Harvey trifft Galen mitten ins Herz

John Galen

Ipse dixit – er selbst hat es gesagt – war die Devise, welche über Mittelalter und Renaissance hinweg bis ins 17. Jahrhundert hinein medizinischen (wie auch ganz allgemein naturwissenschaftlichen) Fortschritt im Keim erstickte. Er, damit waren Aristoteles und Galen gemeint, deren Lehren über die Funktionsweise des menschlichen Organismus weitestgehend auf philosophischen Gedankenkonstrukten und numerologischen Zurechtbiegungen beruhten, statt auf empirischen Belegen wie zum Beispiel anatomischen Beobachtungen am menschlichen Körper.

Galen beobachtete als Gladiatorenarzt in Pergamon, Griechenland, im Jahre 157, dass das Herz von Gladiatoren weiterschlug, auch wenn diese bereits im Sterben lagen. Später in Rom führte er Vivisektionen an Affen und Schweinen durch und beobachtete dasselbe Phänomen.

Seine gewagte Schlussfolgerung: «*Blut wird vorweg in der Leber aus verdauter Nahrung neu gebildet und verteilt sich über die Venen peripher im Körper, wo es verbraucht wird. Die Aufgabe der rechten Herzkammer ist es, die Lunge zu versorgen. Ein Teil des venösen Bluts findet seinen Weg über Poren in der Herzscheidewand in die linke Herzkammer, wo es mit dem Pneuma versehen wird – einer spirituellen Essenz, welche über die Lunge aufgenommen wird. Die Funktion des Herzens liegt dabei in erster Linie in der Erzeugung von Wärme.*» Diese Schlussfolgerung war nur eine Fehlinterpretation Galens unter vielen, welche in den folgenden eineinhalb Jahrtausenden nicht angezweifelt wurden – *ipse dixit*, schliesslich! **[1]**

Es bedurfte eines Vesalius, der durch eigene Anatomiestudien am menschlichen Körper zum Schluss kam, dass Galen wohl nie einen Menschen von innen gesehen haben konnte. Mit seinem *De humani corporis fabrica* (1543) wurden viele anatomische Fehler im bis dato unantastbaren Werk Galens offengelegt. Erste Berichtigungen physiologischer Fehlinterpretationen sollten alsbald folgen.

William Harvey

Geboren in Kent und ausgebildet in Cambridge erlangte William Harvey **(Abb. 1)** 1602 die medizinische Doktorwürde von der Universität Padua – damals die renommierteste medizinische Fakultät Europas. Zurück in London eröffnete er eine Praxis und wurde Leibarzt der Könige James I und Charles I, welche die Forschungstätigkeit über die Mechanik des Blutflusses unterstützten, die Harvey schliesslich zur Entdeckung des Blutkreislaufs führten **(Abb. 2, [2])**. Sie macht Harvey zum Vater der experimentellen Medizin und der modernen Physiologie. Sein Hauptwerk *De motu cordis* **([3]; 1628; Abb. 3)** wird trotz seiner kaum 70 Seiten als eines der wichtigsten Bücher, wenn nicht sogar als das wichtigste Buch, in der Medizingeschichte bezeichnet.

Experimentell gestützte Überlegungen zu Herz und Blut

Auch Harvey stützte seine Überlegungen hauptsächlich auf der Vivisektion von Tieren. Dabei verglich er nicht nur die Herzen verschiedener Tierarten, sondern manipulierte diese auch an toten und lebenden Organismen. So isolierte er Teile des Herzens, verband und teilte Arterien, übte künstlich Druck auf Venen aus und zeigte, dass die Herzscheidewand keine Perforationen aufwies, wie von Galen behauptet. Ein herausgeschnittenes Herz agierte weiter als Pumpe, statt wie von Galen insinuiert als

Abb. 1: Porträt von William Harvey (National Portrait Gallery, London, Public domain)

Abb. 2: William Harvey erklärt König Charles I. seine Theorie des Blutkreislaufes. Ölgemälde von Ernest Board. (Bild: Wellcome Collection, Public domain)

Saugapparat. Ausserdem konnte er nachweisen, dass die Herzklappen den Blutfluss in nur eine Richtung zuliessen.

