius 1915, S. 28.
- 72 Siehe Hunziker, *The Butter Industry*, S. 14; sowie Kendra Smith-Howard, *Pure and Modern Milk. An Environmental History since 1900*, New York: Oxford University Press 2014, S. 39f.
- 73 Übers. B. P., Aussagen der Landbevölkerung, zitiert nach Joan M. Jensen, *Calling this Place Home. Women on the Wisconsin Frontier, 1850–1925*, St. Paul, MN: Minnesota Historical Society 2006, S. 136; siehe auch Edwin H. Webster, *The Farm Separator: Its Relation to the Creamery and to the Creamery Patron*, Washington, D.C.: Government Printing Office 1904, S. 8.

unzureichenden Kuhbestand, um eine lokale günstig gelegene Molkerei zu tragen.«⁷⁴

Mit anderen Worten, die Milchscheider ermöglichte es, den gesammelten Ertrag einer verstreuten Masse kleiner Familienbauernhöfe – und damit die dort unbezahlt geleistete Arbeit von Frauen – ins Produktionsvolumen national agierender Großmolkereien zu integrieren.⁷⁵

Parallel dazu lebte im frühen 20. Jahrhundert paradoxerweise – gespeist aus dem Unbehagen gegenüber der zunehmenden Kommerzialisierung urbaner Lebensweisen – der antimodernistische und tief in der US-amerikanischen Geschichte verwurzelte romantische Agrarismus wieder auf.⁷⁶ Im Zuge dessen zog es ausgerechnet gebildete, wohlhabende Eliten (deren Reichtum nicht selten auf der kritisierten Kommerzialisierung beruhte) ins Umland der Großstädte. Solche bereits aus dem 18. und 19. Jahrhundert bekannten *Gentlemen Farmer*, darunter Staatsmänner, Unternehmer und Ärzte, erwarben als Statussymbol und Freizeitvergnügen ländliche Rückzugsorte in Form mehr oder weniger großer Familienbauernhöfe, die sie mithilfe von Lohnangestellten bewirtschafteten.⁷⁷

In die Reihe namhafter Familien des 20. Jahrhunderts wie den Roosevelts, Eisenhowers, Vanderbilts oder Rockefellers, deren Mitglieder solche Bauernhöfe betrieben, reihte sich auch die weniger prominente Gibbon-Familie mit ihrer 1912 erworbenen »Lynfield Farm« im Umland Philadelphias ein.⁷⁸ In seiner Jugendzeit der

74 Übers. B. P., George B. Sharpe, »The Dairy Industry Owes a Great Debt to the De Laval Cream Separator«, in: De Laval Separator Company (Hg.), *De Laval Dairy Hand Book*, New York: De Laval Separator Company 1916, S. 68–71, hier: S. 71.

75 Vor der Einführung handbetriebener Milchscheider auf Kleinbauernhöfen war es Großmolkereien nur unter Schwierigkeiten möglich, deren überschüssige Milch zu verwerten, weil die Bauernfamilien den verderblichen Rohstoff dafür oft über weite Strecken transportieren mussten. Die handbetriebene Milchscheider verlagerte den (in der Regel von Frauen oder Kindern geleisteten) Arbeitsschritt der Rahmabscheidung von der zentralen Großmolkerei in die weit verstreuten Kleinbauernhöfe. Somit musste nur noch der fettreiche und haltbare Rahm, auf den es Großmolkereien ankam, transportiert werden. In der Folge koexistierten in der Butterherstellung in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine wachsende Fabrikproduktion und eine zurückgehende, aber noch immer substanzielle Produktion auf Kleinbauernhöfen (vgl. Smith-Howard, *Pure and Modern Milk*, S. 40; sowie Joan M. Jensen, »Dairying and Changing Patterns of Family Labor in Rural New Mexico«, *New Mexico Historical Review* 75/2 (2000), S. 157–194).

76 Vgl. David B. Danbom, »Romantic Agrarianism in Twentieth-Century America«, *Agricultural History* 65/4 (1991), S. 1–12.

77 Siehe auch Tamara P. Thornton, *Cultivating Gentlemen. The Meaning of Country Life Among the Boston Elite, 1785–1860*, New Haven: Yale University Press 1989; sowie Ronald F. Eustice, *Gentlemen Farmers. Farms & Ranches of the Rich & Famous*, Tucson, AZ: Selbstverlag 2021.