Eine frühe wichtige Erkenntnis aus den Experimenten mit lebenden Tieren lag darin, die Systole als die aktive Phase der Herzbewegungen zu identifizieren, bei der das Blut aus der linken Herzkammer durch Muskelkontraktion in den Körper hinaus gepumpt wird, nachdem es sich zuvor passiv mit Blut gefüllt hat. Darüberhinaus zeigte er, dass der Puls synchron zu ebendieser Systole schlägt und durch die Arterienweitung als Folge des Blutdrucks verursacht wird.

Untersuchungen über die beteiligten Blutmengen folgten. Im Nachhinein betrachtet an Trivialität kaum zu übertreffen, wurden sie ein starkes Argument gegen die traditionelle, galenische Sichtweise: Wird pro Herzschlag eine Blutmenge von geschätzten 5 g in die Arterien gepumpt und schlägt das Herz 2000 Mal pro Stunde, ergibt das eine Blutmenge von rund 10 kg pro Stunde. Der Körper konnte aber kaum 240 kg Blut pro Tag «verbrauchen» und gänzlich unmöglich aus Nahrung neu produzieren – das vierfache Körpergewicht eines durchschnittlichen Menschen! Galens Lehre musste falsch sein, auch was die Zirkulation des Blutes im menschlichen Körper anging.

Hinzu kamen die von seinem Doktorvater in Padua entdeckten Venenklappen, von welchen Harvey zeigen konnte, dass sie als Einwegventile agierten, welche den Blutfluss in nur eine Richtung erlaubten – zum Herzen hin und anders als von Galen behauptet. Dazu führte er verschiedenste Venenexperimente am menschlichen Arm durch, wie in **Abb. 4** gezeigt. Der Versuch, venöses Blut über die gut sichtbaren Venenklappen vom Herzen weg zu schieben, misslang, während sich das gestaute Blut problemlos zum Herzen hin verschieben liess.

In Kapitel 8 von *De motu cordis* schreibt Harvey: *«Ich begann insgeheim zu denken, dass es eher eine bestimmte Bewegung sozusagen im Kreis haben könnte.»* Aus heutiger Sicht klingt diese Schlussfolgerung offensichtlich, aber es darf nicht vergessen werden, dass ein entscheidender Teil des Gesamtbilds noch fehlte: Die Arterien verloren sich nach immer dünner werdenden Verästelungen vermeintlich irgendwo im Körper. Wie sollte da ein Kreislauf aufrechterhalten werden können? Harvey

postulierte hierzu ausserordentlich dünne Kapillaranastomosen, welche die Arterien durch Organe und Gewebe mit den Venen verbanden. Diese wurden erst etwas über dreissig Jahre später von Marcello Malpighi mit dem inzwischen entwickelten Mikroskop entdeckt.

Zusammenfassung

Im Kapitel 13 von *De motu cordis* schreibt Harvey zusammenfassend: *«Durch Vernunft und Experimente wurde gezeigt, dass Blut durch den Herzschlag der Herzkammern durch die Lunge und das Herz fliesst und in den gesamten Körper gepumpt wird. Dort gelangt es durch Poren ins Fleisch, [vom] Fleisch in die Venen, durch die es von der Peripherie überall in die Mitte zurückkehrt, von den kleineren Venen in die größeren, um schließlich zur Hohlvene und zum rechten Vorhof zu gelangen. Dies geschieht in einer solchen Menge, mit einem solchen Abfluss durch die Arterien und es kommt zu einem solchen Rückfluss durch die Venen, dass dieser nicht durch die aufgenommene Nahrung zugeführt werden kann. Es ist auch viel mehr, als für die Ernährung benötigt wird. Daraus muss geschlossen werden, dass sich das Blut im tierischen Körper ständig im Kreis bewegt. [Die] Funktion des Herzens besteht darin, dies durch Pumpen zu erreichen. Dies nur ist der Grund für die Bewegung und den Schlag des Herzens.»*

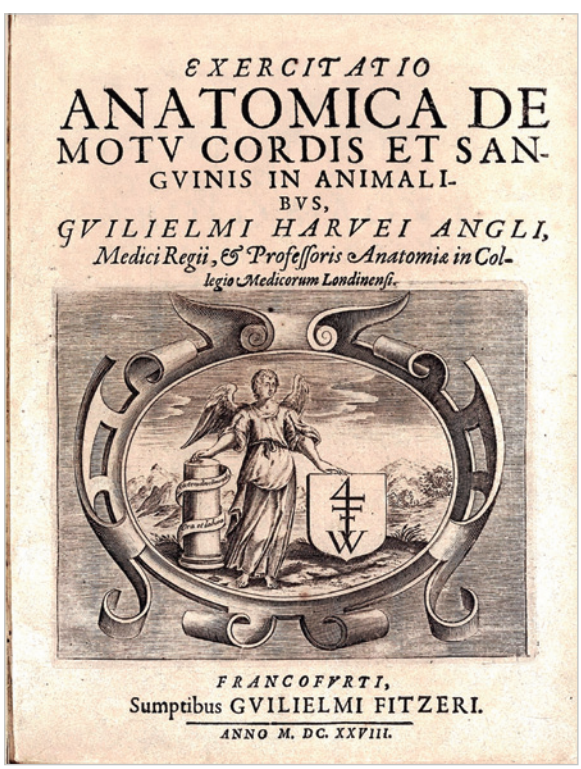
EXERCITATIO
ANATOMICA DE
MOTV CORDIS ET SAN-
GVINIS IN ANIMALI-
BVS,
GVILIELMI HARVEI ANGLI,
Medici Regii, & Professoris Anatomiæ in Col-
legio Medicorum Londinensi.
FRANCOFVRTI,
Sumptibus GVILIELMI FITZERI.
ANNO M. DC. XXVIII.

Abb. 3: Titelblatt des 1628 in Frankfurt veröffentlichten *De motu cordis* [3]

Epilog: Aus *ipse dixit* mach *ipse probavit*

Was William Harvey da sagte, stellte eine Revolution in der Medizin dar, denn es widersprach direkt den 1500 Jahre alten Lehren Galens. Und wie üblich, wenn ein festgefahrenes Paradigma infrage gestellt wird, lösten die Erkenntnisse Harveys einen Sturm in medizinischen und philosophischen Kreisen aus. Harvey wurde brutal angegriffen. Die Universität Paris widersetzte sich zum Beispiel 50 Jahre lang nach der Veröffentlichung von *De motu cordis* seinen Ideen. Offenbar litt auch seine Arztpraxis unter der Veröffentlichung. Harvey selbst war beunruhigt. *«Es ist von so neuartigem und unerhörtem Charakter, dass ich nicht nur fürchte, mir durch den Neid einiger weniger Schaden zuzufügen, sondern ich fürchte auch, dass ich die ganze Menschheit zu meinen Feinden habe.»*

Francis Bacon wird als philosophischer Urvater der wissenschaftlichen Methode bezeichnet. Er etablierte das Experimentieren als Hauptmittel der biologischen Forschung, einen Ansatz, den wir als induktives Denken oder experimentelle Methode bezeichnen. Dies im Gegensatz zum blinden Glauben an das, was Aristoteles oder Galen einst gesagt hatten, aber im Gegensatz auch zu persönlichen Vorurteilen und Weltbildern.

William Harvey ist (vielleicht nach Louis Pasteur) der bedeutendste Wissenschaftler in der Geschichte der Medizin, aber er muss auch als einer der Begründer der modernen Wissenschaft angesehen werden, da er vielleicht als erster die wissenschaftliche Methode zur Lösung biologischer Probleme übernahm und die Biologie quantitativ untersuchte. Dies war ein enormer Paradigmenwechsel. Ein Paradigma, dem seitdem alle grossen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gefolgt sind.

Das Schlusswort soll von Harvey selber und ohne Übersetzung kommen: *«True philosophers* [4] *are only eager for truth and knowledge, never regard themselves as already so thoroughly informed, but they welcome further information from whomsoever and from whencesoever it may come; nor are they so narrow-minded as to imagine any of the arts or sciences transmitted to us by the ancients in such a state of for-*