78 Zu den berühmten »Gentlemen farmers«, darunter 14 US-Präsidenten, vgl. die Einleitung zu Eustice, *Gentlemen Farmers*; zum Erwerb des Familienbauernhofs der Gibbons vgl. Ada Ro-

1910er- und 1920er-Jahre, just als die handbetriebene Milchscheuder ihren Siegeszug feierte, verbrachte Gibbon regelmäßig die Sommer auf dem elterlichen Familienbauernhof, den er später nach deren Tod als eigenen Alterssitz übernahm. Obwohl sein Vater für die Bewirtschaftung des Bauernhofs mehrere Bedienstete beschäftigte, waren Gibbon und seine Geschwister als Jugendliche stets angehalten, sich an der anfallenden Arbeit zu beteiligen. So verbrachte der spätere Erfinder der Herz-Lungen-Maschine seine Ferientagein, tagaus unter anderem mit dem Melken einer kleinen Herde Holstein-Kühe oder dem Reparieren landwirtschaftlicher Maschinen.⁷⁹ Da die Familie besonders während der Abwesenheit des Vaters im Ersten Weltkrieg Zuverdienste durch den Verkauf von Butter erzielte, musste der jugendliche Gibbon fast unweigerlich Bekanntschaft mit der Milchscheuder gemacht haben.⁸⁰

An beliebigen Zufall ist also nicht zu glauben, wenn der erwachsene Chirurg im Jahr 1934 mit einem Bostoner Maschinenbauprofessor darüber diskutierte, wie sich Milchscheudern am besten zur Sauerstoffanreicherung von Blut adaptieren ließen.⁸¹ Der Vorschlag des Ingenieurs sah zunächst eine Schleudertrommel in

maine-Davis, *John Gibbon and His Heart-Lung Machine*, Philadelphia: University of Pennsylvania Press 1991, S. 9.

- 79 Vgl. ebd., S. 9–11; sowie Harris B. Shumacker Jr., *A Dream of the Heart. The Life of John H. Gibbon, Jr. Father of the Heart-Lung Machine*, Santa Barbara, CA: Fithian Press 1999, S. 37.
- 80 Vgl. vor allem die Rechnungsbucheinträge von Juni, Juli und August 1917; Account Book 1912 to 1917; Box 16, Series II: Marjorie Young Gibbon 1879–1956 (Bulk, 1898–1956); Gibbon family correspondence (Collection 3272), The Historical Society of Pennsylvania. Siehe auch Romaine-Davis, *John Gibbon and His Heart-Lung Machine*, S. 12. Dass der Kontakt mit der Milchscheuder in der Kindheit und Jugend später zu erfinderischer Auseinandersetzung mit zentrifugalen Maschinen führte, scheint kein Einzelfall zu sein. Der in den 1930er-Jahren an der Weiterentwicklung der Ultrazentrifuge beteiligte Physiker Jesse W. Beams zum Beispiel wuchs auf einem Familienbauernhof auf und wurde dabei ebenfalls mit der Bedienung der Milchscheuder betraut; vgl. Elzen, *Scientists and Rotors*, S. 143.
- 81 Leider nennt Gibbon nirgendwo den Namen dieses Professors und seine Beschreibung variiert von Quelle zu Quelle. So ist ursprünglich von einem »professor of mechanical engineering at Harvard University« die Rede (was der Sache am nächsten kommen dürfte), später von einem »professor of steam engineering at Harvard« und schließlich von einem »professor of steam engineering at the Massachusetts Institute of Technology« (Gibbon, »The Gestation and Birth of an Idea«, S. 914; John H. Gibbon Jr., »Development of the Artificial Heart and Lung Extracorporeal Blood Circuit«, *The Journal of the American Medical Association* 206/9 (1968), S. 1983–1986, hier: S. 1984; John H. Gibbon Jr., »The Development of the Heart-Lung Apparatus«, *American Journal of Surgery* 135/5 (1978), S. 608–619, hier: S. 609). Möglicherweise, aber das bleibt spekulativ, handelte es sich bei dem ominösen Professor um Jacob P. Den Hartog, der zur fraglichen Zeit in Harvard lehrte, aber nach dem Zweiten Weltkrieg ans MIT wechselte. Er war ein ausgewiesener Experte für Fragen der Vibration im Maschinenbau, nicht zuletzt bei Dampfturbinen und anderen Rotationsmaschinen. Erst 1930/1931 hatte er ein Jahr an der Universität Göttingen verbracht, und zwar bei dem Strömungsmechaniker Ludwig Prandtl (vgl. Stephen H. Crandall, »Jacob Pieter Den Hartog, 1901–1989«, in: Natio-

Form eines umgekehrten Kegelstumpfs vor, an deren Innenwänden die Flüssigkeit durch Zentrifugalkraft in einem Film vom Boden aufsteigen und sich am oberen Ende sammeln sollte, wie es für zeitgenössische Milchscheudern typisch war. Aus berechtigter Sorge, das derart kraftvoll in Bewegung versetzte Blut nicht minder zum Schäumen und Spritzen zu bringen als frühere Oxygenatoren, plädierte Gibbon jedoch für eine Variante, die der Fragilität der Blutzellen Rechnung trug.⁸²

Genau wie zeitgenössische Milchscheudern basierte die Konstruktion (siehe Abb. 3) letztlich auf einer in Rollenlagern (B, B') geführten stählernen Schleudertrommel (A), deren längliche Zylinderform der speziellen Ausführung des »Tubular Separators« von Sharples nahekam.⁸³ Die entscheidende Abwandlung zur Vermeidung des Schäumens und Spritzens bestand darin, den Blutstrahl durch eine gebogene Röhre (V) am Trommeldeckel (K) in Rotationsrichtung und spitzem Winkel schonend gegen die Innenwand zu leiten, an welcher das Blut in einem dünnen Film herab und durch eine Mündung (Q) in einen gläsernen Auffangbehälter (T) am unteren Ende floss.⁸⁴ Endgültig zu einem Oxygenator machte die Konstruktion schließlich eine Metallröhre (J), die wie bei den meisten Milchscheudern entlang der vertikalen Rotationsachse in Richtung Trommelboden verlief, doch im Unterschied zu diesen keineswegs als Milchleitung fungierte.⁸⁵ »Diese Röhre«, erklärte Gibbon die Zweckentfremdung, »dient dazu, Sauerstoff zum Boden des Apparats zu leiten. Der Sauerstoff verbreitet sich dann in engem Kontakt mit dem Blutfilm aufwärts und entweicht an der Oberseite.«⁸⁶

nal Academy of Sciences (Hg.), *Biographical Memoirs*, Bd. 67, Washington, D.C.: National Academies Press 1995, S. 101–117). Ludwig Prandtl war der Neffe von Antonin Prandtl und der Sohn von Alexander Prandtl, die beide für bedeutende Beiträge zur Konstruktion von Milchscheudern bekannt waren (vgl. Michael Eckert, *Ludwig Prandtl – Strömungsforscher und Wissenschaftsmanager. Ein unverstellter Blick auf sein Leben*, Berlin: Springer 2017, S. 4f.).

82 Vgl. Gibbon, »The Development of the Heart-Lung Apparatus« (1978), S. 609.

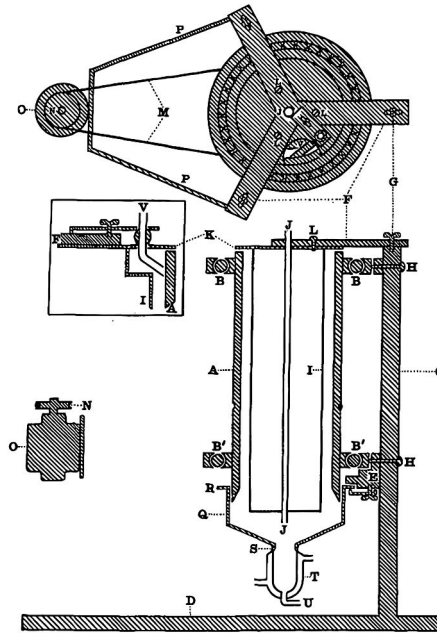
83 Siehe Gibbon, »An Oxygenator with a Large Surface-Volume Ratio«, S. 1194; zur typischen Führung der Trommel von Milchscheudern in Rollenlagern vgl. Hunziker, *The Butter Industry*, S. 164; zur besonderen Form der Schleudertrommel des »Tubular Separators« siehe Martiny, *Die Schleudarentnahme*, Bd. 2, S. 35.

84 Vgl. Gibbon, »An Oxygenator with a Large Surface-Volume Ratio«, S. 1196.

85 Vgl. Hunziker, *The Butter Industry*, S. 165.

86 Übers. B. P., Gibbon, »An Oxygenator with a Large Surface-Volume Ratio«, S. 1194.

Abb. 3: Schema von Gibbons einer Milchschleuder nachempfundenen Oxygenator (Erklärung der wichtigsten Elemente im Text)



Quelle: John H. Gibbon Jr., »An Oxygenator with a Large Surface-Volume Ratio«, *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 24 (1939), S. 1192–1198, hier S. 1195.