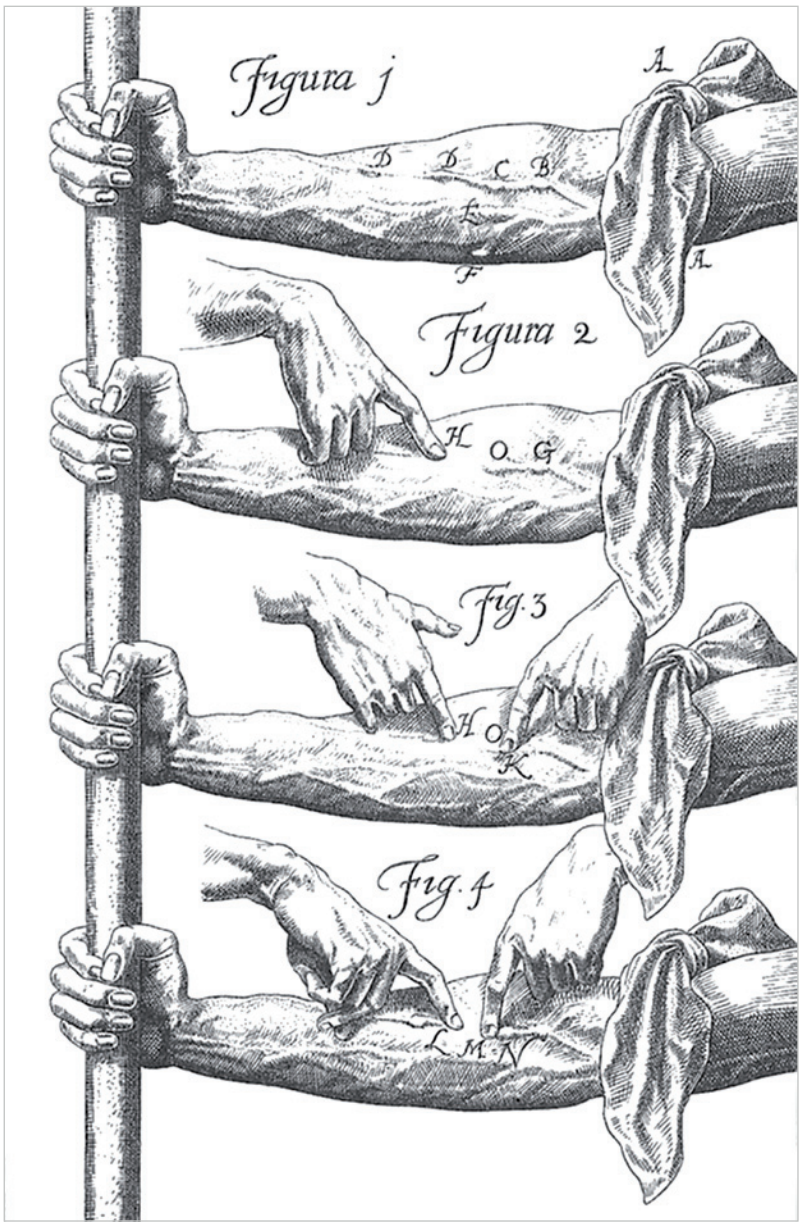

Abb. 4: Harveys Venenexperimente zur Flussrichtung venösen Bluts aus De motu cordis. Drückt man eine Vene leer, füllt sie sich stets vom distalen zum proximalen Ende und nie umgekehrt. Die Venenklappen lassen also nur Blutfluss zum Herzen hin zu.

wardness or completeness that nothing is left for the ingenuity and industry of others; very many, on the contrary, maintain that all we know is still infinitely less than all that still remains unknown.»

René Oetterli

Kommentare

[1] Galens Lehre war die Grundlage anatomischer Vorlesungen Europas und wurde als dermassen vollständig angesehen, dass man keinen Anlass sah, sie zu überprüfen. Das Sezieren menschlicher Körper wäre ohnehin verpönt bis verboten gewesen. Stellten zum Beispiel Ärzte bei einer Leiche Abweichungen von Galens Anatomielehre fest, wurde das fragliche Organ als Missbildung betrachtet.

[2] Der «grosse, systemische Blutkreislauf» beschreibt die Blutzirkulation durch den Körper. Der «kleine, pulmonare Blutkreislauf» zwischen Herz und Lunge wurde kurz zuvor von Colombo experimentell bestätigt und bereitete Harveys Entdeckung den Weg.

[3] Der vollständige Titel lautet: Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus. (Frankfurt am Main, 1628)

[4] «Philosoph» kann hier als «Wissenschaftler» gedacht werden – ein Begriff, den es zu Zeiten Harveys noch nicht gab.