Angetrieben von einem Elektromotor (O) rotierte die zylindrische Schleudertrommel ab Dezember 1934 in Gibbons experimentalkirurgischem Versuchsraum.⁸⁷ Da das Abscheiden zellulärer Bestandteile das Letzte war, was Gibbon wollte, musste die Rotationsgeschwindigkeit des Oxygenators natürlich deutlich niedriger kalibriert werden als bei Milchschleudern oder gar Ultrazentrifugen. Sie wurde je nach Durchflussvolumen zwischen 280 und 464 Umdrehungen pro Minute eingestellt.⁸⁸ Nach Gibbons eigenen Angaben ließ sich mit seiner Schleu-

87 Siehe Versuchsprotokoll vom 17. Dezember 1934, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 6.

88 Vgl. Protokolleinträge vom 21. Januar 1935, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 7, und vom 20. Februar 1935, ebd., Folder 6. Zum Vergleich: Zeitgenössische handbetriebene Milchschleudern liefen in der Regel bei 6000 bis 7000 Umdrehungen pro Minute; vgl. Hunziker, *The Butter Industry*, S. 175; Svedberg und Fähræus zentrifugierten Blut in der Ultrazentri-

detertrommel ein Blutfilm von ungefähr doppelt so großem Oberflächen-Volumen-Verhältnis generieren wie mit zeitgenössischen Oxygenatoren anderer Bauart.⁸⁹ Auch wenn die damit erreichte Oxygenierungsleistung weit unterhalb jener der menschlichen Lunge lag, genügte sie dennoch den Ansprüchen erster Tierversuche. »Wir verwendeten Katzen als Versuchstiere«, räumte Gibbon mit Blick auf deren kleines Lungenvolumen ein, »vor allem, weil ihre Größe zu unseren damaligen technischen Ressourcen passte.«⁹⁰

Mit der Übernahme molkereiwirtschaftlicher Maschinenteile fügte sich das Molkereiwesen als weiterer Ausschnitt in die Nische des chirurgischen Experiments ein. Da im Falle des Oxygenators lediglich ein technisches Funktionsprinzip aus dem Bereich der Milchverarbeitung entlehnt wurde, fesselte diese Übernahme Gibbons Experiment nicht strikt an eine Wertschöpfungskette, wie es die Belieferung mit einem exklusiven Verbrauchsmaterial wie Heparin tat. Das Mittel der Schleudertrommel stand dementsprechend für ein qualitativ anderes, weniger rigides Abhängigkeitsverhältnis zur Agrarindustrie. Nichtsdestotrotz sollten Übernahmen aus dem Molkereiwesen in der weiteren Geschichte der Herz-Lungen-Maschine kein Einzelfall bleiben. Als Gibbon 1947 auf einer Europareise Clarence Crafoord in Stockholm besuchte, stellte er zum Beispiel fest, dass dieser inzwischen eigene Versuche zum Bau einer Herz-Lungen-Maschine aufgenommen hatte und dabei Teile einer Melkmaschine als Blutpumpe verwendete.⁹¹

3.3 Die Tränen der Akazie: Kolonialgeschichte eines Blutersatzes

»Das künstliche Kreislaufsystem wurde mit Blut von gestern getöteten Katzen befüllt«, protokollierte Gibbon noch im Januar 1935 eine über Monate etablierte Laborroutine.⁹² Doch diese Routine stieß mit dem Fortschreiten der Versuche nun zu-

fuge bei 7000 bis 10.000 Umdrehungen pro Minute; vgl. The Svedberg und Robin Fåhræus, »A New Method for the Determination of the Molecular Weight of the Proteins«, *Journal of the American Chemical Society* 48/2 (1926), S. 430–438.

89 Vgl. Gibbon, »An Oxygenator with a Large Surface-Volume Ratio«, S. 1198.

90 Übers. B. P., John H. Gibbon Jr., »Medicine's Living History«, *Medical World News* (3. November 1972), S. 46–47, 51–53, hier: S. 51.

91 Vgl. »Notes on Crafoord's Pump Oxygenator«, John H. Gibbon Papers, Series VII: Writings, 1959–1970: Box 7, Folder 2: Misc. Printed Material, 1968–1970 [die Ordnerbeschriftung des Archivs ist hier irreführend, was das Datum betrifft]. Überdies ist zum Beispiel bekannt, dass C. Walton Lillehei 1954 bei seiner berühmten Herzoperation mit Kreuzzirkulation das Blut mittels einer Milchpumpe zwischen Patient und Spender hin und her fließen ließ; vgl. G. Wayne Miller, *King of Hearts. The True Story of the Maverick who Pioneered Open-Heart Surgery*, New York: Times Books 2000, S. 92, 130.

92 Übers. B. P., Protokolleintrag vom 24. Januar 1935, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 6.

sehends an Grenzen. Denn es war eine Sache, das Volumen einiger Schläuche und Auffangbecher für Testläufe mit Blut zu befüllen, aber eine ganz andere, einen voluminösen Oxygenator mitsamt den Leitungen, die zu und von einer Katze wegführten, ununterbrochen mit Blut zu durchströmen. Das Blut des Versuchstieres allein reichte bei Weitem nicht aus, um den erheblich über sein eigenes Gefäßsystem hinaus ausgedehnten Kreislauf gefüllt zu halten.⁹³ Ein ununterbrochener Blutstrom war aber unabdingbar, wollte man das Eindringen von Luftblasen vermeiden und einen stabilen Blutdruck aufrechterhalten.

Das gesteigerte Fassungsvermögen der Kreislaufapparatur stellte die Gibbons sowohl vor Nachschub- als auch vor Kompatibilitätsprobleme. Selbst ohne sie für umfangreichere Blutvorräte zu opfern, war die Versorgung mit Versuchstieren so knapp, dass das junge Ehepaar die eine oder andere Nacht damit verbrachte, im Bostoner Stadtteil Beacon Hill mit Säcken und Thunfischködern bewaffnet auf die Jagd nach streunenden Katzen zu gehen.⁹⁴ Darüber hinaus endeten langwierig vorbereitete Versuche, bei denen das Blut mehrerer Katzen durch den erweiterten Kreislauf zirkulierte, immer wieder mit dem raschen Tod des Versuchstieres. »Tod lag anscheinend an etwas im injizierten Blut«, vermutete Gibbon, »Serum und Zellen der beiden Katzen wahrscheinlich inkompatibel.«⁹⁵ Im Februar 1935 hatten die widerständigen Eigenarten des Blutes Gibbons Geduld schließlich so sehr strapaziert, dass er beschloss, das Blutvolumen lieber mit einem Ersatzstoff strecken zu wollen, als sich weiter an zeitaufwendigen Kreuzungen von Serum und Vollblut zu versuchen.⁹⁶ Bereits in den anfänglichen Testläufen hatte er das Katzenblut zuweilen mit Kochsalzlösung verdünnt.⁹⁷ Doch mit gutem Grund wandte er sich nun einem exotischeren Zusatzstoff zu und protokollierte: »Werde die Verwendung von Akazie versuchen.«⁹⁸

Das Baumharz der buschigen *Acacia senegal*, auf das sich Gibbon hier bezog, war der medizinischen Fachwelt unter dem Handelsnamen Gummiarabikum oder schlicht als Akaziengummi schon länger als Volumenexpander bei Blutmangel bekannt. Bereits in Carl Ludwigs Perfusionstudien mit isolierten Organen hatte Akaziengummilösung vereinzelt als Blutimitat fungiert und später vermehrt

93 Vgl. Gibbon, »Artificial Maintenance of Circulation«, S. 1112.

94 Vgl. Gibbon, »The Gestation and Birth of an Idea«, S. 915.

95 Übers. B. P., Protokolleintrag vom 20. Februar 1935, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 6.

96 Siehe ebd. sowie das Protokoll eines wenig erfolgreichen Versuchs, Sera zu isolieren und mit Vollblut zu kreuzen, vom 23. und 24. Januar 1935, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 7.

97 Vgl. Versuchsprotokolle vom 10., 11. und 13. Oktober 1934, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 7.

98 Übers. B. P., Protokolleintrag vom 25. Februar 1935, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 6.

Einsatz in Experiment und Klinik gefunden, seit sie der Londoner Physiologe William M. Bayliss im Ersten Weltkrieg zur Behandlung des Kreislaufschocks vorgeschlagen hatte.⁹⁹ Zu den Chirurgen, die daraufhin mit Akaziengummilösung experimentierten, gehörte kein anderer als Gibbons Mentor, Edward D. Churchill, der aus eigenen Analysen während seines »Wanderjahres« in Europa um deren blutähnliche Eigenschaften hinsichtlich Viskosität und kolloidosmotischen Drucks wusste.¹⁰⁰ Die Viskosität eines Blutersatzes war für die Aufrechterhaltung des Reibungswiderstandes gegen die Gefäßwand und damit des Blutdrucks von Bedeutung; der Gehalt an gelösten Kolloiden (entsprechend den Blutproteinen), für welche die semipermeable Gefäßmembran unpassierbar war, gewährleistete eine Teilchenkonzentration, die das zugeführte Flüssigkeitsvolumen von der Diffusion ins umliegende Bindegewebe abhielt.¹⁰¹

Die Übernahme des Akaziengummis für die Belange der Chirurgie war wiederum kein Zufall, denn das Material war längst in außermedizinischen Produktions- und Forschungsbereichen gebräuchlich, und zwar gerade wegen seiner viskositischen und osmotischen Eigenschaften. So diente die zähflüssige Konsistenz des Harzes – teils seit Jahrtausenden – zum Eindicken und Binden von Tinten, Wasserfarben, Klebstoffen, Hustensäften oder Süßwaren.¹⁰² Außerdem hatten die dem Kolloidgehalt zugeschriebenen osmotischen Eigenschaften des Akaziengummis Mitte des

99 Zu Ludwigs Einsatz vgl. Carl Ludwig, »Einige neue Beziehungen zwischen dem Bau und der Function der Niere«, *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften: Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe* 48/B (1863), S. 725–733, hier: S. 731; zu Bayliss' Versuchen und der Behandlung von Kreislaufschock im Ersten Weltkrieg siehe William Van der Kloot, »William Maddock Bayliss's Therapy for Wound Shock«, *Notes and Records of the Royal Society* 64/3 (2010), S. 271–286; sowie Stefanos Geroulanos und Todd Meyers, *The Human Body in the Age of Catastrophe. Brittleness, Integration, Science, and the Great War*, Chicago: University of Chicago Press 2018, Kap. 2.

100 Der kolloidosmotische Druck von Plasmaproteinen war damals ein US-amerikanischen Chirurgen kaum geläufiges Konzept; vgl. Edward D. Churchill, *Wanderjahr. The Education of a Surgeon*, hg. von J. Gordon Scannell, Boston: Francis A. Countway Library of Medicine 1990, S. 103f.; siehe außerdem Edward D. Churchill, F. Nakazawa und Cecil K. Drinker, »The Circulation of Body Fluids in the Frog«, *The Journal of Physiology* 63/3 (1927), S. 304–308; sowie Cecil K. Drinker und Edward D. Churchill, »A Graphite Suspension for Intravital Injection of Capillaries«, *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character* 101/711 (1927), S. 462–467.

101 Diese Feststellungen gingen maßgeblich zurück auf William M. Bayliss, »Methods of Raising a Low Arterial Pressure«, *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character* 89/617 (1916), S. 380–393, hier: S. 381–383 und 386f.

102 Siehe z.B. H. S. Blunt, *Gum Arabic. With Special Reference to Its Production in the Sudan*, Oxford: Oxford University Press/Humphrey Milford 1926, S. 31f.; Ralph Mayer, *The Artist's Handbook of Materials and Techniques*, London: Faber and Faber 1940, S. 25; »Acacia«, *The British Pharmaceutical Codex. An Imperial Dispensatory for the Use of Medical Practitioners and Pharmacists*, London: The Pharmaceutical Press 1923, S. 3–5, hier: S. 4; für eine überblicksartige Darstellung

19. Jahrhunderts eine wichtige Rolle bei der Entstehung der Kolloidchemie selbst gespielt. Ähnlich wie später Bayliss oder Churchill hatte der schottische Chemiker Thomas Graham damals verschiedene Lösungen durch die Membran seines Osmometers fließen lassen, dabei ebenfalls festgestellt, dass Akaziengummi diese im Unterschied zu Kochsalz oder Rohrzucker höchstens marginal passierte, und daraufhin solche minimal diffundierenden »Kolloide« klassifikatorisch von sonstigen »Kris-talloiden« unterschieden.¹⁰³

So naheliegend der Weg des Akaziengummis in die körperlichen und künstlichen Blutbahnen folglich in materiallogischer Hinsicht war, so fern lag er jedoch in geografischen Maßstäben. Anders als es sich die Verfechter selbstorganisierender Ordnungen gern vorstellen, zog im Hintergrund der experimentellen Chirurgie kein intelligenter Marktmechanismus, kein weltumspannendes neuronales Netz, die Fäden und setzte Forstarbeiter*innen, Eisenbahnen und Dampfschiffe automatisch in Bewegung, sobald Chirurgen westlicher Industrienationen blutähnliche Lösungen nachfragten. Tatsächlich steckte hinter der Verfügbarkeit des Harzes der *Acacia senegal* in europäischen und nordamerikanischen Laboren eine Geschichte imperialistischer Agrarpolitik, in der »natürliche Geschichte« und »geschichtliche Natur« unauflöslich und ein vermeintlich naturgegebener Baum als »Produkt der Industrie und des Gesellschaftszustandes« erscheinen.¹⁰⁴

Denn obwohl die *Acacia senegal* weitläufige Verbreitung über afrikanische und indische Savannen fand, ermöglichte fast nur das besondere Klima in der sudanesischen Provinz Kordofan ergiebige Ernten von hochqualitativem Akaziengummi. Die kurzen konzentrierten Regenfälle der Region ließen die Bäume zwar wachsen,

siehe auch C. W. Fagg und G. E. Allison, *Acacia Senegal and the Gum Arabic Trade*, Oxford: Oxford Forestry Institute 2004, Kap. 2.

103 Vgl. Thomas Graham, »Liquid Diffusion Applied to Analysis«, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 151 (1861), S. 183–224; siehe auch Andrew Ede, *The Rise and Decline of Colloid Science in North America, 1900–1935. The Neglected Dimension*, Aldershot: Ashgate 2007, S. 10–12.

104 Erläuternd führen Marx und Engels im Rahmen ihrer Feuerbach-Kritik weiterhin an: »Der Kirschbaum ist, wie fast alle Obstbäume, bekanntlich erst vor wenig Jahrhunderten durch den Handel in unsre Zone verpflanzt worden und wurde deshalb erst durch diese Aktion einer bestimmten Gesellschaft in einer bestimmten Zeit der sinnlichen Gewißeit« Feuerbachs gegeben« (Karl Marx und Friedrich Engels, *Die Deutsche Ideologie. Kritik der neuesten deutschen Philosophie in ihren Repräsentanten Feuerbach, B. Bauer und Stirner und des deutschen Sozialismus (Marx-Engels-Werke, Bd. 3)*, Berlin: Dietz 1978, S. 43). Canguilhem zitierte und kommentierte diese Passage ausführlich im Manuskript eines Kommentars zu Henri Bergsons *Schöpferische Entwicklung*. Für die Veröffentlichung strich Canguilhem diese Passage, vermutlich um der Zensur durch das Vichy-Regime vorzubeugen (vgl. Georges Canguilhem, »Commentaire au troisième chapitre de L'Évolution créatrice«, in: ders., *Œuvres complètes*, Bd. 4, hg. von Camille Limoges, Paris: Vrin 2015, S. 111–143, hier: S. 132).

doch über Monate hinweg an Wassermangel leiden. Diese klimatischen Bedingungen sowie die gezielte Stimulation durch von Menschenhand beigebrachte Rindenverletzungen schufen die Grundlage für die reichhaltige Bildung des zähflüssigen Harzes, das tränenförmig austrat, erhärtete und in Körben gesammelt wurde (siehe Abb. 4).¹⁰⁵ Durch diese Koexistenz von Mensch und Akazie schwang sich die Provinz bis ins 19. Jahrhundert zum weltweiten Produktionszentrum der erlesenen »Tränen« und im gleichen Zuge zu einem begehrten Invasionsziel auf.¹⁰⁶

Abb. 4: Aus einer Rindenverletzung hervorgequollene »Träne« aus Akaziengummi



Quelle: H. S. Blunt, *Gum Arabic. With Special Reference to Its Production in the Sudan*, Oxford: Oxford University Press/Humphrey Milford 1926, Illustrations (Anhang).

105 Vgl. Fagg/Allison, *Acacia Senegal and the Gum arabic Trade*, S. 15, 20f.; sowie Blunt, *Gum Arabic*, S. 21f.

106 Siehe Endre Stiansen, »The Gum Arabic Trade in Kordofan in the Mid-Nineteenth Century«, in: ders. und Michael Kevane (Hg.), *Kordofan Invaded. Peripheral Incorporation and Social Transformation in Islamic Africa*, Leiden: Brill 1998, S. 60–85, hier: S. 60; sowie Fagg/Allison, *Acacia Senegal and the Gum arabic Trade*, S. 48f.

Nach der Eroberung durch anglo-ägyptische Streitkräfte im Jahr 1898 fiel der Sudan formell unter die Verwaltung eines Kondominiums und wurde *de facto* zu einer Kolonie des britischen Weltreichs.¹⁰⁷ Die neu eingesetzte Regierung verfolgte sofort eine rücksichtslos exportorientierte Agrarpolitik. So wurden in den folgenden Jahrzehnten die lokale Verkehrsinfrastruktur für den Welthandel ausgebaut, Akazienwälder (teilweise unter Restriktionen für die einheimische Bevölkerung) kultiviert und in Kordofans Hauptstadt El Obeid ein staatlich beaufsichtigter Akazien-gummi-Markt eingerichtet, auf dem internationale Großhändler die größten Profite unter sich ausmachten.¹⁰⁸ Keinerlei Bestrebungen gab es unterdessen, irgendeine Form von einheimischer Industrie zur lokalen Verwertung des vielseitigen Harzes auf die Beine zu stellen, sodass der Sudan eine strukturschwache, vollkommen exportabhängige »cash-crop economy« blieb.¹⁰⁹

Nutznießer dieser Quasi-Monopolstellung des britisch kontrollierten Sudan, der Anfang der 1930er-Jahre bis zu 80 Prozent der weltweiten Akaziengummi-Nachfrage abdeckte, waren nicht zuletzt die Vereinigten Staaten, die sich neben Großbritannien den weitaus größten Teil des Exportvolumens sicherten.¹¹⁰ Von den Rinden der Akazienbäume durch die Hände sudanesischer Sammler*innen über Eisenbahn- und Dampfschifflinien gelangte Akaziengummi also auf Wegen, die *strategisch geplant* wurden, auf die Märkte westlicher Industrienationen und von dort aus zuletzt in Venen und Perfusionsschläuche. »Ich nehme an, dass dies die Nachfrage wohl kaum genügend steigern wird, um eine »Gummiarabikum«-Knappheit zu verursachen«, kommentierte ein Korrespondent diese neue Verwendungsweise. »Aber wir sollten dem Sudan dankbar sein, dass er uns ein so nützliches Material schickt – nützlich nicht nur für die Reparatur unserer kaputten Haushaltsgegenstände, sondern auch unserer kaputten Körper.«¹¹¹

Es ist zu bezweifeln, ob Gibbon diese Art von Dankbarkeit verspürte oder auch nur einen Gedanken an die Lieferkette des Akaziengummis verschwendete, als er Ende Februar 1935 endlich notierte: »Um mögliche Verklumpung von roten Blutkörperchen durch die Verwendung von inkompatiblen Blut zu vermeiden, wurden die Pumpen und der Oxygenator mit einer 5 %igen Akazienlösung in Kochsalzlösung

107 Vgl. Martin W. Daly, *Empire on the Nile. The Anglo-Egyptian Sudan 1898–1934*, Cambridge: Cambridge University Press 1986, S. 18.

108 Siehe Blunt, *Gum Arabic*, S. 24; sowie Daly, *Empire on the Nile*, S. 218.

109 Simon Mollan, *Imperialism and Economic Development in Sub-Saharan Africa. An Economic and Business History of Sudan*, Cham: Palgrave Macmillan 2020, S. 258; vgl. zudem Awad Abdalla Elawad Radaf, *Sudan Gum: A History of its Production and Trade up to 1982*, Major Thesis: Universität Bergen 1983, S. 45f.

110 Vgl. Daly, *Empire on the Nile*, S. 430; sowie U.S. Department of Commerce, *World Chemical Developments in 1935*, Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office 1936, S. 187.

111 Übers. B. P., Omar Khayyam, »The Caravanserai«, *The Near East* 15 (1919), S. 155, hier: S. 155.

befüllt.«¹¹² Fortan umschiffte die Streckung des Blutvolumens mithilfe von Akaziengummilösungen die Nachschub- und Kompatibilitätsprobleme, die mit dem Bedarf an zusätzlichem Katzenblut verbunden gewesen waren. Der Wermutstropfen für Gibbon war lediglich, dass eine derartige Verdünnung die Zellkonzentration des Blutes deutlich absenkte, weshalb er das Pump- und Schlauchsystem weiter verkleinerte, um den Bedarf an dem Ersatzstoff so gering wie möglich zu halten. Nichtsdestotrotz stellte die Akaziengummilösung für Gibbons experimentelle Zwecke eine während des restlichen Jahres erfolgreich praktizierte Zwischenlösung dar.¹¹³

Nach den nordamerikanischen Massenschlachthöfen und Molkereibetrieben erweiterte sich die experimentelle Nische der Herz-Lungen-Maschine mit dem Bezug von Akaziengummi um den sudanesischen Forst in den Händen britischer Kolonisatoren. Festzuhalten bleibt, dass es sich bei der Erschließung von Heparin, Schleudertrommeln und Akaziengummi aus besagten Gebieten nicht um gänzlich neuartige Vorstöße Gibbons handelte. Vielmehr siedelte er sein Experiment hier in einer Nische an, welche sich die experimentellen Lebenswissenschaften innerhalb der globalisierten agrarindustriellen Landschaften bereits weitgehend erschlossen hatten. Im Ergebnis zirkulierte ab dem Frühjahr 1935 eine Mischung aus mit sudanesischem Akaziengummi und kanadischem Rinderextrakt versetztem Katzenblut durch einen von Milchscheidern inspirierten Oxygenator, um eines fernen Tages Operationen am menschlichen Herzen ausführen zu können. So wahllos das Zusammentreffen dieser heterogenen Komponenten auch wirken mag, im historischen Sinne war es kein bloßer Zufall, sondern folgte einem klaren Muster von Übernahmen aus den dominanten Industriestrukturen zur Bewirtschaftung menschlicher Umwelten. In manchen Fällen ist es zunächst offenbar doch die agrarökonomische Welt, die ein Laboratorium aus den Angeln hebt, und nicht umgekehrt.¹¹⁴

112 Übers. B. P., Protokolleintrag vom 25. Februar 1935, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 6.

113 Vgl. Protokolleintrag vom 23. März 1935, John H. Gibbon Papers, Series III: Box 2, Folder 7.

114 Aus einem verengten, unternehmerisch anmutenden Blickwinkel beschreibt Latour umgekehrt Pasteurs Entwicklung eines Anthraximpfstoffs als Projekt, das die Interessen von Landwirten im Labor übersetzt und deren Welt dadurch transformiert (vgl. Bruno Latour, »Gebt mir ein Laboratorium und ich werde die Welt aus den Angeln heben«, in: Andréa Belliger und David J. Krieger (Hg.), *ANTHology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*, Bielefeld: transcript 2006, S. 103–134).